



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GEOLOGIA MARINHA, COSTEIRA E
SEDIMENTAR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CARACTERIZAÇÃO DO ESTUÁRIO DO
RIO PARAGUAÇU COM BASE NA FAUNA
DE FORAMINÍFEROS E FATORES
AMBIENTAIS**

CARLOS ANTONIO NEVES JÚNIOR

SALVADOR-BAHIA

MAIO, 2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GEOLOGIA MARINHA, COSTEIRA E
SEDIMENTAR

CARACTERIZAÇÃO DO ESTUÁRIO DO RIO PARAGUAÇU COM BASE NA FAUNA DE FORAMINÍFEROS E FATORES AMBIENTAIS

por

Carlos Antonio Neves Júnior

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de

MESTRE EM GEOLOGIA

à

**Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa
da Universidade Federal da Bahia**

COMISSÃO EXAMINADORA

DRA. ALTAIR DE JESUS MACHADO (orientadora)

DRA. RILZA DA COSTA TOURINHO GOMES

DRA. TÂNIA MARIA F. ARAÚJO

CARLOS ANTONIO NEVES JÚNIOR

Caracterização do estuário do rio Paraguaçu com base na fauna de foraminíferos e fatores ambientais

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia para obtenção do título de Mestre em Geologia

Área de concentração:

Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar

ORIENTADORA

PROFA. DRA. ALTAIR DE JESUS MACHADO

SALVADOR

MAIO, 2013

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar aqui minha gratidão:

Ao programa de Pós-Graduação em Geologia que abriu suas portas para mim, me acolheu e fez com que me sentisse em uma casa do saber.

A CAPES e a FAPESB que por meio de seus recursos financeiros e técnicos viabilizaram todas as etapas desse trabalho.

A Profa. Dra. Altair Machado, mais que uma orientadora, um rumo, um exemplo de competência e segurança no que faz. Aprendi e continuo aprendendo muito!

A Profa. Dra. Simone Souza de Moraes, amiga antes de tudo! Suas orientações e encaminhamentos foram essenciais nessa trajetória, sem você não ia dá!

Aos meus companheiros do GEF: Marcos, Matheus, Victor, Isabel, Maili e Vanderson presentes e participantes dando suas contribuições para que pudesse concluir essa empreitada.

Aos professores do IGEO que sempre estão dispostos a ajudar.

Aos meus amigos Tásio, Rilzinha, Kelmo, Eduardo Vega, Dudu, Neto, Cris, Rodrigo e Helisângela pelo incentivo e apoio, em especial nos momentos em que o trabalho parecia interminável.

A minha mãe, D. Ara. Mulher incansável, mais forte que qualquer coisa que eu conheça. Essa dissertação é para você mãe.

As minhas irmãs Kátia, Suzana e Margarete, meu esteio, certeza da segurança no caminho. Atentas como águias, sempre a olhar por mim. Amor incondicional a vocês!

A minha família de Asè: Pai Neto, Mãe Rosa, Pai Carlinhos, Pai Nelson, Mãe Rosimar, Mãe Cláudia as Equedes Sônia e Deri, os Ogãs Jorge e Edimar. Pessoas fundamentais na minha vida que zelam e fazem de mim o ser que sou.

O maior de todos os agradecimentos, a quem dedico minha vida e entrego-a de bom grado, vai para o dono do meu Ori, Sangò! Homem justo, intrépido, forte e vigilante que nunca abandona seus filhos. A quem recorri e recorro em todos os momentos sejam felizes ou conflituosos. Modupé Orixá!

Dàdà m̀̀nsójú omon, Dàdà m̀̀nsójú omon

Ò f̀̀èrè ó ní f̀̀èrè, ó gbé l' órun

Bàbá ḱnì l' oǹ̀n áa ri

Asè!

Dadá é conhecedor dos filhos pela simples visão,

É franco, é tolerante, ele vive no céu

É o pai que olha por nós no caminho

Altair B. Oliveira

RESUMO

NEVES JÚNIOR, C. A. **Caracterização do estuário do rio Paraguaçu com base na fauna de foraminíferos e fatores ambientais**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2013.

As regiões costeiras encontram-se entre os mais produtivos ecossistemas do planeta, onde a dinâmica natural, marcada por grande variabilidade nas condições físico-químicas, é de fundamental importância para o equilíbrio e sustentabilidade dos mesmos. Nelas estão inseridos os estuários, os quais são ambientes de encontro de águas fluviais e marinhas que se estende linha acima até o limite da influência da maré. O Rio Paraguaçu nasce na Serra do Sincorá, no semi-árido baiano, percorre 81 municípios até desaguar na Baía de Todos os Santos, formando uma importante zona estuarina. A presente pesquisa objetiva caracterizar o estuário do rio Paraguaçu a partir de coletas feitas de amostras de substrato do leito do estuário durante as estações seca e chuvosa no ano de 2011. Dessas amostras foram analisadas a fauna de foraminíferos e granulometria. Da água de fundo, coletada por meio da garrafa de Van Dorf, foram obtidas as medidas de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido. Os parâmetros analisados não se mostraram restritivos à fauna de foraminíferos. Entre os resultados encontrados destacam-se: (i) salinidade e granulometria como parâmetros de maior influência na distribuição de uma fauna autóctone de 17 espécies de foraminíferos, com *Ammonia beccarii* e *Trochammina inflata* como espécies principais durante as duas coletas; (ii) valores de densidades de foraminíferos encontrados mostraram-se compatíveis com os registrados para outros estuários equatoriais; (iii) maior hidrodinamismo durante a estação chuvosa, refletido pelo aumento de testas abrasadas e amarelas durante a estação chuvosa.

PALAVRAS CHAVE: Paraguaçu, Foraminíferos, Parâmetros geoambientais

ABSTRACT

NEVES JÚNIOR, C. A. **Characterization of the Paraguaçu's estuary based on foraminifera fauna and environmental factors.** 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2013.

Coastal areas are among the most productive ecosystems on the planet, where the natural dynamics, marked by great variability in physico-chemical conditions, has great importance for the balance and sustainability of the same. They are inserted estuaries, which are environments against river water and sea stretching line up to the limit of tidal influence. The Paraguaçu river rises in the Serra Sincorá in the semi-arid region, covers 81 municipalities before flowing into the Baía de Todos os Santos, forming an important estuarine zone. This research aims to characterize the estuary Paraguaçu from collections made of substrate samples from the bed of the estuary during the dry and rainy seasons in the year 2011. These samples were analyzed foraminifera fauna and particle size. Bottom water, collected by bottle Van Dorf, were measured temperature, salinity and dissolved oxygen. The parameters analyzed were not restrictive to the fauna of foraminifera. Among the findings are: (i) salinity and grain size as parameters of major influence in the distribution of a native fauna of 17 species of foraminifera, with *Ammonia beccarii* and *Trochammina inflata* as the main species at the two collections, (ii) values densities of foraminifera found were compatible with those recorded for other estuaries equatorial (iii) greater hydrodynamics during the rainy season, reflected by an increase in burned foreheads and yellow during the rainy season.

Keywords: Paraguaçu, Foraminifera, geological and environmental conditions

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS DOS FORAMINÍFEROS	20
1.2 FATORES ABIÓTICOS E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE OS FORAMINÍFEROS	22
1.2.1 SALINIDADE	22
1.2.2 TEMPERATURA	24
1.3 APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES	25
2. METODOLOGIA	30
2.1 ÁREA DE ESTUDO	30
2.2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO	34
2.2.1 COLETA DAS AMOSTRAS	34
2.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO	36
2.3.1 PREPARO DAS AMOSTRAS	36
2.3.2 TRIAGEM, IDENTIFICAÇÃO DOS FORAMINÍFEROS	37
2.4 ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	39
2.5 ANÁLISES QUANTITATIVAS	39
2.5.1 DENSIDADE	39
2.5.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA	40
2.5.3 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA	40
2.5.4 ÍNDICE DE DIVERSIDADE	40
2.5.5 ANÁLISE MULTIVARIADA	42
3. RESULTADOS	44
3.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	44
3.1.1 TEMPERATURA	44
3.1.2 SALINIDADE	45
3.1.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO	47
3.2 GRANULOMETRIA	48
3.3 FAUNA DE FORAMINÍFEROS	49
3.4 ANÁLISES DESCRITIVAS	51
3.4.1 ABUNDÂNCIA	51

3.4.2 DENSIDADE	53
3.4.3 ABUNDÂNCIA RELATIVA	54
3.4.4 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA	58
3.4.5 RIQUEZA, EQUITATIVIDADE E DIVERSIDADE	58
3.5 TAFONOMIA	62
3.5.1 VIVOS E MORTOS	62
3.5.2 COLORAÇÃO DAS TESTAS	63
3.5.3 DESGASTE DAS TESTAS	66
3.6 ANÁLISES MULTIVARIADAS	68
3.6.1 GRANULOMETRIA	68
3.6.2 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES	70
3.6.3 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS – PCA	71
4. DISCUSSÃO	73
4.1 EFEITOS DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS SOBRE OS FORAMINÍFEROS	73
4.2 EFEITOS DA GRANULOMETRIA NA DISTRIBUIÇÃO DOS FORAMINÍFEROS	75
4.3 A FAUNA DE FORAMINÍFEROS DO ESTUÁRIO DO RIO PARAGUAÇU	76
5. CONCLUSÕES	81
6. REFERÊNCIAS	83
ANEXO 1: QUADROS E TABELAS	
ANEXO 2: ESTAMPAS	
ANEXO 3: ANÁLISE MULTIVARIADA	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Principais estruturas morfológicas (A), número de câmaras (B) e tipos de testa encontrados nos foraminíferos (C). Modificado de Mores (2001)	20
Figura 2.	Distribuição dos tipos de foraminíferos em um estuário em função da salinidade. Modificado de Miranda, Castro e Kjerfve, 2002	23
Figura 3.	Mapa da Baía de Todos os Santos destacando o estuário do Rio Paraguaçu. Modificado de Cirano e Lessa (2007)	31
Figura 4.	Mapa geológico da Bahia de Iguape. Modificado de Genz (2008)	33
Figura 5.	Distribuição dos pontos amostrais ao longo do estuário do Rio Paraguaçu	34
Figura 6.	Processo de coleta de dados em campo: obtenção de amostras para análise de foraminíferos e granulometria por meio da draga Van Vem, tomada de dados ambientais utilizando a sonda multiparâmetros	35
Figura 7.	Variação de temperatura ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa	45
Figura 8 .	Variação da salinidade ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa	46
Figura 9.	Distribuição da salinidade ao longo do canal do rio Paraguaçu nas estações seca e chuvosa	47
Figura 10.	Variação nas concentrações de oxigênio dissolvido ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa	48
Figura 11.	Frações granulométricas ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca e chuvosa	49
Figura 12.	Distribuição das frações granulométricas predominantes ao longo do estuário do rio Paraguaçu nas estações seca e chuvosa	49
Figura 13.	Abundância de espécimes ao longo dos pontos amostrais	53

Figura 14.	Varição da densidade de espécimes ao longo dos pontos amostrais durante as duas campanhas	54
Figura 15.	Abundância relativa das espécies ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca	56
Figura 16.	Abundância relativa das espécies ao longo dos pontos amostrais durante a estação chuvosa	57
Figura 17.	Frequência de ocorrência das espécies ao longo do canal nas duas campanhas de amostragem	59
Figura 18.	Total de espécies por ponto amostral	60
Figura 19.	Valores de riqueza, equitatividade e diversidade ao longo dos pontos amostrais nas estações seca e chuvosa	61
Figura 20.	Distribuição de mortos e vivos ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca	62
Figura 21.	Distribuição de mortos e vivos ao longo dos pontos amostrais durante a estação chuvosa	64
Figura 22.	Percentuais dos padrões de coloração das testas de foraminíferos no canal do Rio Paraguaçu	64
Figura 23.	Distribuição dos percentuais dos padrões de desgaste nas testas dos foraminíferos ao longo dos pontos amostrais no canal do rio Paraguaçu	65
Figura 24.	Percentuais dos padrões de desgaste nas testas dos foraminíferos triados do sedimento do canal do estuário do rio Paraguaçu	66
Figura 25.	Distribuição dos padrões de desgaste nas testas dos foraminíferos triados do sedimento do canal do estuário do rio Paraguaçu	67
Figura 26.	Dendrograma ilustrando o agrupamento das amostras com base na granulometria do sedimento de superfície do estuário do rio Paraguaçu durante a estação seca, segundo o índice de distância euclidiana	68

Figura 27.	Escala multidimensional do ordenamento das amostras com base na granulometria do sedimento de superfície do estuário do rio Paraguaçu durante a estação seca, segundo o índice de distância euclidiana. Nível de estresse igual a 0,01	68
Figura 28 .	Dendrograma ilustrando o agrupamento de amostras com base na granulometria do sedimento de superfície do estuário do rio Paraguaçu durante a estação chuvosa, segundo o índice de distância euclidiana	69
Figura 29.	Escala multidimensional do ordenamento das amostras com base na granulometria do sedimento de superfície do estuário do rio Paraguaçu durante a estação seca, segundo o índice de distância euclidiana. Nível de estresse igual a 0,01	69
Figura 30.	Dendrograma ilustrando o agrupamento de amostras com base nas espécies identificadas para o estuário do rio Paraguaçu durante as estações seca e chuvosa, segundo o índice de distância euclidiana	70
Figura 31.	Análise de componente principal para estação seca	71
Figura 32.	Análise de componente principal para estação chuvosa	73

LISTA DE TABELAS E QUADRO

Tabela 1.	Classificação dos ambientes com base nos valores de salinidade segundo Boltovskoy <i>et al</i> (1980)	22
Tabela 2.	Valores absolutos para as ocorrências das espécies nos pontos de amostragem durante a estação seca	ANEXO 1
Tabela 3.	Valores absolutos para as ocorrências das espécies nos pontos de amostragem durante a estação chuvosa	ANEXO 1
Tabela 4.	Frequência relativa das espécies por ponto amostral durante a estação seca	ANEXO 1
Tabela 5.	Frequência relativa das espécies por ponto amostral durante a estação chuvosa	ANEXO 1
Tabela 6.	Distribuição de vivos e mortos ao longo dos pontos amostrais na estação seca. Valores absolutos e percentuais	ANEXO 1
Tabela 7.	Distribuição de vivos e mortos ao longo dos pontos amostrais na estação chuvosa. Valores absolutos e percentuais	ANEXO 1
Tabela 8.	Distribuição das frequências de ocorrências das espécies durante as duas campanhas de amostragem: Estação seca e Estação chuvosa	ANEXO 1
Tabela 9.	Valores das densidades de foraminíferos (indivíduos/g) por ponto amostral durante as estações seca e chuvosa	ANEXO 1
Tabela 10.	Percentuais dos padrões de coloração das testas dos foraminíferos ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca	ANEXO 1
Tabela 11.	Percentuais dos padrões de desgaste ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca	ANEXO 1
Tabela 12.	Percentuais dos padrões de coloração das testas dos foraminíferos ao longo dos pontos amostrais durante a estação chuvosa	ANEXO 1

Tabela 13.	Percentuais dos padrões de desgaste nas testas dos foraminíferos ao longo dos pontos amostrais durante a estação chuvosa	ANEXO 1
Tabela 14.	Valor dos padrões de coloração nas testas durante as estações seca e chuvosa	ANEXO 1
Tabela 15.	Valores dos padrões de desgaste das testas durante a estação seca	ANEXO 1
Tabela 16.	Índices ecológicos para dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa	ANEXO 1
Tabela 17.	Variáveis físico-químicas (Temperatura; Salinidade e Oxigênio dissolvido) ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa	ANEXO 1
Tabela 18.	Distribuição das frações granulométricas ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa	ANEXO 1
Tabela 19.	Distribuição dos pontos amostrais em função das suas respectivas salinidades ao longo do estuário do rio Paraguaçu	ANEXO 1
Quadro 1.	Trabalhos de monitoramento de estuários considerando a fauna de foraminíferos	ANEXO 1

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira é um ambiente complexo caracterizado pelas interações dinâmicas que ocorrem nesta interface: oceano, continente e atmosfera. Há uma grande diversidade de sistemas que a compõe, desde ambientes de transição como estuários, lagunas, baías, até áreas mais oceânicas na margem da plataforma continental. São regiões muito vulneráveis e estão constantemente sofrendo processos de remodelações por fatores naturais e antrópicos, os quais atuam em diversas escalas espaciais e temporais (French, 2001).

Os estuários estão inseridos nesse contexto como zonas fronteiriças entre os meios marinho, terrestre e fluvial, caracterizados pela mistura de águas doce e salgada. Diferentes autores apresentam definições para esse ambiente de interface, por exemplo:

- Pritchard (1967): Um estuário é um corpo de água costeiro, semi-fechado, o qual possui uma ligação livre com o mar aberto e no interior do qual a água do mar se dilui de forma mensurável, com água doce proveniente de drenagem terrestre;
- Fairbridge (1980): Um estuário é uma entrada do mar num vale de um rio até ao limite máximo da preamar, sendo normalmente divisível em três setores: a) O estuário marinho ou inferior, com ligação livre ao mar aberto; b) O estuário médio, sujeito a forte mistura de águas salgada e doce; c) o estuário superior ou fluvial, caracterizado pela presença de água doce, mas sujeito à ação diárias das marés.
- Day *et al.* (1989): Um ecossistema estuarino é uma reentrância costeira profunda com uma comunicação restrita com o mar e que permanece aberta pelo menos intermitentemente. O ecossistema estuarino pode ser subdividido em três regiões: a) Uma zona de maré fluvial, caracterizada pela ausência de salinidade, mas sujeita ao efeito das marés; b) Uma zona de mistura caracterizada pela mistura de massas de água e pela existência de fortes

gradientes, físicos, químicos e biológicos entre a zona de maré fluvial e a embocadura de um rio ou de um delta na baixa-mar; c) Uma zona de turbidez no mar aberto, junto da costa, entre a zona de mistura e a extremidade da pluma de maré no pico da baixa-mar.

Os dois primeiros autores excluem da definição de estuários vários tipos de sistemas costeiros como lagoas, mares de águas salobras, deltas, braços de mar, estuários não sujeitos a marés, restringindo suas concepções de estuários a existência constante da mistura de água doce e salgada. Apenas Day *et al.* (1989) propõem uma definição mais abrangente, incluindo o meio marinho costeiro adjacente.

Seja qual for a definição para estuário, o fato é que esses ambientes, de caráter transitório, estão sujeitos à ação de forçantes físicas (entrada de água doce e oscilações de maré) que aliadas a fatores meteorológicos e morfológicos, contribuem para a complexidade de seus processos hidrodinâmicos. Estes processos, em conjunto, condicionam os níveis de oxigênio dissolvido e de nutrientes disponíveis no meio, levando a uma variabilidade espaço-temporal que interfere diretamente na composição das comunidades biológicas que aí ocorrem, assim como nos seus aspectos biogeoquímicos (Valgas *et al.*, 2003). A estes fatores adiciona-se ainda, eventualmente, a influência de poluentes estuarinos e alterações físicas introduzidas por ação humana (obras portuárias, barragens, atividade agro-industrial).

Levando em conta a gênese geológica e os fatores que contribuem para a formação e amplitude de características geomorfológicas e fisiográficas desses ambientes costeiros, um estuário irá apresentar uma conexão restrita com o oceano adjacente a qual permanece aberta intermitentemente, dividindo-o em três zonas distintas: (i) zona de maré do rio, marcada pela oscilação do nível de água devido a maré, porém sem mistura de água marinha; (ii) zona de mistura onde ocorre a mistura de água doce continental com água do mar e (iii) zona costeira que corresponde a região costeira adjacente e se estende até a frente que marca o limite da costa (Valgas *et al.*, 2003, Miranda, Castro e Kjerfve, 2002).

Os estudos de caracterização das condições ambientais dominantes nos ambientes estuarinos através de técnicas de análise química são difíceis e onerosos, uma vez que requerem permanente monitoramento de parâmetros ambientais de alto dinamismo. Neste sentido, ao integrar bioindicadores e descritores sedimentológicos (mais estáveis que os hidroquímicos), em geral, os resultados se traduzem em uma melhor compreensão das características ambientais dominantes, uma vez que as assembléias bentônicas refletem a complexa interação entre os parâmetros bióticos e abióticos e suas múltiplas variações no binômio espaço/tempo (Debenay e Guillou, 2002).

Dada a complexidade dos processos biológicos, geológicos e oceanográficos que ocorrem nos estuários, os estudos nesses ambientes requerem ferramentas eficazes que sejam capazes de detectar as constantes variações físico-químicas dos seus parâmetros (Teodoro *et al.*, 2010). Neste contexto, a utilização de bioindicadores parte do pressuposto que determinados organismos (espécies, grupos de espécies e comunidades biológicas) se mostram muito eficientes na elucidação de fenômenos naturais e/ou antrópicos que ocorram nesses ambientes. (Laut *et al.*, 2010; Souto, 2012).

Os foraminíferos são organismos unicelulares eucarióticos, predominantemente marinhos, bentônicos ou planctônicos, com carapaças aglutinadas, silicosas ou calcárias. Têm sido considerados excelentes bioindicadores por apresentarem um ciclo de vida curto, grande sensibilidade às alterações físico-químicas do ambiente, abundantes em pequenas amostragens, além de diversidade taxonômica e morfológica. Por conta dessas características, o número de estudos que utilizam os foraminíferos para caracterizar e monitorar estuários vem aumentando (Semensatto e Dias-Brito, 2004).

Muitas das pesquisas são realizadas não apenas com estes propósitos, mas também são voltadas a conhecer a ecologia desses organismos; compreender o funcionamento natural desses ecossistemas; além de detectar alterações geradas por causas antropogênicas (Parizotto *et al.*, 2007; Cardoso e Senra, 2007; Anjos-, 2006; Duleba *et*

al., 1999 a, b) tais como a contaminação por metais pesados, poluição orgânica (HPAs, POPs, petróleo) e processos de eutrofização (Souto, 2012).

Considerando-se os trabalhos realizados na Bahia e em outros Estados do Brasil (Quadro 1 em anexo), observa-se que os foraminíferos são utilizados como ferramentas eficazes na compreensão, monitoramento e comportamento de diversos parâmetros geoambientais costeiros, seja para mar aberto ou em sistemas estuarinos. Além de evidenciar as ações antrópicas que afetam tais ambientes.

Sendo assim, no presente trabalho, visa-se caracterizar o estuário do rio Paraguaçu a partir da análise de seus parâmetros físico-químicos, granulometria e composição de foraminíferos. Sendo assim, para mapear e descrever os subambientes deste estuário foram analisadas as variações sazonal e espacial: (i) dos valores de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido da água de fundo; (ii) da granulometria do sedimento do canal; e (iii) da composição faunística e aspectos tafonômicos dos foraminíferos.

1.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS DOS FORAMINÍFEROS

Os foraminíferos são protozoários, geralmente microscópicos (0,1 a pouco mais de 3mm), que se destacam dos demais representantes do grupo por apresentarem uma rede de pseudópodos filamentosos (reticulópodos) e uma carapaça de composição e complexidade variáveis, na qual se aloja um citoplasma provido de um ou mais núcleos (Figura 1).

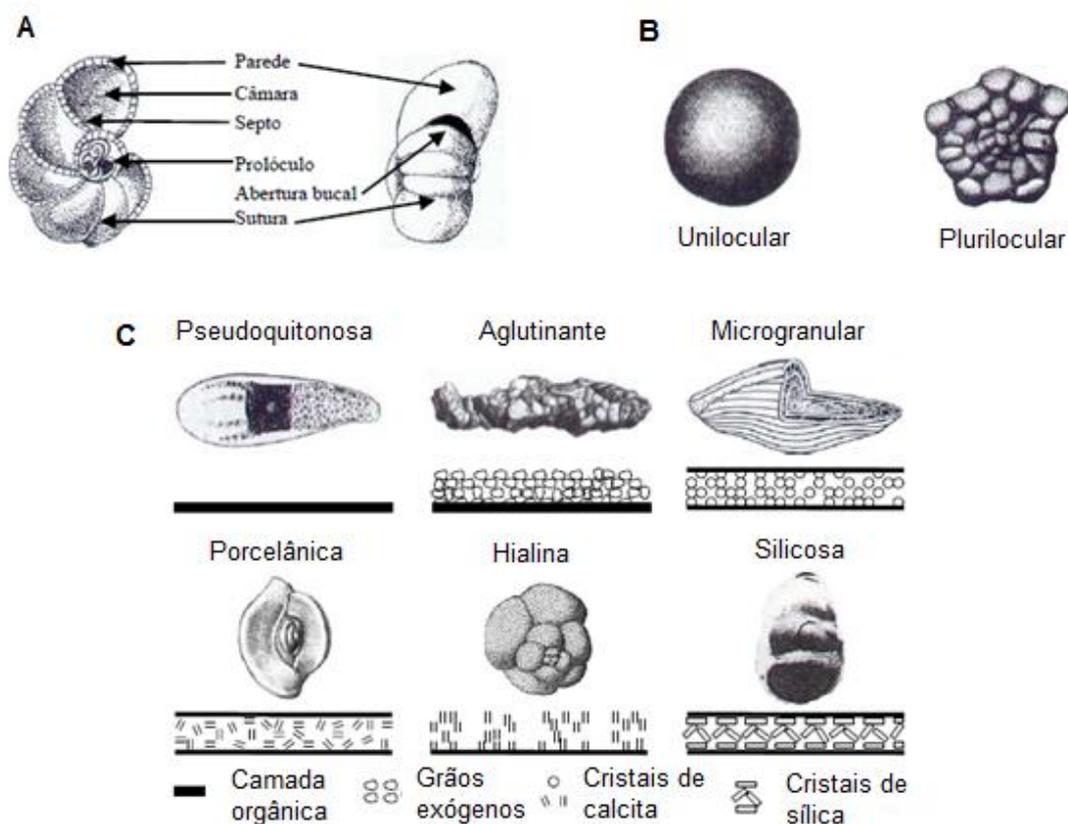


Figura 1. Principais estruturas morfológicas (A), número de câmaras (B) e tipos de testa encontrados nos foraminíferos (C). Modificado de Moraes (2001)

Alguns aspectos fazem destes organismos bioindicadores sensíveis e de baixo custo, comparado a outros métodos, amplamente utilizados por diversas ciências ambientais, para avaliar ambientes aquáticos natural ou antropogenicamente estressados (Frontalini e Coccioni, 2011 Machain-Castillo, 2006), dentre os quais se destacam:

- **Especificidade ambiental:** várias espécies de foraminíferos possuem uma estreita faixa de tolerância a parâmetros ambientais, apresentando, assim, um comportamento indicativo de intensidade luminosa, agitação, temperatura e salinidade da água com maior sensibilidade;
- **Ampla distribuição:** estão distribuídos em todos ambientes aquáticos marinhos, com várias espécies cosmopolitas;
- **Representatividade estatística em amostras pequenas:** devido ao seu tamanho, pequenas amostras podem conter grandes quantidades de foraminíferos;
- **Preservação no sedimento:** suas testas, por serem mineralizadas, mantêm-se preservadas mesmo após a morte dos organismos, permitindo o registro das características dos locais em que habitavam;
- **Rápido crescimento e ciclos reprodutivos curtos:** os foraminíferos possuem a capacidade de alternar entre as reproduções sexuadas e assexuadas, possuindo ciclos de vida com duração de alguns meses a um ano. Seu rápido crescimento e ciclo de vida curto garantem uma resposta rápida às modificações ambientais e possibilitam o registro das mesmas no sedimento.

Por se apresentarem sensíveis às condições do meio, os foraminíferos fornecem subsídios para investigações de alterações ambientais em regiões costeiras, que decorrem de fatores abióticos que influenciam suas populações, delimitando e controlando a distribuição e composição das associações de espécies.

1.2 FATORES ABIÓTICOS E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE OS FORAMINÍFEROS

Em ambientes estuarinos, os parâmetros mais utilizados para sua caracterização e monitoramento, a partir da fauna de foraminíferos, são a salinidade, temperatura, disponibilidade de nutrientes, propriedades do sedimento e hidrodinamismo (Eichler *et al.*, 2007; Teodoro *et al.*, 2010). Contudo, Barcellos *et al.* (2003) afirmam que a variação espacial da salinidade parece ser o fator mais determinante para a distribuição das associações destes organismos no sistema estuarino.

1.2.1 SALINIDADE

Muitos dos foraminíferos são estenohalinos (não toleram grandes variações de salinidade no meio) tais como as espécies planctônicas (vivem apenas em salinidade de 33 a 40ups) e vários taxa bentônicos. Contudo, há espécies bentônicas que são eurihalinas (toleram maiores variações na salinidade do meio), podendo inclusive ocorrer em ambientes hiposalinos, estas são comuns em ambientes costeiros, como os estuários, ou até em ambientes hipersalinos (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos ambientes com base nos valores de salinidade segundo Boltovskoy *et al.* (1980)

Salinidade (ups)	Tipo de ambiente
40 – 75	Hiperhalino
30 – 40	Euhalino
18 – 30	Hipohalino – Mixohalino
0,5 – 18	Hipohalino – Salobro
< 0,5	Doce

Debeney e Guillou (2002) compilaram trabalhos sobre a distribuição de foraminíferos em estuários ao longo do mundo e observaram uma estreita relação desta com a salinidade, temperatura e granulometria.

Esses autores afirmam, ainda, que há um decréscimo na diversidade das formas calcárias (hialinas e porcelânicas), passando para as formas aglutinantes, à medida que a disponibilidade de carbonato de cálcio e a salinidade diminuem (Figura 2).

De fato, na maioria dos estuários, a baixa salinidade está associada a sedimentos mais finos ao passo que nas regiões de maior influência marinha estão presentes os sedimentos arenosos (Rodrigues *et al*, 2003 a,b), o que justifica a ocorrência de foraminíferos aglutinantes na zona de mistura dos estuários. Essa região de encontro de água doce e salgada influencia na deposição das partículas em suspensão, favorecendo a deposição de sedimento fino e a construção de testas aglutinantes (Rodrigues *et al*, 2003c), sendo que o predomínio das espécies aglutinantes faz com que a riqueza e diversidade nestas regiões sejam menores (Semensatto e Dias-Brito, 2004).

Assim, as espécies *Arenoparrella mexicana*, *Haplophragmoides wilberti* e *Trochammina inflata* restringem-se às áreas onde ocorre silte e argila (Rodrigues *et al*, 2003c) e *Miliammina fusca* prefere canais ou lagunas confinados (Semensatto e Dias-Brito, 2004).

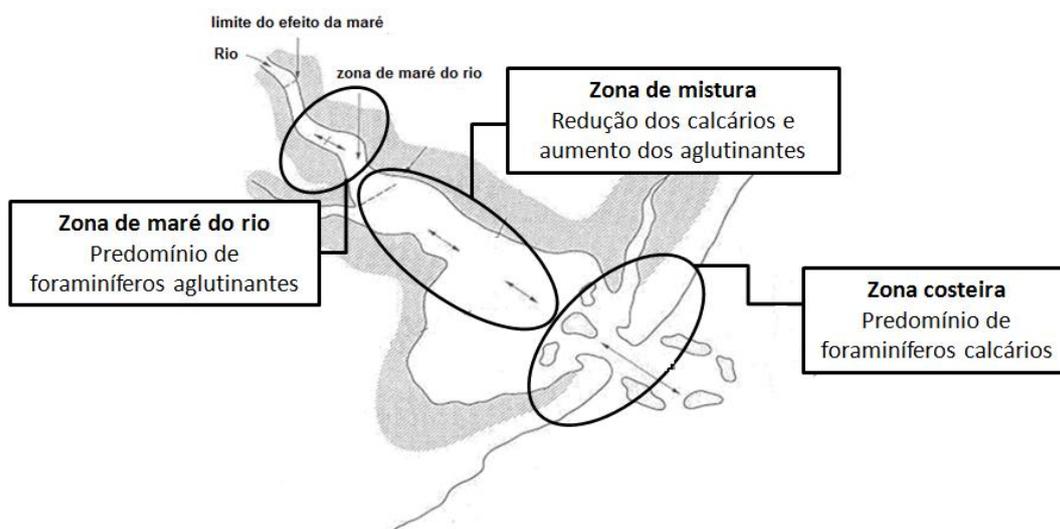


Figura 2. Distribuição dos tipos de foraminíferos em um estuário em função da salinidade. Modificado de Miranda, Castro e Kjerfve, 2002

Por outro lado, zonas do estuário sujeitas a uma maior influência marinha apresentam valores de riqueza e diversidade mais elevados, sendo estas comunidades compostas essencialmente por miliolídeos e rotalídeos (Semensatto e Dias-Brito, 2004; Gomes, 2010).

1.2.2TEMPERATURA

A temperatura é um importante parâmetro físico que afeta as comunidades marinhas bentônicas (Saraswat *et al.*, 2011). Em se tratando de águas costeiras confinadas existe uma fauna de foraminíferos bentônicos adaptada às variações naturais deste ambiente, tendo as espécies uma correlação direta com parâmetros isolados do ambiente, como resistência a mudanças de temperatura, salinidade, pH, dentre outros (Rodrigues *et al.*, 2003a).

Assim, a temperatura é um fator ecológico extremamente importante na distribuição dos foraminíferos e possui maior influência na distribuição das espécies planctônicas do que nas bentônicas, devido às oscilações na temperatura da água serem maiores próximas à superfície que em profundidade (Rodrigues *et al.*, 2003 a,b, c).

No Brasil, os valores de temperatura mínima registradas, estão muito acima do limite inferior de tolerância de muitas espécies de foraminíferos, de modo que dificilmente influenciam na redução de suas populações (Rodrigues *et al.*, 2003a).

1.3 APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES DOS ESTUDOS COM FORAMINÍFEROS

Áreas costeiras têm sido tradicionalmente pontos de estabelecimento humano e por conta do desenvolvimento concomitante de cidades, indústrias e outras atividades, possivelmente, os ecossistemas aquáticos desses locais passam a sofrer impactos de diversas formas. Estes impactos são gerados a partir da poluição causada pelas atividades industrial, doméstica, agrícola, mineração, dragagem, salinização; sedimentação, desmatamento, silvicultura, construção de estradas, introdução de plantas ou espécies animais exóticas (Frontalini e Coccioni, 2011).

Os ambientes estuarinos são diversificados ao redor do mundo devido às suas morfologias originadas dos processos de variações do nível do mar que modelaram suas bacias de drenagem. Estudos nesses ambientes requerem estratégias que caracterizem, avaliem e monitorem uma série de variáveis que sirvam como boas indicadoras do seu estado de preservação e/ou comprometimento (Hayward e Hollis, 1994; Eichler *et al*, 2007).

Desse modo, pesquisas que utilizam de forma integrada a avaliação da fauna de foraminíferos associada aos aspectos sedimentológicos e físico-químicos do ambiente e a origem e distribuição de indicadores de efluentes domésticos, visando a caracterização de áreas estuarinas, vêm sendo realizados de forma crescente e com resultados positivos em diversas regiões do globo (Barcelos *et al.*, 2003).

Gonzalez-Regalado *et al.* (2001) examinaram como parâmetros ambientais de diversos estuários influenciam as assembleias de foraminíferos em estuários da Espanha. Os autores concluíram que a distribuição desses organismos é mais fortemente influenciada pela salinidade e em menor grau pelo tamanho dos grãos.

Martins *et al* (2010) fizeram a avaliação dos efeitos ecológicos de metais pesados em assembleias de foraminíferos bentônicos dos canais de Aveiro em Portugal. Entre seus resultados, os autores detectaram no sedimento estuarino pontos críticos de poluição por metal pesado oriundo de atividade industrial, além de deformações nas testas destes organismos que estariam associadas a contaminação por cobre.

No Brasil, os trabalhos de monitoramento de estuários estão concentrados nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para o estado de São Paulo. (Quadro 1 Anexo). Duleba *et al* (1999a,b) analisaram a composição faunística de foraminíferos e tecamebas, sua variação espaço temporal em relação aos parâmetros hidrográficos e sedimentológicos dos estuários da estação ecológica Juréia-Itatins (SP). Os autores concluíram que a composição faunística obtida no verão é muito semelhante da obtida no inverno. Perceberam também que a sucessão de foraminíferos (calcários mixohalinos → aglutinantes → tecamebas) para estuários de meso e micromarés subtropicais não ocorre para a região (Rio Guaraú). Em termos gerais, as espécies mixohalinas ocorrem praticamente em quase o todo rio Guaraú, excetuando-se a região próxima à cabeceira do rio Perequê, onde tecamebas são abundantes. Esse padrão de distribuição é semelhante ao encontrado em estuários de macromarés de regiões temperadas, diferindo, portanto, do padrão encontrado nos outros estuários da costa sudeste brasileira.

Barcellos *et al* (2003) realizaram comparação do processo sedimentar entre as regiões das desembocaduras Icapara e de Cananéia do sistema estuarino-lagunar Cananéia Iguape (SP), tendo como parâmetros a caracterização composicional e distribuição espacial da matéria orgânica, conteúdos de carbonato biodetrítico além da avaliação da microfauna bentônica de foraminíferos e tecamebas. Seus resultados mostram que a região mais ao norte (Icapara) sofre maior influência fluvial, apresentando menor diversidade de espécies, estando estas associadas a ambientes confinados (*Miliammina earlandi*) e ricos em matéria orgânica (*Arenoparrella mexicana* *Haplophragmoides wilberti*). Já Cananéia, mais ao sul, apresentou maior influência marinha, refletindo no aumento na diversidade de espécies, além de um número maior de indivíduos. Para essa região foram encontradas espécies típicas de ambientes marinhos (*Poroeponides lateralis*, *Bolivina doniezi*, *Pseudononion atlanticum*).

No Paraná, Barbosa (2005) utilizou foraminíferos e dados sedimentares na caracterização do estuário do rio Paraná. Essa abordagem biossedimentar possibilitou o zoneamento do mesmo em três regiões: delta de cabeceira de baía (marcada *Miliammina fusca*, *Ammotium salsum* e *Polysaccamina ipohalina*); bacia central, característica de ambiente estuarino devido a variabilidade de parâmetros ecológicos

ligados a salinidade, matéria orgânica e CaCO_3 , revelando um local de menor energia nesse estuário e sistema de preenchimento por maré onde predominaram espécies calcárias como *Ammonia beccarii*

Eichler *et al* (2007) analisaram a distribuição das associações de foraminíferos do estuário de Bertioga (SP) relacionando-as a parâmetros ambientais como profundidade, temperatura, carbono orgânico, teor de enxofre e características do sedimento. Para tanto os autores realizaram coletas em 88 pontos nesse ambiente entre outubro de 1997 a outubro de 1998. Os resultados deste trabalho mostraram que assim como em outros estuários, Bertioga apresenta a distribuição das associações de foraminíferos relacionadas ao gradiente de salinidade, dinâmica de circulação das águas, variações no tamanho dos grãos e teor de carbono no substrato. Por exemplo, na entrada do canal, zona de maior salinidade, foram encontradas espécies típicas dessa região *Elphidium discoideale*, *E. poeyanum*, *Hanzawaia boueana*, *Pararotalia cananeiaensis* e *Nonionella atlantica*. Na região central onde a salinidade oscilou entre 5 e 30 ups e os teores de lama e silte foram superiores a 80%, predominaram as espécies *Ammonia beccarii*, *Pararotalia cananeiaensis*, *Elphidium excavatum* e *Elphidium sp.*

No nordeste brasileiro ainda são tímidos os trabalhos de monitoramento de estuários através das assembléias de foraminíferos. Na Bahia, uma série de trabalhos foram desenvolvidos a partir dos anos de 1990: Anjos *et al* (1999); Carvalho *et al* (1999); Campos (2001); Cruz (2004); Anjos *et al* (2006); Burone *et al* (2006); Machado *et al* (2006); Gomes (2010).

Anjos *et al* (1999 e 2000) caracterizaram os sedimentos superficiais de fundo para identificar a origem do material sedimentar que está assoreando o estuário do Rio de Contas. Foi registrada uma baixa diversidade e abundância de foraminíferos ao longo dos cinco primeiros quilômetros do baixo curso do Rio de Contas e a inexistência de carapaças nas amostras situadas mais a montante, permitindo inferir que o aporte de sedimentos marinhos no rio ocorre apenas nos primeiros quilômetros e é pouco significativo.

Posteriormente, Campos (2001), realizando um estudo sobre o assoreamento do baixo Rio de Contas, sistematizou os resultados dos trabalhos de Anjos *et al.* (1999 e 2000) no intuito de delimitar a área de influência oceânica e identificar o potencial de entrada de sedimentos marinhos no rio, constatando, através da ocorrência, diversidade, densidade e estado de preservação das testas dos foraminíferos, que no período de estiagem (primeira campanha) a área estuarina correspondeu aos três quilômetros finais do curso do rio, enquanto que no período chuvoso essa área foi restringida para dois quilômetros.

Carvalho *et al* (1999) caracterizaram a Baía de Iguape a partir da amostragem de sedimentos intertidais extraídos por vibro cores. O objetivo desse trabalho foi descrever e identificar as espécies de foraminíferos a fim de prover informações sobre as condições paleoambientais. Dos 11 cores analisados, os foraminíferos ocorreram em 7, estando associados a teores de argila superiores a 70%, o que confirma o padrão de distribuição típico de zonas mixohalinas. Os autores concluíram que a fauna dessa região apresenta poucas espécies com o predomínio de *Elphidium poeyanum* e *Ammonia beccarii*. A primeira é conhecida por tolerar grandes variações de salinidade, enquanto a segunda é característica de ambientes de baixa salinidade, tais como estuários (Machado, 1997).

A utilização de foraminíferos como traçadores do transporte de sedimentos no estuário de Cacha-Prego (Sul da Ilha de Itaparica) foi investigada por Anjos *et al* (2006). O objetivo desse trabalho foi caracterizar a assembléia de foraminíferos bentônicos, além de sua distribuição espacial e vertical ao longo desse estuário. Os autores concluíram que alto percentual de testas vazias de espécies euhalinas pode ser resultante dos processos sedimentares inerentes ao ambiente deposicional. Outro aspecto a ser considerado diz respeito ao número reduzido de representantes de uma fauna autóctone no estuário que pode estar ligado à sua herança geológica, pois a assembleia de foraminíferos bentônicos encontrados é essencialmente marinha. Isso significa que o estuário de Cacha-Prego, apesar de situado na desembocadura de um grande estuário (Canal de Itaparica), não apresenta uma fauna estuarina original. Portanto, a distribuição da microfauna de foraminíferos observada ao longo do estuário de Cacha-Prego é heterogênea e reflete microhabitats diferentes que

estariam vinculados à posição altimétrica das amostras atribuídos às variações dos parâmetros abióticos controlados pela posição altimétrica, dentre os quais o mais importante seria a salinidade.

Em outro estuário, o do rio Subaé (BA), Burone *et al* (2006) utilizaram foraminíferos bentônicos para avaliar os efeitos antropogênicos nesse ambiente. Mais uma vez esses organismos se mostraram eficazes como biomonitores, pois alterações ambientais como o enriquecimento orgânico do sedimento, contaminações por metal pesado e hidrocarbonetos podem gerar modificações nos padrões de abundância, composição das espécies, além de anormalidades morfológicas em suas testas. Segundo os autores, a ocorrência de testas anormais estiveram associadas a *Ammonia tépida* e *Elphidium excavatum*. Os percentuais elevados dessa anormalidade e sua composição geoquímica estão relacionados a contaminação por metal pesado no local.

Cruz (2004) inferiu que a hidrodinâmica e a salinidade são os fatores que influenciam a distribuição e a ocorrência de foraminíferos e tecamebas na Baía de Iguape. Em um estudo posterior, Machado *et al* (2006) caracterizaram nos depósitos estuarinos da Baía de Iguape as assembléias de foraminíferos, indicando a ocorrência de 32 espécies, sendo *Elphidium poeyanum* e *Ammonia beccarii*, típicas de ambientes estuarinos, as mais frequentes.

Mais recentemente, Gomes (2010) caracterizou a fauna de foraminíferos da zona euhalina do estuário do rio Jacuípe (BA). A autora coletou amostras de sedimentos do canal, traçando um perfil da fauna destes organismos, evidenciando suas relações com a granulometria, em especial com areia fina.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O Rio Paraguaçu nasce na Serra do Sincorá, no Município de Barra da Estiva, à aproximadamente 1.200 metros de altitude em relação ao nível do mar. Ocupa uma área de 55.317km², abrangendo 81 (oitenta e um) municípios, localizados principalmente no centro – leste do Estado. Ao contrário do que acontece com a maioria dos rios nordestinos, que nascem em porções semi áridas e percorre extensas áreas secas, o Paraguaçu tem suas cabeceiras nas regiões serranas e semi-úmidas das encostas orientais da Chapada Diamantina, percorrendo um apreciável trecho de sertão semi-árido antes de atingir a estreita faixa costeira chuvosa da porção sudoeste do Recôncavo Baiano. Após ter percorrido, aproximadamente, 500 Km chega a sua foz na porção oeste da Baía de Todos os Santos, formando antes a Baía de Iguape (BAHIA, 2000, 2001).

Suas águas se destinam, basicamente a:

- Abastecimento público e doméstico: diversas cidades situadas na bacia através de poços artesianos ou mesmo adutoras instaladas ao longo da bacia.
- Barramentos: Pedra do Cavalo, Santo Antônio, Apertado e outros.
- Abastecimento industrial: indústrias metalúrgicas, têxteis, de celulose e beneficiamento mineral também são abastecidas pelo rio.
- Dessedentação de animais: com predomínio de bovinos, seguido por suínos, equinos e caprinos.
- Lazer e esportes náuticos na barragem de Pedra do o Cavalo e no trecho estuarino, próximo à foz.
- Pesca: alguns trechos, em especial na zona estuarina.
- Corpo receptor de esgotos domésticos e industriais: em diversos trechos da bacia hidrográfica.

A região de estudo refere-se ao canal estuarino do rio Paraguaçu entre as latitudes de $S12^{\circ}50'06.7''$ e $S12^{\circ}38'49.8''$ e as longitudes $O38^{\circ}47'46.1''$ e $O38^{\circ}57'10.7''$. Tributário da Baía de Todos os Santos, seu estuário está dividido em três regiões distintas: (i) baixo curso do rio (16 km de comprimento), (ii) Baía de Iguape e (iii) Canal do Paraguaçu com 10 km de comprimento que estabelece a conexão entre Baía de Iguape com a Baía de Todos os Santos (BAHIA, 2001; Genz *et al.*, 2006).

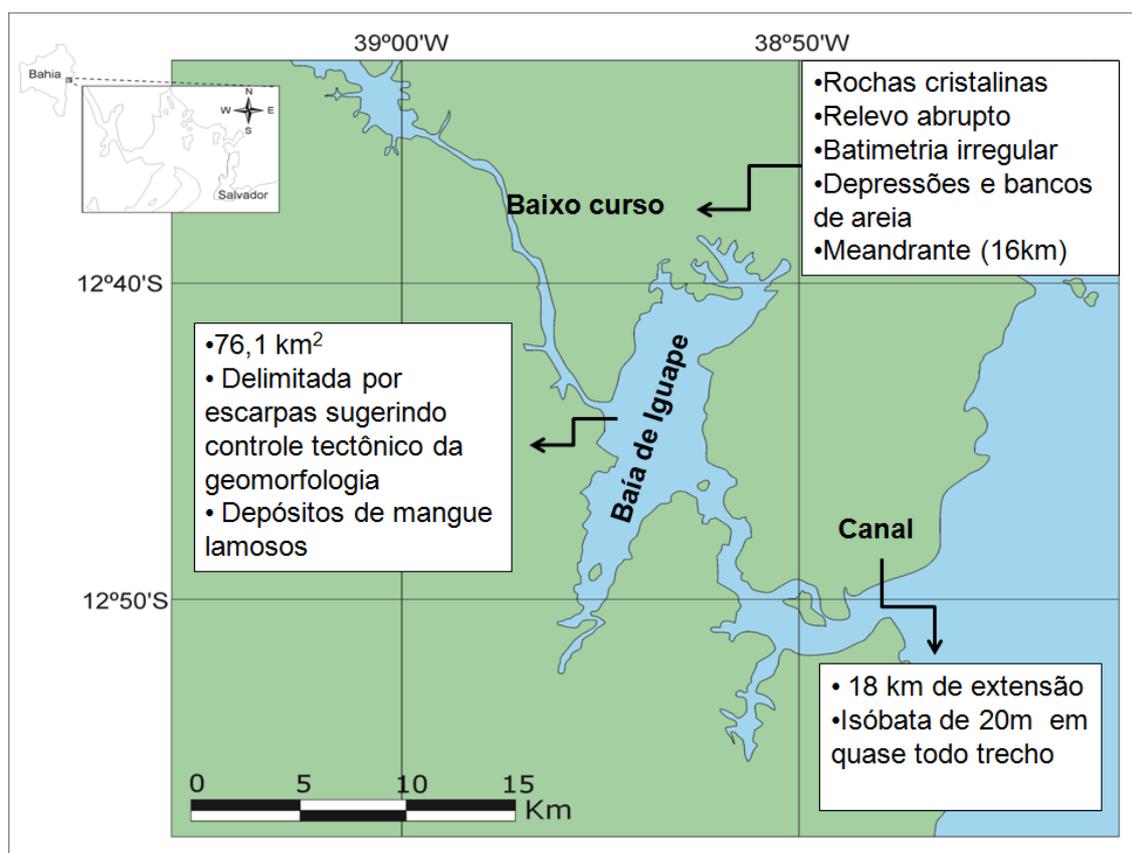


Figura 3. Mapa da Baía de Todos os Santos destacando o estuário do Rio Paraguaçu. Modificado de Cirano e Lessa, 2007

De acordo com a descrição de Genz (2006), o baixo curso do Rio Paraguaçu se apresenta em um vale de rochas cristalinas com relevo abrupto e altitudes de até 220 m. Tem extensão de 16 km, tendo início a jusante da Barragem Pedra do Cavalo até desembocar na Baía de Iguape. O baixo curso tem batimetria irregular, com depressões e bancos arenosos que afloram na baixa-mar de sizígia. O aspecto

meandrante que esse trecho assume, limita o escoamento da água e dificulta a navegação.

A Baía de Iguape (BI) ocupa uma área total de 76,1 km², sendo um elemento do estuário do Rio Paraguaçu. Está delimitada por escarpas de falhas que sugerem controle tectônico significativo da geomorfologia (Machado, 2006). Tais falhamentos dividem-na em três setores: Norte, Central e Sul. Os setores Norte e Sul têm canais de maré com largura média de 200m e profundidades entre 5 e 10m, se estendendo por cerca de 11 km e 7 km, respectivamente. Já o setor Central é raso, com grandes bancos de areia alongados e paralelos a corrente de maré, expostos durante a maré baixa de sizígia (Lessa *et al.*, 2000). Apresenta área vegetada constituída por manguezais, onde *Laguncularia racemosa* (mangue branco) é predominante. Genz (2006) indica que a área de manguezais corresponde a 36,9% da Baía de Iguape e ocupa 80,7% da área de mangue de todo o estuário do Rio Paraguaçu.

O Canal do Rio Paraguaçu, com uma extensão de 18 km, contados da desembocadura na BTS até a Ilha do Francês, apresenta a isóbata de 20 m quase em todo o trecho. A parte menos profunda se localiza em frente a São Roque, enquanto que as maiores profundidades são encontradas em frente à Ponta Salamina, onde a profundidade máxima de 44 m é atingida (Carta Náutica da BTS - Parte Oeste - No. 1107 - 2ª edição, DHN - 1978).

Genz (2006) descreve a Geologia dos trechos finais do Rio Paraguaçu, imediatamente após a Barragem de Pedra do Cavalo (baixo curso), Baía de Iguape e o canal. Segundo o autor, a jusante da Barragem de Pedra do Cavalo, no seu baixo curso, o rio se desenvolve no sentido NO – SE por 5 km. Mudando em seguida para direção N – S, por mais 15 Km sobre rochas ígneas e metamórficas do Pré Cambriano até a falha de Maragogipe.

Na Baía de Iguape ocorrem depósitos de mangue lamosos recobertos por depósitos coluvionares constituídos de rochas metamórficas, quartzo, feldspato, areia quartzosa média a grossa, que no final, essas fácies arenosas formam o delta fluvial.

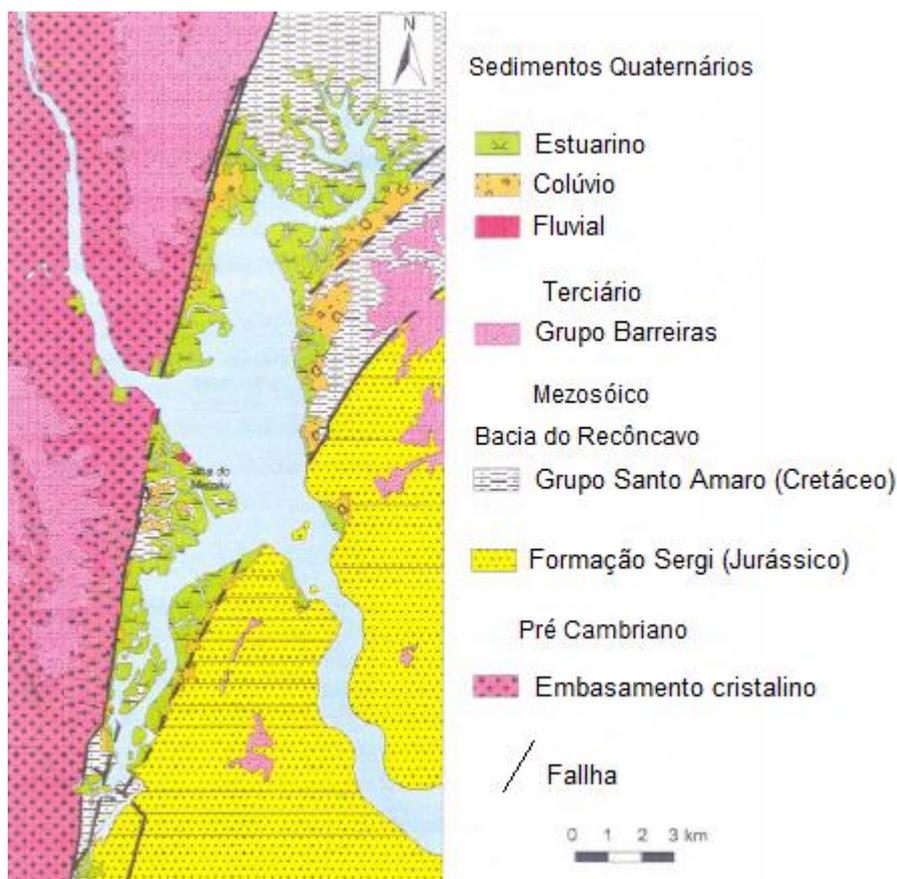


Figura 4. Mapa geológico da Baía de Iguaçu. Modificado de Genz (2006)

No que tange ao clima da região do estuário do Rio Paraguaçu, de acordo com dados do Governo do Estado da Bahia (2003), pode-se classificá-lo como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno, alto gradiente de precipitação do litoral úmido em direção ao interior, mais seco.

Nesse estuário, a temperatura média anual é de 24° C com amplitude de 5° C, sendo a média mensal mínima de 21° C e a máxima de 26° C. Os registros indicam que os meses de maiores temperaturas são de novembro a março, ao passo que de julho a agosto registram as menores temperaturas. Isso deixa evidente dois períodos: (i) chuvoso – de abril a setembro e, (ii) seco – de novembro a janeiro (BAHIA, 1984).

2.2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO

2.2.1 COLETA DAS AMOSTRAS

As campanhas de amostragem de sedimento superficial de fundo foram feitas no estuário do rio Paraguaçu em dois períodos: a primeira, 18 e 19 de janeiro de 2011, na estação seca; e a segunda, 14 e 15 de junho, na estação chuvosa, de acordo com os dados de BAHIA (2008) e Barros *et al.*, (2008).

Utilizou-se uma draga do tipo Van Veen para a coletada. Em cada ponto foram coletadas amostras do canal principal (CAN) e margens esquerda (ME) e direita (MD) do rio, perfazendo um total de 54 amostras em 18 pontos amostrais por campanha. Os pontos de amostragem foram espaçados em 2 km, marcados por GPS, até o limite de água oligohalina (5 a 0,5 ups) que ocorreu no ponto 18 da amostragem de acordo com o ilustrado na figura 5.

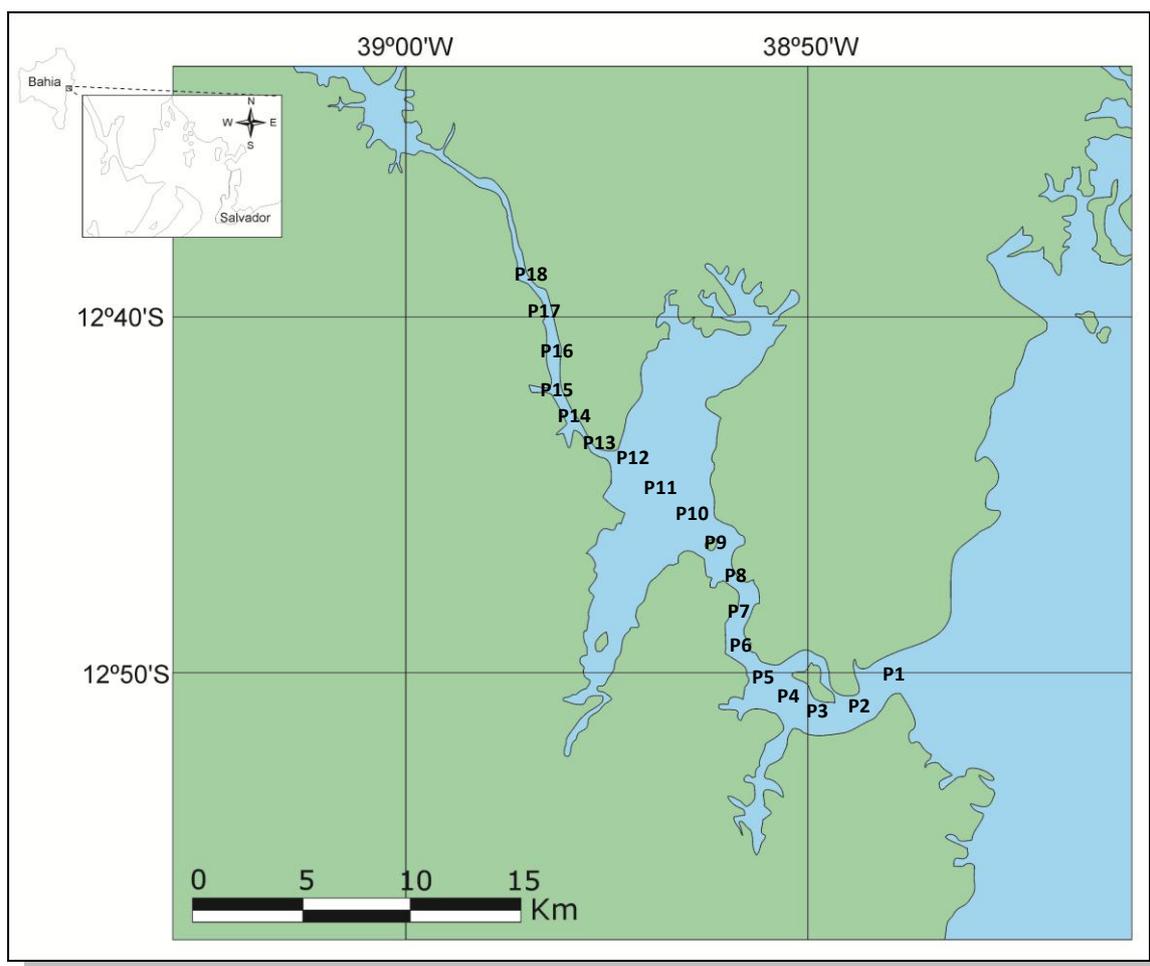


Figura 5. Distribuição dos pontos amostrais ao longo do estuário do Rio Paraguaçu

Ainda no barco, as amostradas foram divididas para dois fins: (i) análise da fauna de foraminíferos, sendo acondicionadas em frascos plásticos, fixadas e coradas com Rosa de Bengala diluído em álcool a 96%, e (ii) análises granulométricas e geoquímicas que foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sob refrigeração até serem levadas ao laboratório para congelamento. Desse modo, foram obtidas 54 amostras por campanha, perfazendo 108 amostras ao longo do trabalho.

Os dados de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido, em cada ponto amostral foram obtidos por meio das sondas YSI (modelo 600M) e SEA-BIRD Electronics (modelo 19 Plus), e do oxímetro WTW (modelo oxi 315i/SET). É importante salientar que apesar dos foraminíferos encontrados em regiões estuarinas serem formas bentônicas, os valores de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido que foram utilizados neste trabalho correspondem apenas à água de fundo do Rio Paraguaçu. Figura 6.



Figura 6. Processo de coleta de dados em campo: obtenção de amostras para análise de foraminíferos e granulometria por meio da draga Van Veen; tomada de dados ambientais utilizando a sonda multiparâmetros

2.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

2.3.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

No Laboratório do Grupo de Estudos de Foraminíferos (GEF) no Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, as amostras destinadas a análise granulométricas foram descongeladas em temperatura ambiente e posteriormente submetidas a secagem em estufa a uma temperatura de 50°C durante sete dias. Após esse período foram retiradas alíquotas de cada uma das 108 amostras de sedimento para pesagem em balança analítica (marca Marte, modelo AL500).

Após a pesagem, cada alíquota foi submetida a peneiramento através do uso de um aparelho vibrador Rotap (modelo Produtest), com peneiras de malhas de 4,000 – 2,000 – 1,000 – 0,500 – 0,250 – 0,125 – 0,062 mm, por 10 minutos para a separação dos grãos, segundo as suas frações granulométricas. O material retido nas peneiras foi pesado em balança analítica e guardado em sacos identificados conforme a sua localização e a sua fração granulométrica.

Com o intuito de facilitar a análise dos parâmetros texturais, a escala granulométrica de Wentworth (1922) foi adaptada reunindo as frações areia muito grossa e grossa em areia grossa; fina e muito fina em areia fina; e, silte e argila em lama. Deste modo, para fins deste trabalho foram adotadas cinco frações: cascalho (>2,000 mm), areia grossa (2,000 – 0,500 mm), areia média (0,500 – 0,250 mm), areia fina (0,250 – 0,062 mm) e lama (<0,062 mm).

A parte destinada ao estudo dos foraminíferos foi lavada sob água corrente em peneira com espaçamento de 0,062mm para eliminação dos sais solúveis, sendo, em seguida, colocadas para secar em estufa à temperatura de 60° C durante sete dias.

2.3.2 TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO DOS FORAMINÍFEROS

Foram utilizadas três gramas de cada amostra para a separação das testas dos foraminíferos do sedimento por flotação em tricloroetileno (C_2HCl_3), sendo todos os espécimes posteriormente triados do papel de filtro e colados em lâminas de Franke com o auxílio de um microscópio estereoscópio da marca Olympus, modelo SZ2-LGB.

Os foraminíferos foram identificados utilizando-se a seguinte bibliografia especializada: Cushman (1937), Galoway e Heminway (1941), Boltovskoy (1954a,b), Tinoco (1955, 1958), Boltovskoy (1959), Barker (1960), Bermudez e Seiglie (1963), Rocha e Ubaldo (1964); Boltovskoy e Lena (1966), Bock *et al.* (1971), Ornellas *et al.* (1974); Almasi (1978), Boltovskoy *et al.* (1980), Machado (1981), Leipnitz (1987); Leipnitz *et al.* (1992), Ellis e Messina (1995); Levy *et al.* (1995), Andrade (1997), Rossi (1999), Bonetti (2000); Moraes (2001); e Barbosa (2002); Araújo (2004), Moraes (2006), Gomes (2010). Durante este procedimento, foram também registrados a coloração, o estado de preservação e a presença de anomalias ou de pirita nas testas.

A avaliação da coloração das testas foi realizada segundo cinco categorias distintas definidas por Leão e Machado (1989): (i) branco ou incolor, para os indivíduos recém depositados no sedimento; (ii) amarelo; (iii) marrom; (iv) preto, de acordo com a predominância de uma dessas cores nas testas; e (v) mosqueado, quando duas ou mais cores foram encontradas juntas em uma única testa.

O estado de preservação das testas dos foraminíferos foi baseado nos estudos de Cottey e Hallock (1988) e Moraes (2006) que as classifica em cinco tipos: (i) Natural – sem deformações em sua superfície; (ii) Abrasada – testas apresentando pequenos furos e/ou arranhões em sua superfície; (iii) Dissolvidas – testas apresentando aspecto descamado, podendo a depender do estado de desgaste, expor suas estruturas internas; (iv) Quebrada – testas cujo formato original encontra-se alterado por perda de fragmentos; e (v) Mista – testas com dois ou mais dos caracteres descritos anteriormente. Também buscou-se registrar, quando presente, a ocorrência de anomalias nas testas.

As fotomicrografias apresentadas nas estampas foram elaboradas pelas Dras. Simone Souza de Moraes e Helisangela Acris Borges de Araujo utilizando o Microscópio Eletrônico de Varredura – MEV do Departamento de Química Geral e Inorgânica do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia.

As testas foram fixadas a um suporte de alumínio, com o auxílio de uma fita adesiva condutora, sendo, então, submetidas à metalização no aparelho SHIMADZU IC-50 ION COATER durante 5 minutos a 6mA, sendo recobertos por uma película de ouro (Au) de aproximadamente 250 Å. Em seguida, os exemplares foram levados para o MEV, de marca SHIMADZU SS-550, onde foram realizadas as fotomicrografias.

2.4 ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os dados coletados relativos à temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido foram provenientes da água de fundo e foram analisados em virtude do hábito bentônico dos foraminíferos estuarinos.

Para classificar a salinidade da água de fundo ao longo do estuário do rio Paraguaçu foi utilizado o Sistema de Veneza (Tundisi e Tundisi, 2008). Para tanto, consideram-se seis seções fundamentais num estuário: (i) Zona limnética: Rio, salinidade inferior a 0,5 ups; (ii) Zona oligohalina: Cabeceira do estuário, salinidade de 0,5 ups a 5 ups; (iii) Zona mesohalina: Seção superior do estuário, salinidade de 5 a 18 ups; (iv) Zona polihalina: Abrangendo as seções média e inferior do estuário, possuindo a Seção média uma salinidade de 18 a 25 ups e a Seção inferior valores de 25 a 30 ups; e (vii) Zona euhalina: Barra, salinidade de 30 a 35 ups.

2.5 ANÁLISES QUANTITATIVAS

Os descritores quantitativos utilizados nesse trabalho foram: Densidade; Abundância relativa; Frequência de ocorrência e índices de diversidade.

2.5.1 DENSIDADE

Densidade é o número de indivíduos de uma categoria por unidade de volume, que no presente trabalho foi de três gramas de sedimento seco, conforme metodologia utilizada por Moraes (2006), ou seja:

$$D = n_i / P_a$$

Onde, n_i = número de indivíduos da categoria "i" e P_a = peso da amostra "a" seca.

2.5.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA

É a razão entre o número de indivíduos de uma categoria (n) e o total de indivíduos de todas as categorias (T) expresso em porcentagem, ou seja:

$$F = n \times 100 / T$$

Para a interpretação destes resultados serão adotadas três classes de frequência relativa de acordo com Dajoz (1983): (i) Principais – para frequências de pelo menos 5% ; (ii) Acessórias – para valores de frequência entre 4,9 e 1%; e (iii) Traço – para valores inferiores a 1%.

2.5.3 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

Número de ocorrências de uma categoria (p) em relação ao numero total de amostras (P):

$$C = p \times 100 / P$$

Seguiu-se a classificação de Dajoz (1983) para a avaliação da frequência de ocorrência: (i) Constantes – ocorrentes em pelo menos 50% das amostras; (ii) Acessórias – com ocorrências entre 49 e 25% das amostras; e (iii) Acidentais – quando presentes em menos de 25% das amostras.

2.5.4 ÍNDICE DE DIVERSIDADE

Os valores de riqueza, equitatividade e diversidade foram calculados utilizando-se o programa Primer (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) versão 6

(Carr, 1996). A riqueza foi considerada, neste trabalho, como sendo o número de espécies.

A equitatividade, que expressa a uniformidade com que os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies (Clarke e Warwick, 1994), foi calculada através do índice de Pielou:

$$J' = H' (\text{observada}) / H'_{max}$$

Onde, H' é a diversidade de espécies e H'_{max} é a diversidade sob condições de máxima equitatividade:

$$H'_{max} = \log_2 S$$

Trata-se do inverso da dominância, ou seja, quanto maior for a equitatividade menor será a dominância de determinada espécie na amostra (Clarke e Warwick, 1994). Assim, tendo em vista que o índice de Pielou varia de 0 a 1, foram considerados como significativos valores de equitatividade maiores que 0,5.

Para medir a diversidade foi utilizado o índice de Shannon-Wiener calculado a partir da seguinte fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i (\log_2 p_i)$$

Onde S é o número de espécies e p_i é a probabilidade de que um indivíduo pertença à espécie i dada pela relação entre o número total de indivíduos da espécie i (n_i) e o número total de indivíduos (N) (Ab'Saber *et al.*, 1997):

$$p_i = n_i / N$$

2.5.5 ANÁLISE MULTIVARIADA

Os valores amostrais quase sempre são um tanto diferentes e o problema é determinar se as diferentes amostras observadas sugerem realmente diferenças entre as populações ou se são apenas variações casuais que podem ser esperadas entre amostras aleatórias da mesma população. Assim, análises multivariadas foram realizadas para o estabelecimento da relação entre os padrões de distribuição espacial dos foraminíferos e os dados abióticos.

Inicialmente foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) para testar se havia diferença entre as sub amostras de cada ponto (canal, margem esquerda e margem direita). Essa análise permite a comparação de todas as médias em um único teste, tendo como objetivo identificar existência de pelo menos uma diferença entre os grupos, se a mesma existir.

Caso os dados se mostrem não parametrizados e as pressuposições de normalidade e homocedasticidade tenham sido violadas, de modo a evitar o erro estatístico do tipo 1 (concluir por uma diferença que não existe), será aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Esse teste é utilizado na comparação de três ou mais amostras independentes e indica se há diferença entre pelo menos duas delas.

Para analisar os dados abióticos e da fauna de foraminíferos, foram preparadas, para as estações seca e chuvosa, duas matrizes de dados:

- Matriz de foraminíferos – na qual foram listadas as espécies registradas na área de estudo e sua respectiva abundância em cada amostra.
- Matriz de granulométrica – na qual foram listadas as amostras e seus percentuais das frações granulométricas.
- Matriz de dados abióticos – na qual foram listadas as amostras e seus valores de temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade; percentuais das frações granulométricas; e número de testas obtido.

Os métodos multidimensionais de ordenação de dados visam posicioná-los em relação a um ou mais eixos, proporcionando sua visualização e, conseqüente, interpretação de

suas relações (Valentin 2000). Desse modo, utilizando-se estas matrizes, foram elaborados os seguintes agrupamentos no programa Primer 6.0:

- Faunístico – no qual as espécies representativas da área de estudo foram associadas em função de sua abundância em cada amostra. Neste, os dados foram transformados usando $\text{LogX}+1$ e foi usado o índice de similaridade de Bray Curtis.
- Amostral – no qual as amostras foram agrupadas em função da abundância das espécies. Neste, os dados foram transformados usando $\text{LogX}+1$ e foi usado o índice de similaridade Bray Curtis.
- Granulométrico – no qual as amostras foram agrupadas em função de seus percentuais das frações granulométricas. Neste, os dados não foram transformados e foi usada a Distância Euclidiana.

Para confirmar os agrupamentos, foram realizadas análises multidimensionais (*Multidimensional Scaling* - MDS) em cada matriz de dados utilizando-se o programa Primer 6.0, de modo que a representação foi considerada válida somente quando os níveis de estresse foram menores que 0,2 (Clarke e Warwick, 1994).

Além disso, para testar a influência dos parâmetros abióticos sobre a distribuição dos foraminíferos, os dados foram normalizados e foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA) também no programa Primer 6.0.

3. RESULTADOS

O resultado da ANOVA indica que não há diferença significativa entre as margens esquerda, direita e o canal (Anexo 3). Sendo assim, toda a descrição dos resultados será feita com base apenas nas amostras obtidas no canal durante as campanhas (estação seca e estação chuvosa). Para fins de esclarecimentos, quando os resultados referirem-se a uma comparação simultânea na mesma figura, os pontos amostrais estarão indicados de P1 a P18. Nas situações onde as informações para a campanha da estação seca estiverem separadas da estação chuvosa, tais pontos estarão identificados, respectivamente, como CV e CI.

3.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

3.1.1 TEMPERATURA

As temperaturas máxima e mínima da água de fundo registradas na estação seca foram, respectivamente, 30,8 °C e 26,6 °C com média de 29,03 °C. Na estação chuvosa, a temperatura máxima foi de 26,05°C e a mínima de 24,69°C, com média de 25,38 °C. (Figura 7 e Tabela 17 no Anexo 1).

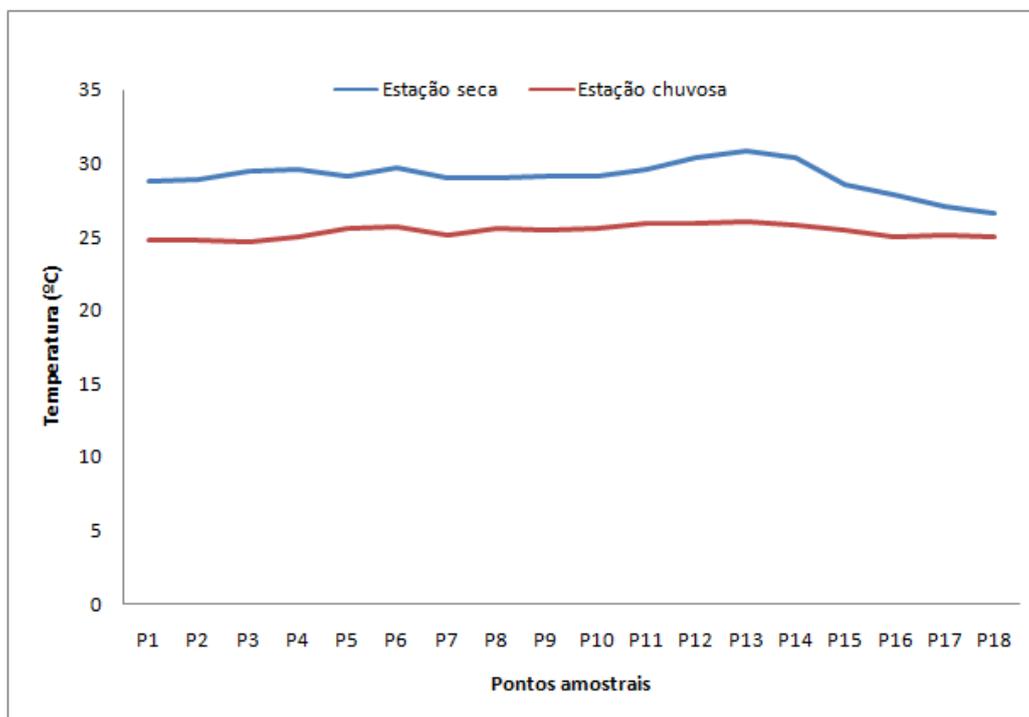


Figura 7. Variação de temperatura ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa

3.1.2 SALINIDADE

Os valores para salinidade máxima e mínima da água de fundo registradas na estação seca foram, respectivamente, 31,1 UPS e 0,2 UPS com média de 21,33 UPS. Na estação chuvosa, o maior valor de salinidade foi de 30,4 UPS e o mínimo de 0,2 UPS, com média de 19,3 UPS. (Figura 8. Tabela 17 no Anexo 1).

A distribuição da salinidade ao longo do estuário do Rio Paraguaçu, apresentou configurações diferentes durante as estações seca e chuvosa. Seguindo o sistema de Veneza para salinidade (Tundisi e Tundisi, 2008), durante a estação seca, o estuário do Rio Paraguaçu se subdivide nas seguintes zonas:

- Zona euhalina: salinidade de 30 a 35ups
- Zona polihalina
 - Seção inferior: Salinidade de 25 a 30ups
 - Seção média: Salinidade de 18 a 25ups

- Zona mesohalina: salinidade de 5 a 18ups
- Zona oligohalina: salinidade de 0,5 a 5 ups
- Zona limnética: salinidade inferior a 0,5ups

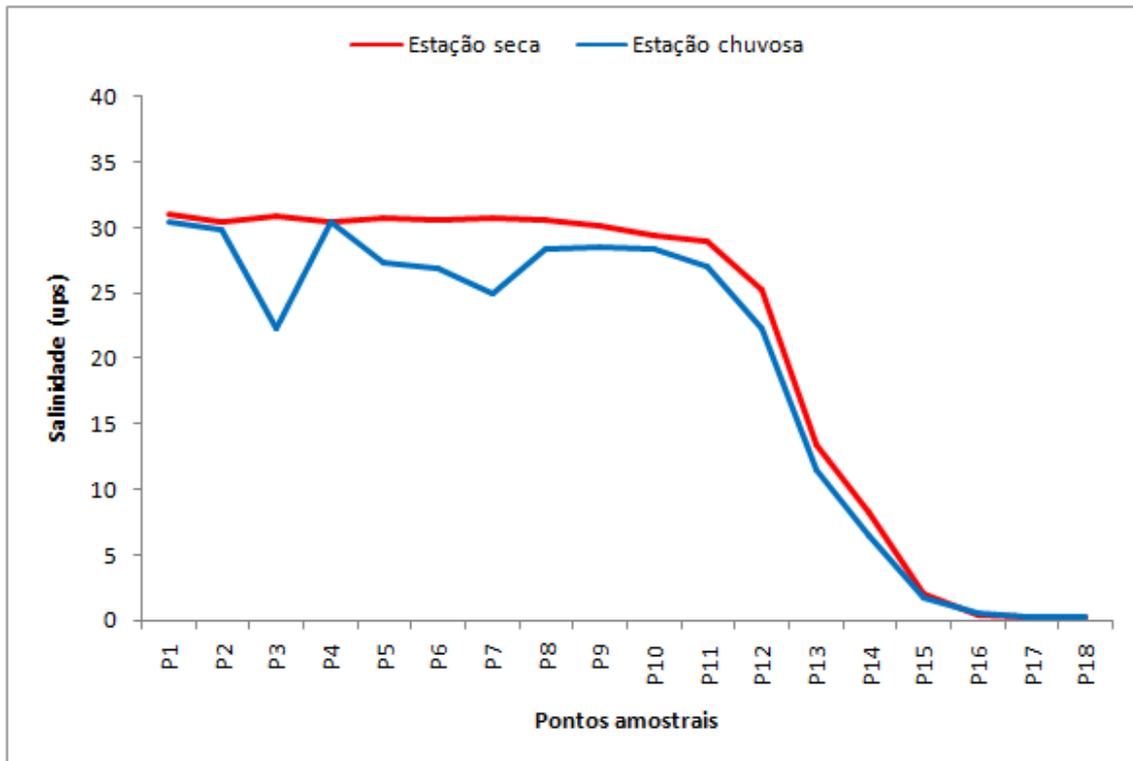


Figura 8. Variação da salinidade ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa

Na estação seca a zona euhalina vai de P1 a P8, passando a polihalina inferior de P9 a P12. A Zona mesohalina corresponde a P13 e P14; a oligohalina vai de P15 a P16 e a limnética vai de P17 a P18.

Na estação chuvosa percebe-se um recuo da zona euhalina (P1 a P4). Nota-se um avanço da zona polihalina inferior (P5 a P11). Surge a zona polihalina média em P12. As demais zonas são similares para as duas estações. (Figura 9).

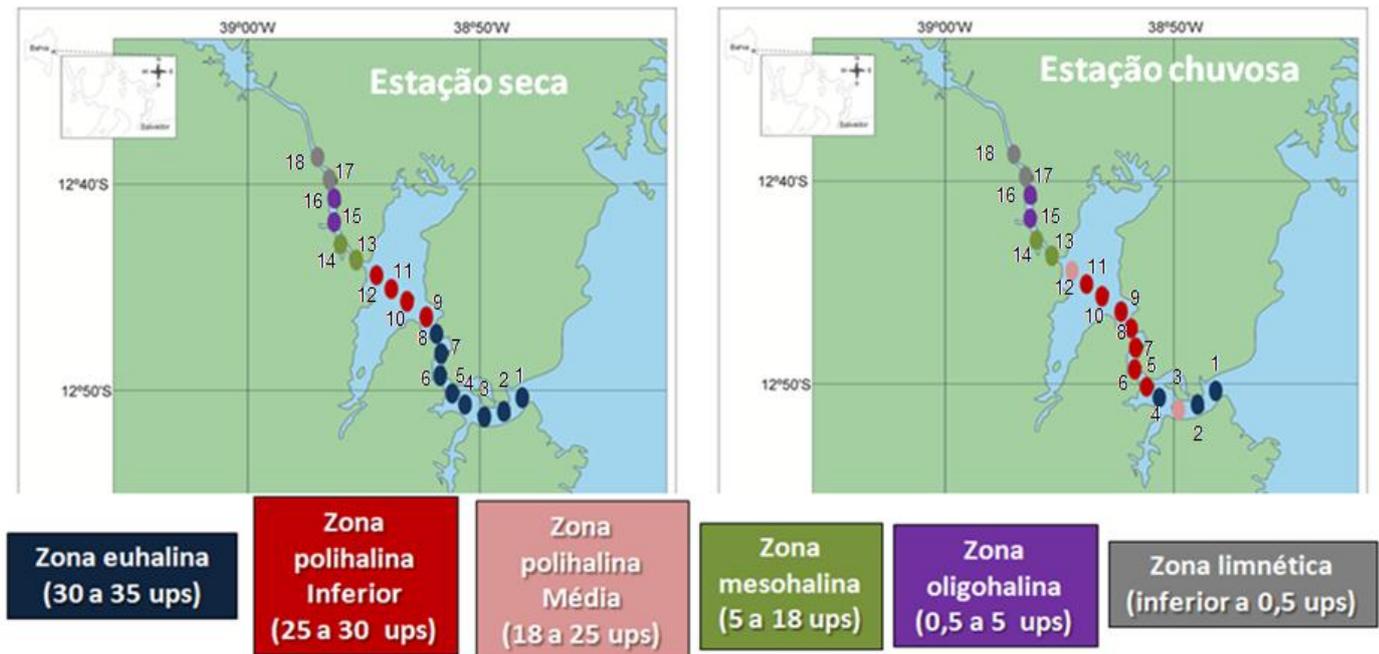


Figura 9. Distribuição da salinidade ao longo do canal do Rio Paraguaçu nas estações seca e chuvosa

A ocorrência de uma zona polihalina média no ponto 3 durante a estação chuvosa poderia estar atribuído ao aumento do aporte de água proveniente de São Roque do Paraguaçu, uma vez que esse ponto amostral está justamente na saída deste pequeno tributário.

3.1.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Na estação seca, o menor valor de oxigênio dissolvido registrado foi de 8,6 mg/L e o máximo de 12,2 mg/L, tendo como valor médio 9,69 mg/L. Já na estação chuvosa, os valores mínimo e máximo foram de 5,66 mg/L e 11,23 mg/L, respectivamente. Com valor médio de 8,49 mg/L. (Figura 10. Tabela 17 no Anexo 1).

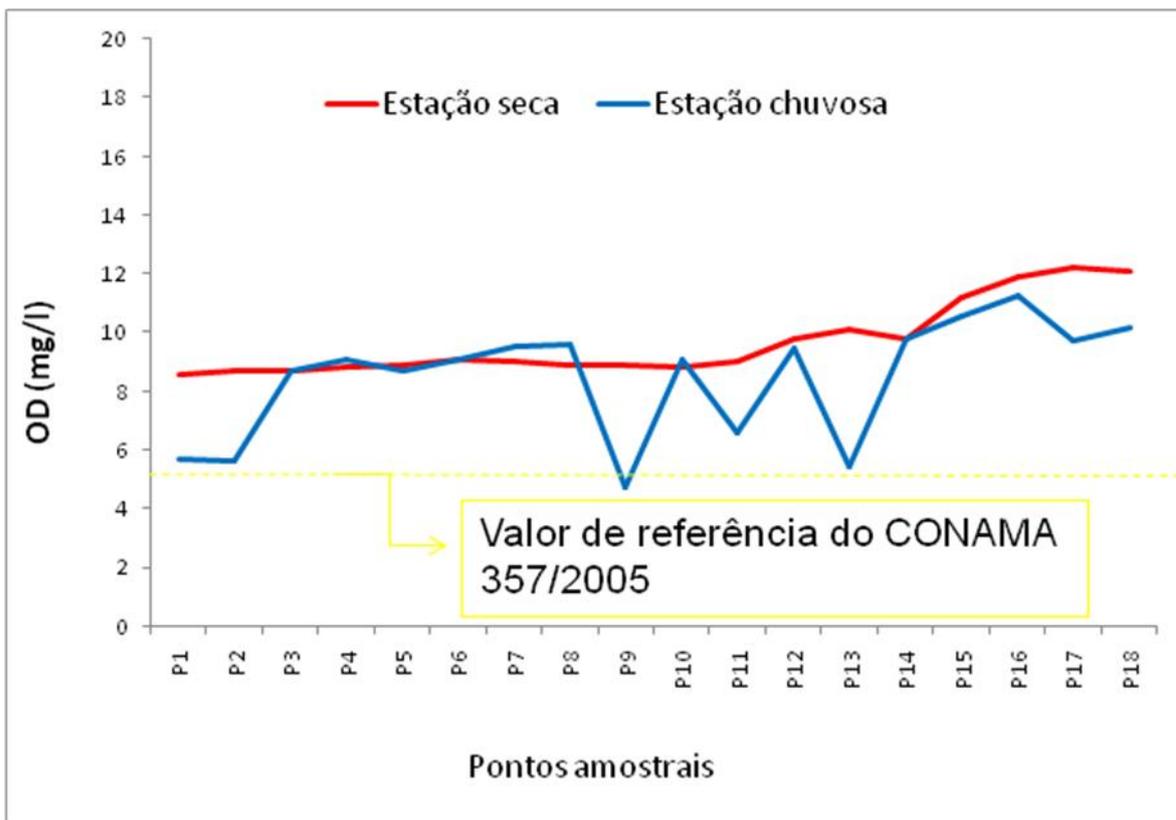


Figura 10. Variação nas concentrações de oxigênio dissolvido ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa

3.2 GRANULOMETRIA

Na estação seca, a fração granulométrica predominante foi areia média, com exceção dos pontos CV2 (areia grossa) e CV3 (lama). Na estação chuvosa a fração areia média continuou predominando na maioria das amostras. Contudo, as estações CI1, CI3, CI9 e CI18, foram classificadas como lama. Os pontos CI14 e CI15 não tiveram amostras para a análise granulométrica, pois não foi possível obter material para essa análise devido a dificuldade em coletá-las (Figuras 11 e 12. Tabela 18 Anexo1).

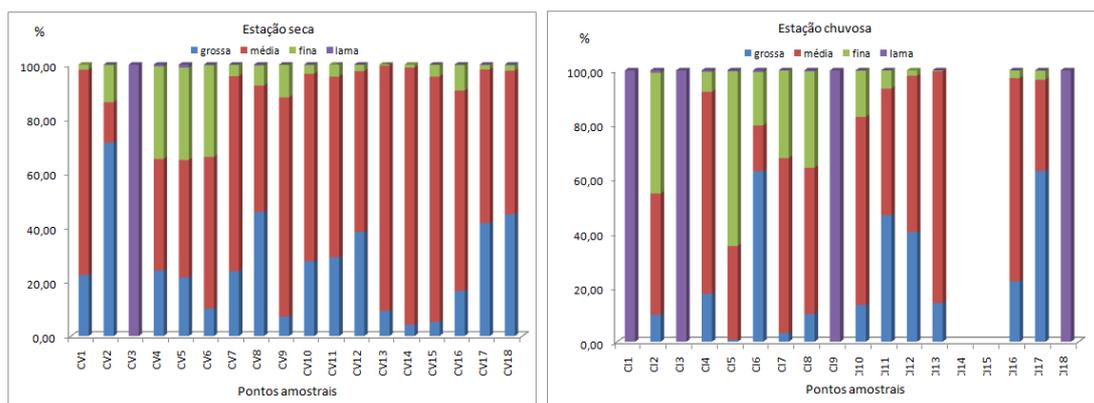


Figura 11. Frações granulométricas ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa

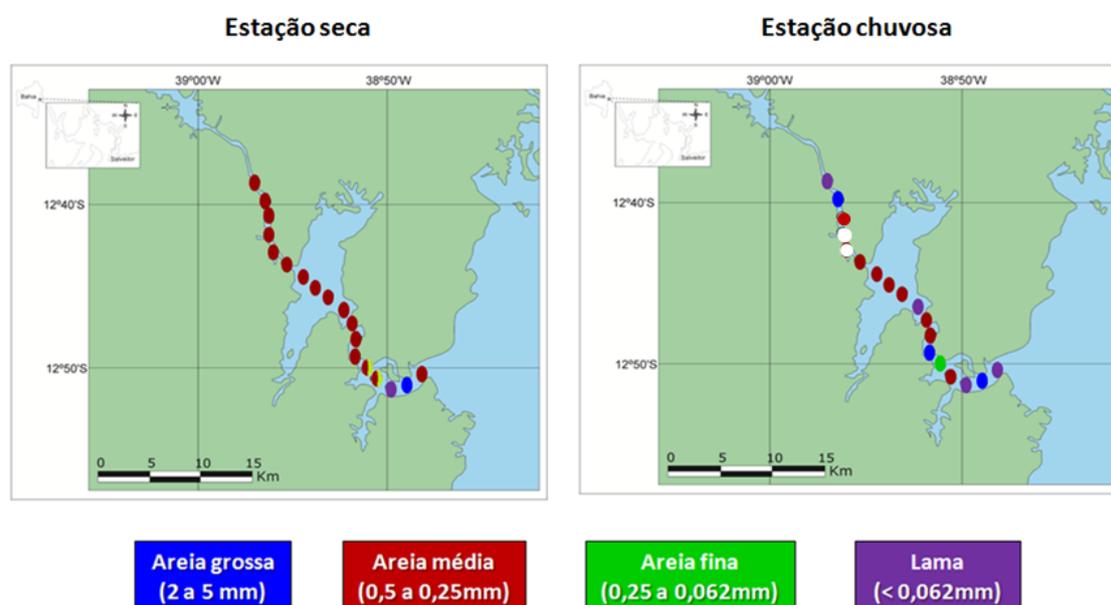


Figura 12. Distribuição das frações granulométricas predominantes ao longo do estuário do Rio Paraguaçu nas estações seca e chuvosa

3.3 FAUNA DE FORAMINÍFEROS

A identificação dos foraminíferos ao nível de espécie foi baseada em vários autores, mas para a determinação dos demais níveis taxonômicos foi utilizada a classificação de Loeblich e Tappan (1988), sendo a sua atualização feita com base em Sen Gupta (1999).

Foram obtidos 1138 espécimes no período seco e 614 espécimes na estação chuvosa, perfazendo 1752 indivíduos.

Considerando-se as duas campanhas, foram identificadas 17 espécies distribuídas em 13 gêneros, 09 subfamílias, 11 famílias, 10 superfamílias e 10 ordens.

Reino **PROCTISTA** Haeckel, 1866

Filo **GRANULORETICULOSA** Margulis, 1999

Classe **FORAMINIFERIDA** Sen Gupta, 1999

Ordem Trochamminoidea

Superfamília Trochamminidae

Família Trochammina

Subfamília TROCHAMMININAE

Gênero *Trochammina*

Trochammina inflata (Montagu, 1808)

Ordem Textularioidea

Superfamília Textulariidae

Família Textularia

Gênero *Textularia*

Textularia earlandi (Parker, 1952)

Textularia oviedoiana (d'Orbigny, 1839)

Ordem Miliolina

Subordem Milioloidea

Superfamília Hauerinidae

Família Hauerininae

Subfamília Quinqueloculina

Gênero *Quinqueloculina*

Quinqueloculina lamarckiana (d'Orbigny, 1840)

Quinqueloculina jugosa (Cushman, 1944)

Quinqueloculina seminulum (d'Orbigny, 1826)

Família Miliolinellinae

Subfamília Pyrgo

Gênero *Pyrgo*

Pyrgo bulloides (d'Orbigny, 1826)

Subfamília Triloculina

Gênero *Triloculina*

Triloculina cultrata (Brady, 1881)

Subfamília Pseudotriloculina

Gênero *Pseudotriloculina*

Pseudotriloculina rotunda (d'Orbigny, 1826)

Ordem Rotalioidea

Superfamília Rotaliidae

Família Ammoniinae

Subfamília Ammonia

Gênero *Ammonia*

Ammonia beccarii (Linnaeus, 1767)

Ordem Discorboidea

Superfamília Eponididae

Família Eponidinae

Subfamília Poreponides

Gênero *Porenonides*

Poreponides lateralis (Targem, 1978)

Ordem Nonionoidea

Superfamília Nonionidae

Família Nonioninae

Subfamília Nonionoides

Gênero *Nonionoides*

Nonionoides grateloupi (d'Orbigny, 1826)

Ordem Rotalioidea

Superfamília Elphidiidae

Família Elphidiinae

Subfamília Cribroelphidium

Gênero *Cribroelphidium**Ciribroelphidium poeyanum* (d'Orbigny, 1840)

Ordem Globigerinoidea

Supefamília Globigerinidae

Família Orbulininae

Subfamília Orbulina

Gênero *Orbulina**Orbulina universa* (d'Orbigny, 1839)

Ordem Trochamminoidea

Superfamília Trochamminidae

Família Arenoparrella

Gênero *Arenoparrella**Arenoparella mexicana* (Kornfeld, 1931)

Ordem Bolivinoidea

Superfamília Bolivinidae

Família Brizalina

Gênero *Brizalina**Brizalina striatula* (Cushman, 1922)

Ordem Buliminoidea

Superfamília Buliminidae

Família Bulimina

Gênero *Bulimina**Bulimina marginata* (d'Orbigny, 1826)

3.4 ANÁLISES DESCRITIVAS

3.4.1 ABUNDÂNCIA

Nas duas campanhas de amostragem foram obtidos 1752 espécimes, sendo 1138 na estação seca e 614 na chuvosa. Vale ressaltar que números significativos de testas foram obtidos apenas até o ponto P12 (Figura 13. Tabela 3 Anexo 1).

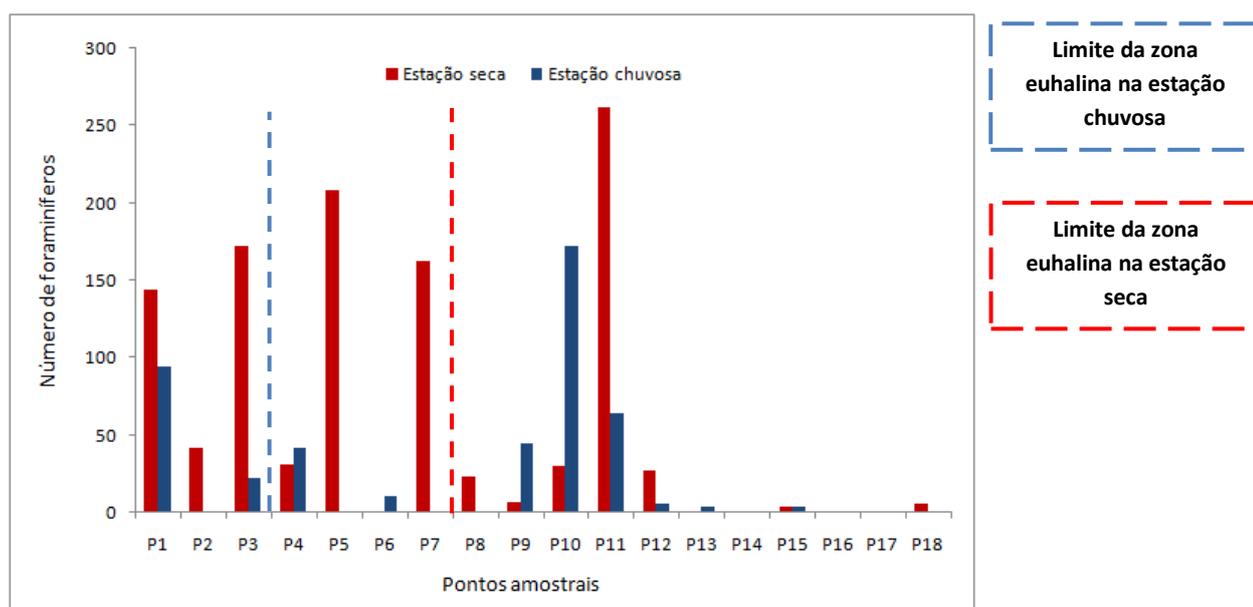


Figura 13. Abundância de espécimes ao longo dos pontos amostrais

3.4.2 DENSIDADE

Na estação seca os valores de densidade oscilaram entre 87,33 indv/g (CV11) e zero (CV13, CV14 e CV16). Na estação chuvosa, os valores variaram de 57,33 indv/g (CAN10) a zero (CV2, CV5, CV7, CV14, CV16, e CV18). (Figura 14. Tabela 9 Anexo1)

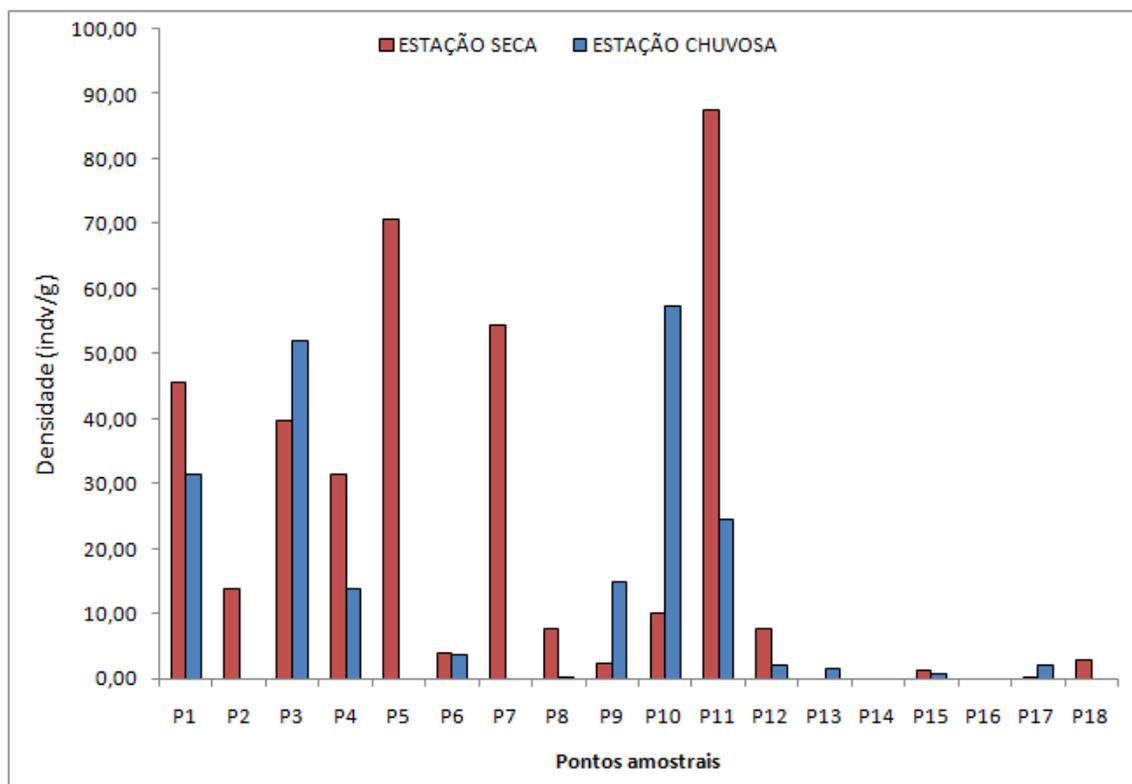


Figura 14. Variação da densidade de espécimes ao longo dos pontos amostrais durante as duas campanhas

3.4.3 ABUNDÂNCIA RELATIVA

Considerando-se a abundância relativa das espécies nos pontos de amostragem. durante a estação seca, em todos os pontos onde esteve presente, *Ammonia beccarii* (100% - CV15 até 6,13% - CV7) aparece sempre como espécie principal, seguido por *Trochammina inflata* (77,30% - CV7 e 14,29% - CV9) e *Criboelphidium poeyanum* (25,93% - CV12 até 8,4% CV11). Entre as espécies classificadas como acessórias destacam-se *Textularia earlandi* (4,86% - CV1), *Brizalina striatula* e *Quinqueloculina lamarckiana* ambas com 4,35% no CAN8. Como espécies traço destacam-se *Arenoparella mexicana* (0,96% - CAN5); *Quinqueloculina jugosa* (0,84% - CAN3) e *Brizalina striatula* (0,48% - CV5) (Figuras 15 e 16. Tabela 4 Anexo1)

Na estação chuvosa as espécies principais foram *Ammonia beccarii* (100% - CI13 e 50% CI3), seguido por *Trochamina inflata* (36,36% - CI3 e 6,67% - CI9). Entre as acessórias ressaltam-se *Criboelphidium poeyamum* (3,23% - CI1 e 1,56% CI11). Entre as espécies traço estão *Bulimina marginata* e *Triloculina cultrata* ambas com 0,59% - CI10. (Figura 16. Tabela 4 Anexo1).

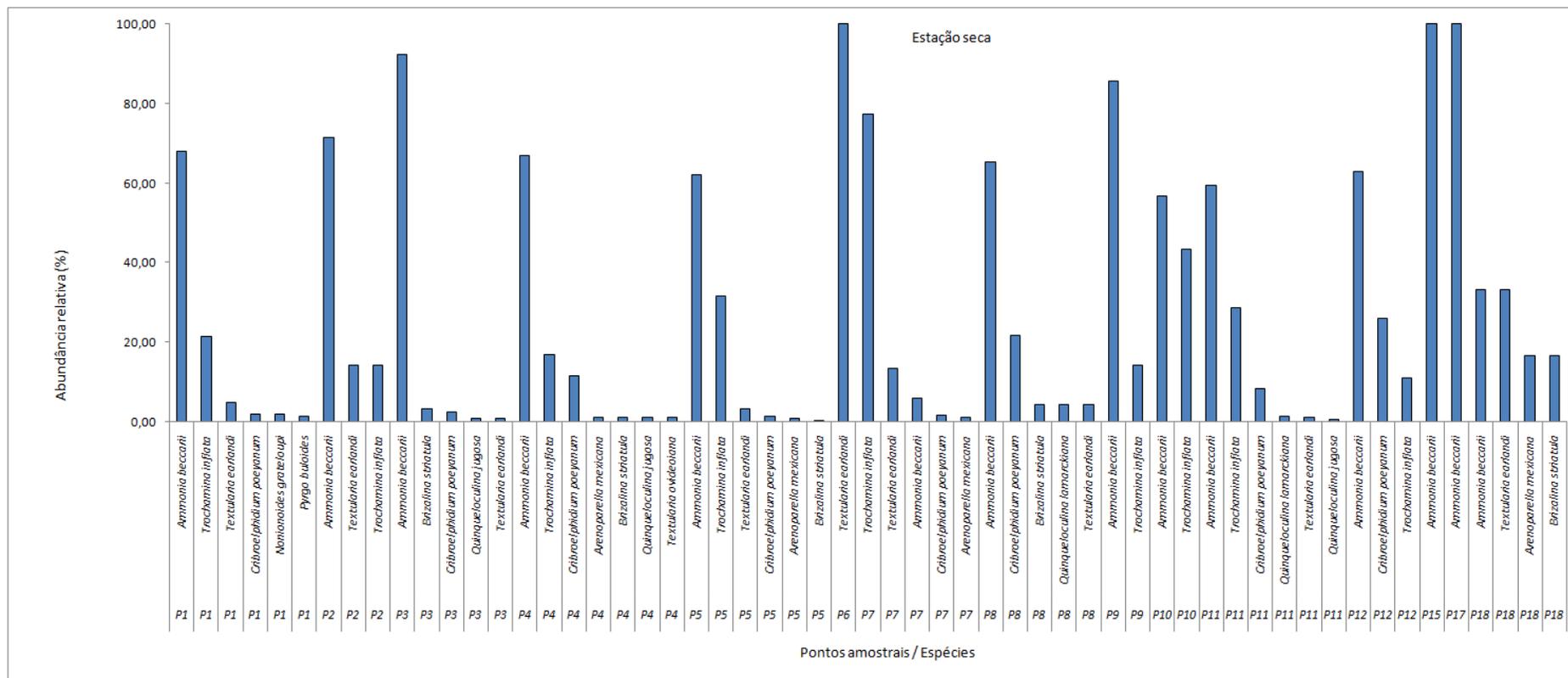


Figura 15. Abundância relativa das espécies nos pontos amostrais durante a estação seca

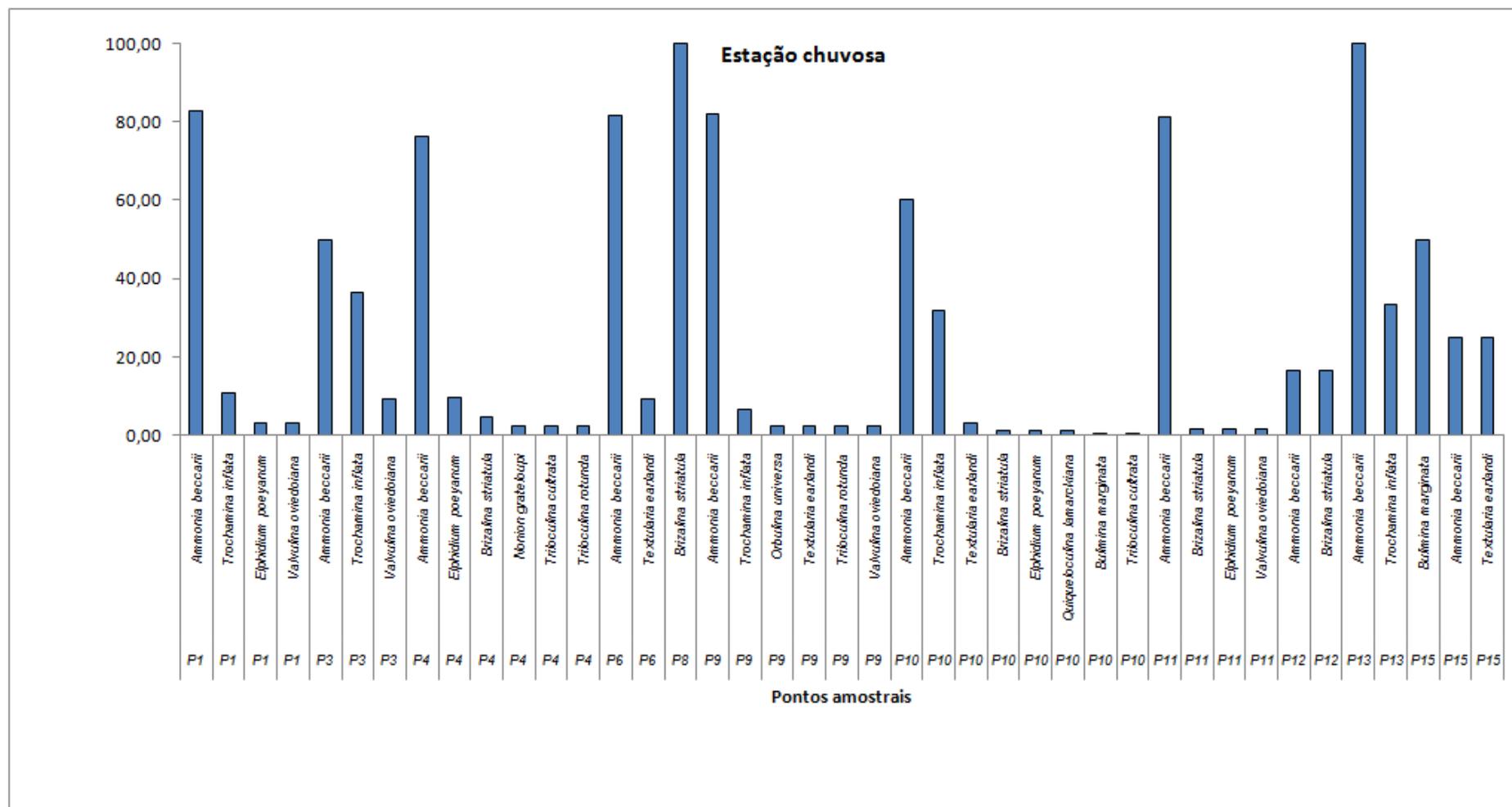


Figura 16. Abundância relativa das espécies nos pontos amostrais durante a estação chuvosa

3.4.4 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

Na estação seca, *Ammonia beccarii* (presente em 77,78% das amostras) *Trochammina inflata* (50%) e *T. earlandi* (50%) foram constantes, sendo encontradas em 50% das amostras. Como espécies acessórias foram identificadas *Criboelphidium poeyanum* (44,44%), *Brizalina striatula* (27,78%) e *Quinqueloculina jugosa* (27,78%). As espécies acidentais foram: *Arenoparella mexicana* (22,22%); *Quinqueloculina lamarckiana* (11,11%); *Nonionoides grateloupi* (5,56%); *Pyrgo buloides* (5,56%) e *Valvulina oviedoia* (5,56%) (Figura 17. Tabela 8 Anexo1).

Na estação chuvosa, apenas *Ammonia beccarii* (presente em 90,91% das amostras) foi constante, sendo acessórias as espécies : *Trochammina inflata* (45,45%), *Criboelphidium poeyanum* (36,36%), *Textularia oviedoiana* (36,36%), *Brizalina striatula* (36,36%) e *Textularia earlandi* (27,27%). As acidentais são *Triloculina cultrata*; *Pseudotriloculina rotunda*, *Bulimina marginata* todas com 18,18%; *Nonioninoides grateloupi*, *Orbulina universa* e *Quiqueloculina lamarckiana* todas com 9,09% (Figura 17. Tabela 8 Anexo1).

No estuário do rio Paraguaçu, as formas hialinas (por exemplo, *Ammonia beccarii*, *Criboelphidium poeyamum* e *Brizalina striatula* e as aglutinantes (*Textularia earlandi*, *Textularia oviedoia* e *Trochammina inflata*) estão presentes na maior parte das amostras do período seco, enquanto que as espécies porcelâmicas (*Q. lamarckiana* e *Q. jugosa*) ocorreram apenas nos pontos CV3, CV4, CV8 e CV11. Já na estação chuvosa, os taxa hialinos estão presentes em todos pontos onde foram encontrados foraminíferos, mas os aglutinantes não ocorreram nas amostras CI4, CI8 e CI12 enquanto que os porcelânicos (*Q. lamarckiana*, *Q. jugosa* e *Pseudotriloculina rotunda*) foram registrados apenas em CI4, CI9 e CI10.

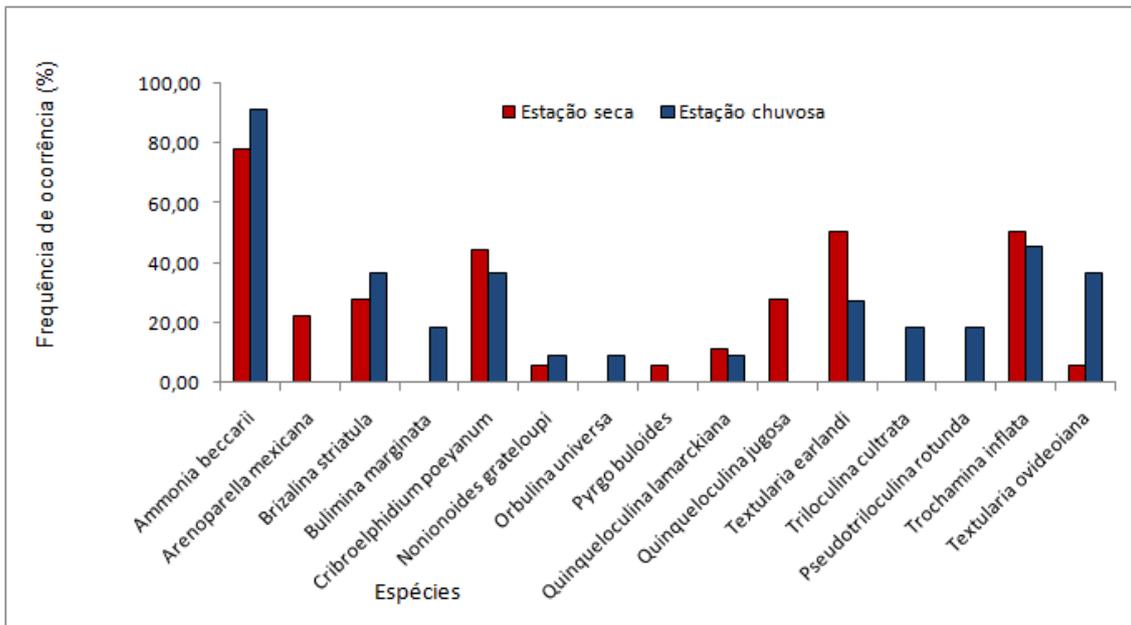


Figura 17. Frequência de ocorrência das espécies ao longo do canal nas duas campanhas de amostragem

3.4.5 RIQUEZA, EQUITATIVIDADE E DIVERSIDADE

O maior número de espécies, na estação seca, foi registrado nos pontos CV1, CV4, CV5 e CV11, todos com 6 espécies, enquanto que nos pontos CV13, CV14 e CV16 não foi encontrado nenhum foraminífero. Na estação chuvosa, o ponto com o maior número de espécies foi o CI10 (8 espécies) Já os pontos CI2, CI5, CI7, CI14, CI16, CI17 e CI18 não apresentaram espécimes (Figuras 18 e 19. Tabela 16 Anexo1)

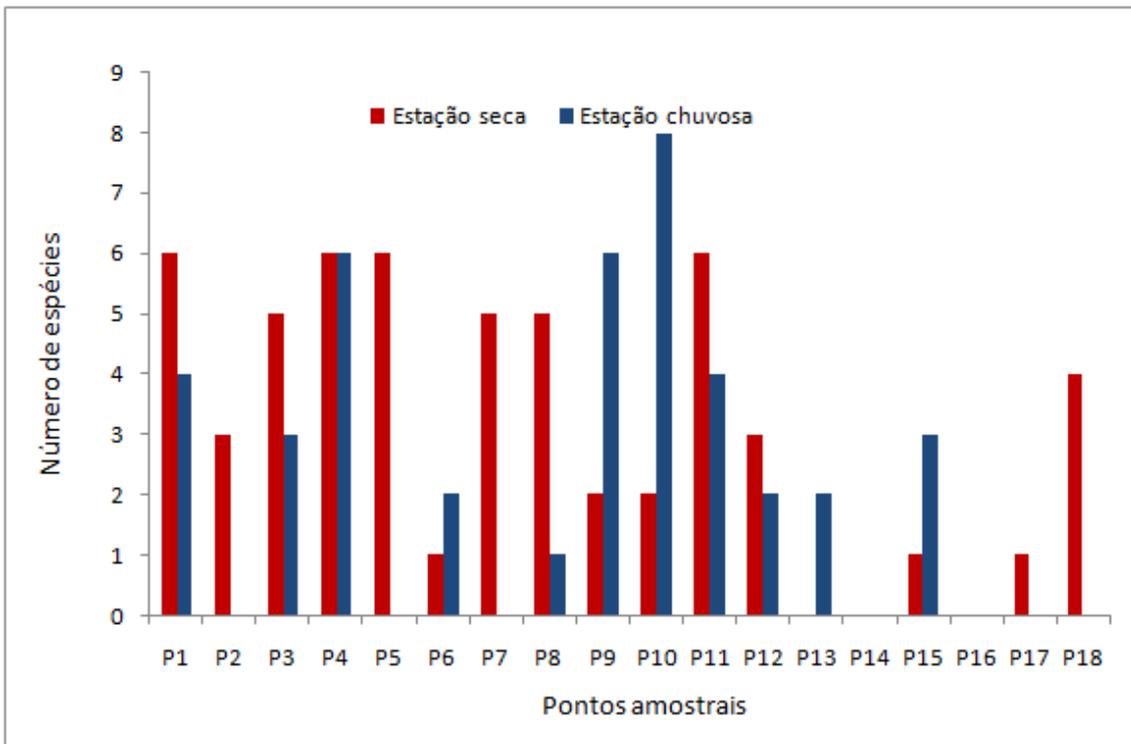


Figura 18. Total de espécies por ponto amostral

A equitatividade, no canal durante a estação seca variou de 0,98 (CV10) a 0,16 (CV3) e na estação chuvosa de 0,94 (CI15) a 0,21 (CI11). A diversidade variou de 1,152 (CAN4) a 0,41 (CAN9) na estação seca e de 1,04 (CV15) a 0,30 (CV11) na chuvosa. (Figura 19. Tabela 16 Anexo1).

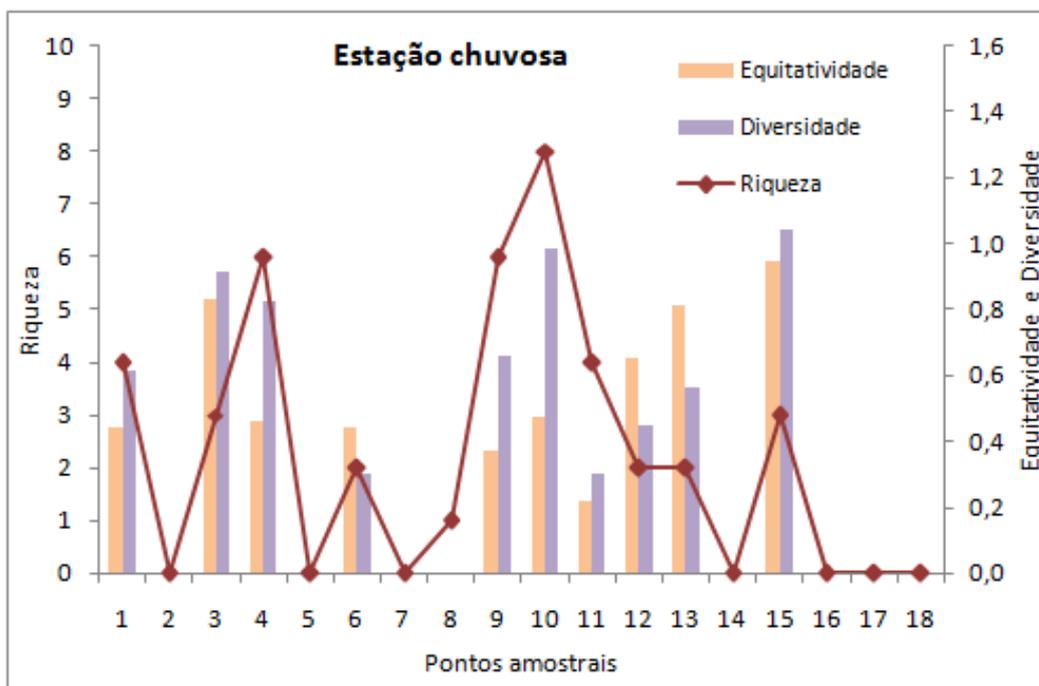
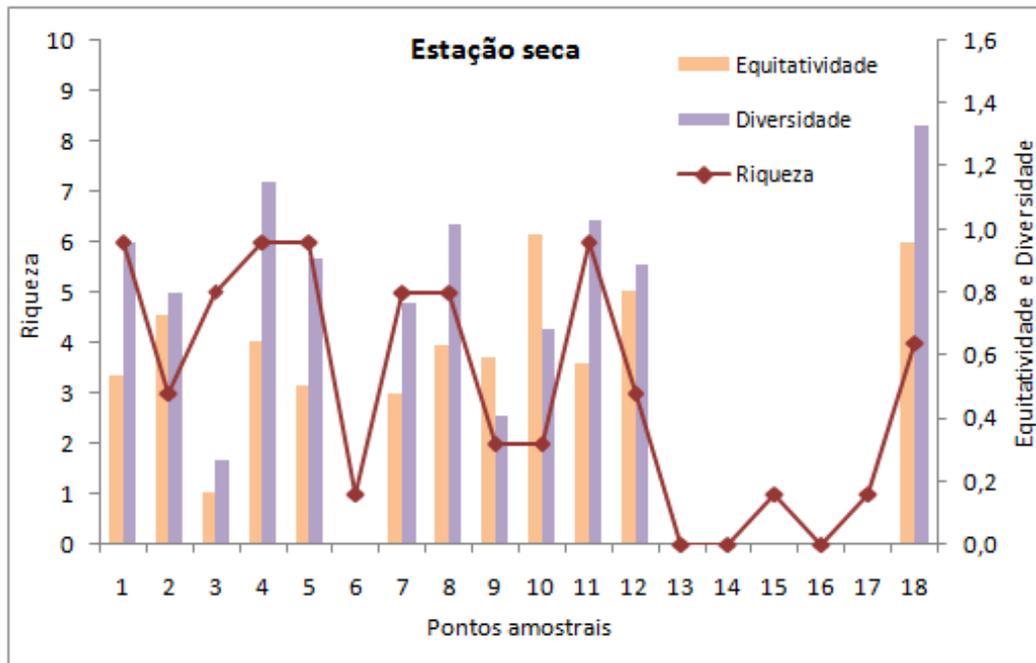


Figura 19. Valores de riqueza, equitatividade e diversidade ao longo dos pontos amostrais nas estações seca e chuvosa

3.5 TAFONOMIA

3.5.1 VIVOS E MORTOS

Na estação seca, apenas 5,65% dos foraminíferos coletados estavam vivos. Sendo estes predominantes em CV6 (100%), CV9 (100%) e CV12 (77,78%). Os 94,35% restantes, estavam mortos, distribuindo-se nos demais pontos amostrais dessa campanha (Figuras 20 e 21. Tabela 6 Anexo1).

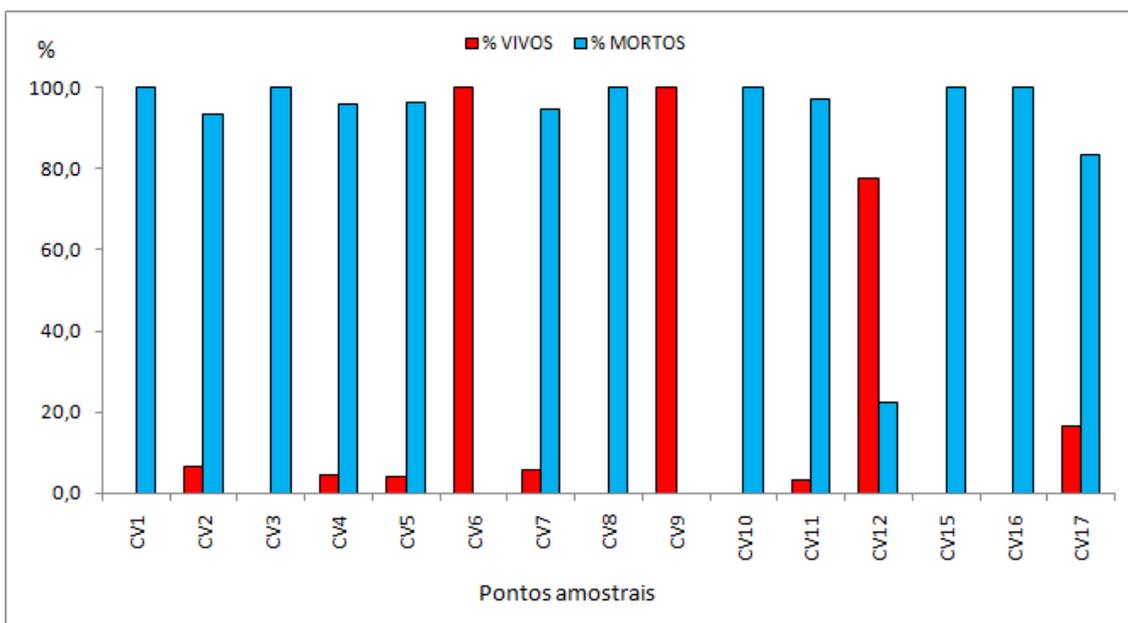


Figura 20. Distribuição de mortos e vivos ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca

Na estação chuvosa 4,5% dos foraminíferos coletados estavam vivos. Ocorrendo como em C18 (100%) e C12 (66,67%). Os 95,5% eram formados por indivíduos mortos distribuídos ao longo dos demais pontos amostrais.

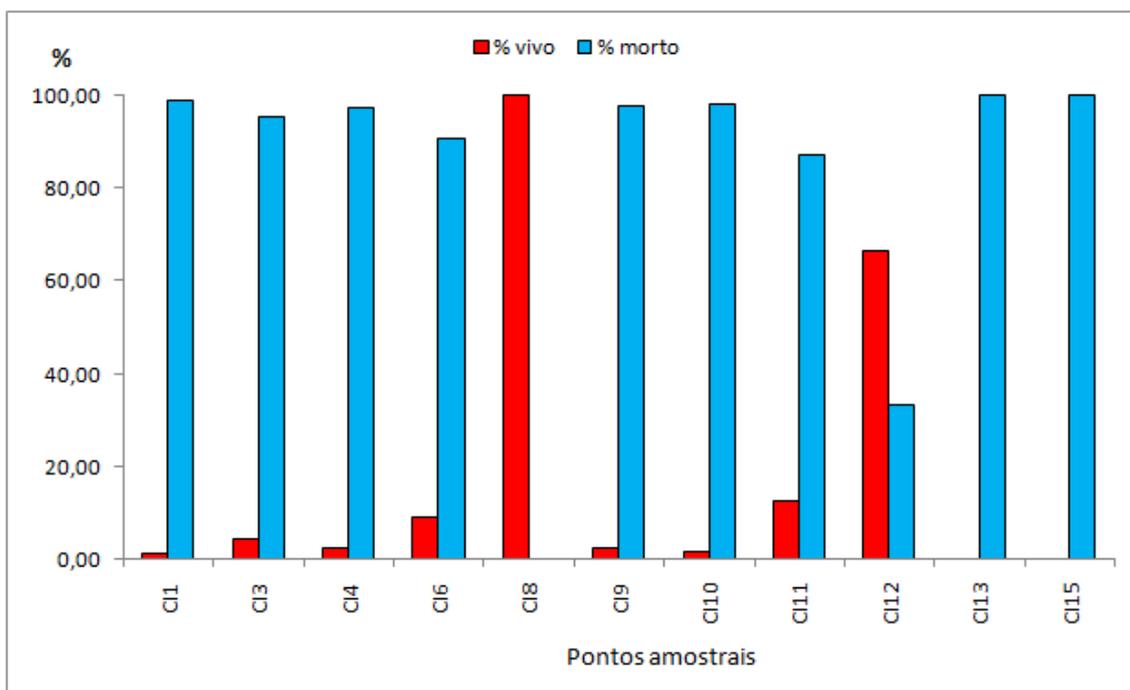


Figura 21. Distribuição de mortos e vivos ao longo dos pontos amostrais durante a estação chuvosa

3.5.2 COLORAÇÃO DAS TESTAS

Na estação seca, predominaram as testas de coloração branca (73,06%), seguida das amarelas (23,76%), marrons (1,59%), pretas (1,15%) e mosqueadas (0,44%). Figura 20

Durante a estação chuvosa houve uma mudança nesse padrão. As testas amarelas predominaram com 49,35% do total, seguidas pelas brancas (42,86%), mosqueadas (3,68%), marrom (2,81%) e preta (1,30%) (Figura 22. Tabela 10 Anexo1).

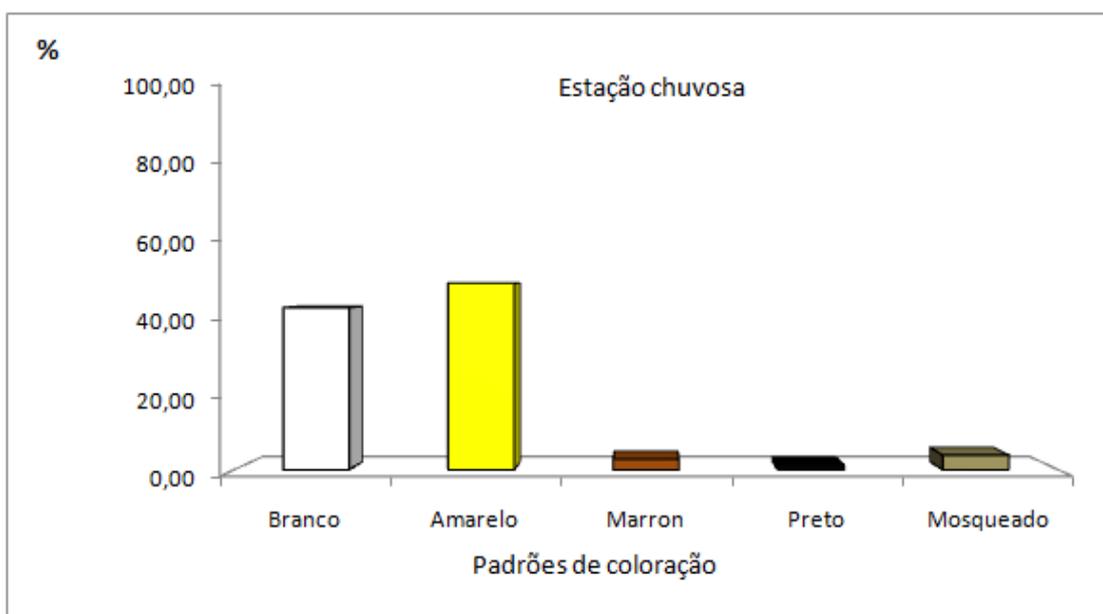
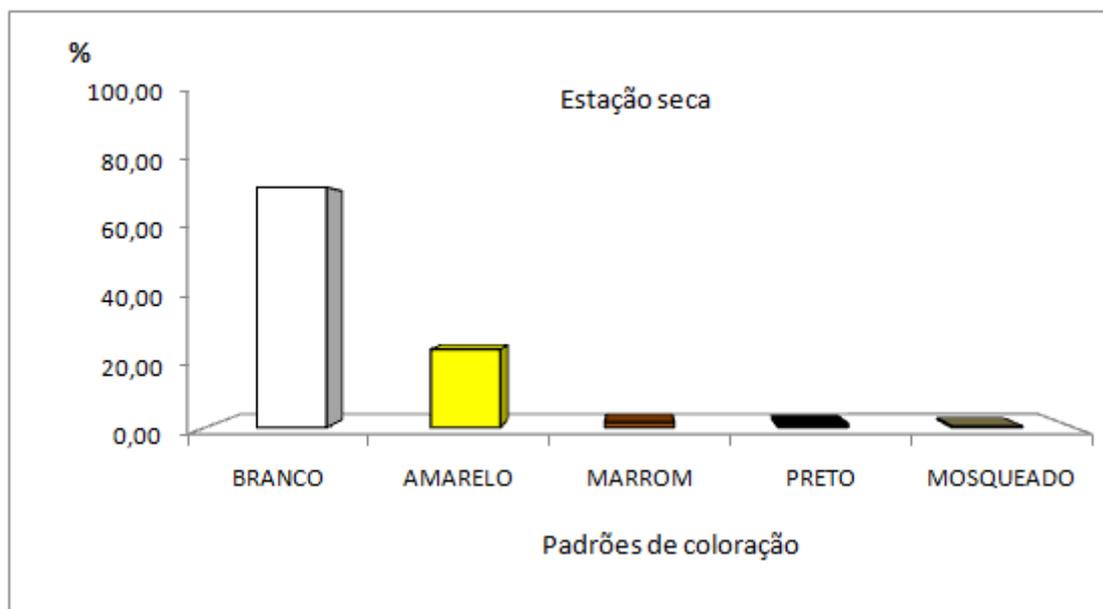


Figura 22. Percentuais dos padrões de coloração das testas de foraminíferos no canal do Rio Paraguaçu

Na estação seca, as testas brancas foram predominantes (CV1 a CV6, CV8, CV9, CV11, CV12 e CV18), seguidas das testas amarelas (CV7, CV10, CV15 e CV17). (Figura 23. Tabela 10 Anexo1).

Na estação chuvosa, as testas amarelas foram maioria (CI3, CI4, CI6, CI10 a CI13). Mesmo tendo ocorrido em todas as amostras, os valores percentuais das brancas

foram maiores apenas em CI1, CI8, CI9 e CI12. Nesta campanha nas amostras CI2, CI5, CI7, CI14, CI16 e CI18 não foram encontrados foraminíferos.

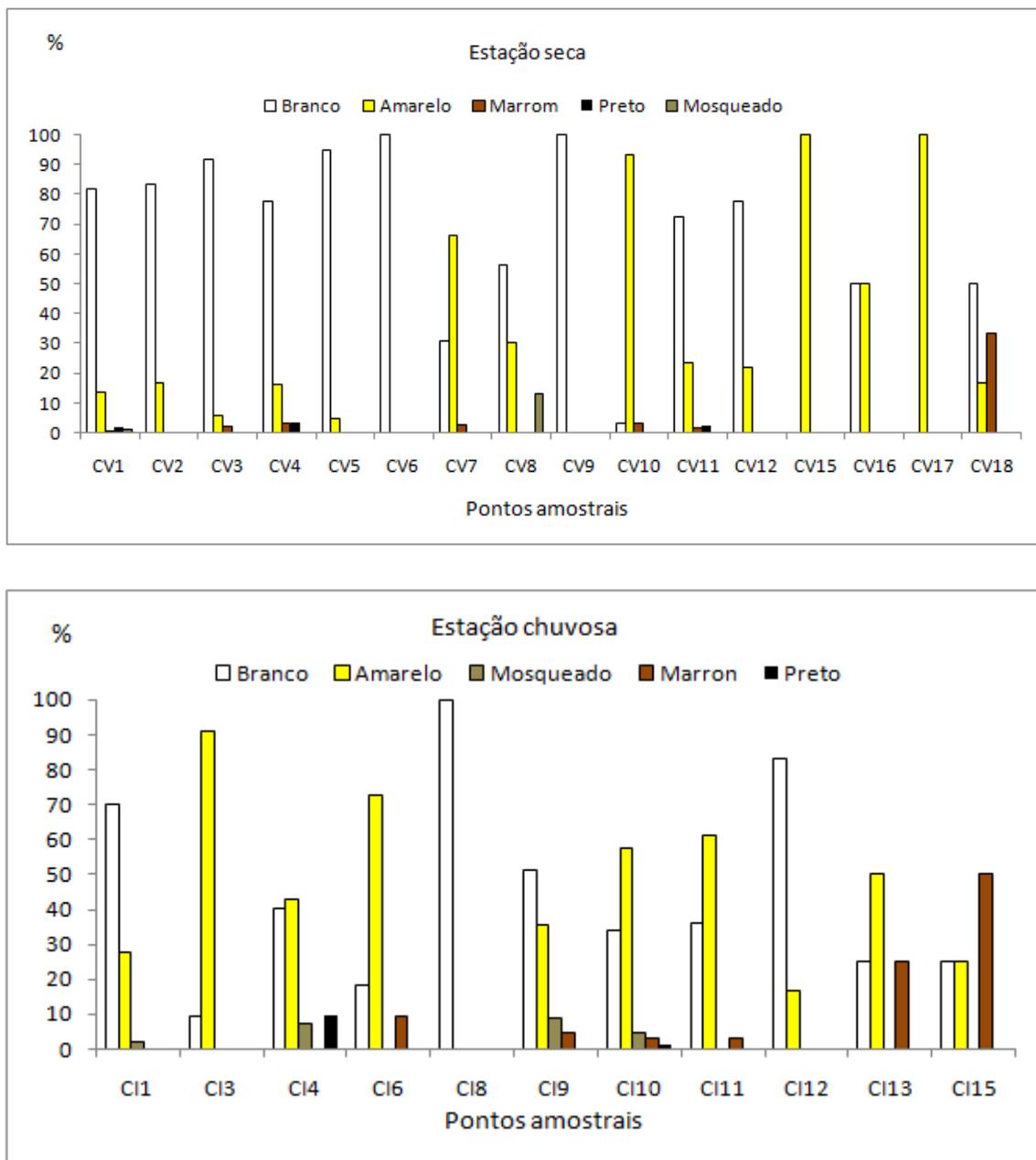
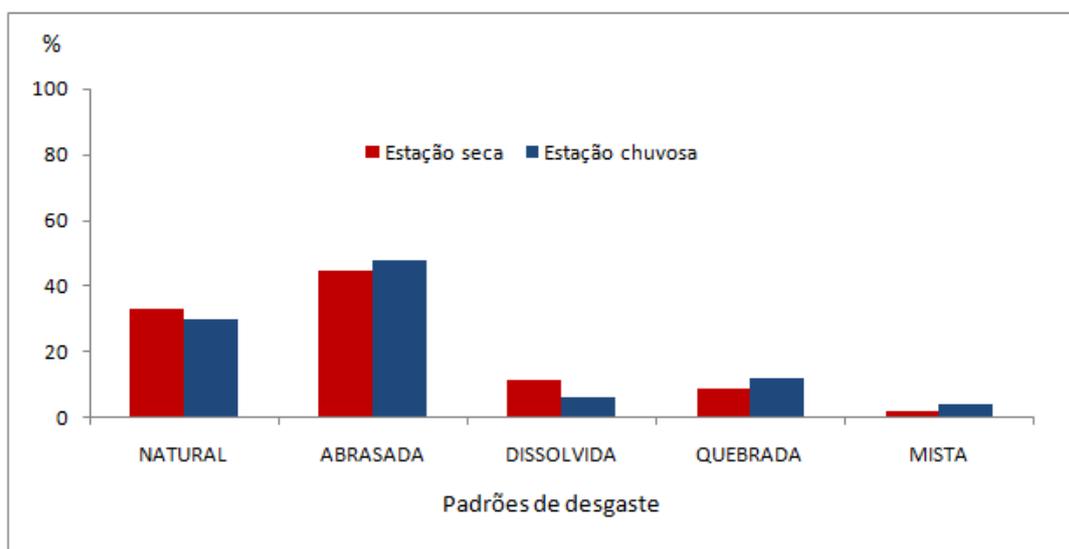


Figura 23. Distribuição dos percentuais dos padrões de coloração das testas de foraminíferos ao longo dos pontos amostrais no canal do Rio Paraguaçu

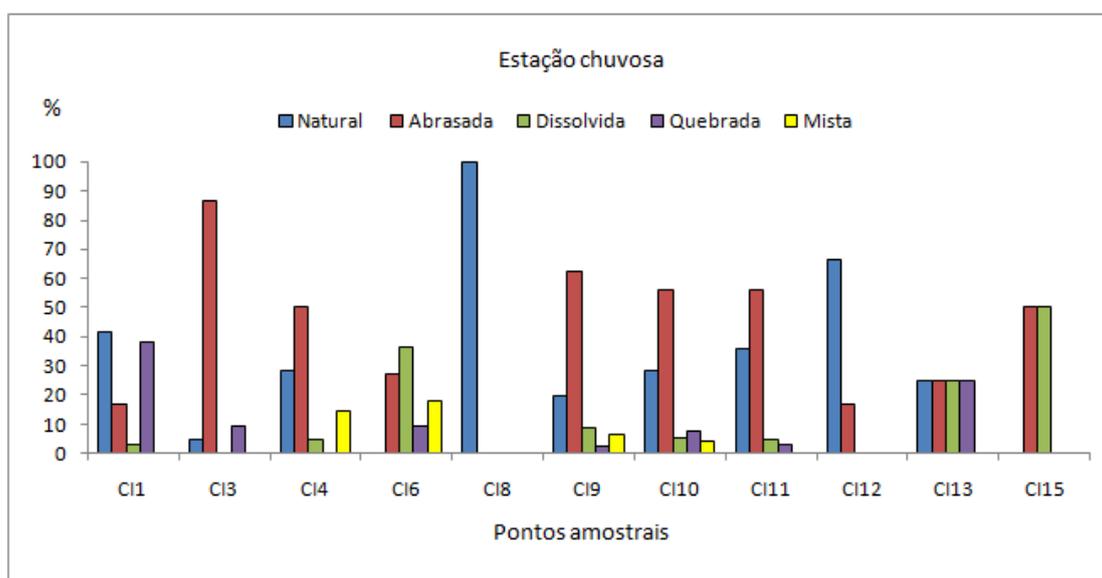
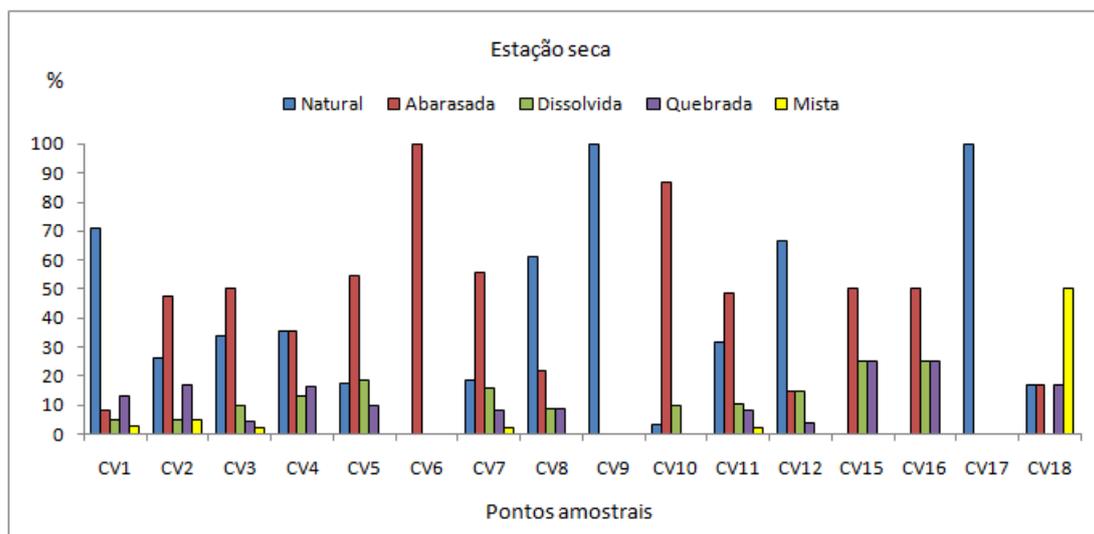
3.5.3 DESGASTE DAS TESTAS

As testas abrasadas foram predominantes nas duas campanhas. Na estação seca representaram 44,82% das testas, ao passo que na estação chuvosa corresponderam a 48,06%. (Figura 24)



Figuras 24. Percentuais dos padrões de desgaste nas testas dos foraminíferos triados do sedimento do canal do estuário do Rio Paraguaçu

Na estação seca as testas abrasadas foram predominantes em CV2, CV3, CV5, CV6 CV7, CV10, CV11, CV15 e CV16. As testas naturais foram maioria apenas em CV1, CV8, CV12 e CV17. Na estação chuvosa as testas abrasadas foram maioria em CI3, CI9, CI10 e CI11. As naturais predominaram em CI1, CI8, CI12. Nesta campanha nas amostras CI2, CI5, CI7, CI14, CI16 e CI18 não foram encontrados foraminíferos. (Figura 25).



Figuras 25. Distribuição dos padrões de desgaste nas testas dos foraminíferos triados do sedimento do canal do estuário do Rio Paraguaçu

3.6 ANÁLISES MULTIVARIADAS

3.6.1 GRANULOMETRIA

Analisando a granulometria (Figuras 26 e 27), assumindo como referência o nível de corte de 80% de similaridade, observa-se a formação de dois grupos da estação seca: (i) Grupo 1 - 100% de lama; (ii) Grupo 2 – percentuais de areia média acima de 50%.

A análise de ordenação MDS (*Multidimensional Scaling Ordination*) (Figuras 26 e 27) confirma claramente a existência dos dois grupos, que são bastante distintos, tendo em vista que o estresse calculado para os eixos foi 0,01.

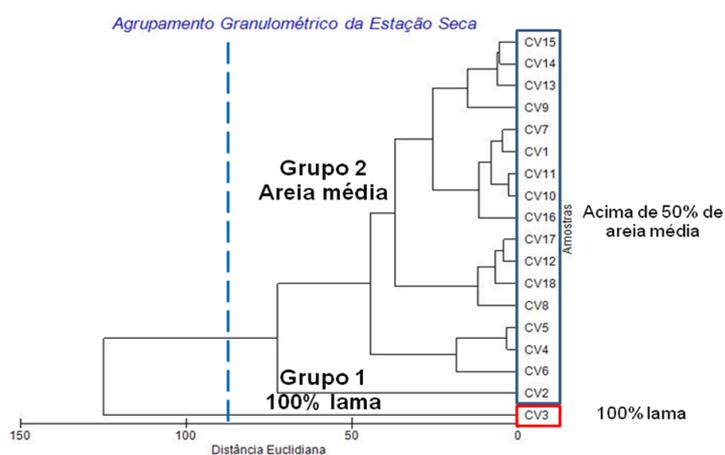


Figura 26. Dendrograma ilustrando o agrupamento das amostras com base na granulometria do sedimento de superfície do estuário do Rio Paraguaçu durante a estação seca segundo o índice de distância euclidiana

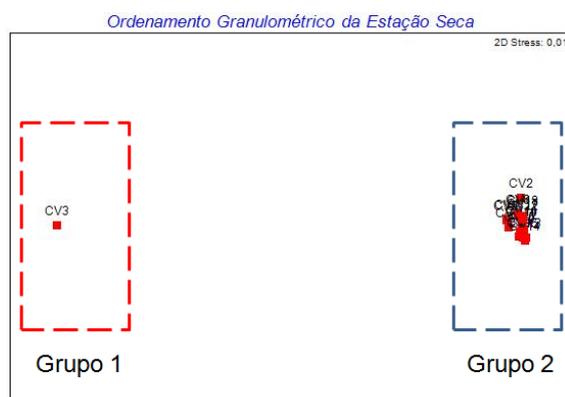


Figura 27. Escala multidimensional do ordenamento das amostras com base na granulometria do sedimento de superfície do estuário do Rio Paraguaçu durante a estação seca segundo, o índice de distância euclidiana. Nível de estresse igual a 0,01

Na estação chuvosa, considerando a mesma premissa para similaridade, nota-se a formação de 2 grupos: (i) Grupo 1 – 100% lama. (ii) Grupo 2 – areia, sendo este subdividido em areia grossa (> 40%: CI6, CI12, CI11 e CI17) e areia média (> 40%: CI8, CI12, CI13, CI12, CI13, CI14, CI15 e CI16). (Figuras 28 e 29).

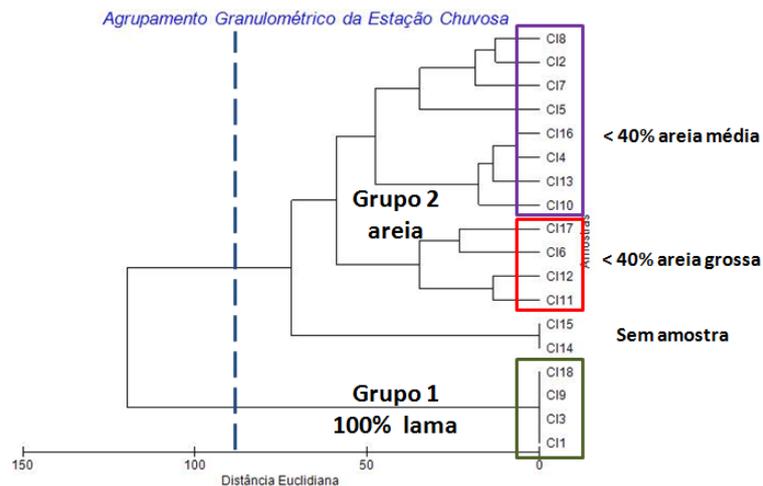


Figura 28. Dendrograma ilustrando o agrupamento das amostras com base na granulometria do sedimento de superfície do estuário do Rio Paraguaçu durante a estação chuvosa, segundo o índice de distância euclidiana

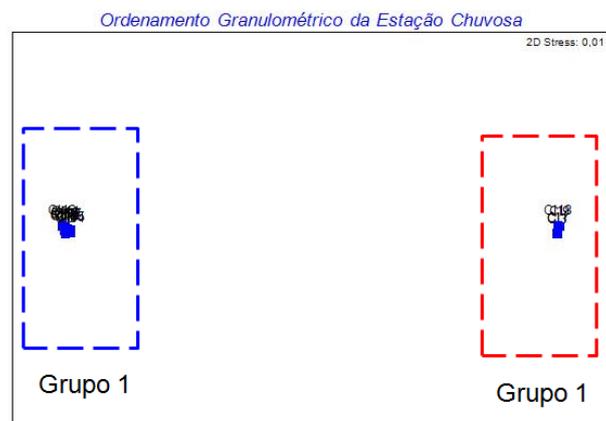


Figura 29. Escala multidimensional do ordenamento das amostras com base na granulometria do sedimento de superfície do estuário do Rio Paraguaçu durante a estação seca, segundo o índice de distância euclidiana. Nível de estresse igual a 0,01

3.6.2 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES

Assumindo uma similaridade de 40% para ambas estações, nota-se a formação de um grupo onde *Ammonia beccarii* e *Trochammina inflata* aparecem associadas. Isso ocorre na estação seca nos pontos: CV1, CV2, CV4, CV5, CV7, CV9, CV10, CV11 e CV12, O que corresponde a 60% das amostras. (Figura 30).

Na estação chuvosa a associação supracitada ocorre nos pontos CI1, CI3, CI9, CI10 e CI13. O equivalente a 45% das amostras desta estação. Essas duas espécies são conhecidamente eurihalinas, tolerantes a maiores variações de salinidade do meio. Observando a ocorrência das mesmas, nota-se que estão presentes no estuário desde a zona euhalina até a zona limnética. Vale ressaltar que ambas espécies são conhecidas por ser indicadoras de regiões com sedimentos mais grossos. (Figura 30).

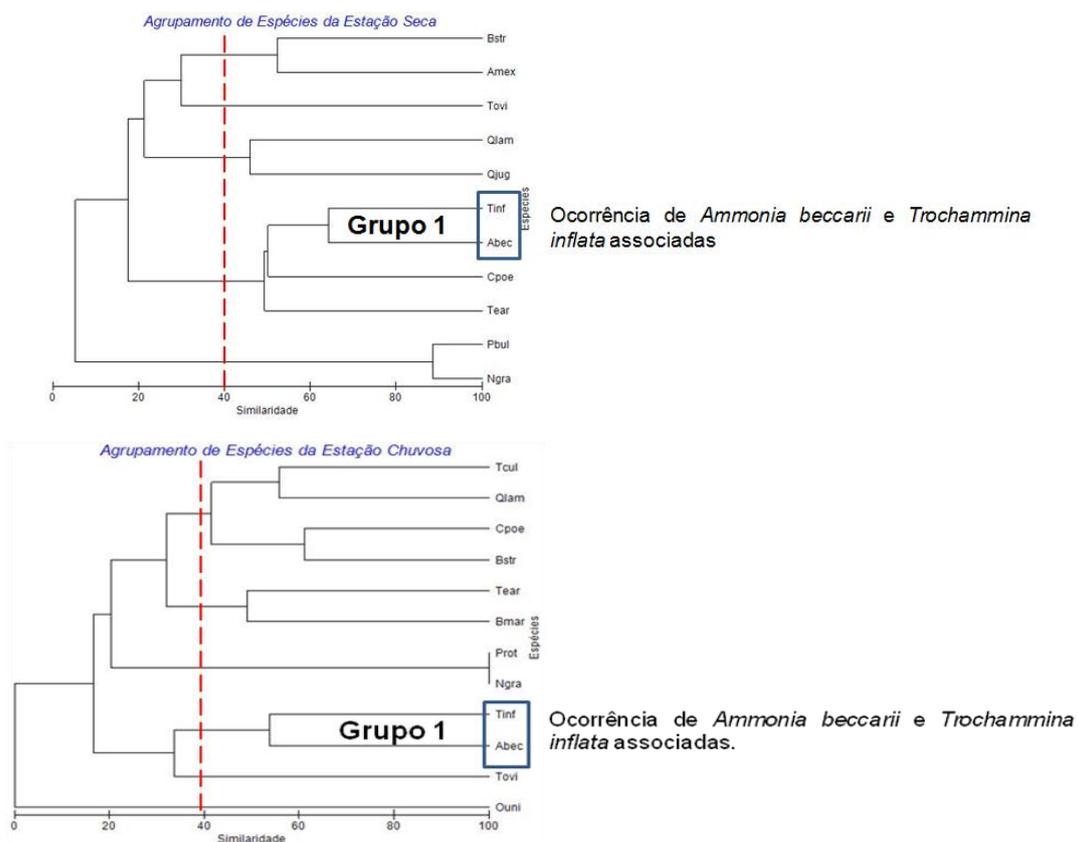


Figura 30. Dendrograma ilustrando o agrupamento com base nas espécies identificadas para o estuário do Rio Paraguaçu durante as estações seca e chuvosa, segundo o índice de distância euclidiana

3.6.3 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

A análise de componentes principais (*Principal Component Analysis – PCA*) é uma forma de ordenação de dados de modo a criar poucas variáveis-chave que caracterizem o máximo possível de uma variação em um conjunto de dados multivariados.

Essa análise foi utilizada para tentar identificar qual (is) variável (eis) ambiental (is) explicaria (m) a distribuição dos foraminíferos ao longo do estuário do rio Paraguaçu.

Na estação seca, considerando o eixo 1 : salinidade, este parâmetro explica 53,3% da distribuição dos foraminíferos. Secundariamente o eixo 2: areia média, responderia por 60% da variação restante. (Figura 31).

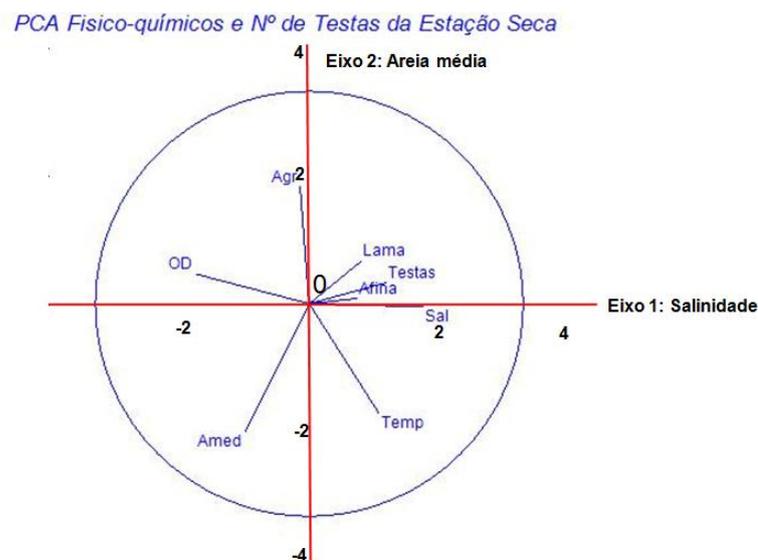


Figura 31. Análise de componente principal para estação seca

Na estação chuvosa indica que a fração granulométrica lama (eixo 1) explica 61,3% da distribuição dos foraminíferos ao longo do estuário. Secundariamente a salinidade (eixo2) explica 65,7% da distribuição restante (Figura 32).

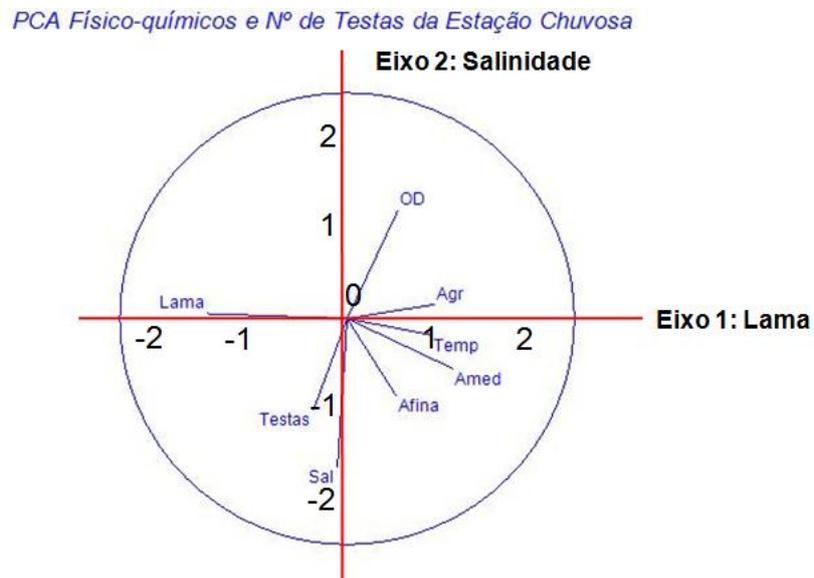


Figura 32. Análise de componente principal para estação chuvosa

4. DISCUSSÃO

4.1 EFEITOS DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA DISTRIBUIÇÃO DOS FORAMINÍFEROS

Considerando os registros de temperatura ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca, percebe-se um gradiente crescente de temperatura em direção à montante do Rio Paraguaçu, aumentando de 28,8 °C para 30,3°C, até P14. Em seguida a temperatura varia de 28,5°C a 26,6°C (P15 a P18) (Figura 7). Esse comportamento foi similar ao encontrado por Laut (2007), no estuário do Rio Araguari (AP) e Gomes (2010) no estuário do rio Jacuípe. Os autores observaram que as estações mais internas apresentaram valores de temperatura mais altos que as externas, atribuindo esse fato à insolação que as regiões a montante recebem e chegada de águas de fora do estuário nas regiões a jusante. Na estação chuvosa as variações foram mais discretas (de 25,08°C a 24,83°C), mas ainda assim, nota-se o aumento de temperatura a montante do rio.

Os foraminíferos toleram grandes amplitudes de temperatura, indo de -10°C até 45°C, sendo esta um importante fator para a sua distribuição geográfica. A resposta de foraminíferos bentônicos à temperatura, no entanto, parece ser espécie-específico. Sabe-se que algumas espécies podem ter suas conchas aumentadas com o acréscimo da temperatura, ou diminuídas com a queda da mesma. Variações no tamanho e forma da concha também tem sido relacionadas com oscilações na temperatura da água do mar (Murray, 2006). Moraes (2001), em um levantamento de dados ecológicos para alguns gêneros de foraminíferos bentônicos, indica que temperatura entre 0 e 30°C estão associadas a presença de *Ammonia beccarii*. Boltovskoy (1965) e Boltovskoy e Wright (1976) descrevem que essa espécie sobrevive em temperaturas até 45°C, cresce em valores até 35°C e se reproduz em limites até 32°C.

Nos estuários, há uma relação direta entre a salinidade e a capacidade de penetração das correntes de maré, que por sua vez mostra-se dependente da topografia de fundo, descarga fluvial e reflexão da energia nos limites estuarinos (Duleba *et al.*, 2005; Genz, 2006). A salinidade tem influência direta na reprodução e mortalidade dos foraminíferos, sendo por isso um fator importante na distribuição espacial de muitas espécies (Reddy e Rao, 1984; Murray, 1991; Debenay *et al.* 2000), o que permite a sua utilização no estabelecimento dos limites de penetração da maré nos ambientes estuarinos.

Utilizando-se o Sistema de Veneza (Tundisi e Tundisi, 2008), foi possível demarcar desde a zona euhalina (30 a 40 ups) até a região de água doce (> 0,5ups) no canal do rio Paraguaçu e nota-se uma redução do número de espécimes a partir do ponto P13 (saída da Baía de Iguape), em ambas as campanhas, devido à mudança do ambiente estuarino de polihalino para mesohalino (5 a 18ups) (Figura 9). No estuário do rio Jacuípe a salinidade ao longo da área amostral se manteve como polihalina (18 e 25 ups) (Gomes, 2010), descartando a influência da salinidade na distribuição das espécies ao longo desse estuário.

A identificação de *Ammonia beccarii* e *Trochammina inflata* como espécies principais nas duas campanhas do rio Paraguaçu coincide com os resultados de Gomes (2010). Contudo, as mesmas também estão como principais em regiões do estuário classificadas como oligohalina (5 e 0,5 ups) e limnética (> 0,5 ups), onde também o número de foraminíferos coletados foi menor, sugerindo ser este parâmetro um determinante na distribuição dos foraminíferos ao longo do estuário do rio Paraguaçu, o que foi confirmado pelo PCA. (Figura 31).

Há uma tendência de declínio na riqueza e abundância de espécies bentônicas das regiões marinhas para as porções mais confinadas em um estuário, evidenciando a influência da salinidade na distribuição destes organismos neste ambiente, (Braga, 2008).

A resolução 357 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) de 2005 estabelece como referência para águas salobras classe 1 que as concentrações de OD (oxigênio dissolvido) devem ser superiores a 5mg/L de O₂. Durante as amostragens não

foram registrados valores de oxigênio dissolvido inferiores a 5 mg/L de O₂) (Figura 7 e tabela 18, anexa), mesmo em pontos mais próximos de adensamentos urbanos (P14 e P15). Inferindo-se, portanto, que essa não seria uma região restritiva a foraminíferos bentônicos (Dias, 2010). Desta forma, esta variável parece não ter uma influência direta da distribuição dos foraminíferos ao longo do rio Paraguaçu.

4.2 EFEITO DA GRANULOMETRIA NA DISTRIBUIÇÃO DOS FORAMINÍFEROS

Muitos autores defendem que não há relação entre foraminíferos e o substrato (Murray, 2006). Contudo, a natureza desse substrato influencia a fisiologia e morfologia destes organismos tais como a habilidade de penetração de seus pseudópodos no sedimento, a morfologia (por exemplo, tamanho dos espinhos) e o tipo das testas (foraminíferos aglutinantes), os quais estão relacionados diretamente às condições de fundo (Boltovskoy e Wright, 1976). Dessa forma, o substrato exerce controle sobre a distribuição dos foraminíferos, principalmente das formas aglutinantes e calcárias sedentárias (Boltovskoy e Wright, 1976), de modo que a relação entre o conteúdo quali-quantitativo da fauna e o sedimento é um fator ecológico real que precisa ser considerado nas interpretações ambientais (Boltovskoy, 1965).

No estuário do Rio Paraguaçu, a fração granulométrica predominante é areia média, sugerindo uma hidrodinâmica intensa no canal estuarino (Laut *et al.*, 2005). Gomes (2010) propôs que poderia haver uma forte relação entre as amostras com mais de 30% da fração areia fina e a distribuição de foraminíferos no estuário do Rio Jacuípe, uma vez que nestas foram encontrados mais de 100 testas. Essa relação foi confirmada com o PCA aplicado pela autora, que apontou uma forte relação entre a distribuição espacial dos foraminíferos e a areia fina.

No estuário do Paraguaçu, as amostras com mais de 30% de areia fina: estação seca (CV4 – 32 espécimes, CV6 – 1 espécime); estação chuvosa (CI5 e CI7 – 0 espécime cada e CI8 – 1 espécime) não apresentavam valores compatíveis com a autora. Contudo, a

análise de PCA aponta para uma influência da fração lama na distribuição dos foraminíferos durante a estação chuvosa, além de reforçar a ação da salinidade na distribuição destes organismos durante a estação seca. (Figura 32).

4.3 A FAUNA DE FORAMINÍFEROS DO ESTUÁRIO DO RIO PARAGUAÇU

Bonetti (2000) defende a utilização da população total (vivos e mortos) na caracterização de ambientes estuarinos alegando que, quando se trabalha com uma amostragem temporal, o emprego apenas dos foraminíferos vivos supervaloriza a diferença espacial no padrão de distribuição de espécies e a ocorrência de episódios pontuais dominantes no período da coleta. Já a população total, por sua vez, é representativa da somatória dos eventos ambientais e biológicos cíclicos ocorridos em uma escala anual.

Além disso, essa autora afirma que a sazonalidade é desfavorável a esse tipo de estudo, devido a problemas como o número de amostras e a precisão do posicionamento das estações, e informa que alguns estudos têm demonstrado que campanhas sazonais (inverno e verão) não são suficientes para expressar a dinâmica populacional dos foraminíferos devido ao ciclo de algumas espécies e à resposta rápida a episódios sem regularidade temporal (por exemplo: aporte anômalo de água doce, mudanças nas correntes de maré em decorrência de agentes meteorológicos) e que, para isso, as coletas precisariam ser mensais ou semanais. Por outro lado, a mesma autora ressalta que justamente uma das maiores vantagens em se trabalhar com foraminíferos decorre da presença da testa mineralizada que permanece preservada no sedimento superficial fornecendo a média das mudanças ambientais ocorridas por meses.

De fato, muitos autores alcançaram resultados satisfatórios através da realização de uma única amostragem e fazendo inferências a partir da população total (Bonetti e Eichler, 1997; Duleba *et al.*, 1999 a,b; Bonetti, 2000; Rodrigues *et al.*, 2003 a, b; Laut *et al.* (2005); Barbosa, 2005; Eichler *et al.* 2007; Laut, 2007), mas, neste estudo, optou-se

pela realização de amostragens nos meses de menor e de maior índice pluviométrico (denominados, respectivamente, de estação seca e estação chuvosa) no intuito de registrar e interpretar mudanças sazonais no estuário do rio Paraguaçu, contribuindo assim para o desenvolvimento de futuros projetos de monitoramento de longo prazo.

O número total de indivíduos registrados no canal do estuário do Rio Paraguaçu (1752 espécimes em 36 amostras, tendo como valor médio: 20,9 indivíduos/g na estação seca e 8,6 indivíduos/g na estação chuvosa) é compatível com aquele encontrado em ambientes estuarinos. Eichler e Bonetti (1995) encontraram 3.335 espécimes, todos Textulariida, analisando 10cm³ (333,5 testas/g) de 36 amostras no sistema estuarino-lagunar da Cananéia, Iguape-SP. Rodrigues *et al.* (2003b, c) analisando 50cm³ de sedimento encontrou apenas 337 organismos (6,74 testas/g) em cinco pontos de amostragem, divididos em duas coletas no canal estuarino de Acari, Guarujá-SP. Laut *et al.* (2005) analisando 20ml de seis amostras do estuário do Rio Araguari encontrou 219 indivíduos (\approx 11,0 testas/g). Anjos- *et al.*(2006) encontrou 3563 espécimes em 22 amostras de 5cm³ (o que corresponde a 712,6 testas/g) de sedimento do estuário de Cacha-Prego; e Parizotto *et al.* (2007) analisando 50cm³, de 10 estações do Rio Biguaçu-SC, sendo duas na costa, encontrou 309 foraminíferos (6,18 testas/g).

Segundo Laut (2007), nos estuários da América do Sul o número médio de espécies de foraminíferos é de 24, sendo que os estuários ao sul do continente apresentam mais espécies que os da região equatorial, havendo a dominância de espécies calcárias no extremo sul (Argentina) e de espécies aglutinantes em direção à região equatorial. Corroborando com esses resultados, apenas 17 espécies foram registradas no presente estudo, sendo este um valor considerado baixo se comparado a outros trabalhos em ambientes estuarinos, a citar: (i) Zucon e Loyola e Silva (1992/93) encontraram 116 espécies no estuário do Rio Piauí, SE; (ii) Bonetti e Eichler (1997) estudando foraminíferos no rio Itapitanguí-SP encontraram 36 espécies; (iii) Campos (2001) estudando o assoreamento do baixo curso do rio de Contas - BA identificou 12 espécies na 1ª campanha e 52 na segunda; (iv) Anjos- *et al.* (2006) analisando a fauna do estuário de Cacha-prego, BA, encontrou 71 espécies; (v) Duleba e Debenay (2003), analisando o Rio Guarau encontrou 57 espécies; e (vi) Laut *et al.* (2005) estudando o

estuário do Rio Araguari – AP, encontrou 8 espécies de foraminíferos; (vii) Gomes (2010) registrou 92 espécies no estuário do rio Jacuípe – BA.

Duleba *et al.* (2005), através da análise de diversos trabalhos realizados em estuários brasileiros, estabeleceram dois padrões de distribuição de foraminíferos e tecamebas desde a desembocadura até a região superior do estuário: (i) ocorre uma sucessão de foraminíferos calcários marinhos, seguidos por espécies mixoalinas, que vão sendo substituídas gradativamente por formas aglutinantes, até a predominância de tecamebas, sendo este o padrão mais frequente nas regiões sul e sudeste; e (ii) não há passagem gradativa entre as associações calcárias e aglutinantes, possuindo este último cinco variáveis. No entanto, no estuário do rio Paraguaçu, as formas hialinas (por exemplo, *Ammonia beccarii*) e as formas aglutinantes (por exemplo, *Trocammina inflata*) estão presentes em praticamente todas as amostras nas duas estações.

As formas porcelânicas (*Quinqueloculima lamarckiana* e *Quinqueloculina jugosa*) ocorreram apenas em alguns pontos. A baixa ocorrência desses foraminíferos deve-se, provavelmente, ao fato destas formas preferirem ambientes estenohalinos e com maiores profundidade. Ademais, esses organismos com testas preservadas, por esse motivo seriam considerados indivíduos alóctones, tendo sido transportados, provavelmente, pelas correntes existentes. (Cruz, 2004)

As maiores abundâncias e riqueza de foraminíferos foram registradas na região euhalina, o que era esperado em decorrência dos valores encontrados para salinidade (Figura 13). Esses registros também estão presentes nos trabalhos de Laut *et al.* (2006), estudando o estuário do Rio Itacorubi, registrou o predomínio de espécies calcárias, destacando-se os gêneros *Ammonia* e *Elphidium*, nas amostras em que a salinidade era mais alta. Já Boltovskoy e Lena (1966) afirmam que a presença de *Elphidium* associada a *A. beccarii* indicam ambientes poluídos, sendo que esse último táxon também é citado na literatura como a espécie calcária mais resistente às variáveis ambientais e à poluentes (Boltovskoy, 1965).

Os gêneros *Elphidium* e *Ammonia* também foram encontrados em trabalhos realizados em ambientes parálicos do Estado da Bahia: Anjos *et al.* (1998a,b; 2001), Andrade *et al.* (1997) e Anjos *et al.* (1999, 2000) registraram espécimes vivos de *Ammonia beccarii*

e *Elphidium galvestonense* nos estuários dos Rios Cacha Prego, Pojuca e de Contas, respectivamente; e Anjos- *et al.* (2006) constataram que *Ammonia tepida* e *Elphidium galvestonense* como espécies dominantes no estuário do Rio Cacha Prego.

O transporte dos grãos sedimentares é feito de acordo com a sua textura, de modo que os grãos maiores são transportados por tração ou arrasto, aqueles de tamanho intermediário são conduzidos por saltação e as partículas menores são levadas em suspensão, sendo o tamanho dos grãos controlado pela energia dominante no ambiente sedimentar (Netto, 1980). No caso específico das testas dos foraminíferos, o comportamento hidrodinâmico desta é essencialmente o mesmo da carga de sedimento, desta forma o transporte dos espécimes pode ser feito basicamente em suspensão, fazendo com que as testas permaneçam preservadas ou sejam autóctones (Alve e Murray 1997).

Outro aspecto relevante, segundo Leão e Machado (1989), é que quando a taxa de sedimentação é muito rápida, ocasionando elevada deposição de testas novas, ou quando é extremamente lenta, fazendo com que todo o material exposto seja oxidado e/ou há ausência de ferro, observa-se o predomínio de grãos brancos. Por outro lado, a presença de grânulos de pirita nas testas indica ambiente redutor, já que apenas nesta condição pode haver quantidade suficiente de minerais detríticos de ferro, sulfato dissolvido, matéria orgânica e bactérias sulfato-redutoras para o desenvolvimento deste mineral nas carapaças dos foraminíferos (Berner, 1974).

Anjos *et al.* (1998a) encontraram muitas espécies marinhas associadas a espécies eurialinas (como *Ammonia beccarii*, *Ammonia sp.*, *Elphidium discoidale*, *E. galvestonense* e *Trochammina inflata*) ao longo do estuário Cacha-prego, inferindo que houve o transporte das espécies já mortas para o interior do estuário e que testas vazias de foraminíferos marinhos em bom estado de preservação indicam transporte a curta distância, com fonte marinha próxima (Anjos *et al.*, 1999).

Figuêredo (2000) realizou análises quali quantitativas de foraminíferos da Baía de Todos os Santos (BTS). Em um dos seus pontos amostrais, situados ao norte da Baía, próximo a desembocadura do Rio Paraguaçu não foram encontradas espécies ocorrentes no interior deste estuário.

No estuário do Rio Paraguaçu a maioria dos foraminíferos estava morta (98,68%) (Tabela 9, anexa); tinha as testas preservadas (86,54%) (Tabela 8, anexa), coloração branca (98,54%) (Tabela 6, anexa). Associando essas informações ao fato de que não foram registradas testas preenchidas com grânulos de pirita, é possível inferir que não há uma movimentação de foraminíferos da BTS para o interior do estuário.

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados e discussões apresentadas é possível concluir neste trabalho que:

- O parâmetro temperatura parece não ter influência na distribuição de foraminíferos no estuário do rio Paraguaçu ao longo das duas campanhas (estação seca e estação chuvosa), mesmo sabendo que esta variável tem uma forte influência em aspectos fisiológicos destes organismos;
- A salinidade, de acordo com os dados obtidos, é a variável ambiental que explica 53,3% da distribuição dos foraminíferos na estação seca, sendo a mesma secundariamente responsável por essa distribuição durante a estação chuvosa;
- Ainda com relação a salinidade, nota-se a divisão deste estuário de forma diferenciada ao longo das duas amostragens. Na estação seca tem-se a formação de 5 zonas salinas: (i) Zona euhalina – CV1 a CV8; (ii) Zona polihalina inferior – CV9 a CV12; (iii) Zona mesohalina – CV13 e CV14; (iv) Zona oligohalina – CV15 e CV16 e (v) Zona liminética – CV 17 e CV18. Na estação chuvosa há um recuo da zona euhalina, indo a mesma dos pontos CI1 a CI4. Já a zona polihalina inferior estende-se dos pontos CI5 a CI11. Nessa estação ocorre a zona polihalina média (CI12). As demais zonações são iguais às registradas para estação seca;
- As concentrações de oxigênio dissolvido nas amostras estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA para águas salobras classe 1. Portanto fica descartada a influência desta variável na distribuição dos foraminíferos neste estuário;
- No que tange a granulometria, este estuário é caracterizado pelo predomínio da fração areia média em ambas as amostragens. Contudo, durante a estação

chuvosa a fração lama predomina em $\frac{1}{4}$ das amostras, predominando a fração areia média nas demais amostras;

- Com relação à fauna de foraminíferos, *Ammonia beccarii* e *Trochammina inflata* foram as espécies principais nas duas amostragens, as demais configuram como acessórias ou traço;
- Os valores de densidade (indivíduos/g de sedimento) são compatíveis para estuários equatoriais;
- O número de espécies (17 no total) está abaixo da média para estuários da América do Sul;
- Há uma redução na riqueza e abundância de foraminíferos a partir da baía de Iguape, provavelmente pela mudança de salinidade marcada nesta região;
- A tafonomia mostrou que 98,68% dos foraminíferos estavam mortos, 86,54% tinham as testas preservadas e 98,54% com coloração branca. Esses dados apontam para uma fauna autóctone, confirmado pelo fato das poucas espécies vivas serem principalmente de *Ammonia beccarii* (61% da estação seca e 90% na estação chuvosa). Esses dados sustentam a ideia de que, provavelmente, não há transporte de foraminíferos da Baía de Todos os Santos para o interior do estuário do Rio Paraguaçu.

6. REFERÊNCIAS

- ALMASI M.N. **Ecology and color variation of benthic foraminifera in Barnes Sound, Northeast Florida Bay**. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, Masters Thesis, 144p. 1978
- ALVE, E.; MURRAY, J.W. **High benthic fertility and taphonomy of foraminifera: a case study of the Skagerrak, North Sea**. *Marine Micropaleontology*, 31: 157-175. 1997.
- ANDRADE, E.J. **Distribuição dos foraminíferos recentes na transição carbonato/siliciclastos na região da Praia do Forte, Litoral Norte do Estado da Bahia**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 111p. 1997.
- ANJOS G.S., MACHADO A.J., LESSA G.C., ANDRADE E.J. **Distribuição de foraminíferos e transporte resultante de sedimentos no estuário de Cacha-Prego, Ilha de Itaparica (BA)**. In: ABEQUA, Congresso da Abequa, 6, Curitiba, Resumos expandidos, 301-304. 1997.
- ANJOS G.S., LESSA G.C., ANDRADE E.J., MACHADO A.J. **Distribuição espacial de foraminíferos e sua utilização como traçadores de transporte de sedimento no estuário de Cacha-Prego, Ilha de Itaparica (BA)**. In: LEC, Semana do Laboratório de Estudos Costeiros, 2, Salvador, Resumos, 58-61. 1998a.
- ANJOS G.S., LESSA G.C., MACHADO A.J., ANDRADE E.J. **Fauna e distribuição de foraminíferos do estuário de Cacha-Prego, Ilha de Itaparica (BA)**. In: SBPC, Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 50, Natal, Resumos, 1038. 1998b.
- ANJOS G.S., SILVA C.N., LESSA G.C., ANDRADE E.J., CAMPOS E. **Os sedimentos e a fauna de foraminíferos do baixo curso do Rio de Contas**. In: ABEQUA, Cushman Foundation Research Symposium, 7, Porto Seguro, Anais, VIIABEQUA_ZCO021.PDF 1999.
- ANJOS G.S., ANDRADE E.S., LESSA G., CAMPOS E. **Variação sazonal na fauna de foraminíferos do baixo curso do Rio de Contas, Bahia**. In: LEC, Semana do Laboratório de Estudos Costeiros, 3, Salvador, Resumos, 23-25. 2000.
- ANJOS G.S., ANDRADE E.S., LESSA G., MACHADO A.J. **Utilização de foraminíferos bentônicos como indicadores de transporte de sedimentos: o caso do Estuário de Cacha-Prego, Bahia**. In: ABEQUA, Congresso da Abequa, 8, Imbé, Resumos, 410-411. 2001.
- ANJOS-, G. S.; ANDRADE, E. J.; LESSA, G. C.; MACHADO A. J. **Foraminíferos Bentônicos do Estuário de Cacha-Prego Ilha de Itaparica, Bahia, Brasil**. *Pesquisas em Geociências*, 33 (2): 43 – 54. 2006.

ARAÚJO, T.M.F. **Estudo da microfauna de foraminíferos do sedimento da superfície e da subsuperfície da plataforma e do talude continental da região norte do Estado da Bahia (Salvador à Barra do Itariri)**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 2004.

BAHIA. **Aproveitamento Pedra do Cavalo. Projeto Básico – Memorial Descritivo**. Companhia de Desenvolvimento do Vale do Paraguaçu – DESENVALE. Governo do Estado da Bahia. 123p. 1984.

BAHIA. **Sistema de Informações Georeferenciadas**. Governo do Estado da Bahia. Superintendência de Recursos Hídricos. Série: Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos - SIRH. Volume 1. Em CD. 2003

BAHIA. **Centro de Recursos Ambientais - CRA. Bacia Hidrográfica do Paraguaçu**. 2001 e 2002.

BAHIA. **Instituto de Gestão das Águas - INGA. Projeto Monitora**. 2008 e 2009.

BARBOSA, C.F. **Foraminíferos de estuário no Paraná, Brasil**. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos Quaternário, X, 2005, Guarapari. Boletim de Resumo. Guarapari: ABEQUA. p. 271. 2005.

BARBOSA, V.P. **Sistemática, Bioestratigrafia e Paleoceanografia de Foraminíferos do Quaternário do Talude Continental das Bacias de Santos e Campos**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 455p. 2002.

BARCELLOS, R. L.; JAWORSKI, K. S.; PEREIRA, E. R. M.; CARDOSO, P. B. P. K. ; EICHLER, B. B.; FURTADO, V. V. **Caracterização ambiental e comparação entre as desembocaduras de Icapara e Cananéia, Sistema estuarino-lagunar de Cananéia – Iguape Estado de São Paulo, Brasil**. In II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. 2003.

BARKER R.W. **Taxonomic notes**. Oklahoma, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. 238p. 1960

BARROS, F.; HATJE, V. FIGUEIREDO, M. B.; MAGALHÃES, W. F.; DÓREA, H. S.; EMÍDIO, E. S. **The structure of benthic macrofaunal assemblages and sediments characteristics of the Paraguaçu estuarine system, NE, Brazil**. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 78 (753-762). 2008.

BERMUDEZ, P.J.; SEIGLIE, G.A. **Estudio sistematico de los foraminiferos del Golfo de Cariacs, Cumana, Venezuela**. Boletim del Instituto Oceanografico de la Universidad de Oriente, v. II, n.2. 1963.

BERNER, R.A. **Iron sulfides in Pleistocene deep Black Sea sediments and their paleo-oceanographic significance**: In: Degens, E.T. e Ross, D.A. eds The Black Sea – Geology, Chemistry, and Biology. Am. Assoc. Petroleum Geologist Mem., 20:524-531. 1974.

BOCK W.D., HAY W.W., JONES J.I., LYNTS G.W., SMITH S.L., WRIGHT R.C.. **A symposium of recent south Florida foraminifera**. In: Jones J.I. e Bock W.D. (eds.) Memoir 1: Miami geological society. 1971

BOLTOVSKOY E., GIUSSANI G., WATANABE S., WRIGHT R. **Atlas of benthic shelf foraminifera of the southwest Atlantic**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers Group, 147p. 1980.

BOLTOVSKOY, E. **Foraminíferos de la Bahía San Blas (provincia de Buenos Aires)**. Revista Del Instituto Nacional de Investigation de las Ciências Naturales y Museo Argentino de Ciências Naturales “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires, 3(4):247-300. 1954a.

BOLTOVSKOY, E. **Foraminíferos del Golfo San Jorge**. Revista del Instituto Nacional de Investigation de las Ciências Naturales y Museo Argentino de Ciências Naturales “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires, 3(3):79-246. 1954b.

BOLTOVSKOY, E. **Foraminíferos recientes del sur de Brasil y sus relaciones com las de Argentina e Índia de Oeste**. Pub. Séc. de Marina, Buenos Aires, 1005:1-24. 1959.

BOLTOVSKOY, E. **Los foraminiferos recientes**. Buenos Aires: Ed. Univ. Buenos Aires. EUDEBA, 510p. 1965.

BOLTOVSKOY, E.; LENA, A. **Foraminíferos recientes de la zona litoral de Pernambuco (Brasil)**. Revista del Instituto Nacional de Investigation de las Ciências Naturales y Museo Argentino de Ciências Naturales “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires, 1(8):269-367. 1966.

BOLTOVSKOY, E. E WRIGHT, R. **Recent Foraminifera**. W. Junk Publishers, The Hague, 515p. 1976.

BONETTI C.; EICHLER B.B.. **Benthic foraminifera and thecamoebians as indicators of river/sea gradients in the estuarine zone of Itapitanguí River – Cananéia/SP, Brazil**. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 69(4):545-563. 1997

BONETTI, C.V. **Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos - São Vicente (SP, Brasil)**. São Paulo, 229p. (Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo). 2000.

BRAGA, J. S. **Reconstituição paleoambiental das enseadas do Flamengo e da Fortaleza, Ubatuba, S.P., durante o Holoceno, inferida a partir da variação das**

associações de foraminíferos. Dissertação (Mestrado em Paleontologia e Bioestratigrafia) Universidade de São Paulo. 2008.

BRASIL. **Conselho Nacional de Meio Ambiente.** RESOLUÇÃO No 357, de 17 de março de 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

BURONE, L.; VENTURINI, N.; SPRECHMANN, P.; VALENTE, P. & MUNIZ, P. **Foraminiferal responses to polluted sediments in the Montevideo coastal zone, Uruguay.** www.elsevier.com/locate/marpolbul. Marine Pollution Bulletin, 52, 61–73. 2006.

CAMPOS, E.V.M.. **O assoreamento do baixo Rio de Contas: uma abordagem hidráulico-sedimentar.** Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 2001

CARDOSO, M. N.; SENRA, M. C. E. **Tafonomia de foraminíferos bentônicos em sedimentos siliciclásticos e carbonáticos.** Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ.Vol. 30 -1 / 2007 p. 101-108. 2007.

CARR, M.R. Plymouth **Routines in Multivariate Analysis.** Primer User Manual. Natural Environment Research Council, Swindon, UK, 45 p. 1996.

CARVALHO, J. B.; MACHADO, A. J. E LESSA, G. **Foraminifera fauna in the estuarine sediments of Iguape Bay, Bahia, Brazil** In VII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. 1999.

CÉLIA MAGNO, MARIA.; BERGAMIN, LUISA.; FINOIA, MARIA GRAZIA.; PIERFRANCESCHI, GIANCARLO.; VENTI, FRANCESCO.; ROMANO, ELENA. **Correlation between textural characteristics of marine sediments and benthic foraminifera in highly anthropogenically-altered coastal areas.** Marine Geology 315–318 (2012) 143–161. 2012.

CIRANO, M. E LESSA, G. C. **Oceanographic Characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil.** Revista Brasileira de Geofísica (2007) 25(4): 363-387. 2007.

CLARKE, K.R. E WARWICK, R.M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis an interpretation.** Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 1994.

COTTEY T.L. E HALLOCK P. **Test surface degradation in *Archaias angulatus*.** Journal of Foraminiferal Research, 18(3):187-202. 1988.

CRUZ, CLÁUDIA FERREIRA DA. **Foraminíferos e Tecamebas (Arcellans) recentes na baía de Iguape e baixo curso do rio Paraguaçu: ocorrência e distribuição.** Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia. 2004.

CUSHMAN, J.A.. **A monograph of the Subfamily Virgulinae of the foraminiferal Family Buliminidae.** Sharon, Massachusetts: Norwood Press, (Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication, n. 9. 1937

DAY JR, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M. & YANES-ARANCIBA. **Estuarine Ecology**. Wiley. 558 p. 1989.

DEBENAY J.P., GUILLOU J.J., REDOIS F., GESLIN E. **Distribution trends of foraminiferal assemblages in paralic environments: a base for using foraminifera as bioindicators**. In: Martin R.E. (ed.) Environmental micropaleontology. The application of microfossils to environmental geology. New York, Klywer Academic/Plenum Publishers, 40-70. 2000.

DEBENAY, J.; GESLIN, E.; EICHLER, B. B.; DULEBA, W.; SYLVESTRE, F.; EICHLER, J. **Foraminiferal assemblages in a hypersaline lagoon, (Araruama, RJ) Brazil** Journal of Foraminiferal Research, v. 31, no. 2, p. 133–151. 2001a.

DEBENAY, J.; DULEBA, W.; BONETTI, C.; DE MELO E SOUZA, S. H; EICHLER, B. B. ***Pararotalia cananeaensis* n. sp.: indicator of marine influence and water circulation in brazilian coastal and paralic environments**. Journal of Foraminiferal Research, v. 31, no. 2, p. 133–151. 2001b.

DEBENAY, J. P.; GUILLOU, J. J. **Ecological Transitions Indicated by Foraminiferal Assemblages In Paralic Environments**. Estuaries Vol. 25, No. 6A, p. 1107–1120. 2002.

DHN, **Carta Náutica da Baía de Todos os Santos - Parte Oeste** - No. 1107 - 2ª edição. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Marinha do Brasil. 1978.

DULEBA, W. **Interpretações paleoambientais obtidas a partir das variações na coloração das carapaças de foraminíferos da Enseada do Flamengo, SP**. Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo, 42(1/2):63-72. 1994.

DULEBA, W., DEBENAY J.P., Eichler B.B.. **Foraminíferos e tecamebas como bioindicadores da circulação hidrodinâmica do estuário do Rio Verde e do Lago Stacolomi, estação ecológica Juréia Itatins, Brasil**. In: ABEQUA, Cushman Foundation Research Symposium, 7, Porto Seguro, Anais, VIIABEQUA–CCP005.PDF. 1999a

DULEBA, W.; DEBENAY J.P., EICHLER B.B. **Circulação hidrodinâmica dos estuários da estação ecológica Juréia-Itatins, inferida a partir das associações de foraminíferos e tecamebas**. In: ABEQUA, Cushman Foundation Research Symposium, 7, Porto Seguro, Anais, VIIABEQUA–CC0003.PDF. 1999b

DULEBA, W. E DEBENAY J.P. **Hydrodynamic Circulation In the Estuaries of Estação Ecológica Jureia-Itatins, Brazil, Inferred from Foraminifera and Thecamoebian Assemblages**. Journal of Foraminiferal Research, 33(1): 62–93. 2003.

DULEBA, W.; COIMBRA, J.C.S.; PETRI, S.; BARBOSA, C.F. **Foraminíferos, tecamebas e ostracodes recentes utilizados como bioindicadores em estudos ambientais brasileiros**. In: C.R.G. Souza; K. Suguio; A.M.S. Oliveira; P.E. Oliveira (eds.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 2005.

EICHLER D.B. & BONETTI C. **Distribuição dos foraminíferos e tecamebas ocorrentes no manguezal do Rio Baguaçu, Cananéia, São Paulo – relações com parâmetros ambientais.** Pesquisas em Geociências, 22(1/2): 32-37. 1995a.

EICHLER, B. B.; DULEBA, W.; SOUSA, S. H. M.; FURTADO, V. V., MAHIQUES, M. M.; SANCHES, T. M. **Foraminíferos Recentes do Canal de São Sebastião SP, e suas Relações com os Padrões de Sedimentação.** Pesquisas em Geociências, 22 (1/2): 12-20, set./dez. 1995b.

EICHLER, P. P. B; EICHLER, B.B.; DEBENAY, J.P. **Metodologia do tempo de permanência de águas de diferentes salinidades no Canal da Bertioiga, SP.** In: ABEQUA, Cushman Foundation Research Symposium: Quaternary Micropaleontology, Ecological Studies and Paleoenvironmental Applications, 1999, Porto Seguro, Anais. Porto Seguro: ABEQUA, 1999.

EICHLER, P. P. B; EICHLER, B.B.; RODRIGUES, A.E. **Comparação das associações de foraminíferos dos canais estuarinos Crumaú e Acari, no Canal de Bertioiga, SP.** In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2003, Recife, Anais. Recife, 2003.

EICHLER, P. P. B; CASTELÃO, G.P.; PIMENTA, F.M.; EICHLER, B.B. **Avaliação da Saúde Ecológica do Sistema Estuarino de Laguna (SC) Baseado nas Espécies de Foraminíferos e Tecamebas.** Pesquisas em Geociências, 33 (1): 101-115. 2006.

EICHLER, P.P.B.; EICHLER, B.B.; MIRANDA, L.B.; RODRIGUES, A.R. **Modern foraminiferal facies in a subtropical estuarine channel, Bertioiga, São Paulo, Brazil.** Journal of Foraminiferal Research, 37(3):234-247. 2007.

ELLIS & MESSINA, A.R.. Disco CD-ROM: **Catalogue of foraminifera.** New York, American Museum of Natural History, 1940 and supplements. 1995.

FAIRBRIDGE, R. W. **The estuary:** its definitions and geo-dinamiyc cycle. In: Chemistry and biochemistry of estuaries. E. Olausson & I. Cato, ed. Wiley, Chichester, p. 1-37. 1980.

FIGUERÊDO, JUZENILDA GOMES. **Análise qualitativa e quantitativa dos foraminíferos da Baía de Todos os Santos:** uma abordagem sedimentológica. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia. 2000.

FRENCH, P. W. **Coastal defences:** processes, problems and solutions. London: Taylor & Francis, 384p. 2001.

FRONTALINI, F., COCCIONI, R. **Benthic foraminifera as bioindicators of pollution:** A review of Italian research over the last three decades. Revue de Micropaléontologie, Volume 54, Issue 2, April-June, p. 115-127. 2011.

GALLOWAY, J.J.; HEMINWAY, C.E.. **The Tertiary foraminifera of Porto Rico**. The New York Academy of Sciences, Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands, v. 3, part 4. 1941

GENZ, FERNANDO.. **Avaliação dos efeitos da barragem pedra do cavalo sobre a circulação estuarina do rio Paraguaçu e baía de Iguape**. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia. 2006

GOMES, Rilza da Costa Tourinho. **Caracterização da fauna de foraminíferos da zona euhalina do estuário do rio Jacuípe - Camaçari-Ba**. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia. 2010.

GONZALEZ-REGALADO, M. L., RUIZ, F.; BACETA, J. I.; GONZALEZ-REGALADO, EDUARDO; MANUEL MUNOZ, J. **Total benthic foraminifera assemblages**. In the southwestern spanish estuaries. *GEOBIOS*, 34, 1: 39-51. Villeurbanne. 2001.

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

LAUT, L.L.M.; Figueiredo Jr., A.G., Santos, V.F. dos; Silveira, O.F. **Levantamento das espécies de foraminíferos e tecamebas do Estuário do rio Araguari, Amapá – Brasil**. In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2005, Guarapari – ES, Anais. Guarapari. 2005.

LAUT, L.L.M.; koutsoukos, E.A.M.; Rodrigues, M.A.C. **A review of mangrove foraminifera from Guaratiba tidal plain, Rio de Janeiro, SE Brazil, collected in the early 70's**. *Anuário do Instituto de Geociências*, 29(1): 427-428. 2006.

LAUT, L.L.M. **Foraminíferos e Tecamebas como indicadores ambientais em estuários tropicais - Brasil**, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense. 2007.

LAUT, L.L.M.; Silva, F.S.; Bonetti, C.; Figueiredo Jr., A.G.; Crapez, M.A.C. **Foraminíferos e atividade bacteriana aplicados no diagnóstico ambiental do estuário do rio Itacorubí, Florianópolis, SC**. *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 37, n. 3, p. 565-578. 2007.

LAUT, Lázaro L.M.; RODRIGUES, Maria Antonieta C. **Foraminíferos do manguezal de Guaratiba, Rio de Janeiro: revisão taxonômica e aplicação de análises multivariadas**. In: *Paleontologia: Cenários de Vida*. P. 231-240. 2010.

LEÃO Z.M.A.N. e MACHADO A.J. **Variação de cor dos grãos carbonáticos de sedimentos marinhos atuais**. *Revista Brasileira de Geociências*, 19(1); 87-91. 1989

LEIPNITZ I.I. **Distribuição dos grandes grupos de foraminíferos nos sedimentos e subambiente no norte do Brasil**. *Acta Geológica Leopoldensia*, 25(11): 7-50. 1987.

LEIPNITZ I.I., LEIPNITZ B., BECKEL J. **Ocorrência de milioláceas em sedimentos recentes da plataforma continental e do talude do norte do Brasil (desembocadura do Rio Amazonas ao Cabo Orange)**. Acta Geológica Leopoldensia, 36(15): 5-30. 1992

LESSA, G.C., BITTENCOURT, A.C.S.P., BRICHTA, A., DOMINGUEZ, J.M.L. **A reevaluation of the Late Quaternary Sedimentation in Todos os Santos Bay (BA), Brazil**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 72 (4), 573-590. 2000.

LEVY A., MATHIEU R., POIGNANT A., ROSSET-MOULINIER M., AMBROISE D. **Benthic foraminifera from the Fernando de Noronha Archipelago (northern Brazil)**. Marine Micropaleontology, 26: 89-97. 1995.

LOEBLICH A.R. E TAPPAN H. **Foraminiferal genera and their classification**. Van Nostrand Reinhold Editors. 970p. 1988.

MACHADO. A.J. **Foraminíferos dos sedimentos superficiais e subsuperficiais (Plio/Holoceno) da margem continental do Maranhão**. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 173p. 1981.

MACHADO, A.J. **Foraminíferos piritizados da Baía do Iguape, Bahia**. Acta Leopoldensia. xx(45):77-85. 1997.

MACHADO, A. J.; ANDRADE, E. J.; CARVALHO, J. B. **Foraminifera assemblage from estuarine deposits of the Iguape Bay, Bahia Brazil**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. vol. 29 -1. 2006a.

MACHADO, A.J.; ANDRADE, E.J.; CARVALHO, J.B.. **Foraminiferal assemblage from estuarine deposits of the Iguape Bay, Bahia Brazil**. In: Forams 2006 - International Symposium on Foraminifera, 2006, Natal. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. Rio de Janeiro : UFRJ, 2006. v. 29. p. 433. 2006b.

MACHAIN-CASTILLO, M.L.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A.C. **Indicadores biofísicos em sedimentos acuáticos**. In: PISANTY, I. & CASO, M. (Compiladoras) *Especies, espacios y riesgos: monitoreo para la conservación de la biodiversidad*. Instituto Nacional de Ecología, México, p.205-216, 2006.

MARTINS, V; SILVA, E; SEQUEIRA, C; ROCHA, F. DUARTE, A. **Evaluation of the ecological effects of heavy metals on the assemblages of benthic foraminifera of the canals of Aveiro (Portugal)**. Estuarine Coastal and Shelf Science, 87, p 293-304. 2010.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo, EDUSP. 411p. 2002.

MORAES, Simone Souza de. **Interpretações da hidrodinâmica e tipos de transporte a partir do estudo de foraminíferos recentes dos recifes costeiros da praia do Forte e de Itacimirim, litoral norte do Estado da Bahia**. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia. 2001.

MORAES, Simone Souza de. **Distribuição e tafonomia de foraminíferos na plataforma continental da região norte da costa do dendê (foz do rio Jequiriçá à ponta dos Castelhanos) Bahia**. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia. 2006.

MURRAY, J.W. **Ecology and distribution of benthic foraminifera**. In: LEE, J.J; ANDERSON, O.R (ed). *Biology of foraminifera*. London, Academic Press, 368 p. 1991.

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

MURRAY, J.W. **Ecology and applications of benthic foraminifera**. Cambridge: Cambridge University Press. 426p. 2006.

NARAYAN, Y. R.; PANDOLFI, J. M. **Benthic foraminiferal assemblages from Moreton Bay, South-East Queensland, Australia**: applications in monitoring water and substrate quality in subtropical estuarine environments. *Marine Pollution Bulletin*. 60 (11):2062-78. 2010.

NETTO, A.S.T. **Manual de sedimentologia**. Salvador, PETROBRÁS/SEPES/DIVEN Setor de Ensino na Bahia. 194p. 1980.

ORNELLAS, L.P.; MADEIRA-FALCETTA, M.; CLOSS, D.; ESTEVES, I.R.F. **Foraminíferos e moluscos marinhos recentes do Brasil: distribuição geográfica e batimétrica do longo da costa brasileira, do Arroio Chuí ao Rio Oiapoque Lat. 34°04'S a 05°05'N – Long. 34°31'a 52°57'W**. (Relatório Final, Projeto Remac),65p. 1974.

PARIZOTTO, B. A. D. M. ; FAVERO, F. ; CAMPOS, A. V. ; BONETTI, C. ; BONETTI, J. **Caracterização da zona estuarina do Rio Biguaçu (SC) através de parâmetros físico-químicos da água, associados a foraminíferos e tecamebas bentônicos**. In: Elisabete S. Braga G. Saraiva. (Org.). *Oceanografia e Mudanças Globais*. São Paulo: Editora da USP. 534-545. 2007.

PRITCHARD, D.W.. **What is an Estuary: Physical View Point**. In: LAUFF, G.H. (eds). *Estuaries*. Washington, American Association for Advance of Science, p.3-5. 1967

REDDY, K.R. & RAO, R.J., **Foraminifera-salinity relationship in the Pennar Estuary, India**. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 14, n. 2, p. 115-119. 1984.

ROCHA, A.T. E UBALDO, M.L.. **Foraminíferos do Terciário Superior e do Quaternário da Província Portuguesa de Timor**. *Mem. Junta Invest. Ultram*. Lisboa, 2(51):9-180. 1964

RODRIGUES, A. R.; ANDRADE, S. C.; EICHLER, B. B. **Foraminíferos bentônicos recentes no canal estuarino Acarí (Guarujá, SP)**. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. 2003a.

RODRIGUES, A. R.; EICHLER, P. B.; EICHLER, B. B. **Monitoramento mensal dos foraminíferos vivos na desembocadura do canal de Bertioiga (SP, Brasil)** In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. 2003b.

RODRIGUES, A. R.; EICHLER, P. B.; EICHLER, B. B. **Utilização de foraminíferos no monitoramento do canal de Bertioiga (SP, Brasil)**. Atlântica, Rio Grande, 25(1): 35-51, 2003c.

ROSSI A.R. **Foraminíferos quaternários do Arquipélago de Fernando de Noronha: taxonomia, ecologia, distribuição batimétrica e faciológica**. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 141p. 1999.

SARASWAT, RAJEEV; NIGAM, R.; PACHKHANDE, SANGITA. **Difference in optimum temperature for growth and reproduction in benthic foraminifer *Rosalina globularis*: Implications for paleoclimatic studies** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 405. P.105–110. 2011.

SEMENSATTO E DIAS-BRITO. **Aplicação de índices de diversidade em estudos envolvendo associações entre foraminíferos e tecamebas recentes: uma breve discussão** In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA 2003.

SEMENSATTO, D. L.; DIAS-BRITO, D. **Análise ambiental de uma área parálisa no delta do Rio São Francisco, Sergipe Brasil, com base na sinecologia de foraminíferos e tecamebas (protista)**. Revista Brasileira de Paleontologia 7(1): 53-66, Janeiro/Junho. 2004.

SEN GUPTA, B.K. **Foraminifera in marginal marine environments**. In: SEN GUPTA, B. K. Modern Foraminifera. Noruega, Kluwer Academic Publishers, 371 p. 1999

SOUTO, Raquel Dezidério. **Bioindicadores e biomarcadores de poluição costeira – uma revisão bibliográfica**. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO2012.

TAVARES-SANTOS, P., Laut, L.L.M., CABRAL, L.L., Figueiredo JR, A.G., CRAPEZ, M.C.A. **Caracterização ambiental da Enseada de Mataripe, Baía de Todos os Santos – BA, utilizando como ferramenta foraminíferos bentônicos**. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 10, Guarapari, Resumos, ABEQUA. 1CD. 2005.

TEODORO, A.C.; DULEBA, W.; GUBITOSO, S.; PRADA, S.M; LAMPARELLI, C.C.; BEVILACQUA, J.E. **Analysis of foraminifera assemblages and sediment geochemical properties to characterise the environment near Araçá and Saco da Capela domestic sewage submarine outfalls of São Sebastião Channel, São Paulo State.** Brazil Marine Pollution Bulletin 60. P. 536–553. 2010.

TINOCO I.M. **Foraminíferos recentes de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 43p. (Boletim 159). 1955.

TINOCO I.M. **Foraminíferos quaternários de Olinda, Estado de Pernambuco, Rio de Janeiro,** Departamento Nacional de Produção Mineral do Ministério da Agricultura, 61p. (Monografia 14). 1958.

TUNDISI, J.G. E TUNDISI, T.M. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de textos. 2008.

VALENTIN, J.L. **Ecologia numérica:** uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro, Editora Interciência. 117p. 2000.

VALGAS, I. S.; EICHLER, P. B.; EICHLER, B. B. **Foraminíferos como indicadores de massas de água no complexo estuarino lagunar (Laguna, SC) no inverno de 2002.** In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. 2003.

WENTWORTH C.K. **A scale of grade and class terms for clastic sediments.** Journal of Geology, 30: 377-392. 1922.

ZUCON, M.H. E LOYOLA E SILVA, J. **Distribuição espacial de foraminíferos e tecamebas do estuário do Rio Piauí, Sergipe.** Nerítica, Curitiba, v.7(1-2), p. 57-69. 1992/93

Anexo 1

Tabela 3. Valores absolutos para as ocorrências das espécies nos pontos de amostragem durante a estação chuvosa

Espécies	PONTOS AMOSTRAIS																	
	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CI6	CI7	CI8	CI9	CI10	CI11	CI12	CI13	CI14	CI15	CI16	CI17	CI18
<i>Ammonia beccarii</i>	78		12	33		10			38	105	60	5	3		1			
<i>Brizalina striatula</i>				2				1		2	2	1						
<i>Bulimina marginata</i>										1					2			
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	3			4						2	1							
<i>Nonionoides grateloupi</i>				1					1									
<i>Orbulina universa</i>																		
<i>Quiqueloculina lamarckiana</i>										2								
<i>Textularia earlandi</i>						1			1	5					1			
<i>Triloculina cultrata</i>				1						1								
<i>Pseudotriloculina rotunda</i>				1					1									
<i>Trochammina inflata</i>	10		8						3	54			1					
<i>Textularia oviedoiana</i>	3		2						1		1							

Tabela 4. Frequência relativa das espécies por ponto amostral durante a estação seca

Pontos	ESPÉCIE	F = nX100/T (%)
CV1	<i>Ammonia beccarii</i>	68,06
CV1	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	2,08
CV1	<i>Nonionoides grateloupi</i>	2,08
CV1	<i>Pyrgo buloides</i>	1,39
CV1	<i>Textularia earlandi</i>	4,86
CV1	<i>Trochammina inflata</i>	21,53
CV2	<i>Ammonia beccarii</i>	71,43
CV2	<i>Textularia earlandi</i>	14,29
CV2	<i>Trochammina inflata</i>	14,29
CV3	<i>Ammonia beccarii</i>	92,44
CV3	<i>Brizalina striatula</i>	3,36
CV3	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	2,52
CV3	<i>Quinqueloculina jugosa</i>	0,84
CV3	<i>Textularia earlandi</i>	0,84
CV4	<i>Ammonia beccarii</i>	67,02
CV4	<i>Arenoparella mexicana</i>	1,06
CV4	<i>Brizalina striatula</i>	1,06
CV4	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	11,70
CV4	<i>Quinqueloculina jugosa</i>	1,06
CV4	<i>Trochammina inflata</i>	17,02
CV4	<i>Textularia ovideiana</i>	1,06
CV5	<i>Ammonia beccarii</i>	62,02
CV5	<i>Arenoparella mexicana</i>	0,96
CV5	<i>Brizalina striatula</i>	0,48
CV5	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	1,44
CV5	<i>Textularia earlandi</i>	3,37
CV5	<i>Trochammina inflata</i>	31,73
CV6	<i>Textularia earlandi</i>	100,00
CV7	<i>Ammonia beccarii</i>	6,13
CV7	<i>Arenoparella mexicana</i>	1,23
CV7	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	1,84
CV7	<i>Textularia earlandi</i>	13,50
CV7	<i>Trochammina inflata</i>	77,30
CV8	<i>Ammonia beccarii</i>	65,22
CV8	<i>Brizalina striatula</i>	4,35
CV8	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	21,74
CV8	<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	4,35
CV8	<i>Textularia earlandi</i>	4,35
CV9	<i>Ammonia beccarii</i>	85,71
CV9	<i>Trochammina inflata</i>	14,29
CV10	<i>Ammonia beccarii</i>	56,67
CV10	<i>Trochammina inflata</i>	43,33

CV11	<i>Ammonia beccarii</i>	59,54
CV11	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	8,40
CV11	<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	1,53
CV11	<i>Quinqueloculina jugosa</i>	0,76
CV11	<i>Textularia earlandi</i>	1,15
CV11	<i>Trochammina inflata</i>	28,63
CV12	<i>Ammonia beccarii</i>	62,96
CV12	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	25,93
CV12	<i>Trochammina inflata</i>	11,11
CV15	<i>Ammonia beccarii</i>	100,00
CV17	<i>Ammonia beccarii</i>	100,00
CV18	<i>Ammonia beccarii</i>	33,33
CV18	<i>Arenoparella mexicana</i>	16,67
CV18	<i>Brizalina striatula</i>	16,67
CV18	<i>Textularia earlandi</i>	33,33

Tabela 5. Frequência relativa das espécies por ponto amostral durante a estação chuvosa

Pontos	ESPÉCIE	F = nX100/T (%)
CI1	<i>Ammonia beccarii</i>	82,80
CI1	<i>Trochammina inflata</i>	10,75
CI1	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	3,23
CI1	<i>Textularia oviedoiana</i>	3,23
CI3	<i>Ammonia beccarii</i>	50,00
CI3	<i>Trochammina inflata</i>	36,36
CI3	<i>Textularia oviedoiana</i>	9,09
CI4	<i>Ammonia beccarii</i>	76,19
CI4	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	9,52
CI4	<i>Brizalina striatula</i>	4,76
CI4	<i>Nonionoides grateloupi</i>	2,38
CI4	<i>Triloculina cultrata</i>	2,38
CI4	<i>Triloculina rotunda</i>	2,38
CI6	<i>Ammonia beccarii</i>	81,82
CI6	<i>Textularia earlandi</i>	9,09
CI8	<i>Brizalina striatula</i>	100,00
CI9	<i>Ammonia beccarii</i>	82,22
CI9	<i>Trochammina inflata</i>	6,67
CI9	<i>Orbulina universa</i>	2,22
CI9	<i>Textularia earlandi</i>	2,22
CI9	<i>Triloculina rotunda</i>	2,22
CI9	<i>Textularia oviedoiana</i>	2,22
CI10	<i>Ammonia beccarii</i>	60,36
CI10	<i>Trochammina inflata</i>	31,95
CI10	<i>Textularia earlandi</i>	2,96
CI10	<i>Brizalina striatula</i>	1,18
CI10	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	1,18
CI10	<i>Quiqueloculina lamarckiana</i>	1,18
CI10	<i>Bulimina marginata</i>	0,59
CI10	<i>Triloculina cultrata</i>	0,59
CI11	<i>Ammonia beccarii</i>	81,25
CI11	<i>Brizalina striatula</i>	1,56
CI11	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	1,56
CI11	<i>Textularia oviedoiana</i>	1,56
CI12	<i>Ammonia beccarii</i>	16,67
CI12	<i>Brizalina striatula</i>	16,67
CI13	<i>Ammonia beccarii</i>	100,00
CI13	<i>Trochammina inflata</i>	33,33
CI15	<i>Bulimina marginata</i>	50,00
CI15	<i>Ammonia beccarii</i>	25,00
CI15	<i>Textularia earlandi</i>	25,00

Tabela 6. Distribuição de vivos e mortos ao longo dos pontos amostrais na estação seca. Valores absolutos e percentuais

PONTOS	VIVOS		MORTOS	
	FA	%	FA	%
CV1			113	100,0
CV2	1	6,7	14	93,3
CV3			119	100,0
CV4	4	4,3	90	95,7
CV5	8	3,8	200	96,2
CV6	1	100,0		
CV7	9	5,5	154	94,5
CV8			23	100,0
CV9	7	100,0		
CV10			30	100,0
CV11	7	3,0	225	97,0
CV12	21	77,8	6	22,2
CV15			4	100,0
CV16			1	100,0
CV17	1	16,7	5	83,3

Tabela 7. Distribuição de vivos e mortos ao longo dos pontos amostrais na estação chuvosa. Valores absolutos e percentuais

PONTOS	VIVOS		MORTOS	
	FA	%	FA	%
CI1	1	1,06	93	98,94
CI3	1	4,55	21	95,45
CI4	1	2,38	41	97,62
CI6	1	9,09	10	90,91
CI8	1	100,00		
CI9	1	2,22	44	97,78
CI10	3	1,74	169	98,26
CI11	8	12,70	55	87,30
CI12	4	66,67	2	33,33
CI13			4	100,00
CI15			4	100,00

Tabela 8. Distribuição das frequências de ocorrências das espécies durante as duas campanhas de amostragem: Estação seca e Estação chuvosa

Espécie	Estação seca	Estação chuvosa
	%	%
<i>Ammonia beccarii</i>	77,78	90,91
<i>Arenoparella mexicana</i>	22,22	
<i>Brizalina striatula</i>	27,78	36,36
<i>Bulimina marginata</i>		18,18
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	44,44	36,36
<i>Nonionoides grateloupi</i>	5,56	9,09
<i>Orbulina universa</i>		9,09
<i>Pyrgo buloides</i>	5,56	
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	11,11	9,09
<i>Quinqueloculina jugosa</i>	27,78	
<i>Textularia earlandi</i>	50,00	27,27
<i>Triloculina cultrata</i>		18,18
<i>Triloculina rotunda</i>		18,18
<i>Trochammina inflata</i>	50,00	45,45
<i>Textularia ovideoiana</i>	5,56	36,36

Tabela 09. Valores das densidades de foraminíferos (indivíduos/g) por ponto amostral durante as estações seca e chuvosa

PONTOS	Estação seca	Estação chuvosa
P1	45,67	31,33
P2	14	
P3	39,67	52
P4	31,33	14,00
P5	70,67	
P6	4	3,67
P7	54,33	
P8	7,67	0,33
P9	2,33	15,00
P10	10,00	57,33
P11	87,33	24,67
P12	12	2,00
P13		1,67
P14		
P15	1,33	0,67
P16		
P17	0,33	
P18	2,00	

Tabela 10. Percentuais dos padrões de coloração das testas dos foraminíferos ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca

PONTOS	COLORAÇÃO DAS TESTAS				
	Branco	Amarelo	Marrom	Preto	Mosqueado
CV1	81,94444	13,88889	0,694444	2,083333	1,388889
CV2	83,33333	16,66667			
CV3	91,75824	6,043956	2,197802		
CV4	77,41935	16,12903	3,225806	3,225806	
CV5	94,71154	4,807692		0,480769	
CV6	100				
CV7	30,67485	66,25767	2,453988	0,613497	
CV8	56,52174	30,43478			13,04348
CV9	100				
CV10	3,333333	93,33333	3,333333		
CV11	72,51908	23,28244	1,908397	2,671756	
CV12	77,77778	22,22222			
CV15		100			
CV16	50	50			
CV17		100			
CV18	50	16,66667	33,33333		

Tabela 11. Percentuais dos padrões de desgaste ao longo dos pontos amostrais durante a estação seca

PONTOS	PADRÕES DE DESGASTE				
	Natural	Abrasada	Dissolvida	Quebrada	Mista
CV1	70,83333	8,333333	4,861111	13,19444	2,777778
CV2	26,19048	47,61905	4,761905	16,66667	4,761905
CV3	33,51648	50	9,89011	4,395604	2,197802
CV4	35,48387	35,48387	12,90323	16,12903	
CV5	17,30769	54,32692	18,75	9,615385	
CV6		100			
CV7	18,40491	55,82822	15,95092	7,97546	1,840491
CV8	60,86957	21,73913	8,695652	8,695652	
CV9	100				
CV10	3,333333	86,66667	10		
CV11	31,67939	48,47328	10,30534	8,015267	1,908397
CV12	66,66667	14,81481	14,81481	3,703704	
CV15		50	25	25	
CV16		50	25	25	
CV17	100				
CV18	16,66667	16,66667		16,66667	50

Tabela 12. Percentuais dos padrões de coloração das testas dos foraminíferos ao longo dos pontos amostrais durante a estação chuvosa

PONTOS	COLORAÇÃO DAS TESTAS				
	Branco	Amarelo	Mosqueado	Marrom	Preto
CI1	70,21277	27,65957	2,12766		
CI3	9,090909	90,90909			
CI4	40,47619	42,85714	7,142857		9,52381
CI6	18,18182	72,72727		9,090909	
CI8	100				
CI9	51,11111	35,55556	8,888889	4,444444	
CI10	33,72781	57,39645	4,733728	2,95858	1,183432
CI11	35,9375	60,9375		3,125	
CI12	83,33333	16,66667			
CI13	25	50		25	
CI15	25	25		50	

Tabela 13. Percentuais dos padrões de desgaste nas testas dos foraminíferos ao longo dos pontos amostrais durante a estação chuvosa

PONTOS	PADRÕES DE DESGASTE				
	Natural	Abrasada	Dissolvida	Quebrada	Mista
CI1	41,48936	17,02128	3,191489	38,29787	
CI3	4,545455	86,36364		9,090909	
CI4	28,57143	50	4,761905		14,28571
CI6		27,27273	36,36364	9,090909	18,18182
CI8	100				
CI9	20	62,22222	8,888889	2,222222	6,666667
CI10	28,40237	56,21302	5,325444	7,692308	4,142012
CI11	35,9375	56,25	4,6875	3,125	
CI12	66,66667	16,66667			
CI13	25	25	25	25	
CI15		50	50		

Tabela 14. Valores dos padrões de coloração nas testas durante as estações seca e chuvosa

Coloração das testas	Estação seca		Estação chuvosa	
	FA	%	FA	%
Branco	827	73,06	198	42,86
Amarelo	269	23,76	228	49,35
Marrom	18	1,59	17	3,68
Preto	13	1,15	13	2,81
Mosqueado	5	0,44	6	1,30

Tabela 15. Valores dos padrões de desgaste das testas durante a estação seca

Padrão de desgaste	Estação seca		Estação chuvosa	
	FA	%	FA	%
Natural	372	33,21	138	29,74
Abrasada	502	44,82	223	48,06
Dissolvida	129	11,51	29	6,25
Quebrada	96	8,57	56	12,07
Mista	21	1,87	18	3,88

Tabela 16. Índices ecológicos para dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa

Canal: Estação seca					
Amostra	Nº de Espécies	Nº de testas	Riqueza (Margalef)	Equitatividade (Pielou)	Diversidade
	Riqueza				
CV1	6	144	1,006	0,5359	0,9602
CV2	3	42	0,5351	0,7248	0,7963
CV3	5	172	0,7771	0,1671	0,2689
CV4	6	31	1,456	0,643	1,152
CV5	6	208	0,9368	0,5057	0,9061
CV6	1	1	****	****	0
CV7	5	163	0,7853	0,4772	0,7681
CV8	5	23	1,276	0,6334	1,019
CV9	2	7	0,5139	0,5917	0,4101
CV10	2	30	0,294	0,9871	0,6842
CV11	6	262	0,8979	0,5732	1,027
CV12	3	27	0,6068	0,8059	0,8854
CV13	0	0	****	****	0
CV14	0	0	****	****	0
CV15	1	4	0	****	0
CV16	0	0	****	****	0
CV17	1	1	****	****	0
CV18	4	6	1,674	0,9591	1,33
Canal: Estação chuvosa					
Amostra	Nº de Espécies	Nº de testas	Riqueza (Margalef)	Equitatividade (Pielou)	Diversidade
	Riqueza				
CI1	4	94	0,6603	0,4422	0,6131
CI2	0	0	****	****	0
CI3	3	22	0,647	0,8342	0,9165
CI4	6	42	1,338	0,4607	0,8254
CI5	0	0	****	****	0
CI6	2	11	0,417	0,4395	0,3046
CI7	0	0	****	****	0
CI8	1	1	****	****	0
CI9	6	45	1,313	0,3693	0,6617
CI10	8	172	1,36	0,4728	0,9831
CI11	4	64	0,7213	0,2155	0,2988
CI12	2	6	0,5581	0,65	0,4506
CI13	2	4	0,7213	0,8113	0,5623
CI14	0	0	****	****	0
CI15	3	4	1,443	0,9464	1,04
CI16	0	0	****	****	0
CI17	0	0	****	****	0
CI18	0	0	****	****	0

Tabela 17. Variáveis físico-químicas (Temperatura; Salinidade e Oxigênio dissolvido) ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa

Ponto	TEMPERATURA (°C)		SALINIDADE (ups)		OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	
	Estação seca	Estação chuvosa	Estação seca	Estação chuvosa	Estação seca	Estação chuvosa
P1	28,8	24,83	31,1	30,4	8,6	5,72
P2	28,9	24,86	30,5	29,9	8,7	5,66
P3	29,4	24,69	30,9	22,3	8,7	8,71
P4	29,5	25,04	30,4	30,4	8,8	9,06
P5	29,1	25,58	30,8	27,3	8,9	8,71
P6	29,7	25,69	30,6	26,9	9,1	9,06
P7	29	25,1	30,7	25	9	9,54
P8	29	25,6	30,6	28,3	8,9	9,61
P9	29,1	25,5	30,1	28,5	8,9	4,75
P10	29,1	25,57	29,4	28,3	8,8	9,11
P11	29,6	25,93	29	27,1	9	6,59
P12	30,4	25,99	25,3	22,3	9,8	9,47
P13	30,8	26,05	13,5	11,5	10,1	5,41
P14	30,3	25,79	8,2	6,5	9,8	9,79
P15	28,5	25,45	2,1	1,8	11,2	10,54
P16	27,9	25,06	0,4	0,5	11,9	11,23
P17	27	25,16	0,2	0,2	12,2	9,74
P18	26,6	25,08	0,2	0,2	12,1	10,2

Tabela 18. Distribuição das frações granulométricas ao longo dos pontos amostrais durante as estações seca e chuvosa

PONTOS	Estação seca				PONTOS	Estação chuvosa			
	% frações granulométricas					% frações granulométricas			
	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Lama		Areia grossa	Areia média	Areia fina	Lama
CV1	22,53	75,63	1,84		CI1				100,00
CV2	71,17	14,96	13,71	0,16	CI2	9,99	44,64	44,48	0,89
CV3				100,00	CI3				100,00
CV4	24,13	41,11	34,13	0,63	CI4	17,70	74,47	7,32	0,52
CV5	21,66	43,26	34,00	1,09	CI5	0,77	34,51	64,36	0,36
CV6	10,18	55,79	33,83	0,20	CI6	62,76	16,95	19,66	0,63
CV7	23,82	71,97	4,18	0,03	CI7	3,19	64,53	32,26	0,01
CV8	45,77	46,51	7,45	0,27	CI8	10,27	53,83	35,57	0,33
CV9	7,22	80,74	11,98	0,06	CI9				100,00
CV10	27,62	69,04	3,24	0,10	CI10	13,59	69,26	17,07	0,08
CV11	28,97	66,67	4,36		CI11	46,67	46,60	6,71	0,02
CV12	38,31	59,32	2,33	0,04	CI12	40,46	57,58	1,95	
CV13	9,29	90,35	0,36		CI13	14,22	85,49	0,29	
CV14	4,18	94,71	1,12		CI14	***	***	***	***
CV15	5,24	90,39	4,30	0,07	CI15	***	***	***	***
CV16	16,60	73,83	9,42	0,15	CI16	22,31	74,84	2,80	0,05
CV17	41,61	56,59	1,69	0,11	CI17	62,92	33,65	3,31	0,12
CV18	44,79	52,99	2,04	0,18	CI18				100,00

(***) Não houve amostra suficiente para esta análise

Tabela 19. Distribuição dos pontos amostrais em função das suas respectivas salinidades ao longo do estuário do rio Paraguaçu.

Classificação	Estação seca	Estação chuvosa
Zona euhalina salinidade de 30 a 35 ‰	CV1, CV2, CV3, CV4, CV5, CV6, CV7 e CV8	CI1, CI2 e CI4
Zona polihalina Seção inferior: Salinidade de 25 a 30 ‰	CV9, CV10, CV11 e CV12	CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10 e CI11
Zona polihalina Seção média: Salinidade de 18 a 25 ‰		CI3, CI12
Zona mesohalina salinidade de 5 a 18 ‰	CV13 e CV14	CI13 e CI14
Zona oligohalina salinidade de 0,5 a 5 ‰	CV15 e CV16	CI15 e CI16
Zona limnética salinidade inferior a 0,5 ‰	CV17 e CV18	CI17 e CI18

Quadro 1. Trabalhos de monitoramento de estuários considerando a fauna de foraminíferos

Ano	Autoria	Local	Trabalho
1997	Machado	BA	Foraminíferos piritizados da Baía de Iguape, Bahia
1997	Anjos <i>et al.</i>	BA	Distribuição de foraminíferos e transporte resultante de sedimento no estuário de Cacha Pregó, Ilha de Itaparica (BA).
1998	Anjos <i>et al.</i>	BA	Distribuição espacial de foraminíferos e sua utilização como traçadores de transporte de sedimento no estuário de Cacha Pregó, ilha de Itaparica (BA)
1999	Carvalho; Machado e Lessa	BA	Foraminifera fauna in the estuarine sediments of Iguape Bay, Bahia, Brazil
1999	Anjos <i>et al.</i>	BA	Os sedimentos e a baixa fauna de foraminíferos no baixo curso do Rio de Contas (BA)
2000	Anjos <i>et al.</i>	BA	Varição sazonal na fauna de foraminíferos do baixo curso do Rio de Contas (BA)
2001	Anjos <i>et al.</i>	BA	Utilização de foraminíferos bentônicos com indicadores transporte de sedimentos: o caso do estuário de Cacha-Pregó
2006	Anjos <i>et al.</i>	BA	Foraminíferos Bentônicos do Estuário de Cacha-Pregó Ilha de Itaparica, Bahia, Brasil
2006	Machado <i>et al.</i>	BA	Foraminiferal assemblage from estuarine deposits of the Iguape Bay, Bahia Brazil
2006	Burone <i>et al.</i>	BA	Benthic foraminiferal assemblages and morphological abnormalities in the Subaé estuarine system, Bahia – Brazil
2010	Gomes	BA	Caracterização da fauna de foraminíferos da zona euhalina do estuário do rio Jacuípe - Camaçari-Bahia
2002	Parizzoto <i>et al.</i>	SC	Caracterização da zona estuarina do rio Biguaçu (SC) utilizando parâmetros físicos e químicos da água associados a foraminíferos e Tecamebas bentônicos
2006	Eichler <i>et al.</i>	SC	Avaliação da Saúde Ecológica do Sistema Estuarino de Laguna (SC) Baseado nas Espécies de Foraminíferos e Tecamebas
2007	Laut <i>et al.</i>	SC	Foraminíferos e atividade bacteriana aplicados no diagnóstico ambiental do estuário do rio Itacorubí, Florianópolis, SC
2005	Barbosa	PR	Foraminíferos de estuário no Paraná, Brasil.
1999	Bonetti, <i>et al.</i>	SP	Estuarine benthic foraminifers resistant to organic persistent and heavy metal pollution

1999a	Duleba, Debenay e Eichler	SP	Circulação hidrodinâmica dos estuários da estação ecológica Juréia-Itatins, inferida a partir das associações de foraminíferos e tecamebas
1999b	Duleba, Debenay e Eichler	SP	Foraminíferos e tecamebas como bioindicadores da circulação hidrodinâmica do estuário do rio Verde e do lago Itacolomi, estação ecológica Juréia Itatins, Brasil
2003	Barcellos <i>et al.</i>	SP	Caracterização ambiental e comparação entre as desembocaduras de Icapara e Cananéia, sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape Estado de São Paulo, Brasil
2003	Duleba e Debenay	SP	Hydrodynamic circulation in the estuaries of estação ecológica Juréia-Itatins, Brazil, inferred from foraminifera and thecamoebian assemblages
2003	Eichler, Eichler e Rodrigues	SP	Comparação das associações de foraminíferos dos canais estuarinos Crumaú e Acari, no canal de Bertioga, SP
2003	Rodrigues, Andrade e Eichler	SP	Foraminíferos bentônicos recentes no canal estuarino Acari (Guarujá, SP)
2003	Rodrigues, Eichler e Eichler	SP	Monitoramento mensal dos foraminíferos vivos na desembocadura sul do canal de Bertioga (SP, Brasil)
2003	Rodrigues, Eichler e Eichler	SP	Utilização de foraminíferos no monitoramento do canal de Bertioga (SP, Brasil)
2005	Laut <i>et al</i>	AP	Levantamento das espécies de foraminíferos e tecamebas do estuário do rio Araguari, Amapá – Brasil

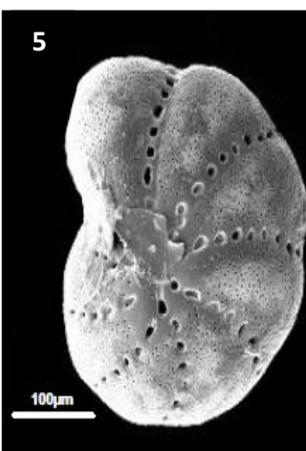
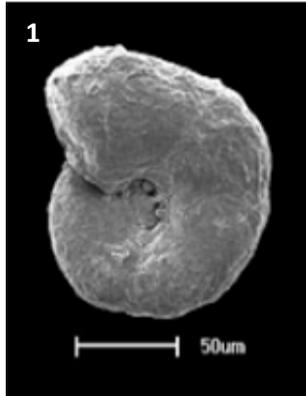
ANEXO 2

ESTAMPA 1

1. *Trochammina inflata*
2. *Quinqueloculina lamarckiana*
3. *Quinqueloculina jugosa*
4. *Pyrgo buloides*
5. *Criboelphidium poeyamum*
6. *Arenoparella mexicana*

ESTAMPA 1

NEVES, 2012.

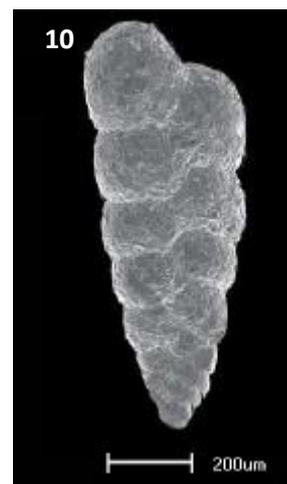
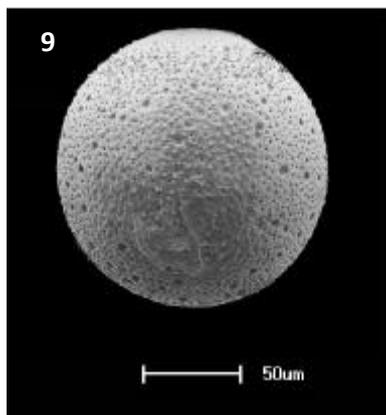


ESTAMPA 2

7. *Brizalina striatula*
8. *Ammoniabeccarii*
9. *Oorbulina universa*
10. *Textularia earlandi*

ESTAMPA 2

NEVES, 2012



ANEXO 3

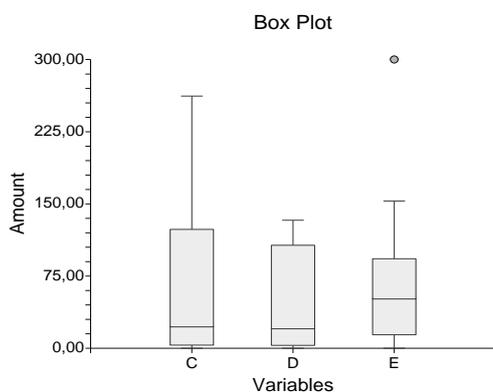
Analysis of Variance Report

Page/Date/Time 1 27/02/2013 06:31:38
 Database C:\Users\Simone\Documents\Pe ... es Estatísticas\Verão CDE.S0
 Response C,D,E

Tests of Assumptions Section

Assumption	Test Value	Prob Level	Decision (0,05)
Skewness Normality of Residuals	3,6604	0,000252	Reject
Kurtosis Normality of Residuals	2,1149	0,034437	Reject
Omnibus Normality of Residuals	17,8717	0,000132	Reject
Modified-Levene Equal-Variance Test	0,2714	0,763569	Accept

Box Plot Section



Expected Mean Squares Section

Source	Term	DF	Term Fixed?	Denominator Term	Expected Mean Square
A (...)		2	Yes	S(A)	S+sA
S(A)		45	No		S(A)

Note: Expected Mean Squares are for the balanced cell-frequency case.

Analysis of Variance Table

Source	Term	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power
(Alpha=0,05)							
A (...)		2	4889,072	2444,536	0,46	0,631751	
S(A)		45	237088,2	5268,626			
Total (Adjusted)		47	241977,3				
Total		48					

* Term significant at alpha = 0,05

Analysis of Variance Report

Page/Date/Time 2 27/02/2013 06:31:38
 Database C:\Users\Simone\Documents\Pe ... es Estatísticas\Verão CDE.S0
 Response C,D,E

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

Ho: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	DF	Chi-Square (H)	Prob Level	
Not Corrected for Ties	2	1,325893	0,515331	Accept Ho
Corrected for Ties	2	1,328055	0,514774	Accept Ho
Number Sets of Ties	5			
Multiplicity Factor	180			

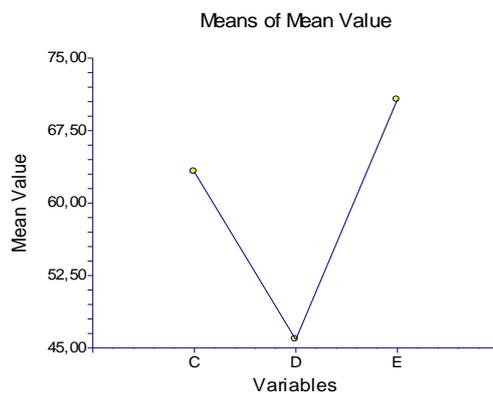
Group Detail

Group	Count	Sum of Ranks	Mean Rank	Z-Value	Median
C	18	427,50	23,75	-0,2875	23
D	15	331,50	22,10	-0,8007	21
E	15	417,00	27,80	1,1010	52

Means and Effects Section

Term	Count	Mean	Standard Error	Effect
All	48	60,125		59,91852
A:				
C	18	63,22222	17,10852	3,303704
D	15	45,86666	18,74144	-14,05185
E	15	70,66666	18,74144	10,74815

Plots of Means Section



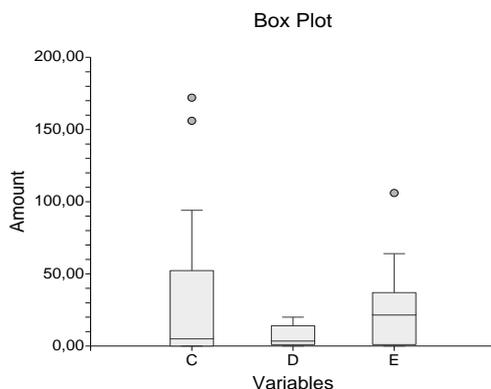
Analysis of Variance Report

Page/Date/Time 1 27/02/2013 06:30:43
 Database C:\Users\Simone\Documents\Pe ... ises Estatísticas\Inverno.S0
 Response C,D,E

Tests of Assumptions Section

Assumption	Test Value	Prob Level	Decision (0,05)
Skewness Normality of Residuals	4,6139	0,000004	Reject
Kurtosis Normality of Residuals	3,4636	0,000533	Reject
Omnibus Normality of Residuals	33,2843	0,000000	Reject
Modified-Levene Equal-Variance Test	2,7028	0,077897	Accept

Box Plot Section



Expected Mean Squares Section

Source	Term	DF	Term Fixed?	Denominator Term	Expected Mean Square
A (...)		2	Yes	S(A)	S+sA
S(A)		45	No		S(A)

Note: Expected Mean Squares are for the balanced cell-frequency case.

Analysis of Variance Table

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power
A (...)	2	6314,535	3157,267	2,19	0,123776	
S(A)	45	64894,45	1442,099			
Total (Adjusted)	47	71208,98				
Total	48					

* Term significant at alpha = 0,05

Analysis of Variance Report

Page/Date/Time 2 27/02/2013 06:30:43
 Database C:\Users\Simone\Documents\Pe ... ises Estatísticas\Inverno.S0
 Response C,D,E

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

Ho: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	DF	Chi-Square (H)	Prob Level	
Not Corrected for Ties	2	2,485714	0,288559	Accept Ho
Corrected for Ties	2	2,515064	0,284355	Accept Ho
Number Sets of Ties	8			
Multiplicity Factor	1290			

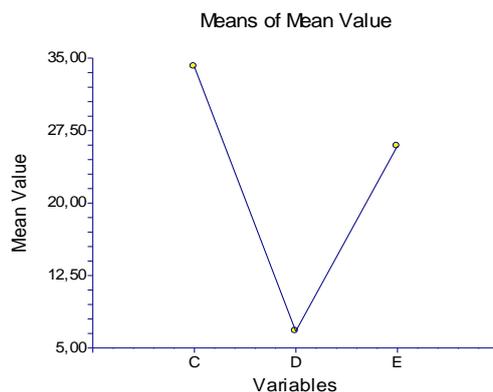
Group Detail

Group	Count	Sum of Ranks	Mean Rank	Z-Value	Median
C	18	432,00	24,00	-0,1917	5,5
D	15	312,00	20,80	-1,2345	4
E	15	432,00	28,80	1,4347	22

Means and Effects Section

Term	Count	Mean	Standard Error	Effect
All	48	22,97917		22,23704
A:				
C	18	34,11111	8,950788	11,87407
D	15	6,733333	9,805097	-15,5037
E	15	25,86667	9,805097	3,62963

Plots of Means Section



PCA**Estação seca**

Principal Component Analysis

Data worksheet

Name: Data6

Data type: Environmental

Sample selection: All

Variable selection: All

Eigenvalues

PC	Eigenvalues	%Variation	Cum.%Variation
1	3,07	38,4	38,4
2	1,67	20,9	59,3

Eigenvectors

(Coefficients in the linear combinations of variables making up PC's)

Variable	PC1	PC2
Temp	0,325	-0,514
Sal	0,533	-0,014
OD	-0,529	0,14
Agr	-0,043	0,55
Amed	-0,302	-0,602
Afina	0,222	0,025
Lama	0,243	0,2
Testas	0,36	0,1

PCA**Estação chuvosa**

Principal Component Analysis

Data worksheet

Name: Data7

Data type: Environmental

Sample selection: All

Variable selection: All

Eigenvalues

PC	Eigenvalues	%Variation	Cum.%Variation
1	2,34	29,3	29,3
2	1,95	24,4	53,7

Eigenvectors

(Coefficients in the linear combinations of variables making up PC's)

Variable	PC1	PC2
Temp	0,374	-0,073
Sal	-0,043	-0,657
OD	0,223	0,478
Agr	0,383	0,062
Amed	0,466	-0,222
Afina	0,216	-0,342
Lama	-0,613	0,022
Testas	-0,148	-0,404