



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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUÁRIOS DOS RIOS SOROJÓ E  
MARAÚ, BAÍA DE CAMAMU: RELAÇÃO ENTRE A  
DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS RECENTES E OS  
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E  
SEDIMENTOLÓGICOS**

**RUTH SOUZA DOS SANTOS ROCHA**

SALVADOR

2016

**CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUÁRIOS DOS RIOS SOROJÓ E  
MARAÚ, BAÍA DE CAMAMU: RELAÇÃO ENTRE A  
DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS RECENTES E OS  
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E  
SEDIMENTOLÓGICOS**

**Ruth Souza dos Santos Rocha**

*Orientadora: Profª Altair de Jesus Machado*

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Geologia, Área de Concentração: Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar.

SALVADOR

2016

Ficha catalográfica elaborada pela  
Biblioteca do Instituto de Geociências - UFBA

R672 Rocha, Ruth Souza dos Santos  
Caracterização dos estuários dos rios Sorojó e Maraú, Baía de Camamu: Relação entre a distribuição de foraminíferos recentes e os parâmetros físico-químicos e sedimentológicos / Ruth Souza dos Santos Rocha.- Salvador, 2016.  
96 f. : il. Color.

Orientador: Prof. Dra. Altair de Jesus Machado  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia.  
Instituto de Geociências, 2016.

1. Sedimentologia. 2. Estuários. 3. Foraminífero. I. Machado, Altair Jesus. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDU: 551.3.053(813.8)

**RUTH SOUZA DOS SANTOS ROCHA**

**CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUÁRIOS DOS RIOS SOROJÓ E  
MARAÚ, BAÍA DE CAMAMU: RELAÇÃO ENTRE A  
DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS RECENTES E OS  
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E  
SEDIMENTOLÓGICOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Geologia, Área de Concentração: Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar em: 16/06/2016

**DISSERTAÇÃO APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof<sup>ª</sup> Dra. Altair de Jesus Machado**  
**Orientadora – IGEO/UFBA**

---

**Prof<sup>º</sup>. Dr. Augusto Minervino Netto**  
**Examinador Interno - IGEO/UFBA**

*Helisângela Acris Borges de Araújo*

---

**Prof<sup>ª</sup> Dra. Helisângela Acris Borges**  
**Examinador Externo – FTC**

Salvador – BA  
2016

## **AGRADECIMENTOS**

Esse trabalho sintetiza o esforço e colaboração de todos que o fizeram viável, diante disso registro aqui os meus singelos agradecimentos:

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, ao Laboratório de Estudos Costeiros e ao Grupo de Estudos de Foraminíferos- GEF, ambos do Instituto de Geociências da UFBA e ao Centro Universitário Jorge Amado, por disponibilizar os equipamentos sem os quais não seria possível realizar os estudos.

À Coordenação de Auxílio à Pesquisa de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa concedida, e à FAPESB por disponibilizar recursos financeiros e técnicos que viabilizaram todas as etapas desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geologia.

À Profa. Dra. Altair de Jesus Machado pela orientação,

À Profa. Dra. Simone Souza de Moraes, pela orientação, sugestões, correções e competência ímpar no que faz.

À Profa. Dra. Helisângela Acris Borges pela ajuda na identificação de algumas espécies e sugestões.

À Profa. Msc. Maili Campos pelas sugestões e esclarecimentos nas análises estatísticas.

Aos alunos da iniciação científica e pesquisadores do GEF que contribuíram de alguma maneira na produção do trabalho: Diógenes Gomes, Cleiton Rafael Soares, Caroline Lima, Nailson Alves, Gabriele Augusta, Marcus Peralva, Isabel Honorata.

Aos meus pais Antônio Augusto dos Santos e Judite Souza dos Santos, pelo incentivo, paciência e compreensão durante essa jornada.

Ao meu esposo Cantidio Pereira Rocha, pelo apoio incondicional.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os estuários Sorojó e Maráu (Baía de Camamu, Bahia) a partir da relação entre a distribuição de foraminíferos recentes e os parâmetros físico-químicos e sedimentológicos. Foram coletadas amostras de sedimento superficial de fundo nos meses de abril (estação chuvosa) e outubro (estação seca) de 2013, utilizando-se um buscador do tipo Van Veen. No momento da coleta, foram aferidos os parâmetros físico-químicos, com o auxílio de uma sonda multiparamétrica. As amostras foram acondicionadas em potes plásticos com tampa, sendo a elas adicionado o corante rosa de bengala para identificação dos indivíduos vivos no momento da coleta, e mantidas refrigeradas até o seu processamento. Foram identificados 1570 espécimes, (313 na estação chuvosa e 1257 espécimes na estação seca) do estuário Sorojó, onde as espécies principais que compuseram a fauna das estações chuvosa e seca foram: *Ammonia beccarii* (53,99%) e *Bolivina dottiana* (7,03%); *Criboelphidium poeyanum* (21,96%), *Ammonia beccarii* (21,16%), *Nonionoides grateloupii* (5,97%), *Cibicides spB* (5,81%). A fração granulométrica areia fina, predominou em ambas as estações sugerindo condições de baixa energia hidrodinâmica, observando-se o domínio de formas hialinas recentes (testas brancas), seguidas por testas que foram exumadas (espécies coloridas e/ou desgastadas), impregnadas por matéria orgânica e/ou grânulos de pirita, sendo a maioria típica de ambiente marinho que adentram o canal estuarino provavelmente por suspensão pelas corrente de maré. No estuário Maráu, foram identificados 431 espécimes de foraminíferos (68 na estação chuvosa e 363 na estação seca), onde as espécies principais que compuseram a fauna das estações chuvosa e seca foram: *Quinqueloculina lamarckiana* (39,71%), *Ammonia beccarii* (16,18%) e *Amphistegina lessonii* (7,35%), enquanto, que *Ammonia beccarii* (44,35%), *Criboelphidium poeyanum* (8,26%), *Trochamina inflata* (6,61%) e *Bolivina translucens* (5,23%). Areia fina foi a fração mais abundante na estação chuvosa, predominando em 50% das amostras, principalmente nas estações à jusante. Na estação seca, as frações finas predominaram na maioria dos pontos, no entanto, houve o domínio de areia grossa nas estações à montante. Em ambas as estações (chuvosa e seca), dos respectivos estuários (Sorojó e Maráu), não houve variações sazonais significativas de nenhum dos parâmetros analisados, mas o aumento da pluviosidade resultou no acréscimo da energia hidrodinâmica, temperatura, teor de oxigênio dissolvido e Eh durante a estação chuvosa, restringindo os foraminíferos aos locais de sedimento fino. Já no período seco, as correntes marinhas ocasionaram o aumento dos valores de salinidade, carbonato e pH e também o transporte de *Nonionoides grateloupii* e *Cibicides sp* (Sorojó) e *Nonionoides grateloupii*, *Quinqueloculina lamarckiana* e *Quinqueloculina polygona* (Maráu) para dentro dos estuários, mas a redução da energia hidrodinâmica e o estabelecimento de um ambiente redutor favoreceram a instalação das espécies oportunistas *Ammonia beccarii* e *Criboelphidium poeyanum*.

Palavras-chave: Foraminíferos. Bentônicos. Baía de Camamu. Sorojó. Maráu. Estuários.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the estuaries Sorojó and Maraú (Camamu Bay, Bahia) from the relationship between the distribution of recent foraminifera and the physical, chemical and sedimentological parameters. Samples of surface sediment fund were collected in April (rainy season) and October (dry season) 2013, using a search engine type Van Veen. At the time of collection, they were measured the physical and chemical parameters, with the aid of a multiparameter probe. The samples were placed in plastic pots with lids, and they added the pink dye stick for identification of individuals alive at the time of collection, and kept refrigerated until processing. They identified 1570 specimens (313 in the rainy season and the dry season in 1257 specimens) of Sorojó estuary, where the main species that were part of the fauna of the rainy and dry seasons were: *Ammonia beccarii* (53,99%) and *Bolivina dottiana* (7,03%); *Criboelphidium poeyanum* (21,96%), *Ammonia beccarii* (21,16%), *Nonionoides grateloupii* (5,97%), *Cibicides spB* (5,81%). The grain size fine sand fraction was predominant in both seasons suggesting conditions of low hydrodynamic energy, observing the domain of recent hyaline forms (white foreheads), followed by foreheads that were exhumed (colored species and / or worn), impregnated by subject organic and / or pyrite granules, being the most typical marine environment that enter the estuarine channel probably hanging by tidal current. The estuary Maraú, were identified 431 species of foraminifera (68 in the rainy season and 363 in the dry season), where the main species that were part of the fauna of the rainy and dry seasons out: *Quinqueloculina lamarckiana* (39,71%), *Ammonia beccarii* (16,18%) and *Amphistegina lessonii* (7,35%), while that *Ammonia beccarii* (44,35%), *Criboelphidium poeyanum* (8,26%), *Trochamina inflata* (6,61%) and *Bolivina translucens* (5,23 %). Fine sand was the most abundant fraction in the rainy season, prevailing in 50% of samples, particularly in downstream plants. In the dry season, the fine fraction predominant in most points, however, there was a coarse sand area in the upstream stations. In both seasons (wet and dry) of their estuaries (Sorojó and Maraú), there were no significant seasonal variations in any of the analyzed parameters, but increased rainfall resulted in hydrodynamics energy addition, temperature, dissolved oxygen content and Eh during the rainy season, restricting foraminifera to fine sediment sites. In the dry season, the sea currents caused the increase in salinity, carbonate and pH and also the transport *Nonionoides grateloupii* and *Cibicides sp* (Sorojó) and *Nonionoides grateloupii*, *Quinqueloculina lamarckiana* and *Quinqueloculina polygona* (Maraú) into the estuaries, but reducing hydrodynamic energy and establishment of a reducing environment favored the installation of opportunistic species *Ammonia beccarii* and *Criboelphidium poeyanum*.

Keywords: Foraminifera. Benthic. Camamu Bay. Sorojó. Maraú. Estuaries.

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 2 – ARTIGO 1 - CARACTERIZAÇÃO DO ESTUÁRIOS DO RIO SOROJÓ, BAÍA DE CAMAMU: RELAÇÃO ENTRE A DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS RECENTES E OS PARÂMTEROS FÍSICO-QUÍMICOS E SEDIMENTOLÓGICOS .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 3 – ARTIGO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO ESTUÁRIO DOS RIO MARAÚ, BAÍA DE CAMAMU, COM BASE NA ANÁLISE DE PARÂMTEROS FÍSICO-QUÍMICOS E DA DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS RECENTE .</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE A – JUSTIFICATIVA DA PARTICIPAÇÃO DOS AUTORES.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE B-TABELAS COM DADOS DO CANAL ESTUARINO SOROJÓ .....</b>	<b>55</b>
Tabela B1- Parâmetros físico-químicos e coordenadas geográficas aferidos nas estações amostrais do canal estuarino do rio Sorojó, nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013) .....	55
Tabela B2- Frequência relativa das frações granulométricas e grau de selecionamento do sedimento superficial do canal estuarino do rio Sorojó nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013) .....	56
Tabela B3- Frequência dos teores de carbonato e siliciclastos no canal estuarino do rio Sorojó nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013) .....	57
Tabela B4- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Sorojó na estação chuvosa (abril 2013) .....	58
Tabela B5- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Sorojó na estação seca (outubro 2013) .....	59
Tabela B6- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Sorojó segundo a coloração em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....	62
Tabela B7- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Sorojó segundo o tipo de desgaste em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....	63
Tabela B8- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Sorojó segundo o tipo de testa em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....	64
Tabela B9- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos vivos e mortos no canal estuarino do rio Sorojó em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....	65



Tabela B10- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos piritizados no canal estuarino do rio Sorojó em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....65

**APÊNDICE C-TABELAS COM DADOS DO CANAL ESTUARINO MARAÚ .....66**

Tabela C1- Parâmetros físico-químicos e coordenadas geográficas aferidos nas estações amostrais do canal estuarino do rio Maraú, nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013) .....66

Tabela C2- Frequência relativa das frações granulométricas e grau de selecionamento do sedimento superficial do canal estuarino do rio Maraú nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013) .....67

Tabela C3- Frequência dos teores de carbonato e siliciclastos no canal estuarino do rio Maraú nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013) .....68

Tabela C4- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Maraú na estação chuvosa (abril 2013) .....69

Tabela C5- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Maraú na estação seca (outubro 2013) .....70

Tabela C6- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Maraú segundo a coloração em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....72

Tabela C7- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Maraú segundo o tipo de desgaste em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....73

Tabela C8- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Maraú segundo o tipo de testa em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....74

Tabela C9- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos vivos e mortos no canal estuarino do rio Maraú em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....75

Tabela C10- Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos piritizados no canal estuarino do rio Maraú em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca) .....75

**APÊNDICE D – ESTUÁRIOS E BAÍAS .....76**

**APÊNDICE E- ÁREA DE ESTUDO.....79**

**APÊNDICE F – ASPECTOS METODOLÓGICOS.....84**

**ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA: BRAZILIAN JOURNAL  
OF GEOLOGY .....89**

**ANEXO B – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA: GEOLOGIA USP – SÉRIE  
CIENTÍFICA .....94**

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO GERAL

---

As zonas costeiras são um espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra que, segundo a lei de instituição do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro do Brasil (1988), representam um importante conjunto de recursos para a população que vive junto à costa. Estas regiões estão localizadas nas zonas intertropicais e subtropicais, em termos de latitude, estendem-se desde os 4°30' N até os 33°44' S (COUTINHO, 1996).

Os sistemas estuarinos são ambientes costeiros de vida efêmera no tempo geológico, derivados do afogamento da linha de costa em função da elevação do nível do mar. Portanto, são feições bastante dinâmicas no tempo e no espaço, sendo responsáveis pelo equilíbrio dos fatores físico-químicos e biológicos entre a bacia hidrográfica e a zona costeira (MIRANDA *et al.*, 2002; BURTON *et al.*, 2005).

Além destes, são também importantes as baías costeiras, as quais constituem um tipo particular de estuário com morfologia condicionada por processo de subsidência e tectonismo (KJERFVE, 1994). No entanto, as baías são normalmente maiores que os estuários típicos e abrigam vários subsistemas estuarinos na saída dos cursos fluviais afluentes (PRITCHARD, 1952).

Vale ressaltar ainda que a origem dos sedimentos que chegam à região estuarina é variada, englobando desde a bacia de drenagem, até os sedimentos oriundos da atividade biológica enquanto que, a natureza das fácies sedimentares será controlada pela quantidade dos sedimentos disponíveis, pela interação dos processos hidrodinâmicos e pela geomorfologia do fundo (NETO *et al.*, 2004).

Na costa brasileira, devido à queda do nível do médio do mar no Holoceno, os estuários ainda existentes apresentam bacias de sedimentação de dimensões reduzidas, porém há algumas baías que possuem uma drenagem fluvial relativamente pequena, porém apresentam um forte controle tectônico, que resulta num grande espaço de acomodação, o que permite que grandes estuários ainda existam (MIRANDA *et al.*, 2002). Esta é a situação da Baía de Camamu que dista 335 Km de Salvador e forma um complexo e raso sistema fisiográfico que recebe a contribuição de muitos tributários, mas principalmente dos rios Serinhaém, Sorojó e Maraú.

Esta baía se destaca por sua beleza cênica e importância ecológica devido aos seus diversos ecossistemas costeiros (AMORIM, 2005), mas, com a expansão populacional, grande parte de sua área de drenagem vem sendo utilizada para a implantação de condomínios, projetos de carcinicultura, exploração de minérios, petróleo e gás natural na Bacia Camamu-Almada, além da agricultura de subsistência e pesca artesanal (OLIVEIRA, *et al.*, 2009).

Neste contexto, o uso de foraminíferos, principalmente os bentônicos, em programas de diagnóstico, de monitoramento e de manejo de estuários e baías têm se tornado cada vez mais necessário (LAUT *et al.*, 2007). Estes organismos são importantes indicadores de parâmetros ambientais, pois a forma e composição de suas testas, seu curto ciclo de vida e especificidades ecológicas, permitem a sua utilização na detecção de padrões de circulação hidrodinâmica, distribuição de salinidade e processos sedimentares que atuam nestes ambientes (COCCIONI, 2000; DEBENAY *et al.*, 2000; SCOTT *et al.*, 2001).

Assim, o presente trabalho visa caracterizar a Baía de Camamu a partir de dados ecológicos e tafonômicos dos foraminíferos recentes, buscando descrever a relação destes aspectos com os condicionantes ambientais. Em termos específicos, propõe-se: a) mensurar fatores físico-químicos e sedimentológicos; b) identificar a composição faunística, distribuição espacial e características tafonômicas das testas dos foraminíferos e compará-los aos dados abióticos.

Os resultados apresentados nesta dissertação compõem o Banco de Dados Geográficos da Baía de Camamu (BDGBC) do Projeto “Monitoramento Ambiental Integrado da Baía de Camamu” (FAPESB Edital 009/2012; Pedido N° 1356/2012), coordenado pela Profª Dra. Simone Souza de Moraes, e serão submetidos às revistas: *Brazilian Journal of Geology*, *Pesquisa em Geociências* e *Geologia USP- Série Científica*.

#### Referências:

Amorim F.N. 2005. Caracterização oceanográfica da Baía de Camamu e adjacências e mapeamento das áreas de risco a derrames de óleo. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 170 p.

Brasil lei nº 7.661, 16 de maio de 1988. Art. 2º, Instituição do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/03/leis/17661.htm>>. Acesso em novembro de 2015.

Burton E.D., Phillips, I.R., Hawker D.W. 2005. Trace metal distribution and enrichment in benthic, estuarine sediments: Southport Broadwater, Australia. *Environmental Geochemistry and Health*, vol. 27, no. 5-6, p. 369 – 383.

Coccioni R. 2000. Benthic foraminífera as bioindicators of heavy metal pollution: a case study from the Goro Lagoon (Italy). In: R.E. Martin. (ed). *Environmental micropaleontology. The application of microfossils to environmental geology*. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers. Pp. 71-104.

Coutinho P.N. (coord.) 1996. Oceanografia Geológica. Programa REVIZEE: Levantamento do Estado da Arte da Pesquisa dos Recursos Vivos Marinhos do Brasil. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/sqa/projeto/revizee/capa/menu.html>>. Acessado em novembro de 2015.

Debenay J.P., Guillou J.J., Redois F., Geslin E. 2000. 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, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 40-70.

Neto J.A.B., Ponzi V.R.A., Sichel S.E. 2004. *Introdução à Geologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência.

Kjerfve B. (1994) Coastal lagoon processes. In: B. Kjerfve (Ed.). *Coastal Lagoon Processes*. Elsevier Oceanographic Series, p 1-7.

Laut L.L.M. 2007. Foraminíferos e Tecamebas como indicadores ambientais em estuários tropicais - Brasil, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense, 322p.

Miranda, L.B., Castro, B.M.: Kjerfve, B. *Princípios de oceanografia física de estuários*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

Oliveira O.M.C., Cruz M.J.M., Queiroz A.F.S. 2009. Comportamento Geoquímico de Metais em Manguezal da Baía de Camamu – Bahia. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 13:1-8.

Pritchard D.W. 1952. Estuarine Hydrography. In: *Advances in Geophysics*, Vol 1, Academic press, New York, pp.: 243-280.

Scott D.B.; Medioli, F.D.; Schafer, C.T. 2001. *Monitoring in coastal environments using foraminífera and thecamoebian indicators*. Cambridge, Cambridge University Press. 173p.

## CAPÍTULO 2

**ARTIGO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO ESTUÁRIO DO RIO  
SOROJÓ, BAÍA DE CAMAMU: RELAÇÃO ENTRE A  
DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS RECENTES E OS  
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E  
SEDIMENTOLÓGICOS**

---

**Caracterização do estuário do rio Sorojó a partir de parâmetros abióticos e  
foraminíferos recentes**

Ruth Souza dos Santos Rocha<sup>1,2</sup>, Simone Souza de Moraes<sup>2\*</sup>, Altair de Jesus Machado<sup>1,2</sup>,  
Diógenes Gomes dos Santos<sup>1,2</sup>, Gabriele Augusta Leal Ribeiro<sup>2</sup>, Caroline Lima dos Santos<sup>2</sup>,  
Cleiton Rafael Soares Alves<sup>2</sup>, Nailson Santos Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina, CEP: 40.170-020, Salvador, Bahia, Brasil, Telefone: (71) 99349-3393, *E-mail: ruthestrela@yahoo.com.br, altair@ufba.br, diogenesgomess@gmail.com*

<sup>2</sup>Grupo de Estudos de Foraminíferos, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador (BA), Brazil. *E-mail: smoraes@ufba.br, gabyba3@hotmail.com, clcarolinelima@gmail.com, cleitonsoares@outlook.com, nailson\_alves13@hotmail.com*

\*Corresponding author

**ABSTRACT:** In order to characterize the estuary of Sorojó river based on ecological and taphonomic data of recent foraminifera, trying to describe the relationship of these aspects with environmental conditions, were collected samples of surface sediment and measured physicochemical parameters in April (season rainy) and October (dry season) of 2013. The seasonal variation wasn't significant in any of the analyzed parameters, but increased rainfall resulted in addition of hydrodynamic energy, temperature, dissolved oxygen content and Eh during the rainy season, restricting foraminifera to fine sediment sites. In the dry period, the sea currents caused the increase of salinity, carbonate and pH, and also the transport of *Nonionoides grateloupii* and *Cibicides* sp into the estuary, but the reduction of hydrodynamic energy and establishment of a reducing environment favored the installation of the opportunistic species *Ammonia beccarii* and *Criboelphidium poeyanum*.

**KEYWORDS:** benthic foraminifera, estuary, Camamu Bay.

**RESUMO:** No intuito de caracterizar o estuário do Rio Sorojó a partir de dados ecológicos e tafonômicos dos foraminíferos recentes, buscando descrever a relação destes aspectos com os condicionantes ambientais, foram coletadas amostras de sedimento superficial e mensurados parâmetros físico-químicos nos meses de abril (estação chuvosa) e outubro (período seco) de 2013. Não houve variação sazonal significativa de nenhum dos parâmetros analisados, mas o aumento da pluviosidade resultou no acréscimo da energia hidrodinâmica, temperatura, teor de oxigênio dissolvido e Eh durante a estação chuvosa, restringindo os foraminíferos aos locais de sedimento fino. Já no período seco, as correntes marinhas ocasionaram o aumento dos valores de salinidade, carbonato e pH e também o transporte de *Nonionoides grateloupii* e *Cibicides* sp para dentro do estuário, mas a redução da energia hidrodinâmica e o estabelecimento de um ambiente redutor favoreceram a instalação das espécies oportunistas *Ammonia beccarii* e *Criboelphidium poeyanum*.

**PALAVRAS-CHAVE:** foraminífero bentônico, estuário, Baía de Camamu.

## INTRODUÇÃO

Os foraminíferos são protistas que surgiram no Cambriano e vivem até o recente, cujas associações de espécies são controladas por fatores ambientais, como profundidade, temperatura, salinidade, substrato, oxigênio e nutrientes (Vilela 2000). Desse modo, eles têm sido utilizados para demonstrar: a) correlações importantes entre a presença de metais pesados e a ocorrência de testas anômalas, b) o domínio de espécies oportunistas e c) a variação de tamanho e baixa densidade no estudo de áreas costeiras sujeitas à poluição provocadas pelos lançamentos de efluentes domésticos e industriais (Coccioni 2000). Adicionalmente, alterações na estrutura e aparência das suas testas após a morte (padrões de coloração e desgaste), permitem determinar a direção e a natureza dos processos de transporte do sedimento (Scott *et al.* 2001; Moraes e Machado 2003). Desse modo, estes organismos são considerados excelentes bioindicadores devido à sua alta sensibilidade às mudanças ambientais, grande diversidade taxonômica e ampla distribuição geográfica ao longo dos períodos geológicos (Vilela 2000).

Sistemas estuarinos são ambientes de transição entre o continente e o oceano, onde os rios encontram o mar, resultando na diluição mensurável da água salgada, por isso são feições costeiras bastante dinâmicas no tempo e no espaço, sendo responsáveis pelo equilíbrio dos fatores físico-químicos e biológicos entre a bacia hidrográfica e a zona costeira (Miranda *et al.* 2002, Burton *et al.* 2005). Além disso, do ponto de vista geológico, os estuários funcionam como armadilhas de sedimentos fluviais e marinhos (Perillo 1995), já que atuam como verdadeiros filtros, retendo o sedimento grosso e ejetando parcialmente os finos, de modo que os seus processos sedimentares envolvem ciclos de baixa e alta frequência que variam de segundos a anos, regidos pela ação das marés, ondas, vento, o regime fluvial e a variabilidade climática (Schoelhamer 2002, Uncles 1994).

Assim, o uso de foraminíferos, principalmente os bentônicos, em programas de diagnóstico e de manejo de estuários e baías têm se tornado cada vez mais necessário (Laut *et al.* 2007); por isto, o presente trabalho visa caracterizar o estuário do Rio Sorojó a partir de dados ecológicos e tafonômicos dos foraminíferos recentes, buscando descrever a relação destes aspectos com os condicionantes ambientais naturais ou antrópicos.

## METODOLOGIA

### Área de estudo

A Baía de Camamu localiza-se a 335 Km de Salvador e forma um complexo e raso sistema fisiográfico (área inundável de 383,67 km<sup>2</sup> e 5m de profundidade média -Amorim 2005) que recebe a contribuição de muitos tributários, inclusive o rio Sorojó (Figura 1) cujo estuário apresenta um curso SW-NE a partir da cidade de Camamu, onde a topografia de fundo é bastante irregular, com rochas e bancos arenosos submersos a menos de três metros da superfície e constitui-se num obstáculo para a navegação, pois sua profundidade média é de 3,3 m e máxima de 7 (Hatje et al. 2008). Posteriormente, o rio segue em um canal estreito (176m de largura) até encontrar-se com as fozes dos rios Igrapiúna e Pinaré, constituindo-se no canal central da Baía de Camamu até desaguar no oceano Atlântico. Portanto, em seu trecho estuarino, o rio possui 158,3 km<sup>2</sup> e uma área de drenagem de 573,01 km<sup>2</sup>, sendo que sua descarga média é de 23,32 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> durante a estação seca e de 25,51 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> na chuvosa (Amorim 2005).



Figura 1- Mapa de localização do canal estuarino do rio Sorojó e das estações amostrais.

O clima da região é quente e úmido, com temperatura média anual de 25° C (CEI 1994). A Frente Polar Atlântica, frentes frias que penetram pelo litoral, principalmente durante o outono e inverno, associada aos ventos alísios de sudeste são os responsáveis pelos fortes ventos e pela alta pluviosidade da costa (CRA 1995, Bittencourt *et al.* 2000). Sendo assim, o regime pluviométrico, de acordo com os dados da SUDENE (ANA 2005), apresenta um período seco (agosto a fevereiro) e um chuvoso (março a julho),



sendo que só neste último período a precipitação média é de 1360 mm, enquanto que a precipitação anual média observada é de 2570 mm (Amorim 2005).

As correntes marinhas que adentram a Baía fluem para sudoeste (ventos de NE), no período seco e para N (ventos de SW), durante o período chuvoso (Amorim 2005).

### **Amostragens**

As coletas ocorreram nas estações chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013. Com o auxílio de mapas e GPS, foram definidos dez pontos ao longo do canal estuarino do Rio Sorojó para amostragem de sedimento superficial de fundo e mensuração de dados físico-químicos, porém a existência de afloramentos rochosos inviabilizou a coleta nos pontos 1 e 2, de modo que foram obtidas 16 amostras. Apesar disso, optou-se por manter a identificação original dos pontos a fim de permitir a comparação dos resultados deste trabalho com os demais desenvolvidos no âmbito do projeto Monitoramento Ambiental Integrado da Baía de Camamu (Edital FAPESB 09/2012, Pedido N° 1356/2012).

As amostras de sedimento superficial foram coletadas com o auxílio de um buscador de fundo tipo Van Veen. Além disso, utilizando-se uma garrafa de Van Dorn, foram coletadas amostras de água de fundo para a mensuração de parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, Eh e pH). A profundidade foi medida com o auxílio de um sonar ou ecosonda.

### **Análises do sedimento**

A análise do teor de carbonato foi executada conforme Suguio (1973) e as amostras foram categorizadas em litoclásticas (com teores de carbonato de <30%), lito-bioclásticas (30 – 50%), bio-litoclásticas (50 – 70%), bioclásticas (>70%) (Dias 1996).

As análises do teor de matéria orgânica no sedimento foram realizadas conforme a metodologia de Silva (2009), mas os valores abaixo do limite de detecção do método (<LDM), devido à sua pequena concentração, foram aproximados a zero para possibilitar os cálculos estatísticos.

A análise granulométrica foi feita por peneiramento à seco, tendo sido adotadas as seguintes frações cascalho (>2 mm), areia grossa (2mm– 0,5mm), areia média (0,5 mm – 0,25mm), areia fina (0,25mm– 0,0625mm) e lama (<0,0625) (Moraes e Machado 2003).

O grau de selecionamento do sedimento foi estabelecido utilizando o Método dos Momentos, tendo as amostras sido categorizadas conforme Friedman (1962).

### **Análise da fauna de foraminíferos**

Foram utilizados 3g de sedimento seco de cada amostra para separação das testas de foraminíferos do sedimento, por meio de flotação, utilizando tricloroetileno (Scott *et al.* 2001). Em seguida, todas as testas foram triadas com o auxílio de microscópio estereoscópio, coladas em lâminas para microfósseis e identificadas ao nível de espécie, utilizando bibliografia especializada. Durante a identificação, o perfil tafonômico das testas de foraminíferos (coloração, desgaste e presença de matéria orgânica e/ou pirita) também foi analisado, segundo os padrões descritos por Moraes e Machado (2003).

Após a identificação, foram calculadas: a abundância relativa, sendo consideradas as classes principal (>5%), acessória (4,9-1%) e traço (<1%); e a frequência de ocorrência, adotando-se as classes constante (>50%), acessória (49-25%) e acidental (<24%) (Dajoz 1983; Ab'Saber *et al.* 1997). Também foram calculados os índices de riqueza (índice de Margalef), equitatividade (índice de Pielou) e diversidade (índice de Shannon-Wiener) das espécies nas estações amostrais, utilizando-se o programa Primer 6.0. Para verificar a variação sazonal dos parâmetros analisados, foram utilizados os testes estatísticos de Shapiro-Wilk, Mann-Whitney e t de Student, no software PAST versão 3.07, sendo para todos os testes adotado o nível de significância <0,05. Com o intuito de compreender a relação das espécies principais com as variáveis ambientais foi feita a transformação dos dados ( $\text{Log}_x + 1$ ) e realizadas as análises fatorial e de componentes principais (PCA) no programa Statsoft Statistica 10. Os mapas temáticos foram elaborados no ArcGis for Desktop 10.2.

## **RESULTADOS**

### **Parâmetros físico-químicos e sedimentológicos**

A área de estudo está localizada em um ambiente raso cujas profundidades, durante a amostragem, variaram entre 1,2 a 6,9m na estação chuvosa e 1,5 a 6,7m na estação seca (Figura 2). Além disso, os valores de temperatura da água próxima ao sedimento (água de fundo) oscilaram pouco entre os pontos de coleta (25,61° C a 32,22°C na estação chuvosa e 25,62°C a 28,12°C na estação seca - Figura 2).

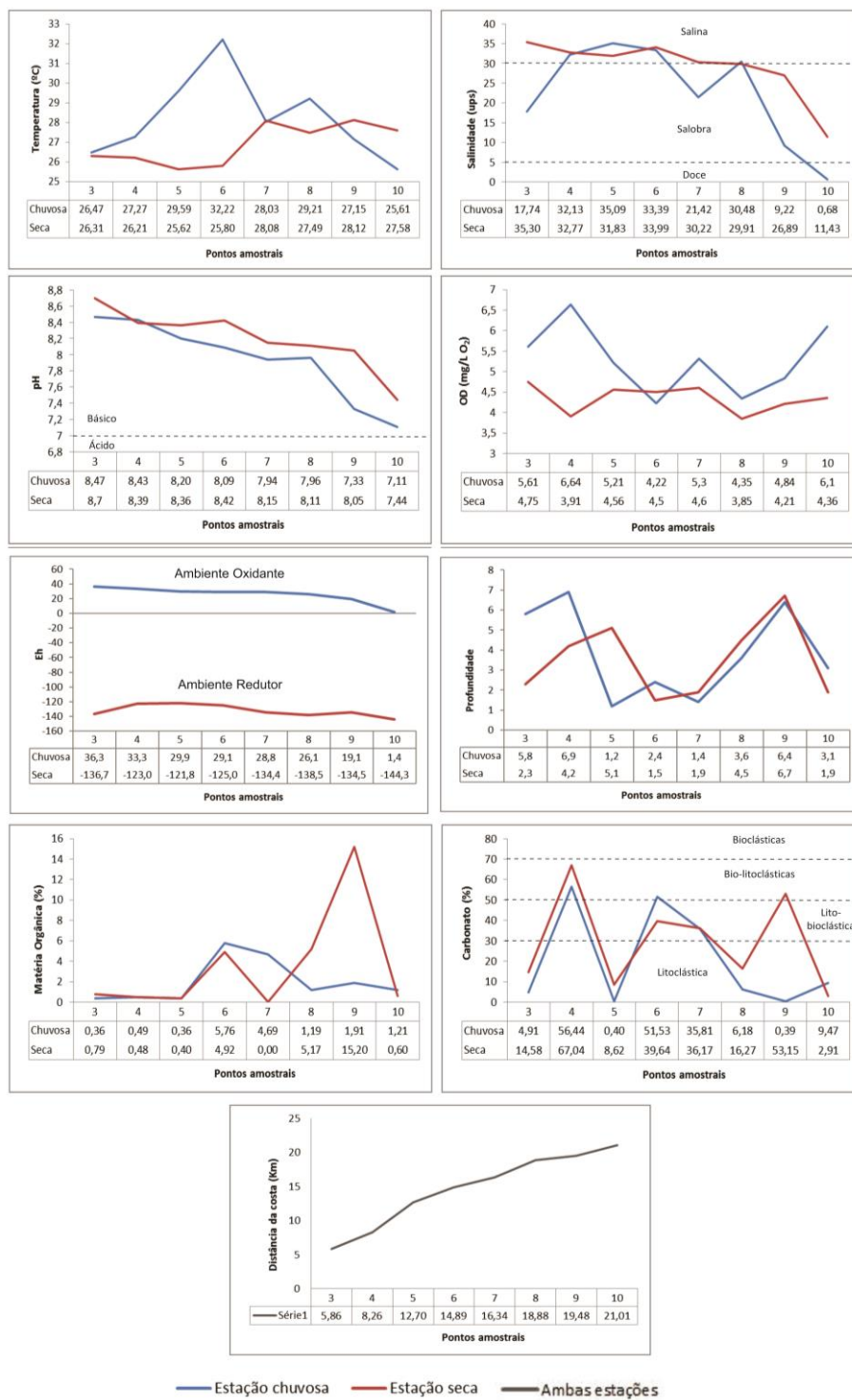


Figura 2 - Variação dos parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, Eh e profundidade) e sedimentológicos (teores de matéria orgânica e carbonato) no canal estuarino do rio Sorójo durante as campanhas chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013 e distância dos pontos amostrais em relação costa.

Os dados de salinidade, pH, Eh e oxigênio dissolvido da água de fundo também apresentaram pouca variação entre os pontos de amostragem, mas podem ser reconhecidos alguns padrões quando comparados aos parâmetros da Resolução 357/2005 do CONAMA para águas da Classe 1 (Brasil 2005). Assim, as águas do estuário do rio Sorojó, durante a campanha chuvosa, podem ser classificadas como salinas na metade dos pontos de amostragem, porém são salobras nos pontos 03 (em frente ao porto de Barra Grande), 07 (na foz do rio Cajaíba e próximo à comunidade de mesmo nome) e 09 (na foz de um tributário) sugerindo lançamento de efluentes das respectivas comunidades, e a água doce foi registrada apenas no ponto 10 (em frente ao porto de Camamu). Já no período seco, a água esteve salina até o ponto 07, tornando-se salobra a partir deste local (Figura 2).

Os valores de pH em ambas as estações vão de alcalinos a ligeiramente alcalinos com uma tendência de redução rumo a montante, mas manteve-se dentro dos limites médios previstos na Resolução CONAMA nº 357/2005 (de 6,5 a 8,5). Além disso, os valores de pH são equivalentes ao do ambiente marinho (7,5 a 8,4 – Lemus, García e Frías 1997) até o ponto SO08 na campanha chuvosa e até o ponto SO09 no período seco (Figura 2).

Os teores de oxigênio dissolvido foram mais altos na estação chuvosa (4,22 a 6,64 mg/l O<sub>2</sub>) do que na seca (3,85 a 4,75 mg/l O<sub>2</sub>). Além disso, os valores estiveram acima do limite adequado para a sobrevivência da biota (mínimo de 5 mg/L O<sub>2</sub> para água salobra e 6 mg/L O<sub>2</sub> para água doce e salina – Brasil 2005) apenas nos pontos SO03, SO04, SO07 e SO10 do período chuvoso (Figuras 1 e 2).

Em todas os pontos amostrais, os valores de Eh foram positivos (ambiente oxidante) durante a estação chuvosa, mas se tornaram negativos (ambiente redutor) na estação seca (Figuras 2).

A maioria das amostras (62,50% na estação chuvosa e 50,00% na seca) foi classificada como litoclástica (CaCO<sub>3</sub>>30%), sendo os maiores teores de carbonato encontrados no ponto SO04, que corresponde a um afloramento de rocha calcária da Formação Algodões (Bacia de Camamu, Cretáceo), que serve de

substrato para diversos organismos carbonáticos, e no ponto SO09 que é próximo a áreas de manguezal e, por isso, apresenta grande incidência de bivalves (Figura 2).

Os teores de matéria orgânica apresentaram valores entre 0,36 e 5,76 no período chuvoso e de 0,00 a 0,60 no seco. Os maiores teores foram registrados nos pontos SO06 (próximo a foz do rio Igrapiúna) e SO07 (na foz do rio Cajaíba e próximo à comunidade de mesmo nome) no período chuvoso e SO06, SO08 (próximo a um tributário) e SO09 (na foz de um tributário) na estação seca (Figuras 1 e 2).

Excetuando-se o ponto SO04, as frações areia fina e lama predominaram em ambas as campanhas de amostragem, mas foram mais expressivas na estação seca (Figura 3). Em ambas as campanhas, o sedimento foi considerado moderadamente bem selecionado em 50,00% das amostras (Figura 3).

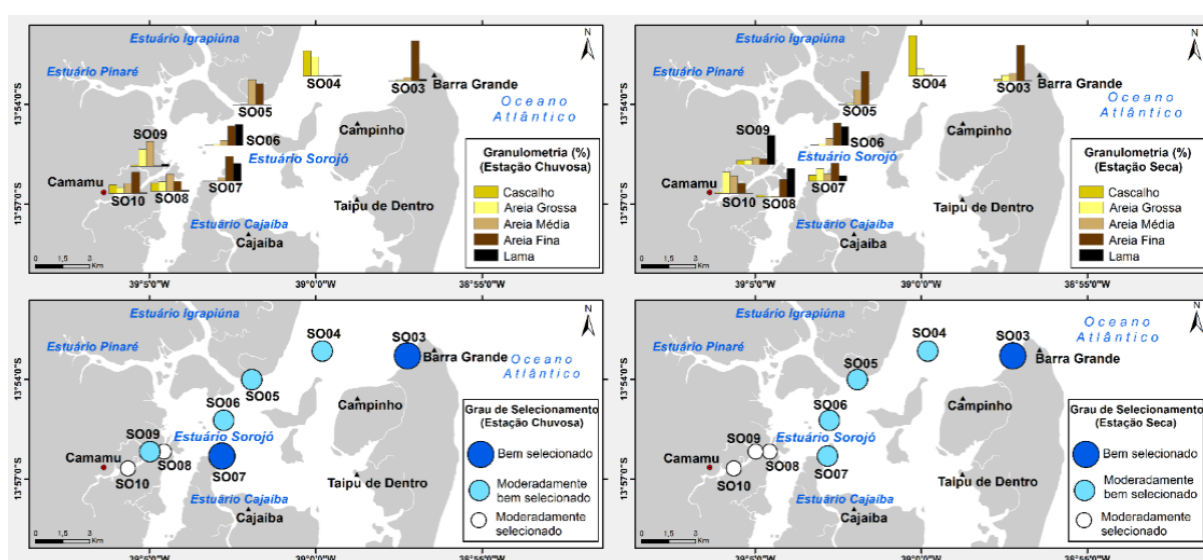


Figura 3– Distribuição das frações granulométricas e do grau de selecionamento do sedimento, em porcentagem, no canal estuarino do rio Sorojó durante as estações chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013.

No que tange à variação sazonal, não foi constatada diferença significativa (teste t e Mann-Whitney:  $p > 0,05$ ) em nenhum dos parâmetros físico-químicos e sedimentológicos analisados.

## Fauna de foraminíferos

Foram identificados 1.530 espécimes de foraminíferos (313 na estação chuvosa e 1.257 na estação seca) de 74 espécies, sendo os maiores valores de abundância registrados nos pontos SO03 nas duas campanhas e SO06, SO07 e SO08 no período seco (Figura 4).

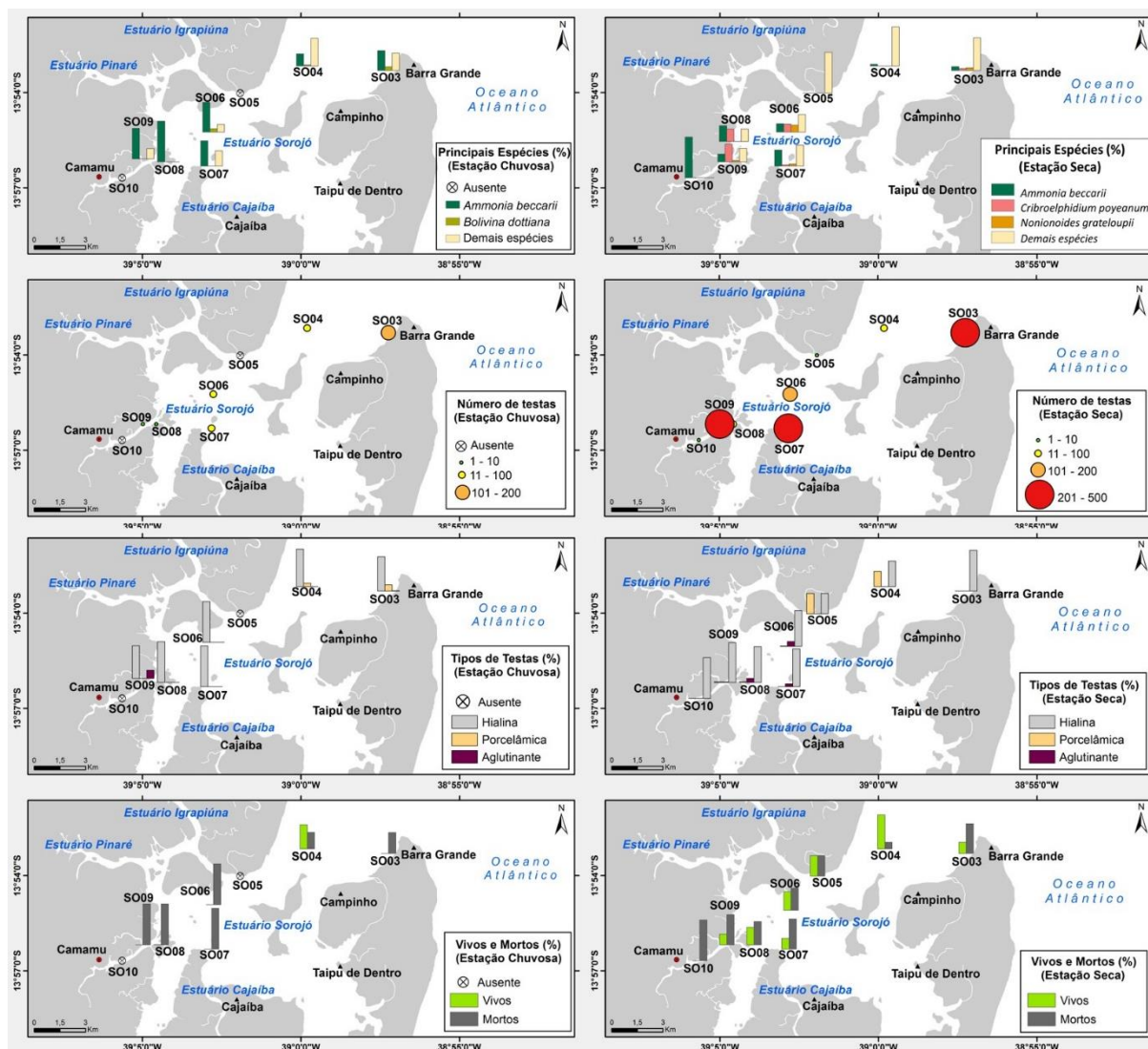


Figura 4– Distribuição das espécies principais, abundância absoluta, tipos de testa e das taxas de foraminíferos vivos e mortos, em porcentagem, no canal estuarino do rio Sorojó durante as campanhas chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013.

Durante a estação chuvosa, foram registrados apenas 22 espécimes vivos (7,03% do total; todos no ponto SO04), sendo a maioria de *Ammonia beccarii* e *Discorbis globosa*. Já no período seco, houve 384

espécimes vivos (30,55%; em quase todos os pontos, mas principalmente no SO03 e SO09), geralmente de *Criboelphidium poeyanum*, *Ammonia beccarii*, *Cibicides* spA e *Nonionoides grateloupii* (Figura 4). As espécies principais durante a estação chuvosa foram *Ammonia beccarii* (53,99%) e *Bolivina dottiana* (7,03%), enquanto que *Criboelphidium poeyanum* (21,96%), *Ammonia beccarii* (21,16%), *Nonionoides grateloupii* (5,97%) e *Cibicides* sp B (5,81%), predominaram no período seco (Figuras 4 e Tabelas 1 e 2).

Na estação chuvosa, *Ammonia beccarii* (75,00%), *Criboelphidium poeyanum* (62,50%) e *Discorbis globosa* (50,00%) foram constantes. Já no período seco, as espécies constantes são *Ammonia beccarii* (87,50%), *Discorbis globosa* (62,50%), *Discorbis* spA (62,50%), *Criboelphidium poeyanum* (62,50%), *Pseudoparella* sp (62,50%), *Virgulina* sp (62,50%), *Cibicides* sp B (50,00%), *Discorbis floridana* (50,00%), *Elphidium incertum* (50,00%) e *Quinqueloculina lamarckiana* (50,00%) (Tabelas 1 e 2).

Nos dois períodos de amostragem, os valores de riqueza, equitatividade e diversidade foram mais altos nos pontos SO03 e SO04. Além disso, estes índices foram mais elevados na estação seca do que na chuvosa (Figura 5).



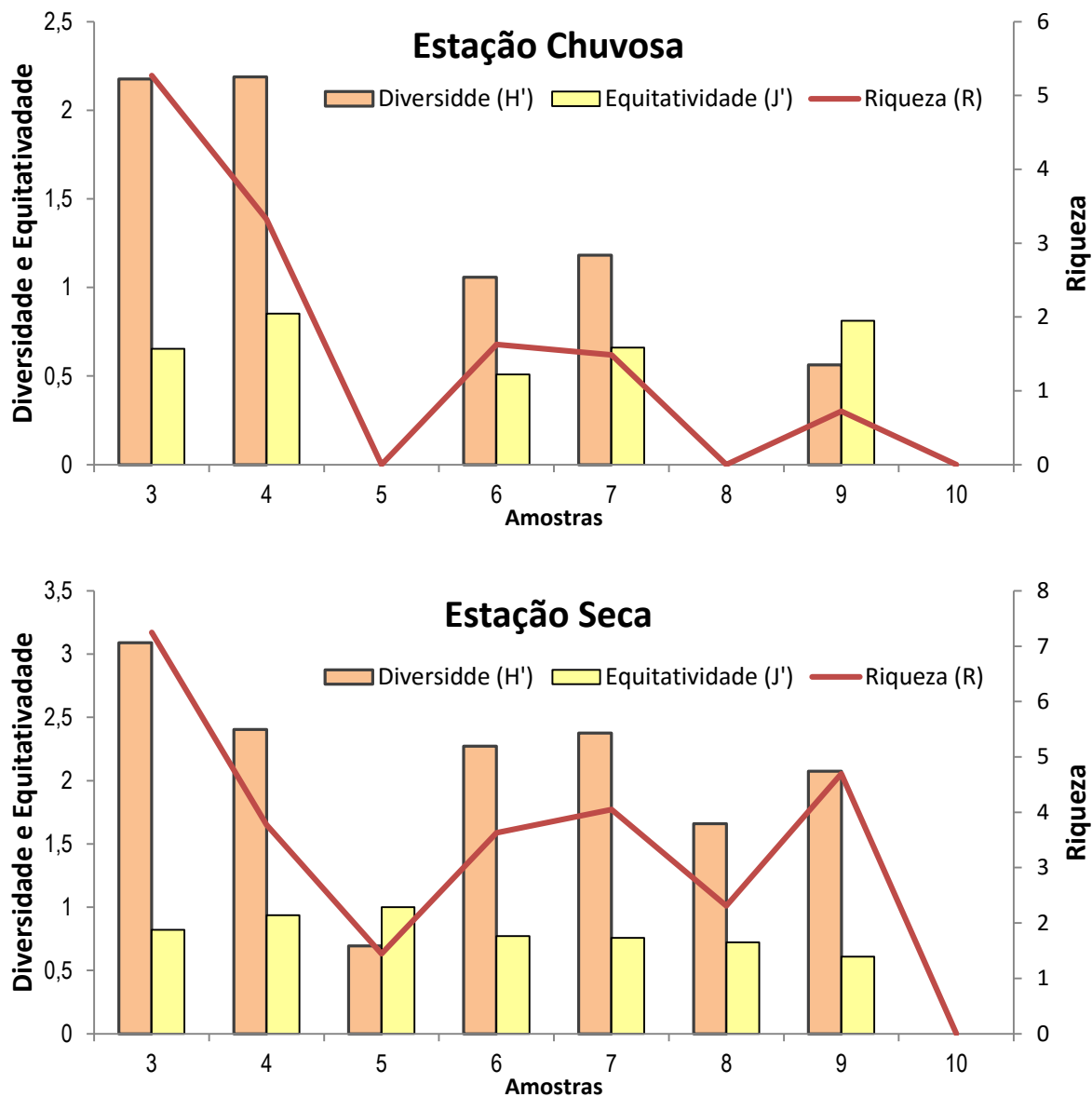


Figura 5 - Variação dos índices de riqueza, equitatividade e diversidade dos foraminíferos do canal estuarino do rio Sorójo durante as estações chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013.

#### *Análise tafonômica das testas*

Testas normais foram dominantes na estação chuvosa (58,47%), mas também se destacam as que sofreram dissolução (20,13%), enquanto que na estação seca houve o predomínio dos padrões misto (39,30%) e dissolução (37,39%) (Figura 6).

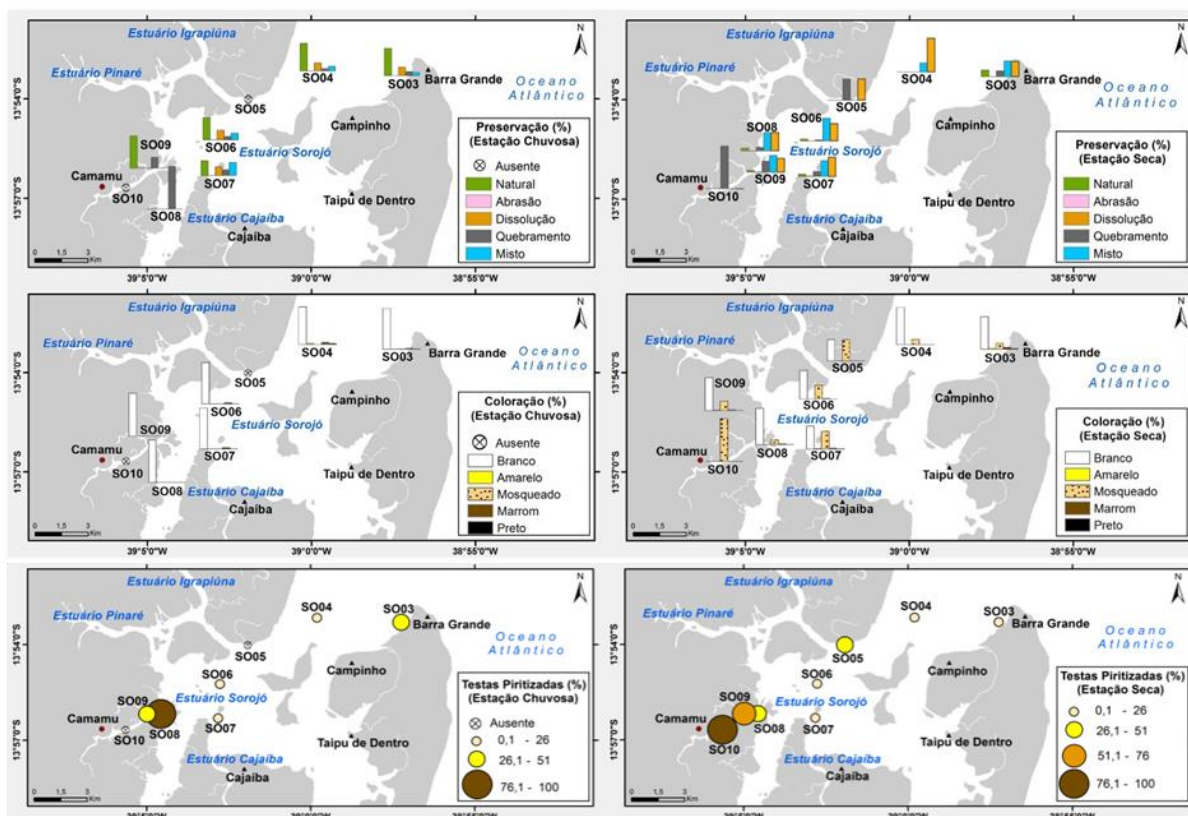


Figura 6 – Distribuição das assinaturas tafonômicas e das testas impregnadas por pirita no canal estuarino do rio Sorojó durante as campanhas chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013.

Em ambas as estações, as testas brancas foram predominantes (95,85% na chuvosa e 72,00% na seca), mas as mosqueadas também foram representativas no período seco (24,11%). (Figura 6).

Durante o período chuvoso, as testas impregnadas por grânulos de pirita corresponderam a 23,32% do total de indivíduos e foram observadas em todos os pontos, mas principalmente no SO03 (34,52%), SO06 (10,81%) e SO04 (8,11%). Na estação seca, houve um aumento da abundância de testas piritizadas (35,56%), mas estas passam a ser mais comuns nos pontos SO09 (61,83%), SO08 (42,86%), e SO03 (25,23%) (Figura 6).

### Distribuição dos Foraminíferos

Correlacionando-se a distribuição das espécies principais com os parâmetros físico-químicos e sedimentológicos, observa-se que, na estação chuvosa, apenas os teores de *Ammonia beccarii* (Fator 1 no gráfico), lama (Fator 2), oxigênio dissolvido e profundidade correlacionaram-se significativamente.

Já na estação seca, são significativos os teores de total de sólidos dissolvidos (Fator 1), areia grossa, areia média, Eh, temperatura (Fator 2), pH, carbonato, salinidade e os percentuais de *Ammonia beccarii*, *Criboelphidium poeyanum*, *Cibicides sp* e *Nonionoides grateloupii*. Entretanto, as espécies principais correlacionaram-se positivamente apenas com salinidade, pH e carbonato (Figura 7).

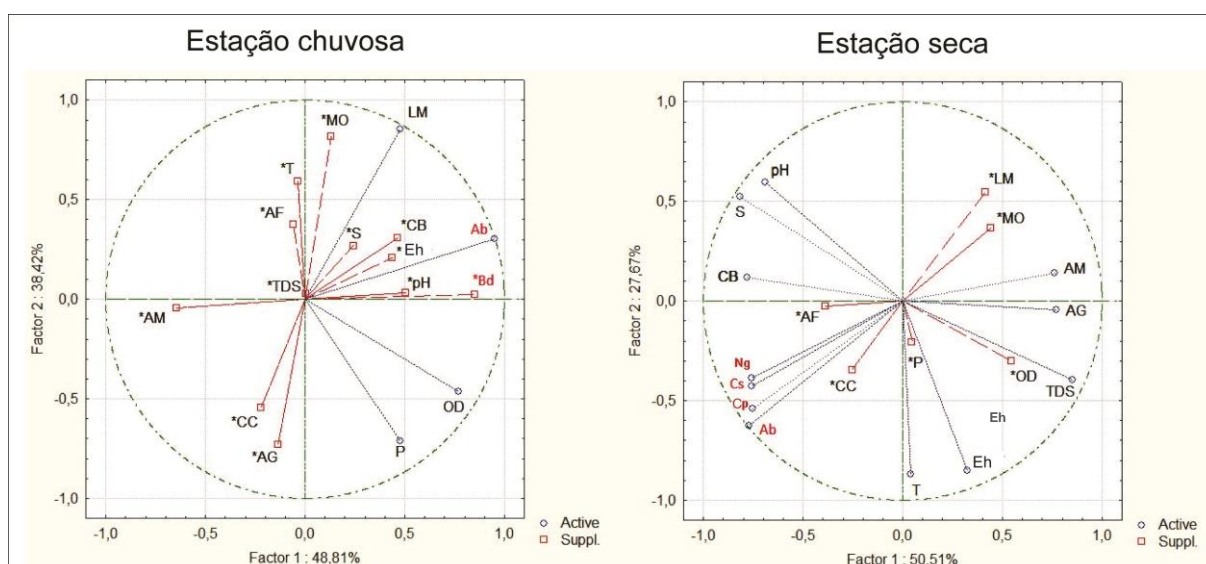


Figura 7 - Representação gráfica da análise de componentes principais dos parâmetros bióticos e abióticos do canal estuarino do rio Sorojó durante as estações chuvosa e seca de 2013. Nota: Ab = *Ammonia beccarii*; Bd = *Bolivina dottiana*; Cp = *Criboelphidium poeyanum*; Cs = *Cibicides sp*; Ng = *Nonionoides grateloupii*; T = Temperatura; S = Salinidade; P = Profundidade; pH = Potencial Hidrogeniônico; OD = Oxigênio Dissolvido; TDS = Total de sólidos dissolvidos; Eh = Potencial de oxirredução. CB = Carbonato; MO = Matéria Orgânica; CC = Cascalho; AG = Areia Grossa; AM = Areia Média; AF = Areia Fina; LM = Lama.

## DISCUSSÃO

No estuário do rio Sorojó, a pouca variação dos valores dos parâmetros físico-químicos ao longo dos pontos resulta da forte influência das correntes de maré (Amorim 2005), circulação eficiente e boa capacidade de mistura de suas águas (Santos 2009). Entretanto, em ambientes estuarinos, a ação das correntes de maré está relacionada com o perfil topográfico, de modo que juntos influenciam os padrões de circulação e mistura, a diluição e a intrusão do sal, o transporte de sedimentos, nutrientes e poluentes (Perillo 1995) e, conseqüentemente, a distribuição de várias espécies de foraminíferos (Reddy e Rao 1984; Murray 1991; Debenay et al. 2000).

Desse modo, a variação espacial dos valores de temperatura e oxigênio registrados no presente estudo se deve à contribuição dos rios tributários e às baixas profundidades no momento da coleta, enquanto que a redução dos valores de pH em direção à montante resulta do aumento da cobertura vegetal que, ao ser decomposta, libera ácidos orgânicos (Espinheira 2010) (Figura 2).

No que tange à sazonalidade, não houve variação significativa de nenhum dos parâmetros analisados. Contudo, pode-se inferir que o aumento da pluviosidade gerou maior aporte de águas continentais aquecidas no estuário que, por sua vez, ocasionou o acréscimo da energia hidrodinâmica (percentuais mais elevados das frações grossas), temperatura, teor de oxigênio dissolvido e Eh durante a estação chuvosa. Por outro lado, no período seco, a mudança da direção das correntes marinhas que adentram a Baía de Camamu (para sudoeste em resposta ao componente local subinercial dos ventos de nordeste - Amorim 2005) e a redução da vazão média foram responsáveis pelo aumento da influência das marés e, conseqüentemente, dos valores de salinidade, carbonato e pH.

Este comportamento também é refletido pela distribuição dos foraminíferos. Os valores de abundância, riqueza, equitatividade e diversidade foram mais elevados na estação seca devido à redução da energia hidrodinâmica que possibilitou maior deposição das frações areia fina e lama (Figuras 3 e 5) e, conseqüentemente, o acúmulo dos nutrientes necessários à sobrevivência destes organismos (Murray 1991). Além disso, *Ammonia beccarii* apresentou correlação positiva com lama, teor de oxigênio

dissolvido e profundidade no período chuvoso, enquanto que na estação seguinte esta mesma espécie e também *Criboelphidium poeyanum*, *Cibicides* sp e *Nonionoides grateloupii* correlacionaram-se com os valores de salinidade, carbonato e pH (Figuras 2, 3, 5 e 7).

*Ammonia* é um gênero que possui várias espécies oportunistas, as quais costumam ser encontradas em ambientes costeiros com sedimento lamoso, salinidades de 10 a 31 ups e que são capazes de tolerar concentrações muito baixas de oxigênio dissolvido (Murray 2006), o que justifica o predomínio de *A. beccarii* (tanto de exemplares vivos quanto de mortos) nas duas estações de amostragem, mas principalmente a sua correlação positiva com os baixos teores de oxigênio registrados na área de estudo (Figuras 2 e 7). Já o domínio de *Criboelphidium poeyanum* (inclusive com diversos espécimes vivos) se deve à sua extensa ocorrência em regiões estuarinas, litorâneas ou de plataforma rasa devido à sua ampla tolerância às variações de salinidade (0-70 ups) (Murray 2006; Bernasconi e Cusminsky 2015).

Por outro lado, *Bolivina* e *Nonionoides* são gêneros marinhos que vivem em substratos lamosos na zona nerítica (Murray 2006), de modo que o predomínio de *Bolivina dottiana* (estação chuvosa) e de *Nonionoides grateloupii* (período seco) no estuário do rio Sorojó se deve ao seu transporte a partir da plataforma continental. Situação similar ocorreu com *Cibicides* sp cujos espécimes devem estar vivendo aderidos aos afloramentos rochosos e recifes que se encontram na entrada de Baía de Camamu, já que este gênero é típico de ambientes de alta energia e com substratos duros (Murray 2006).

No que tange à tafonomia das testas, segundo Moraes e Machado (2003), os padrões de cor que os foraminíferos apresentam após a sua morte podem ser utilizadas para interpretar taxas de deposição, erosão e retrabalhamento do sedimento, de modo que altos percentuais de testas: pretas, indicam uma elevada taxa de retrabalhamento do sedimento pelos organismos; marrons, correspondem a uma frequente erosão da zona oxidante fazendo com que os grãos pretos sejam continuamente removidos para a superfície e/ou a uma intensa, porém não rápida ação dos bioturbadores associada a leves taxas de sedimentação; amarelas, sugerem que os fenômenos anteriormente descritos acontecem em uma velocidade tão baixa que possibilita a oxidação dos grãos marrons; brancas, podem significar novas

adições ao sedimento ou que os grãos escuros permaneceram na superfície por tempo bastante para serem totalmente oxidados; e mosqueadas, representam um estágio intermediário podendo passar a apresentar qualquer uma das cores citadas anteriormente de acordo com o meio a que sejam expostas. Estas mesmas autoras afirmam também que o desgaste das testas traz informações quanto ao seu transporte e/ou ambiente deposição, pois a dissolução ocorre geralmente em ambientes de baixa energia e com sedimento rico em matéria orgânica; a abrasão prevalece em locais de alta energia, sendo mais severa em ambientes rasos e relativamente expostos; o quebramento também é mais elevado em condições de alta energia, mas não indica nenhum ambiente específico de deposição porque pode resultar de diversos processos físicos, químicos ou biológicos; e os desgastes mistos podem estar associados ao tempo de deposição no sedimento ou à submissão consecutiva a mais de um tipo desgaste.

Outro fator tafonômico que é associado aos processos e ao tempo de impregnação de minerais nas testas dos foraminíferos é a piritização, a qual geralmente está relacionada a processos químicos resultantes da decomposição da matéria orgânica por bactérias redutoras de sulfato no sedimento (Yanko et al. 1999). Desse modo, o processo de piritização das testas pode indicar condições de estresse oxidativo.

Portanto, o predomínio de testas brancas (95,85%) e naturais (58,47%) no canal estuarino do rio Sorojó sugere a adição de foraminíferos recém-mortos ao sedimento durante a estação chuvosa. Também houve a prevalência de testas brancas (72,00%) no período seco, porém, desta vez, com desgastes mistos (39,30%) ou dissolução (37,39%), indicando o estabelecimento de condições redutoras nos sedimentos superficiais, o que é corroborado pelo aumento do percentual de foraminíferos impregnados por matéria orgânica e/ou pirita (de 23,32% para 35,56%) e pela redução dos valores de oxigênio dissolvido e de Eh (Figuras 2 e 6).

## CONCLUSÕES

No estuário do rio Sorojó, houve pouca oscilação espacial e a variação sazonal dos parâmetros físico-químicos não é significativa. Apesar disto, constatou-se que o acréscimo do aporte fluvial durante a

estação chuvosa ocasionou a elevação dos valores de temperatura, teor de oxigênio dissolvido e Eh e da intensidade da energia hidrodinâmica, o que restringiu os foraminíferos aos locais onde houve deposição de sedimento fino. No entanto, no período seco, a mudança da direção das correntes marinhas para sudoeste ocasionou o aumento dos valores de salinidade, carbonato e pH e também o transporte de *Nonionoides grateloupii* e *Cibicides* sp para dentro do estuário, porém a topografia rasa da região e a diminuição do aporte fluvial reduzem a intensidade da energia hidrodinâmica, possibilitando a deposição de sedimento fino e o estabelecimento de um ambiente redutor que favoreceram a instalação de espécies oportunistas como *A. beccarii* e *Cribrorhynchium poeyanum*.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESB (Edital 009/2012; Pedido Nº 1356/2012), ao Programa Permanecer da UFBA (Edição 2013), ao PIBIC/UFBA-FAPESB (Edital PROPCI/UFBA 01-2014) e à CAPES por disponibilizarem os recursos financeiros e técnicos que viabilizaram a realização deste trabalho. Ao Centro Universitário Jorge Amado pela disponibilização de laboratórios e equipamentos para a realização de algumas das análises.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER A.N., TUNDISI J.G., FORNERIS L., MARINO M.C., ROCHA O., TUNDISI T., SCHAEFFER-NOVELLI Y., VOUNO Y.S., WATANABE S. (eds.). 1997. *Glossário de ecologia* (Publicação 103), 2, 103, São Paulo, Aciesp, 352 p.

ANA (2005) Agência Nacional de águas, <http://www.ana.gov.br>.

AMORIM F.N. 2005. *Caracterização oceanográfica da Baía de Camamu e adjacências e mapeamento das áreas de risco à derrames de óleo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 163p.

BERNASCONI E. & CUSMINSKY G. 2015. *Study of distribution of Elphidium aff. Poeyanum (D'ORBIGNY) from the Colorado basin (South America). Holocene paleoenvironmental inferences*. The Holocene, vol. 25(5) 810-819. February 26. doi: 10.1177/0959683615571424.

BITTENCOURT A.C.S.P., DOMINGUEZ J.M.L., MARTIN L., SILVA I.R. 2000. *Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia- Brazil*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 72 (2): 271-287.

BRASIL 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 27 p.

BURTON E.D., PHILLIPS I.R., HAWKER D.W. 2005 *Trace metal distribution and enrichment in benthic, estuarine sediments: Southport Broadwater, Australia*. Environmental Geochemistry and Health, vol. 27, no. 5-6, p. 369 – 383.

CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÃO (C.E.I.). Informações Básicas dos Municípios Baianos. Salvador: 1994, 540p.

COCCIONI R. 2000. *Benthic foraminifera as bioindicators of heavy metal pollution: a case study from the Goro Lagoon (Italy)*. In: R.E. Martin. (ed). Environmental micropaleontology. The application of microfossils to environmental geology. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers. Pp. 71-104.



CRA (1995) Centro de Recursos Ambientais. Área de Proteção Ambiental do Pratigi. Plano de Manejo. Zoneamento- Ecológico-Econômico. Plano de Gestão. Diagnóstico Ambiental. Meio Físico. 14pp.

DAJOZ R.1983. Ecologia Geral - 4ª ed: Petrópolis, Vozes, 472 p.

DEBENAY J.P., GUILLOU J.J., REDOIS F., GESLIN E. 2000. *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.

DIAS G.T.M. 1996. *Classificação de sedimentos marinhos proposta de representação em cartas sedimentológicas*. In: 39º Congresso Brasileiro de Geologia. Sergipe, Anais, p. 423-426.

ESPINHEIRA C.C. 2010. *Baía de Camamu: Uma provável área de referência*. Salvador, 48pp. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Oceanografia. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.

FRIEDMAN G.M. 1962. *On sorting, sorting coefficients and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones*. The Journal of Geology, 70(1):737-753.

HATJE V., BARROS F., MAGALHÃES W., RIATTO V.B., AMORIM M.B.F., SPANÓ S., CIRANO, M. 2008. *Trace metals and benthic macrofauna distributions in Camamu Bay*,

*Brazil: Sediment quality prior oil and gas exploration*. Marine Pollution Bulletin, 56(2):363-370.

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

LEMUS J. L. C.; GARCÍA M. P. T.; FRÍAS M. Propiedades químicas del agua de mar: salinidad, clorinidad y pH. In: LEMUS, J. L. C.; GARCÍA, M. P. T.; FRÍAS, M. El océano y sus recursos: La ciencias del mar: oceanografía geológica y oceanografía química. México: La Ciencia para todos, 1997. Disponível em: [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/12/htm/SEC\\_17.html](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/12/htm/SEC_17.html).

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

MIRANDA L. B.; CASTRO B.M.; KJERFVE B. 2002. *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 417p.

MORAES S.S. e MACHADO A.J. 2003. *Avaliação das condições hidrodinâmicas de dois recifes costeiros do litoral norte do Estado da Bahia*. Revista Brasileira de Geociências, vol. 33, n.2, p. 201-210.

MURRAY J.W. 1991. *Ecology and distribution of benthic foraminifera*. In: LEE, J.J; ANDERSON, O.R (ed). Biology of foraminifera. London, Academic Press, 368 p. Cap.07.

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

PERILLO G.M.E. 1995. *Definitions and Geomorphologic Classification of Estuaries*. In: *Geomorphology and Sedimentology of Estuaries*. Developments in Sedimentology, 53, cap. 2. Amsterdam: Elsevier Science.

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

SANTOS F.M. 2009. *Estudo comparativo das características geomorfológicas de preenchimento sedimentar de seis grandes estuários brasileiros*. Salvador, 55p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.

SCHOELHAMER D.H. 2002. *Variability of Suspended Sediment Concentration at Tidal to Annual Time Scales in San Francisco Bay, USA*. Com. Shelf Tes., 22: 1857-1866.

SCOTT D.B., MEDIOLI F.S., SCHAFER C.T. 2001. *Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators*. Cambridge: Cambridge University Press.

SILVA F.B. 2009. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

SUGUIO K. 1973. *Introdução à sedimentologia*: São Paulo, Edigard Blucher, 317 p.

UNCLES R.J., BURTON M.L., STEPHENS J.A. 1994. *Seasonal Variability of Fine-sediment Concentration in the Turbidity Maximum Region of the Tamar Estuary*. *Est Coast. Shelf Sci.*, 38: 19-39.

VILELA C.G. 2000. *Microfósseis – Parte I: Foraminíferos, Radiolários e Diatomáceas*. In: I.S. Carvalho, (ed). *Paleontologia*. Rio de Janeiro, Editora Interciência. P. 1-20.

YANKO V. ARNOLD A.J.; PARKER W.C. 1999. *Effects of marine pollution on benthic foraminífera*. In: SEN GUPTA, B.K. *Modern foraminífera*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

## CAPÍTULO 3

## ARTIGO 2 – CARACTERIZAÇÃO DO ESTUÁRIO DO RIO MARAÚ, BAÍA DE CAMAMU, COM BASE NA ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E DA DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS RECENTES

**Caracterização do estuário do rio Maraú, Baía de Camamu, com base na análise de parâmetros físico-químicos e da distribuição de foraminíferos recentes**

**Characterization of Maraú River estuary, Camamu Bay, based on analysis of physicochemical parameters and distribution of recent foraminifera**

**Processos sedimentares no estuário Maraú, através do estudo de foraminíferos recentes**

Ruth Souza dos Santos ROCHA<sup>1,2\*</sup>, Simone Souza de MORAES<sup>2</sup>, Altair de Jesus MACHADO<sup>2</sup>, Diógenes Gomes dos SANTOS<sup>1,2</sup>, Gabriele Augusta Leal RIBEIRO<sup>2</sup> Caroline Lima dos SANTOS<sup>2</sup>, Cleiton Rafael Soares ALVES<sup>2</sup> & Nailson Santos ALVES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina, CEP: 40.170-020, Salvador, Bahia, Brasil, Telefone: (71) 9-9349-3393, E-mail: [ruthestrela@yahoo.com.br](mailto:ruthestrela@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Grupo de Estudos de Foraminíferos, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador (BA), Brazil. E-mail: [smoraes@ufba.br](mailto:smoraes@ufba.br), [altair@ufba.br](mailto:altair@ufba.br), [cleitonsoares@outlook.com](mailto:cleitonsoares@outlook.com), [nailson\\_alves13@hotmail.com](mailto:nailson_alves13@hotmail.com), [ruthestrela@yahoo.com.br](mailto:ruthestrela@yahoo.com.br)

\*Corresponding author

Número de palavras: 5078 (cinco mil e setenta e oito). Total de Figuras: 7 (sete)

**RESUMO:** No intuito de caracterizar o estuário do Rio Maraú a partir de dados ecológicos e tafonômicos dos foraminíferos recentes, buscando descrever a relação destes aspectos com os condicionantes ambientais, foram coletadas amostras de sedimento superficial e mensurados parâmetros físico-químicos nos meses de abril (estação chuvosa) e outubro (estação seca) de 2013. Não houve variação sazonal significativa de nenhum dos parâmetros analisados, mas o aumento da pluviosidade resultou no acréscimo da energia hidrodinâmica, temperatura, teor de oxigênio dissolvido e Eh durante a estação chuvosa, restringindo os foraminíferos aos locais de sedimento fino. Já no período seco, as correntes marinhas ocasionaram o aumento dos valores de salinidade, carbonato e pH e também o transporte de *Nonionoides grateloupii*, *Quinqueloculina lamarckiana* e *Quinqueloculina polygona* para dentro do estuário, mas a redução da energia hidrodinâmica e o estabelecimento de um ambiente redutor favoreceram a instalação das espécies oportunistas *Ammonia beccarii* e *Criboelphidium poeyanum*.

**PALAVRAS-CHAVE:** foraminífero bentônico, estuário, Baía de Camamu.

**ABSTRACT:** In order to characterize the estuary of Maraú river based on ecological and taphonomic data of recent foraminifera, trying to describe the relationship of these aspects with environmental conditions, were collected samples of surface sediment and measured physicochemical parameters in April (season rainy) and October (dry season) of 2013. The seasonal variation wasn't significant in any of the analyzed parameters, but increased rainfall

resulted in addition of hydrodynamic energy, temperature, dissolved oxygen content and Eh during the rainy season, restricting foraminifera to fine sediment sites. In the dry period, the sea currents caused the increase of salinity, carbonate and pH, and also the transport of *Nonionoides grateloupii*, *Quinqueloculina lamarckiana* and *Quinqueloculina polygona* into the estuary, but the reduction of hydrodynamic energy and establishment of a reducing environment favored the installation of the opportunistic species *Ammonia beccarii* and *Criboelphidium poeyanum*.

**KEYWORDS:** benthic foraminifera, estuary, Camamu Bay.

## INTRODUÇÃO

Os foraminíferos são protistas cujas associações de espécies são controladas por fatores ambientais, como profundidade, temperatura, salinidade, substrato, oxigênio e nutrientes (Vilela, 2000). Desse modo, eles têm sido utilizados para demonstrar correlações importantes entre a presença de metais pesados e a ocorrência de testas anômalas. Além disso, ocorre domínio de espécies oportunistas e variação de tamanho e baixa densidade de indivíduos em áreas costeiras sujeitas à poluição provocadas pelos lançamentos de efluentes domésticos e industriais (Coccioni, 2000). Adicionalmente, alterações na estrutura e aparência das suas testas após a morte (padrões de coloração e desgaste) permitem determinar a direção e a natureza dos processos de transporte do sedimento (Scott *et al.*, 2001; Moraes e Machado, 2003). Desse modo, estes organismos são considerados excelentes bioindicadores devido à sua alta sensibilidade às mudanças ambientais, grande diversidade taxonômica e ampla distribuição geográfica ao longo dos períodos geológicos (Vilela, 2000).

Sistemas estuarinos são ambientes de transição entre o continente e o oceano, onde os rios encontram o mar, resultando na diluição mensurável da água salgada, por isso são feições costeiras bastante dinâmicas no tempo e no espaço, sendo responsáveis pelo equilíbrio dos fatores físico-químicos e biológicos entre a bacia hidrográfica e a zona costeira (Miranda *et al.*, 2002; Burton *et al.*, 2005). Além disso, do ponto de vista geológico, os estuários funcionam como armadilhas de sedimentos fluviais e marinhos (Perillo, 1995), já que atuam como verdadeiros filtros, retendo o sedimento grosso e ejetando parcialmente os finos, de modo que os seus processos sedimentares envolvem ciclos de baixa e alta frequência que variam de segundos a anos, regidos pela ação das marés, ondas, vento, o regime fluvial e a variabilidade climática (Schoelhamer, 2002; Uncles, 1994).

Assim, o uso de foraminíferos, principalmente os bentônicos, em programas de diagnóstico e de manejo de estuários e baías têm se tornado cada vez mais necessário (Laut *et al.*, 2007); por isto, o presente trabalho visa caracterizar o estuário do Rio Maraú a partir das características ecológicas e tafonômicas dos foraminíferos recentes, buscando descrever a relação destes aspectos com os condicionantes ambientais naturais ou antrópicos.

## ÁREA, MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

Localizado a 335 km ao sul de Salvador, na região da Costa do Dendê, o canal estuarino do rio Maraú integra a Baía de Camamu (Figura 1), a qual apresenta grande valor ecológico com ecossistemas de alta sensibilidade tais como os recifes de corais que ocorrem nas praias de Ponta do Mutá, Taipus de Fora e Saquáira (Silva, 2011).

A região de estudo encontra-se em uma área de clima tropical quente e úmido, com pluviosidade média entre 2400 e 2500 mm por ano, e temperatura média anual de 25 °C (Ceil, 1994). A

península de Maraú é parte da área de influência do Segmento Offshore de Petróleo, envolvendo a exploração e produção de hidrocarbonetos em águas rasas (Silva, 2011).

O sistema hidrográfico de Maraú, localizado na parte sul da Baía de Camamu, possui uma área de 120 Km<sup>2</sup> e 6,4 km de largura, com curso aproximado S-N. Recebe contribuição dos rios tributários Veados, Ambuba, Serra e Santa Inês; e sua batimetria é bastante irregular, contendo rochas, ilhas, bancos e calhas submersas e correntes de retorno, de modo que a profundidade mínima deste canal é de 6,2 m e a máxima de 37 m (Amorim, 2005; Hatje et al., 2008). O estuário drena uma região de aproximadamente 404,85 Km<sup>2</sup>, apresentando descargas médias de 11,20 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> durante a campanha seca e de 12,13 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> durante a campanha chuvosa (Amorim, 2005; Hatje et al., 2008; Silva, 2010; 2011).

Esta baía está localizada na porção mais estreita da plataforma continental brasileira próxima à área de bifurcação da Corrente Sul Equatorial, o que dá origem a formação das duas maiores Correntes de Contorno Oeste: a Corrente do Brasil (CB) e a Corrente Norte do Brasil (CNB) que oscilam entre as posições de 17<sup>a</sup> S (em julho) de 13<sup>o</sup> S (em novembro). Essas duas correntes fluem, a CB flui para sul e a CNB para norte, próximas à região de quebra da Plataforma Continental/Talude e interagem com as Correntes de Plataforma devido ao estreitamento da plataforma continental nessa área (Amorim et al., 2011).

Os ventos dominantes na Baía de Camamu são oriundos de N-NE na primavera e verão e de E-SE no outono e inverno, sendo as correntes dominantes na plataforma controladas pela direção preferencial dos ventos, alternando de direção de acordo com a mudança dos mesmos (Amorim et al., 2011).

A Baía de Camamu é considerada como um ecossistema quase intocado e um importante nicho econômico para a pesca local (Hatje et al., 2008; Amorim et al., 2011). Quanto ao seu estado trófico, suas águas têm sido consideradas como oligotróficas segundo Affe (2012), com base nos teores de nitrogênio e fósforo totais valores.

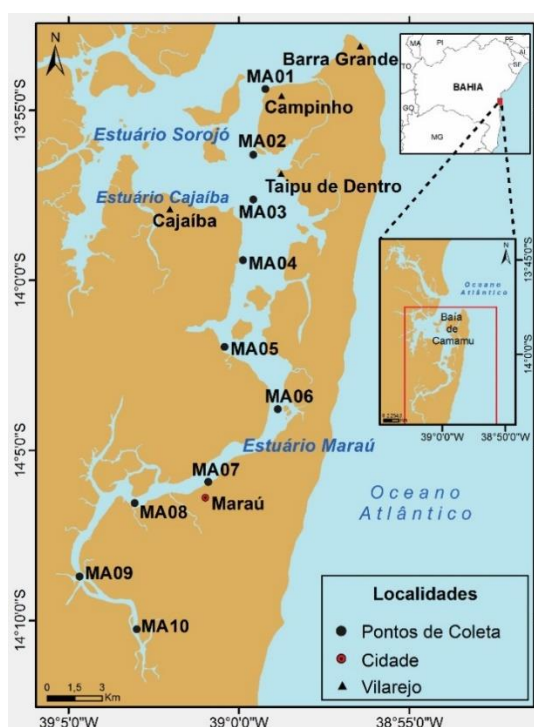


Figura 1- Mapa de localização do canal estuarino do rio Maraú e das estações amostrais.

### **Amostragens**

As coletas ocorreram nas estações chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013. Com o auxílio de mapas e GPS, foram definidos dez pontos (distância média de 4,45 km entre eles) ao longo do canal estuarino do Rio Marau para amostragem de sedimento superficial de fundo e mensuração de dados físico-químicos. As amostras de sedimento superficial foram coletadas com o auxílio de um Van Veen e armazenadas em potes plásticos com tampa e sacos plásticos com fecho Zip, para as análises de matéria orgânica, foraminíferos e granulometria. Além disso, utilizando-se uma garrafa de Van Dorn, foram coletadas amostra de água de fundo para a mensuração de parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH e Eh). A profundidade foi medida com o auxílio de um sonar ou ecosonda.

### **Análises do sedimento**

A análise do teor de carbonato foi executada conforme Suguio (1973) e as amostras foram categorizadas em litoclásticas (com teores de carbonato de <30%), lito-bioclásticas (30 – 50%), bio-litoclásticas (50 – 70%), bioclásticas (>70%) (Dias, 1996).

As análises do teor de matéria orgânica no sedimento foram realizadas conforme Silva (2009), mas os valores abaixo do limite de detecção do método (<LDM), devido à sua pequena concentração, foram aproximados a zero para possibilitar os cálculos estatísticos.

A análise granulométrica foi feita por peneiramento à seco, tendo sido adotadas as seguintes frações cascalho (>2 mm), areia grossa (2mm– 0,5mm), areia média (0,5 mm – 0,25mm), areia fina (0,25mm– 0,0625mm) e lama (<0,0625) (Moraes e Machado 2003). O grau de selecionamento do sedimento foi estabelecido utilizando o software Sys Gran<sup>®</sup> (Método dos Momentos), tendo as amostras sido categorizadas conforme Friedman (1962).

### **Análise da fauna de foraminíferos**

As amostras foram lavadas sob água corrente, em peneira com espaçamento de malha de 0,062 mm, para eliminação dos sais e do excesso de corante, e secadas em estufa à 60°C. Em seguida, 3g de sedimento seco de cada amostra foram transferidas para béqueres e levados a uma capela para separação das testas de foraminíferos do sedimento por meio de flotação em tricloroetileno (Scott et al., 2001). Por fim, todas as testas foram triadas com o auxílio de microscópio estereoscópio, coladas em lâminas para microfósseis, identificadas ao nível de espécie, utilizando bibliografia especializada.

Durante a identificação, o perfil tafonômico das testas de foraminíferos (coloração, desgaste e presença de matéria orgânica e/ou pirita) foi também analisado em função de padrões descritos por Moraes e Machado (2003).

### **Análise Estatística dos dados**

Foram calculadas: a abundância relativa, sendo consideradas as classes principal (>5%), acessória (4,9-1%) e traço (<1%); e a frequência de ocorrência, adotando-se as classes constante (>50%), acessória (49-25%) e acidental (<24%) (Dajoz 1983; Ab'Saber et al. 1997). Também foram calculados os índices de riqueza (índice de Margalef), equitatividade (índice de Pielou) e diversidade (índice de Shannon-Wiener) das espécies nas estações amostrais utilizando-se o programa Primer 6.0.

Para verificar a variação sazonal dos parâmetros analisados, foram utilizados os testes estatísticos de Shapiro-Wilk, Mann-Whitney e Student no software PAST versão 3.07, sendo para todos os testes adotado o nível de significância < 0,05. Com o intuito de compreender a relação das espécies principais com as variáveis ambientais, foi feita a transformação dos dados



(Logx + 1) e realizadas as análises fatorial e de componentes principais (PCA) no programa Statsoft Statistica 10. Os mapas temáticos foram elaborados no ArcGis for Desktop 10.2.

## RESULTADOS

A área de estudo está localizada em um ambiente de topografia bastante irregular, com profundidade média de 6,2 m e máxima de 37 m no canal principal, no entanto, durante a amostragem, variaram entre 0,9 a 6,2 m na estação chuvosa e 3,0 a 7,2 m na estação seca (Figura 2). Além disso, os valores de temperatura oscilaram entre 26,28° C a 29,34 ° C na estação chuvosa e 26,91°C a 28,12°C na estação seca (Figura 2).

Os dados de salinidade, pH, Eh e oxigênio dissolvido da água de fundo também apresentaram pouca variação entre os pontos de amostragem, mas podem ser reconhecidos alguns padrões quando comparados aos parâmetros da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) para águas da Classe 1. Assim, durante a estação chuvosa, as águas do estuário do rio Marau podem ser consideradas salinas (>30) até o ponto MA05 e salobras (<30 e > 0,5 ups) até o MA10. Já na estação seca, a água esteve salina até o ponto MA04 e salobra até o MA10.

Os valores de pH em ambas as estações se manteve em conformidade com os limites médios exigidos pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), a qual estabelece uma faixa de 6,5 a 8,5 para as águas salinas Classe1. Os valores de pH no canal estuarino oscilaram de 7,75 a 8,57 na estação chuvosa e de 7,55 a 8,32 na estação seca, mantendo-se equivalentes ao do ambiente marinho (7,5 a 8,4 – Lemus, García e Frías 1997) em todos os pontos (Figura 2).

Os teores de oxigênio dissolvido foram mais altos na estação chuvosa (4,13 a 5,55 mg/l O<sub>2</sub>) do que na estação seca (3,26 a 4,83 mg/l O<sub>2</sub>). Além disso, os valores estiveram acima do limite mínimo adequado para a sobrevivência da biota (>5 mg/L O<sub>2</sub> para água salobra e >6 mg/L O<sub>2</sub> para água doce e salina – Brasil 2005) apenas nos pontos MA09 e MA10 do período chuvoso (Figuras 2).

Em todos os pontos os valores de Eh foram positivos (ambiente oxidante) durante a estação chuvosa, mas se tornaram negativos (ambiente redutor) no período seco (Figura 2).

Quase todas as amostras foram classificadas como litoclásticas (exceto o ponto MA04 em ambas as campanhas) e os teores de matéria orgânica apresentaram valores entre 0,34 a 8,20 na estação chuvosa e 0,35 a 7.61 na estação seca. Os maiores teores foram registrados nas estações MA03 (próximo à localidade Taipu de Dentro), MA06 e MA09 na estação chuvosa e MA05, MA06 e MA08 na estação seca (Figura 2).

Areia fina é a fração mais abundante na campanha chuvosa, predominando em 50% das amostras, principalmente nos pontos à jusante (MA01 a MA03) e à montante (MA08 a MA09). Na campanha seca, as frações finas predominaram na maioria dos pontos (MA02 a MA06), mas nos pontos MA01, MA07, MA09 e MA10 houve o domínio de areia grossa. O sedimento foi moderadamente selecionado na estação chuvosa e moderadamente bem selecionado na estação seca (Figura 3).

Foi constatada diferença sazonal significativa nos teores de oxigênio dissolvido (teste t:p=0,001), grau de selecionamento (teste t:p<0,001) e cascalho (Mann-Whitney: p <0,002).

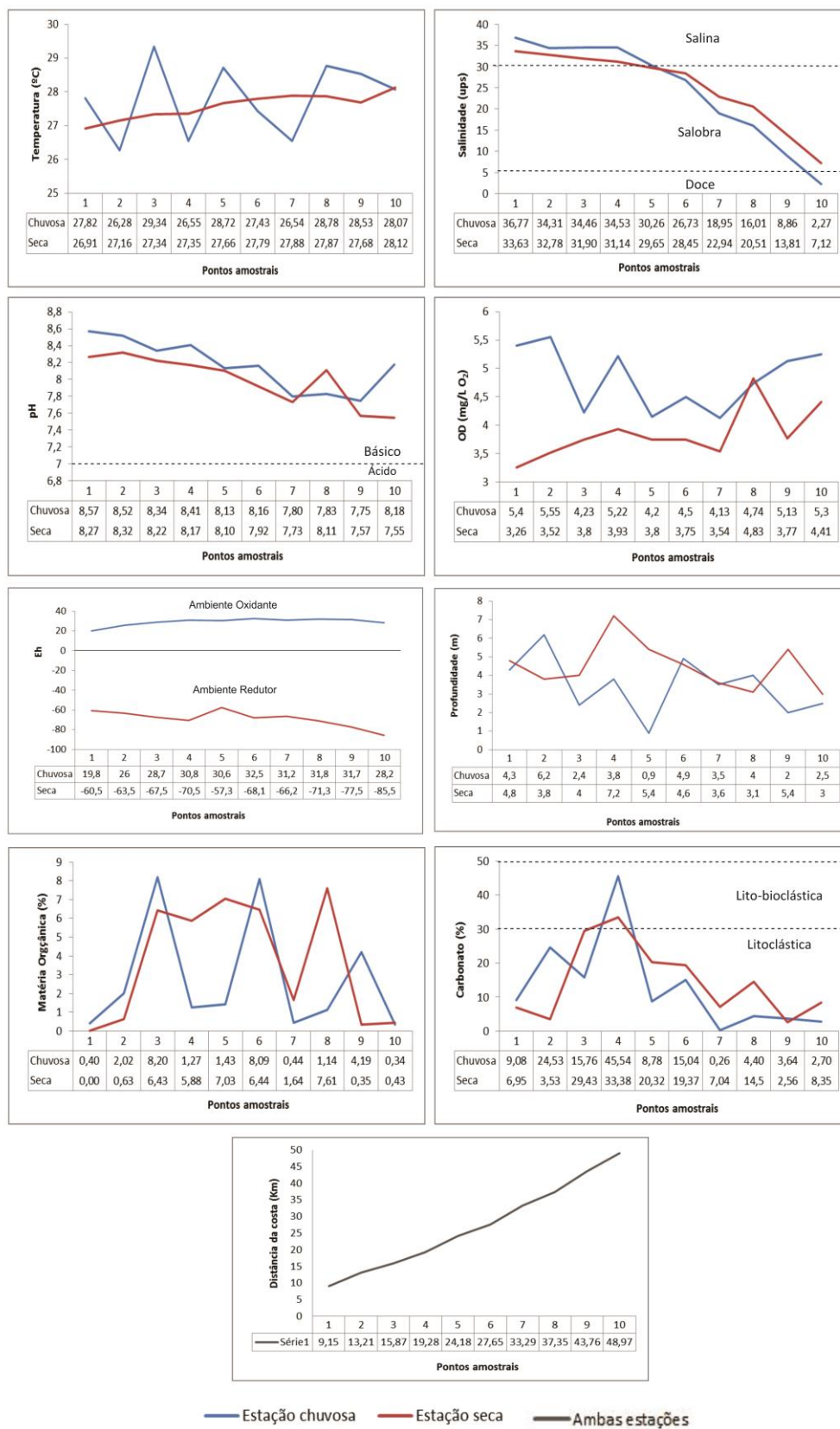


Figura 2 - Variação dos parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, Eh e profundidade), sedimentológicos (teores de matéria orgânica e carbonato) e distância dos pontos amostrais em relação à costa no canal estuarino do rio Marau durante as campanhas chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013.

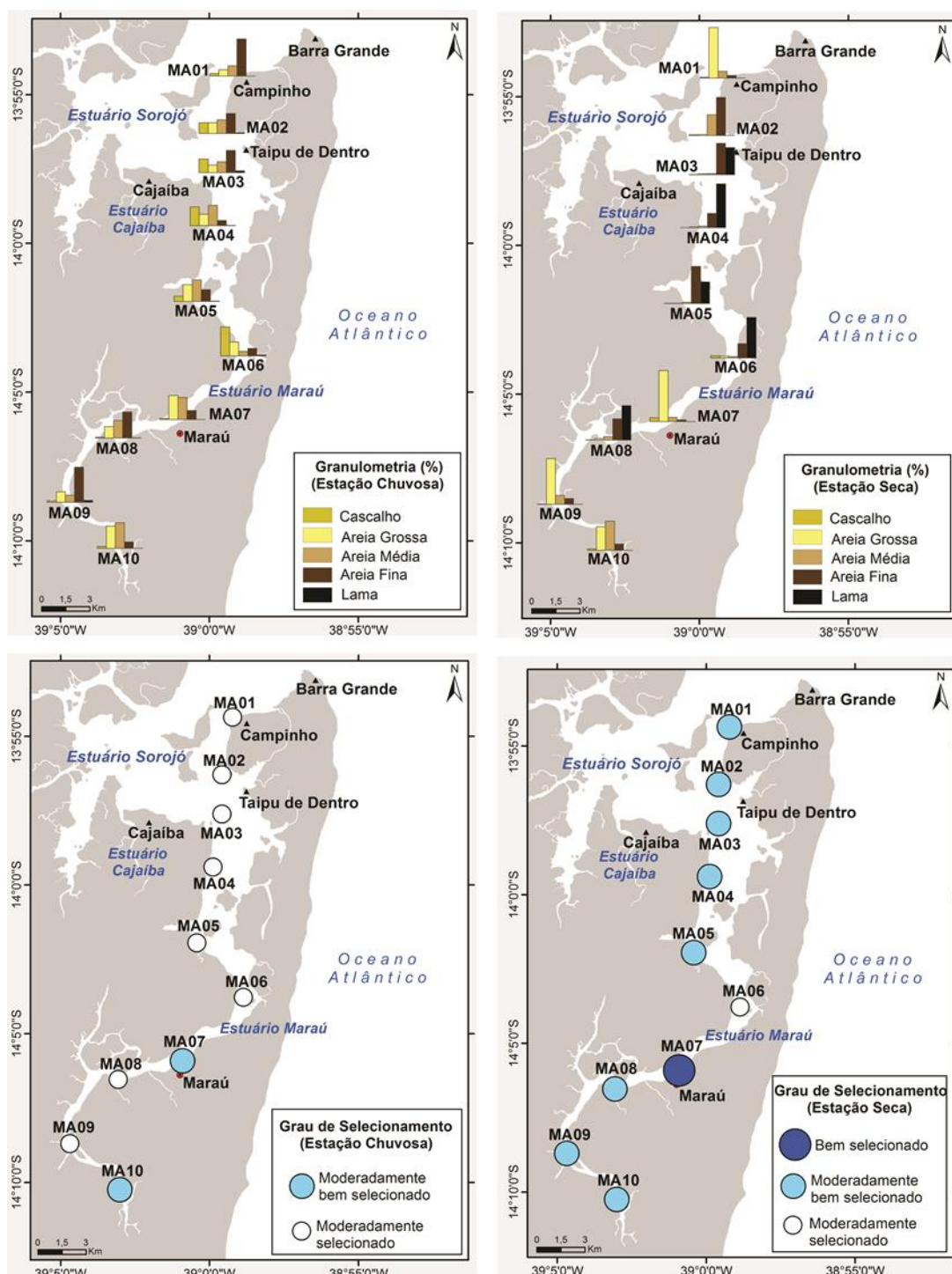


Figura 3– Distribuição das frações granulométricas e do grau de selecionamento do sedimento, em porcentagem, no canal estuarino do rio Marau durante as estações chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013.

### Fauna de foraminíferos

Foram identificados 431 espécimes de foraminíferos (68 na estação chuvosa e 363 na estação seca), sendo os maiores valores de abundância registrados nos pontos MA01 e MA02 na estação chuvosa e MA01, MA03 e MA04 na estação seca (Figura 4).

Foram registrados 20 gêneros (19 bentônicos e 1 planctônico), 33 espécies, 8 superfamílias e 6 subordens, segundo a classificação sistemática proposta por Loeblich & Tappan (1988). Dentre as ordens encontradas, a ordem Rotaliina apresenta maiores números de espécies (19), seguida pela Miliolina (8), Textulariina (5) e Globigerinida (2) espécies.

Durante a estação chuvosa, foram registrados apenas dois espécimes vivos no ponto MA02. Na estação seca, houve 29 espécimes vivos (8% do total) em 5 das 10 estações amostrais, mas principalmente no MA 03 e MA 04, geralmente de *Ammonia beccarii* e *Bolivina translucens*. (Figura 4 e Tabela C9).

As espécies principais durante a estação chuvosa foram *Quinqueloculina lamarckiana* (39,71%), *Ammonia beccarii* (16,18%) e *Amphistegina lessonii* (7,35%), enquanto que *Ammonia beccarii* (44,35%), *Criboelphidium poeyanum* (8,26%), *Trochamina inflata* (6,61%) e *Bolivina translucens* (5,23%) predominaram na estação seca (Tabela C4).

Na estação chuvosa não foram registradas espécies constantes. Já na estação seca, a única espécie constante foi a *Ammonia beccarii* (50,00%) (Tabela C4 e Figura 4).

Na estação chuvosa, MA02 teve os valores de riqueza, equitatividade e diversidade foram mais altos. No entanto, no período seco, as estações amostrais MA03, MA06 e MA01 exibiram, respectivamente, os mais altos índices de riqueza, equitatividade e diversidade (Figura 5).

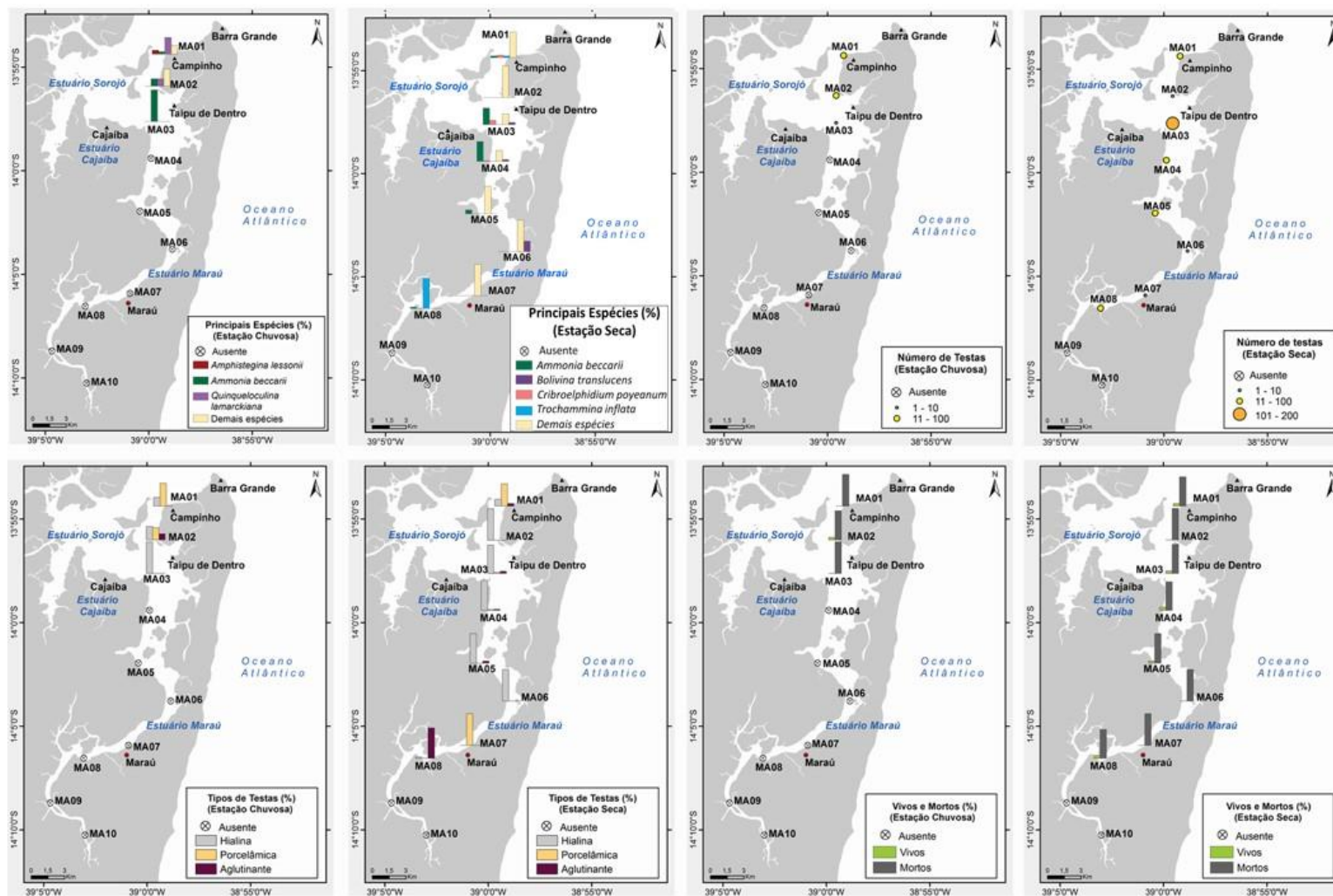


Figura 4– Distribuição das espécies principais, abundância absoluta, tipos de testa e das taxas de foraminíferos vivos e mortos, em porcentagem, no canal estuarino do rio Marau durante as campanhas chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013.



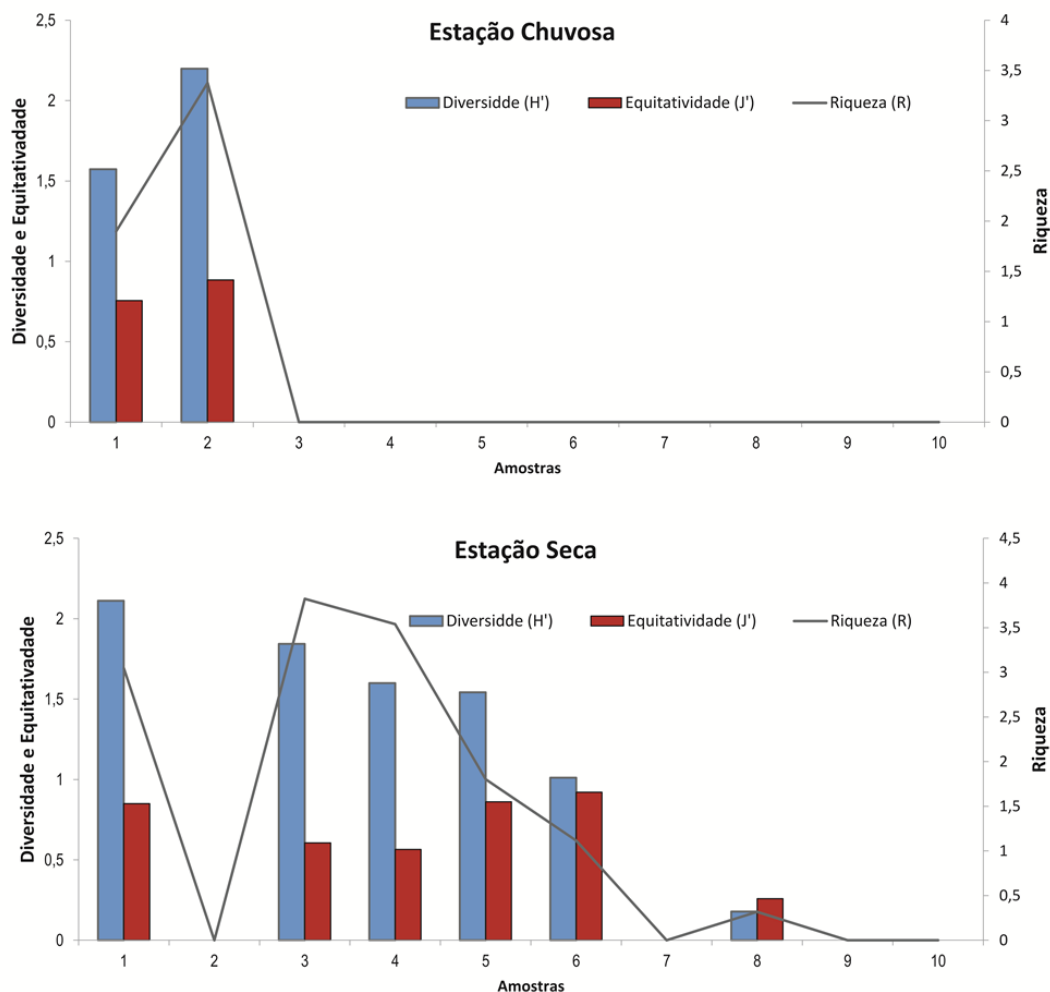


Figura 5 - Variação dos índices de riqueza, equitatividade e diversidade dos foraminíferos do canal estuarino do rio Marau durante as estações chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013.

### Análise tafonômica

Testas normais (48,53%) foram dominantes na estação chuvosa, mas também se destacam as dissolvidas (45,59%). Já na estação seca, houve o predomínio do padrão normal (37,47%), mas também foi relevante a ocorrência de testas dissolvidas (30,03%) ou com quebraimento (22,59%) (Tabela C7 e Figura 6).

Na estação chuvosa, as testas brancas foram predominantes (75,00%) seguidas das mosqueadas (13,23%), enquanto que no período seguinte, as mosqueadas predominaram (65,56%), mas as brancas também foram representativas nesse período (31,96%) (Figura 6 e Tabela C6).

Considerando-se os tipos de testas, predominaram os foraminíferos porcelâmicos na estação chuvosa (57,35%), mas as hialinas também foram representativas (35,29%); enquanto na estação seca, predominaram os foraminíferos hialinos (78,79%) seguidos dos aglutinantes (11,57%) (Figura 4).

Durante o período chuvoso, as testas impregnadas por grânulos de pirita corresponderam a 11,76% do total de indivíduos. Na estação seca esse valor aumentou para 16,53%, principalmente pela ocorrência de testas piritizadas nos pontos MA-4 (22,83%), MA-3 (13,37%) e MA-1 (16,22%) (Figura 6).

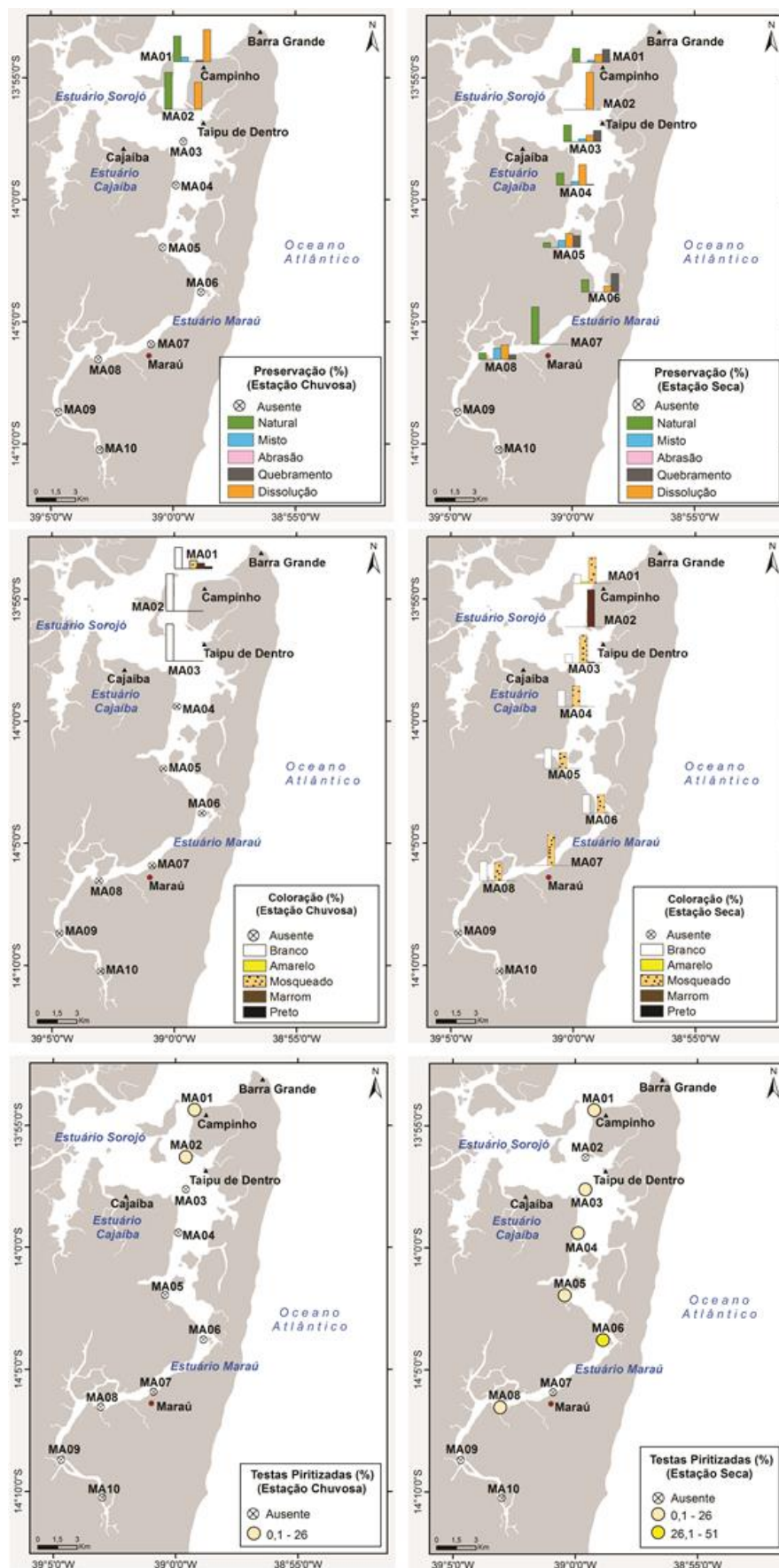


Figura 6 – Distribuição das assinaturas tafonômicas e das testas impregnadas por pirita no canal estuarino do rio Marau durante as campanhas chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013

### Distribuição dos Foraminíferos

Correlacionando-se a distribuição das espécies principais com os parâmetros físico-químicos e sedimentológicos, observa-se que, na estação chuvosa, os teores de *Quinqueloculina lamarckiana* (Fator 1 no gráfico), areia média (Fator 2), Eh e matéria orgânica correlacionaram-se significativamente.

Já na estação seca, são significativos os teores de areia média (Fator 1 no gráfico), areia grossa, lama, matéria orgânica, carbonato e os percentuais de *Ammonia beccarii*, *Bolivina translucens*, *Criboelphidium poeyanum* e *Trochamina inflata* (Fator 2 no gráfico). Entretanto, as espécies principais correlacionaram-se positivamente com a salinidade e pH (Figura 7).

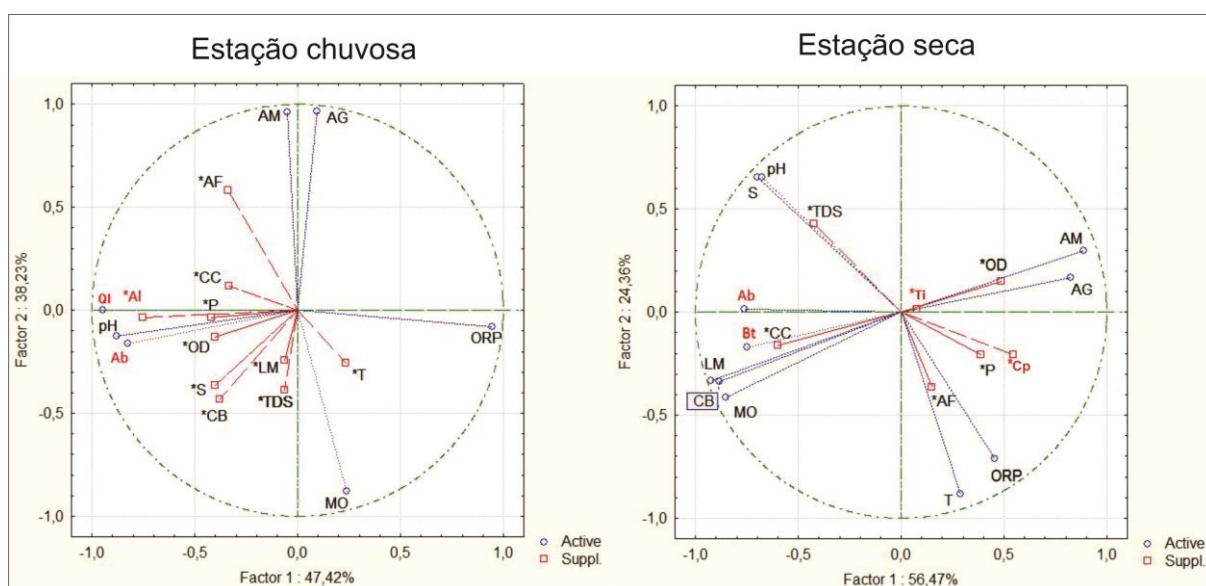


Figura 7 - Representação gráfica da análise de componentes principais dos parâmetros bióticos e abióticos do canal estuarino do rio Maraú durante as estações chuvosa e seca de 2013. Nota: Ab = *Ammonia beccarii*; Al = *Amphistegina lessonii*; Bd = *Bolivina translucens*; Cp = *Criboelphidium poeyanum*; Ql = *Quinqueloculina lamarckiana*; Ti = *Trochamina inflata*; T = Temperatura; S = Salinidade; P = Profundidade; pH = Potencial Hidrogeniônico; OD = Oxigênio Dissolvido; TDS = Total de sólidos dissolvidos; Eh = Potencial de oxirredução CB = Carbonato; MO = Matéria Orgânica; CC = Cascalho; AG = Areia Grossa; AM = Areia Média; AF = Areia Fina; LM = Lama.

### DISCUSSÃO

No estuário do rio Maraú, as discretas variações dos valores dos parâmetros físico-químicos ao longo das estações amostrais resultam da forte influência das correntes de maré (Amorim, 2005, 2011), circulação eficiente e boa capacidade de mistura de suas águas (Santos, 2009). Entretanto, em ambientes estuarinos, a ação das correntes de maré está relacionada com o perfil topográfico, de modo que juntos influenciam os padrões de circulação e mistura, a diluição e a intrusão do sal, o transporte de sedimentos, nutrientes e poluentes (Perillo, 1995) e, consequentemente, a distribuição de várias espécies de foraminíferos (Reddy e Rao, 1984); (Murray, 1991); (Debenay et al., 2000).

Desse modo, a variação espacial dos valores de temperatura e oxigênio dissolvido registrados no presente estudo se deve à contribuição de tributários e às baixas profundidades no momento da coleta, enquanto que a redução dos valores de pH em direção à montante resulta do aumento da cobertura vegetal que ao ser decomposta, libera ácidos orgânicos (Espinheira, 2010).



Houve variação sazonal significativa apenas dos teores de oxigênio dissolvido, a qual pode estar relacionada à diminuição da velocidade das correntes fluviais durante a estação seca, o que é indicado pelo predomínio do sedimento fino e corroborado pelos valores negativos de Eh, os quais demonstram o estabelecimento de condições redutoras neste período (Figuras 2 e 3).

Os valores de abundância, riqueza, equitatividade e diversidade foram mais elevados na estação seca devido à redução da energia hidrodinâmica que possibilitou maior deposição das frações areia fina e lama (Figura 5 e 3) e acúmulo de nutrientes necessários à sobrevivência destes organismos (Murray, 1991).

*Quinqueloculina* é um gênero típico de ambiente marinho ou hipersalino (32-65 ups), bem oxigenado e de alta energia hidrodinâmica, cujas espécies ocorrem preferencialmente associadas a sedimentos arenosos de composição carbonática e predominantemente em ambientes recifais (Murray, 2006). Assim, o predomínio de *Quinqueloculina lamarckiana* no período chuvoso se deve ao seu transporte pelas correntes de maré, o que é corroborado pela sua correlação positiva com a areia média, Eh (positivo, indicando ambiente oxidante e referendado pelos valores mais altos de oxigênio dissolvido) e matéria orgânica (Figuras 2, 4 e 7). Situação semelhante se aplica à espécie *Amphistegina lessonii*, cujos espécimes devem estar vivendo aderidos aos afloramentos rochosos e recifes que se encontram na entrada de Baía de Camamu, já que esta espécie é típica de ambientes de plataforma tropical e áreas recifais, podendo ser encontrada sobre o sedimento ou em substrato duro (Murray, 2006). Na área de estudo, esta espécie ocorre apenas no ponto MA 01, o mais próximo da foz e sob a influência marinha, onde predominou o sedimento arenoso indicativo de águas mais agitadas (Figuras 2 e 4).

*Ammonia* é um gênero que possui várias espécies oportunistas, as quais costumam ser encontradas em ambientes costeiros com sedimento lamoso, salinidade de 10 a 31 ups, e que são capazes de tolerar concentrações muito baixas de oxigênio dissolvido, o que justifica o predomínio de *Ammonia beccarii* e sua correlação positiva com os baixos teores de oxigênio dissolvido registrados no período seco. Nesta mesma estação, o domínio de *Criboelphidium poeyanum* se deve à sua extensa ocorrência em regiões estuarinas, litorâneas ou de plataforma rasa devido à sua ampla tolerância às variações de salinidade (0-70 ups) (Murray, 2006; Bernasconi e Cusminsky, 2015). Já o gênero *Trochamina* é típico de ambientes salobros e ocorre tanto em manguezais quanto em canais com sedimentos lamosos e ricos em matéria orgânica, de modo que a ocorrência da *Trochamina inflata* está relacionada ao extenso manguezal que margeia o estuário do rio Maraú e aos teores de sedimento fino e matéria orgânica (Figuras 2, 4 e 7).

Por outro lado, *Bolivina* é um gênero marinho (32 -37 ups) que vive em substrato lamoso na zona nerítica (Murray, 2006). Portanto, o predomínio de *Bolivina translucens* na estação seca se deve ao seu transporte a partir da plataforma continental, porém esta espécie foi encontrada viva na área de estudo, sugerindo um transporte de curta distância ou tolerância às condições ambientais devido ao predomínio do sedimento fino e de águas salinas (Figura 2 e 4).

No que tange a tafonomia das testas, segundo Moraes e Machado (2003), os padrões de cor que os foraminíferos apresentam após a sua morte podem ser utilizados para interpretar taxas de deposição, erosão e retrabalhamento do sedimento de modo que altos percentuais de testas: pretas, indicam uma elevada taxa de retrabalhamento do sedimento pelos organismos; marrons, correspondem a uma frequente erosão da zona oxidante fazendo com que os grãos pretos sejam continuamente removidos para a superfície e/ou a uma intensa, porém rápida ação dos

bioturbadores associados a leves taxas de sedimentação; amarelas, sugerem que os fenômenos anteriormente descritos acontecem em uma velocidade tão baixa que possibilita a oxidação dos grãos marrons; brancas, podem significar novas adições ao sedimento ou que os grãos escuros permaneceram na superfície por tempo bastante para serem totalmente oxidados; e mosqueados, representam um estágio intermediário podendo passar a apresentar qualquer uma das cores citadas anteriormente de acordo com o meio a que sejam expostas. Estas mesmas autoras afirmam também que o desgaste das testas traz informações quanto ao seu transporte e/ou ambiente de deposição, pois a dissolução ocorre geralmente em ambiente de baixa energia e com sedimento rico em matéria orgânica; a abrasão prevalece em locais de alta energia, sendo mais severa em ambientes rasos e relativamente expostos; o quebramento, também é mais elevado em condições de alta energia, mas não indica nenhum ambiente específico de deposição porque pode resultar de diversos processos físicos, químicos e biológicos; e os desgastes mistos podem estar associados ao tempo de deposição no sedimento ou à submissão consecutiva a mais de um tipo de desgaste.

Portanto, o predomínio de testas brancas (75,00%) normais (48,53%) ou dissolvidas (45,59%) sugere que durante a estação chuvosa ocorre adição dos foraminíferos recém-mortos ao sedimento em condições de baixa energia hidrodinâmica que se estabeleceram nos pontos MA01 a MA03, possibilitando, assim, a sua deposição nestes locais. Já no período seco, a prevalência de testas mosqueadas (70,27%) normais (37,47%) ou dissolvidas (30,03%) indica que estas estão sendo lentamente exumadas (Figuras 3 e 6).

Outro fator tafonômico que é associado aos processos e ao tempo de impregnação de minerais nas testas dos foraminíferos é a piritização, a qual geralmente é relacionada a processos químicos resultantes da decomposição da matéria orgânica por bactérias redutoras de sulfato no sedimento (Yanko et al., 1999). De fato, na estação seca, houve aumento do número de testas impregnadas por pirita, corroborando o estabelecimento de condições redutoras neste período que já havia sido apontado pelos baixos teores de oxigênio dissolvido e pelos valores negativos de Eh (Figuras 2 e 4).

## CONCLUSÕES

No estuário do rio Maraú, houve variação sazonal significativa apenas dos teores de oxigênio dissolvido, grau de selecionamento e cascalho, os quais podem estar relacionados à diminuição da velocidade das correntes fluviais durante a estação seca, o que é indicado pelo predomínio do sedimento fino e o estabelecimento de condições redutoras neste período. Portanto, o acréscimo do aporte fluvial durante a estação chuvosa ocasiona a elevação dos valores de oxigênio dissolvido e Eh e da intensidade da energia hidrodinâmica, a qual restringe os foraminíferos aos locais onde houve deposição de sedimento fino (pontos MA01 a MA03). Já no período seco, a redução da energia hidrodinâmica possibilita maior deposição de sedimento fino e o estabelecimento de um ambiente redutor que favoreceram a instalação de *Ammonia beccarii*, *Criboelphidium poeyanum*, *Trochamina inflata* e *Bolivina translucens*. Ressalta-se ainda que a presença de *Quinqueloculina lamarckiana* e *Amphistegina lessonii* se deve ao seu transporte pelas correntes de maré.

**AGRADECIMENTOS** - À FAPESB (Edital 009/2012; Pedido Nº 1356/2012), ao Programa Permanecer da UFBA (Edição 2013), ao PIBIC/UFBA-FAPESB (Edital PROPCI/UFBA 01-2014) e à CAPES por disponibilizarem os recursos financeiros e técnicos que viabilizaram todas as etapas desse trabalho. Ao Centro Universitário Jorge Amado pela disponibilização de laboratórios e equipamentos para a realização de algumas das análises.

## REFERÊNCIAS

Ab'saber, A.N., Tundisi J.G., Forneris L., Marino M.C., Rocha O., Tundisi T., Schaeffer-Novelli Y., Vouno Y.S., Watanabe S. (eds.). 1997. *Glossário de ecologia* (Publicação 103), 2, 103, São Paulo, Aciesp, 352 p.

Affe, H. M.J. 2012. *Caracterização da Comunidade Fitoplanctônica com ênfase nas Microalgas Potencialmente Tóxicas em áreas de cultivo de Ostras na Baía de Camamu*, 84 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais (SAT), Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2012.

Amorim, F.N. *Caracterização oceanográfica da Baía de Camamu e adjacências e mapeamento das áreas de risco a derrames de óleo*. 2005. Dissertação de estrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 163p.

Bernasconi, E.; Cusminsky, G. *Study of distribution of Elphidium aff. Poeyanum (D'ORBIGNY) from the Colorado basin (South America). Holocene paleoenvironmental inferences*. The Holocene, vol. 25(5) 810-819. February 26, 2015. doi: 10.1177/0959683615571424.

Bittencourt, A.C.S.P., Dominguez, J.M.L., Martin, L. & Silva, I.R. 2000. *Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia- Brazil*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 72 (2): 271-287.

Brasil, 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 27 p.

Burton, E.D.; Phillips, I.R.; Hawker, D.W. *Trace metal distribution and enrichment in benthic, estuarine sediments: Southport Broadwater, Australia*. Environmental Geochemistry and Health, vol. 27, no. 5-6, p. 369 – 383, 2005.

Centro de Estatística e Informação (C.E.I.). *Informações Básicas dos Municípios Baianos*. Salvador: 1994, 540p.

Coccioni, R. 2000. *Benthic foraminifera as bioindicators of heavy metal pollution: a case study from the Goro Lagoon (Italy)*. In: R.E. Martin. (ed). Environmental micropaleontology. The application of microfossils to environmental geology. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers. Pp. 71-104.

CRA (1995) Centro de Recursos Ambientais. Área de Proteção Ambiental do Pratigi. Plano de Manejo. Zoneamento- Ecológico-Econômico. Plano de Gestão. Diagnóstico Ambiental. Meio Físico. 14pp.

Dajoz, R.1983. Ecologia Geral - 4ª ed: Petrópolis, Vozes, 472 p.

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

Dias, G.T.M. 1996. *Classificação de sedimentos marinhos proposta de representação em cartas sedimentológicas*. In: 39º Congresso Brasileiro de Geologia. Sergipe, Anais, p. 423-426.

Espinheira, C.C. 2010. *Baía de Camamu: Uma provável área de referência*. Salvador, 48pp. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Oceanografia. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.

Friedman, G.M. 1962. *On sorting, sorting coefficients and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones*. The Journal of Geology, 70(1):737-753.

Hatje, V., Barros F., Magalhães W., Riatto V.B., Amorim M.B.F., Spanó S., Cirano, M. 2008. *Trace metals and benthic macrofauna distributions in Camamu Bay, Brazil: Sediment quality prior oil and gas exploration*. Marine Pollution Bulletin, 56(2):363-370.

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.

Lemus, J. L. C.; García, M. P. T.; Frías, M. Propiedades químicas del agua de mar: salinidad, clorinidad y pH. In: Lemus, J. L. C.; García, M. P. T.; Frías, M. El océano y sus recursos: La ciencias del mar: oceanografía geológica y oceanografía química. México: La Ciencia para todos, 1997. Disponível em:

[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/12/htm/SEC\\_17.html](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/12/htm/SEC_17.html).

Miranda, L. B.; Castro, B.M.; Kjerfve, B. *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 2002. 417p.

Moraes, S.S. e Machado, A.J. *Avaliação das condições hidrodinâmicas de dois recifes costeiros do litoral norte do Estado da Bahia*. Revista Brasileira de Geociências, vol. 33, n.2, p. 201-210, 2003.

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. Cap.07.

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

Perillo, G.M.E. *Definitions and Geomorphologic Classification of Estuaries*. In: Geomorphology and Sedimentology of Estuaries. Developments in Sedimentology, 53, cap. 2. Amsterdam: Elsevier Science, 1995.

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.

Santos, F.M. 2009. *Estudo comparativo das características geomorfológicas de preenchimento sedimentar de seis grandes estuários brasileiros*. Salvador, 55p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.

Schoelhamer, D.H. 2002. *Variability of Suspended Sediment Concentration at Tidal to Annual Time Scales in San Francisco Bay, USA*. Com. Shelf Tes., 22: 1857-1866.

Scott, D.B.; Medioli, F.S.; Schafer, C.T. *Monitoring in coastal environments using foraminífera and thecamoebian indicators*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

Silva, F.B. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

Silva, I.R. & Souza-Filho, J.R. 2011. *Sensibilidade ambiental de praias: um exemplo de análise para a península de Maraú, sul do estado da Bahia, Brasil*. Pesquisas em Geociências, 38 (2): 147-157.

Suguio, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*: São Paulo, Edigard Blucher, 317 p.

Uncles, R.J., Burton, M.L.: Stephens, J.A. 1994. *Seasonal Variability of Fine-sediment Concentration in the Turbidity Maximum Region of the Tamar Estuary*. Est Coast. Shelf Sci., 38: 19-39.

Vilela, C.G. 2000. *Microfósseis – Parte I: Foraminíferos, Radiolários e Diatomáceas*. In: I.S. Carvalho, (ed). Paleontologia. Rio de Janeiro, Editora Interciência. P. 1-20.

Yanko, V. Arnold, A.J.; Parker, W.C. *Effects of marine pollution on benthic foraminífera*. In: Sen Gupta, B.K. *Modern foraminífera*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

## CAPÍTULO 3

### CONCLUSÕES

---

A discreta oscilação espacial e a variação sazonal dos parâmetros físico-químicos, no estuário do rio Sorojó, não é significativa. Apesar disto, constatou-se que o acréscimo do aporte fluvial durante a estação chuvosa ocasionou a elevação dos valores de temperatura, teor de oxigênio dissolvido e Eh e da intensidade da energia hidrodinâmica, restringindo os foraminíferos aos locais onde houve deposição de sedimento fino.

A mudança da direção das correntes marinhas para sudoeste no período seco, ocasionou o aumento dos valores de salinidade, carbonato e pH e também o transporte de *Nonionoides grateloupii* e *Cibicides sp* para dentro do estuário, porém a topografia rasa da região e a diminuição do aporte fluvial reduzem a intensidade da energia hidrodinâmica, possibilitando a deposição de sedimento fino e o estabelecimento de um ambiente redutor que favoreceram a instalação de espécies oportunistas como *Ammonia beccarii* e *Criboelphidium poeyanum*.

A variação sazonal significativa apenas dos teores de oxigênio dissolvido no estuário do rio Maraú, grau de selecionamento e cascalho, podem estar relacionados à diminuição da velocidade das correntes fluviais durante a estação seca, o que é indicado pelo predomínio do sedimento fino e o estabelecimento de condições redutoras neste período.

O estabelecimento de um ambiente redutor favoreceu a instalação de *Ammonia beccarii*, *Criboelphidium poeyanum*, *Trochamina inflata* e *Bolivina translucens*, no entanto, a presença de *Quinqueloculina lamarckiana* e *Amphistegina lessonii* se deve ao seu transporte pelas correntes de maré.

## APÊNDICE A – JUSTIFICATIVA DA PARTICIPAÇÃO DOS CO-AUTORES

---

Segue as principais contribuições de cada autor no presente trabalho:

Ruth Souza dos Santos Rocha- Primeira autora

Simone Souza de Moraes – Profa. Coordenadora do projeto que subsidiou o presente trabalho, além de auxiliar nas interpretações dos resultados e redação do artigo.

Altair de Jesus Machado-Profa. Orientadora, auxiliou no desenvolvimento e correções do artigo.

Cleiton Rafael Soares Alves – Bolsista de iniciação científica do projeto. Participou das campanhas de amostragem e das análises granulométricas.

Nailson de Souza Alves – Bolsista de iniciação científica do projeto. Participou do delineamento da malha amostral, das campanhas de amostragem e da elaboração do banco de dados e dos mapas temáticos.

Caroline Lima Santos – Bolsista de iniciação científica do projeto. Participou das campanhas de amostragem, da triagem e identificação dos foraminíferos.

Maili Correia Campos – Pesquisadora do projeto. Auxiliou na realização das análises estatísticas e interpretações dos dados.

Diógenes Gomes dos Santos -Pesquisador do projeto. Participou das campanhas de amostragem, análise dos sedimentos e interpretações dos dados.



## APÊNDICE B – TABELAS COM DADOS DO CANAL ESTUARINO SOROJÓ

Tabela B1- Parâmetros físico-químicos e coordenadas geográficas aferidos nas estações amostrais do canal estuarino do rio Sorojó, nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013).

I Campanha (Estação Chuvosa)															
Pontos	Coord.X	Coord.Y	Horário	OD (mg/l)	pH	pH (mV)	Temp (°C)	Condutiv. (ms/cm)	Condutiv. (ms/cm <sup>2</sup> )	TDS	Salinidade	Eh	OD (%)	Profund. (m)	M.O
1	13°50'22.8"	038°56'35.5"	18:07	5.57	8.49	-83,9	27.21	57.62	59.92	28.95	38.61	33.8	81.6	5.0	-
2	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	Lajedo	12.0	-
3	13°53'18.1"	038°57'14.2"	19:45	5.61	8.47	-83,1	26.47	28.89	29.55	14.34	17.74	36.3	84.5	5.8	0,36
4	13°53'45.3"	038°59'46.7"	17:10	6.64	8.43	-81,2	27.27	32.53	30.13	22.76	32.13	33.3	80.2	6.9	0,49
5	13°54'01.7"	039°01'56.0"	15:55	5.21	8.20	-68,3	29.59	53.31	57.94	26.69	35.09	29.9	61.1	1.2	0,36
6	13°55'47.0"	039°11'53.6"	15:12	4.22	8.09	-63,3	32.22	50.22	56.67	25.59	33.39	29.1	65.3	2.4	5,76
7	13°56'19.5"	039°02'51.0"	14:35	5.32	7.94	-53,8	28.03	40.92	45.46	21.09	21.42	28.8	57.0	1.4	4,69
8	13°56'11.6"	039°04'34.8"	13:15	4.35	7.96	-55	29.21	47.04	50.78	23.54	30.48	26.1	47.6	3.6	1,19
9	13°56'11.6"	039°04'58.2"	11:58	4.84	7.33	-18,3	27.15	15.85	16.51	79.20	9.22	19.1	59.5	6.4	1,91
10	13°56'41.4"	039°05'38.6"	11:21	6.10	7.11	-5,3	25.61	13.57	13.75	6.78	0.68	1.4	61.1	3.1	1,21
II Campanha (Estação Seca)															
3	13°53'207"	038°57'181"	08:07	4.75	8.70	-117,5	26.31	53.38	54.79	26.74	35.30	-136,7	70.2	2.3	0,79
4	13°53'653"	039°00'049"	09:20	3.91	8.39	-112,2	26.21	48.41	49.96	24.17	32.77	-123,0	66.1	4.2	0,48
5	13°54'189"	039°01'436"	10:00	4.56	8.36	-109,1	25.62	48.32	49.95	24.64	31.83	-121,8	64.7	5.1	0,40
6	13°55'506"	039°01'825"	10:45	4.50	8.42	-111,8	25.80	51.17	51.45	27.78	33.99	-125,0	70.8	1.5	4,92
7	13°56'571"	039°02'449"	11:17	4.60	8.15	-97,5	28.08	46.45	49.25	23.30	30.22	-134,4	64.3	1.9	<LDM
8	13°56'333"	039°03'913"	12:00	3.85	8.11	-97,3	27.49	46.05	48.08	23.08	29.91	-138,5	54.5	4.5	5,17
9	13°56'209"	039°04'995"	13:15	4.21	8.05	-91,3	28.12	41.82	44.35	20.98	26.89	-134,5	65.8	6.7	15,20
10	13°56'791"	039°05'972"	13:45	4.36	7.44	-58,3	27.58	19.26	20.22	9644	11.43	-144,3	58.2	1.9	0,60

Nota: COORD. = Coordenada; Temp = Temperatura; Salin = Salinidade; OD = Oxigênio Dissolvido; Profund = Profundidade; M.O. = Teor de Matéria Orgânica;

Tabela B2 - Frequência relativa das frações granulométricas do sedimento superficial do canal estuarino do rio Sorojó nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013).

Pontos amostrais	Estação Chuvosa							Estação Seca						
	Granulometria					Selecionamento		Granulometria					Selecionamento	
	Cascalho	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Lama	SEL	CLASS	Cascalho	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Lama	SEL	CLASS
3	0,21	2,62	7,83	<b>85,92</b>	3,42	0,437	BS	3,33%	10,72%	14,60%	<b>70,55%</b>	0,52%	0,477	BS
4	<b>54,25</b>	41,85	1,37	0,91	1,63	0,583	MOBS	<b>80,65%</b>	15,11%	3,88%	0,24%	0,02%	0,733	MOBS
5	0,02	0,96	<b>53,82</b>	44,86	0,33	0,518	MOBS	1,06%	3,25%	29,66%	<b>65,86%</b>	0,00%	0,525	MOBS
6	0,68	2,14	9,87	42,04	<b>45,27</b>	0,618	MOBS	1,29%	3,19%	14,19%	<b>44,18%</b>	37,16%	0,796	MOBS
7	0,61	0,86	7,86	<b>53,03</b>	37,64	0,495	BS	12,37%	25,61%	15,30%	<b>35,51%</b>	11,21%	0,698	MOBS
8	18,14	20,76	<b>36,71</b>	21,43	2,96	1,029	MS	3,89%	2,17%	2,22%	34,72%	<b>57,00%</b>	1,091	MS
9	3,22	36,28	<b>53,46</b>	1,69	5,34	0,598	MOBS	8,09%	9,74%	14,29%	10,64%	<b>57,24%</b>	0,803	MS
10	18,4	13,03	21,06	<b>45,33</b>	2,17	1,175	MS	2,33%	<b>42,16%</b>	35,09%	19,93%	0,33%	1,2	MS

Nota: CASC = Cascalho - 2,000 mm; AG = Areia Grossa: 2 mm - 0,5mm; AM = Areia Média: 0,5m - 0,25mm; AF = Areia Fina: 0,25mm - 0,625mm; LAM= Lama < 0,062m; CASC = Cascalho - 2,000 mm; AG = Areia Grossa: 2 mm - 0,5mm; AM = Areia Média: 0,5m - 0,25mm; AF = Areia Fina: 0,25mm - 0,625mm; LAM= Lama < 0,062m; MUBS = Muito Bem Selecionado ( $\sigma < 0,35$ ); BS = Bem Selecionado (0,35 – 0,50); MOBS = Moderadamente Bem Selecionado (0,50 – 0,80); MS = Moderadamente Selecionado (0,80 – 1,40); PS = Pobrememente Selecionado (1,40 – 2,00); MPS = Muito Pobrememente Selecionado (2,00 – 2,60); e EPS = Extremamente Pobrememente Selecionado ( $\sigma > 2,60$ ); NF: Não foi coletado; SEL = Grau de Seleção do Sedimento; e CLASS = Classificação do Grau de Seleção do Sedimento

Tabela B3 - Frequência dos teores de carbonato e siliciclastos no canal estuarino do rio Sorojó durante a campanha chuvosa (abril de 2013) e seca (outubro de 2013)

Pontos Amostrais	Campanha chuvosa			Campanha seca		
	Siliciclástico (%)	Carbonático (%)	Classificação	Siliciclástico (Fr%)	Carbonático (Fr%)	Classificação
3	95,09	4,91	Litoclástica	85,42%	14,58	Litoclástica
4	43,56	56,44	Bio-litoclástica	32,96%	67,04	Bio-litoclástica
5	99,60	0,40	Litoclástica	91,38%	8,62	Litoclástica
6	48,47	51,53	Bio-litoclástica	60,36%	39,64	Lito-bioclástica
7	64,19	35,81	Lito-bioclástica	63,83%	36,17	Lito-bioclástica
8	93,82	6,18	Litoclástica	83,73%	16,27	Litoclástica
9	99,61	0,39	Litoclástica	46,85%	53,15	Bio-litoclástica
10	90,53	9,47	Litoclástica	97,09%	2,91	Litoclástica

Tabela B4 - Frequência absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Sorojó na estação chuvosa (abril 2013). Tabela X-

Espécies	Estações amostrais									Total	Freq. Relat (%)	Classifc. Freq. (%)	Ocorr.	Freq. Ocorr. (%)	Class. Freq. Ocorr. (%)
	Siglas	3	4	5	6	7	8	9	10						
<i>Ammonia beccarii</i>	<i>Ammbec</i>	82	11	0	54	18	1	3	0	169	53,99%	PR	6	75,00%	Co
<i>Amphistegina lessonii</i>	<i>Amplres</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,64%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Bolivina compacta</i>	<i>Bolcom</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	6	1,92%	AC	1	12,50%	Acd
<i>Bolivina dottiana</i>	<i>Boldot</i>	15	1	0	6	0	0	0	0	22	7,03%	PR	3	37,50%	Ace
<i>Bolivina variabilis</i>	<i>Bolvar</i>	11	0	0	0	0	0	0	0	11	3,51%	AC	1	12,50%	Acd
<i>Chysalidinella domorpha</i>	<i>Chydrom</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Cibicides pseudogerianus</i>	<i>Cibpse</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0,96%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Cibicides refulgens</i>	<i>Cibref</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0,96%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Cibicides sp A</i>	<i>CibspA</i>	8	1	0	1	0	0	0	0	10	3,19%	AC	3	37,50%	Ace
<i>Cibicides sp B</i>	<i>CibspB</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0,96%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Discorbis candeiana</i>	<i>Discan</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,64%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Discorbis floridanus</i>	<i>Disflo</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Discorbis globosa</i>	<i>Disglo</i>	1	7	0	2	1	0	0	0	11	3,51%	AC	4	50,00%	Co
<i>Discorbis mira</i>	<i>Dismir</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Elphidium galvestonense</i>	<i>Elpgal</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0,96%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	<i>Cripoe</i>	4	3	0	1	5	0	1	0	14	4,47%	AC	5	62,50%	Co
<i>Eponides repandus</i>	<i>Eporep</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Globigerinoides trilobus</i>	<i>Glotri</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0,64%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Globorotalia menardi</i>	<i>Glomen</i>	2	0	0	2	0	0	0	0	4	1,28%	AC	2	25,00%	Ace
<i>Testas não identificáveis</i>	<i>Tni</i>	2	2	0	3	1	0	0	0	8	2,56%	AC	4	50,00%	Co
<i>Hanzawaia berthelotti</i>	<i>Hanber</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Loxostomum limbatum</i>	<i>Loxlim</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Miliammina fusca</i>	<i>Milfre</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Nonionoides grateloupii</i>	<i>Nongra</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,64%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Nonionella atlantica</i>	<i>Nonatl</i>	0	1	0	5	0	0	0	0	6	1,92%	AC	2	25,00%	Ace
<i>Poroeponides lateralis</i>	<i>Porlat</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0,96%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Pyrgo nasuta</i>	<i>Pyrnas</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd

Tabela B4 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Sorojó na estação chuvosa (abril 2013).

Espécies	Estações amostrais									Total	Freq. Relat (%)	Classific. Freq. (%)	Ocorr.	Freq. Ocorr. (%)	Class. Freq. Ocorr. (%)
	Siglas	3	4	5	6	7	8	9	10						
<i>Pyrgo tainanensis</i>	<i>Pyrtai</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Quinqueloculina aglutinata</i>	<i>Quiagl</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Quinqueloculina laevigata</i>	<i>Quilae</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,64%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	<i>Quilaw</i>	5	1	0	0	0	0	0	0	6	1,92%	AC	2	25,00%	Ace
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	<i>Quipoe</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	4	1,28%	AC	1	12,50%	Acd
<i>Quinqueloculina polygona</i>	<i>Quipol</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	4	1,28%	AC	1	12,50%	Acd
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	<i>Quisem</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0,64%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Quinqueloculina sulcata</i>	<i>Quisul</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<b>Total</b>		<b>168</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>313</b>	<b>100,00%</b>				

**Constituintes principais da amostra – (>5%; - PR); acessórios - (>1% e <4,9%; AC); Traços – (< 1% - TR).**

Tabela B5 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Sorojó na estação seca (outubro 2013).

Espécies	Estações amostrais									Total	Freq. Relat (%)	Classific. Freq. (%)	Ocorr.	Freq. Ocorr. (%)	Class. Freq. Ocorr. (%)
	Siglas	3	4	5	6	7	8	9	10						
<i>Allomorphina lamegoi</i>	Alllam	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Ammonia beccarii</i>	Ammbec	31	1	0	29	91	19	94	1	266	21,16%	PR	7	87,50%	Co
<i>Amphistegina lessonii</i>	Amples	52	0	0	0	0	0	0	0	52	4,14%	AC	1	12,50%	Acd
<i>Archaia angulatus</i>	Arcang	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Bolivina compacta</i>	Bolcom	8	2	0	4	13	1	22	0	50	3,98%	AC	6	75,00%	Co
<i>Bolivina translucens</i>	Boltra	2	0	0	0	2	0	11	0	15	1,19%	AC	3	37,50%	Ace
<i>Cassidulina subglobosa</i>	Cassub	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Cibicides aknerianus</i>	Cibakn	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0,24%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Cibicides concentrica</i>	Cibcon	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Cibicides pseudogerianus</i>	Cibpse	5	0	0	0	4	0	6	0	15	1,19%	AC	3	37,50%	Ace

Tabela B5 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Sorojó na estação seca (outubro 2013).

Espécies	Estações amostrais									Total	Freq. Relat (%)	Classific. Freq. (%)	Ocorr.	Freq. Ocorr. (%)	Class. Freq. Ocorr. (%)
	Siglas	3	4	5	6	7	8	9	10						
<i>Cibicides refulgens</i>	Cibref	0	2	0	0	5	0	2	0	9	0,72%	TR	3	37,50%	Ace
<i>Cibicides sp. A</i>	CibspA*	17	1	0	0	0	0	0	0	18	1,43%	AC	2	25,00%	Ace
<i>Cibicides sp. B</i>	CibspB	16	0	0	19	15	0	23	0	73	5,81%	PR	4	50,00%	Co
<i>Discorbis candeiana</i>	Discan	3	0	0	0	2	0	6	0	11	0,88%	TR	3	37,50%	Ace
<i>Discorbis floridanus</i>	Disflo	0	1	0	1	1	0	1	0	4	0,32%	TR	4	50,00%	Co
<i>Discorbis globosa</i>	Disglo	3	1	1	1	0	0	2	0	8	0,64%	TR	5	62,50%	Co
<i>Discorbis mira</i>	Dismir	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Discorbis obtusa</i>	Disobt	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,16%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Discorbis sp. A</i>	DisspA	20	4	0	3	12	0	10	0	49	3,90%	AC	5	62,50%	Co
<i>Discorbis sp. D</i>	DisspD	0	0	0	0	0	2	2	0	4	0,32%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Eggerelloides medius</i>	Eggmed	0	0	0	8	8	0	2	0	18	1,43%	AC	3	37,50%	Ace
<i>Elphidium galvestonense</i>	Elpgav	0	0	0	0	0	1	17	0	18	1,43%	AC	2	25,00%	Ace
<i>Elphidium incertum</i>	Elpinc	1	0	0	1	1	0	6	0	9	0,72%	TR	4	50,00%	Co
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	Cripoe*	15	0	0	28	8	15	210	0	276	21,96%	PR	5	62,50%	Co
<i>Elphidium sagrum</i>	Elpsag	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0,16%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Eponides repandus</i>	Eporep	23	0	0	0	7	0	0	0	30	2,39%	AC	2	25,00%	Ace
<i>Globigerina bulloide</i>	Globul	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,16%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Globigerinoides ruber</i>	Glomen	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Globorotalia menardi</i>	Glorub	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0,16%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Testas não identificáveis</i>	Tni	24	0	0	5	12	3	24	0	68	5,41%	PR	5	62,50%	Co
<i>Lagena sp.</i>	Lagsp	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Lagena striatula</i>	Lagstr	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0,16%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Nonion affins</i>	Nonaff	0	0	0	0	7	0	2	0	9	0,72%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Nonionoides grateloupii</i>	Nongra	20	0	0	24	12	0	19	0	75	5,97%	PR	4	50,00%	Co
<i>Nonion sp.</i>	Nonsp	0	0	0	1	2	0	1	0	4	0,32%	TR	3	37,50%	Ace
<i>Peneroplis pertusus</i>	Penper	4	0	0	0	7	0	1	0	12	0,95%	TR	3	37,50%	Ace
<i>Planorbilina mediterraneensis</i>	Plamed	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd

Tabela B5 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Sorojó na estação seca (outubro 2013).

Espécies		Estações amostrais								Total	Freq. Relat (%)	Classifc. Freq. (%)	Ocorr.	Freq. Ocorr. (%)	Class. Freq. Ocorr. (%)
		3	4	5	6	7	8	9	10						
<i>Poroeponides lateralis</i>	Porlat	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Pseudoparella sp.</i>	Psepar	4	2	0	3	6	0	2	0	17	1,35%	AC	5	62,50%	Co
<i>Pyrgo comata</i>	Pyrcom	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Pyrgo subdenticulata</i>	Pyrsub	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Quinqueloculina implexa</i>	Quiimp	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0,16%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	Quilam	10	1	1	1	0	0	0	0	13	1,03%	AC	4	50,00%	Co
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	Quisem	8	4	0	0	0	0	3	0	15	1,19%	AC	3	37,50%	Ace
<i>Quinqueloculina sp. 1</i>	Quisp1	18	3	0	0	0	0	0	0	21	1,67%	AC	2	25,00%	Ace
<i>Quinqueloculina venusta</i>	Quiven	2	0	0	0	0	0	1	0	3	0,24%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Sigmoilina asperula</i>	Sigasp	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0,16%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Sigmoilina subpoyana</i>	Sigsub	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Siphogenerina duartei</i>	Sipdua	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Sphonina pulckra</i>	Sphpul	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,16%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Triloculina linnaiana</i>	Trilin	3	1	0	0	0	0	0	0	4	0,32%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Triloculina lutea</i>	Trilut	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0,32%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Triloculina oblonga</i>	Triobl	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,16%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Triloculina sommeri</i>	Trisom	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Triloculina sp.</i>	Trisp	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0,48%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Triloculina trigonula</i>	Tritri	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%	TR	1	12,50%	Acd
<i>Trochamina inflata</i>	Troinf	0	0	0	0	8	0	4	0	12	0,95%	TR	2	25,00%	Ace
<i>Trochamina laevigata</i>	Trolae	0	0	0	9	0	5	0	0	14	1,11%	AC	2	25,00%	Ace
<i>Virgulina sp.</i>	Virsp	6	0	0	2	3	1	4	0	16	1,27%	AC	5	62,50%	Co
<b>Total</b>		<b>329</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>142</b>	<b>228</b>	<b>49</b>	<b>482</b>	<b>1</b>	<b>1257</b>	<b>100,00%</b>				

Constituintes principais da amostra – (>5%; - PR); acessórios - (>1% e <4,9%; AC); Traços – (< 1% - TR).

Tabela B6 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Sorojó segundo a coloração em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Estações Amostrais	Coloração											
	Estação Chuvosa						Estação Seca					
	Branco	Amarelo	Marrom	Mosqueado	Preto	Total	Branco	Amarelo	Marrom	Mosqueado	Preto	Total
3	162	0	3	2	1	168	253	9	15	47	5	329
Fr 3 (%)	96,43	0,00	1,79	1,19	0,60	100,00	76,90	2,74	4,56	14,29	1,52	100,00
4	33	1	2	0	1	37	21	0	0	3	0	24
Fr 4 (%)	89,19	2,70	5,41	0,00	2,70	100,00	87,50	0,00	0,00	12,50	0,00	100,00
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Fr 5 (%)	-	-	-	-	-	-	50,00	0,00	0,00	50,00	0,00	100,00
6	72	0	2	0	0	74	95	0	2	45	0	142
Fr 6 (%)	97,30	0,00	2,70	0,00	0,00	100,00	66,90	0,00	1,41	31,69	0,00	100,00
7	28	0	1	0	0	29	124	2	5	96	1	228
Fr 7 (%)	96,55	0,00	3,45	0,00	0,00	100	54,39	0,88	2,19	42,11	0,44	100,00
8	1	0	0	0	0	1	42	0	1	6	0	49
Fr 8 (%)	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	85,71	0,00	2,04	12,24	0,00	100,00
9	4	0	0	0	0	4	369	3	6	104	0	482
Fr 9 (%)	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	76,56	0,62	1,24	21,58	0,00	100,00
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Fr 10 (%)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00



Tabela B7 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Sorojó segundo o tipo de desgaste em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Estações Amostrais	Desgaste											
	Estação Chuvosa						Estação Seca					
	Normal	Abrasão	Dissolução	Quebramento	Misto	Total	Normal	Abrasão	Dissolução	Quebramento	Misto	Total
3	107	0	33	15	13	168	49	0	116	44	120	329
Fr 3(%)	63,69	0,00	19,64	8,93	7,74	100,00	14,89	0,00	35,26	13,37	36,47	100,00
4	24	0	7	2	4	37	0	0	19	0	5	24
Fr 4 (%)	64,86	0,00	18,92	5,41	10,81	100,00	0,00	0,00	79,17	0,00	20,83	100,00
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Fr 5 (%)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	50,00	50,00	0,00	100,00
6	39	0	17	6	12	74	6	0	57	3	76	142
Fr 6 (%)	52,70	0,00	22,97	8,11	16,22	100,00	4,23	0,00	40,14	2,11	53,52	100,00
7	10	0	6	4	9	29	12	2	103	27	84	228
Fr 7 (%)	34,48	0,00	20,69	13,79	31,03	100,00	5,26	0,88	45,18	11,84	36,84	100,00
8	0	0	0	1	0	1	3	0	21	4	21	49
Fr 8 (%)	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00	6,12	0,00	42,86	8,16	42,86	100,00
9	3	0	0	1	0	4	19	0	153	122	188	482
Fr 9 (%)	75,00	0,00	0,00	25,00	0,00	100,00	3,94	0,00	31,74	25,31	39,00	100,00
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Fr 10 (%)	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00

Tabela B8 - Abundância total e relativa do tipo de testas dos foraminíferos em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca).

Estações Amostrais	Tipos de Testas							
	Estação chuvosa				Estação seca			
	T. Hialinas	T. Porcelâmicas	T. Aglutinantes	Total	T. Hialinas	T. Porcelâmicas	T. Aglutinantes	Total
3	124	22	1	147	293	0	0	293
Fr SO 03 (%)	84,35	14,97	0,68	100	100,00	0,00	0,00	100
4	34	3	0	37	15	9	0	24
Fr SO 04 (%)	91,89	8,11	0,00	100	62,50	37,50	0,00	100
5	0	0	0	0	1	1	0	2
Fr SO 05 (%)	-	-	-	0	50,00	50,00	0,00	100
6	74	0	0	74	124	1	17	142
Fr SO 06 (%)	100,00	0,00	0,00	100	87,32	0,70	11,97	100
7	29	0	0	29	212	0	16	228
Fr SO 07 (%)	100,00	0,00	0,00	100	92,98	0,00	7,02	100
8	1	0	0	1	43	1	5	49
Fr SO 08 (%)	100,00	0,00	0,00	100	87,76	2,04	10,20	100
9	4	0	1	5	470	6	6	482
Fr SO 09 (%)	80,00	0,00	20,00	100	97,51	1,24	1,24	100
10	0	0	0	0	1	0	0	1
Fr SO 10 (%)	-	-	-	0	100,00	0,00	0,00	100

Tabela B9 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos vivos e mortos no canal estuarino do rio Sorojó em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Estações Amostrais	Estação chuvosa			Estação seca		
	Vivos	Mortos	Total	Vivos	Mortos	Total
3	0	168	329	90	239	329
Fr 3 (%)	0,00	51,06	51,06	27,36	72,64	100,00
4	22	15	37	20	4	24
Fr 4 (%)	59,46	40,54	100,00	83,33	16,67	100,00
5	0	0	0	1	1	2
Fr 5 (%)	-	-	-	50,00	50,00	100,00
6	0	74	74	65	77	142
Fr 6 (%)	0,00	100,00	100,00	45,77	54,23	100,00
7	0	29	29	60	168	228
Fr 7 (%)	0,00	100,00	100,00	26,32	73,68	100,00
8	0	1	1	21	28	49
Fr 8 (%)	0,00	100,00	100,00	42,86	57,14	100,00
9	0	4	4	127	355	482
Fr 9 (%)	0,00	100,00	100,00	26,35	73,65	100,00
10	0	0	0	0	1	1
Fr 10 (%)	-	-	-	0,00	100,00	100,00

Tabela B10 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos piritizados no canal estuarino do rio Sorojó em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Ponto	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	Abundância Total	Testas Impregnadas	Fr. Relativa (%)	Abundância Total	Testas Impregnadas	Fr. Relativa (%)
<b>3</b>	168	58	34,52%	329	83	25,23%
<b>4</b>	37	3	8,11%	24	3	12,50%
<b>5</b>	0	0	-	2	1	50,00%
<b>6</b>	74	8	10,81%	142	12	8,45%
<b>7</b>	29	1	3,45%	228	28	12,28%
<b>8</b>	1	1	100,00%	49	21	42,86%
<b>9</b>	4	2	50,00%	482	298	61,83%
<b>10</b>	0	0	-	1	1	100,00%

## APÊNDICE C – TABELAS COM DADOS DO CANAL ESTUARINO MARAÚ

Tabela C1- Parâmetros físico-químicos e coordenadas geográficas aferidos nas estações amostrais do canal estuarino do rio Maraú, nas estações chuvosa (abril 2013) e seca (outubro 2013)

I Campanha (Estação chuvosa)												
Pontos	Coord. X	Coord. Y	Horário	T (°C)	pH	OD (mg/l)	TDS	Salinidade	Eh	OD (%)	Profun. (m)	M.O
1	13°54'22,7"	038°59'12,8"	07:30	27,82	8,57	5,4	27,78	36,77	19,8	60,6	4,3	0,40
2	13°56'18,2"	038°59'33,1"	09:00	26,28	8,52	5,55	26,07	34,31	26	66,9	6,2	2,02
3	13°57'37,5"	038°59'36,9"	09:50	29,34	8,34	4,23	26,26	34,46	28,7	51,6	2,4	8,20
4	13°59'24,4"	038°59'51,1"	11:00	26,55	8,41	5,22	26,26	34,53	30,8	65,7	3,8	1,27
5	14°01'57,1"	039°00'25,7"	11:45	28,72	8,13	4,15	23,38	30,26	30,6	61	0,9	1,43
6	14°03'40,8"	039°58'42,0"	12:35	27,43	8,16	4,5	20,91	26,73	32,5	58	4,9	8,09
7	14°05'55,4"	039°00'55,4"	13:30	26,54	7,8	4,13	15,31	18,95	31,2	50,2	3,5	0,44
8	14°06'34,3"	039°03'03,6"	14:15	28,78	7,83	4,74	13,11	16,01	31,8	54,8	4	1,14
9	14°08'42,1"	039°04'40,7"	16:10	28,53	7,75	5,13	76,31	8,86	31,7	60,5	2	4,19
10	14°10'15,1"	039°03'01,6"	15:25	28,07	8,18	5,25	21,47	2,27	28,2	55	2,5	0,34
II Campanha (Estação Seca)												
1	13°54'390"	038°59'226"	07:15	26,91	8,27	3,26	25,64	33,63	-60,5	45,2	4,8	<LDM
2	13°55'959"	038°59'678"	08:45	27,16	8,32	3,52	25,06	32,78	-63,5	52,4	3,8	0,63
3	13°52'766"	038°59'425"	09:12	27,34	8,22	3,75	24,47	31,9	-67,5	55	4	6,43
4	13°59'282"	038°59'583"	10:05	27,35	8,17	3,93	23,94	31,14	-70,5	53,7	7,2	5,88
5	14°02'042"	039°00'233"	10:46	27,66	8,1	3,75	22,96	29,65	-57,3	48	5,4	7,03
6	14°03'686"	039°58'702"	11:40	27,79	7,92	3,75	22,09	28,45	-68,1	48,6	4,6	6,44
7	14°05'959"	039°00'957"	12:20	27,88	7,73	3,54	18,21	22,94	-66,2	44,1	3,6	1,64
8	14°06'630"	039°03'038"	13:14	27,87	8,11	4,83	16,43	20,51	-71,3	47,7	3,1	7,61
9	14°06'786"	039°04'653"	14:06	27,68	7,57	3,77	11,47	13,81	-77,5	46,8	5,4	0,35
10	14°10'270"	039°03'046"	14:40	28,12	7,55	4,41	6226	7,12	-85,5	51,2	3	0,43

Nota: COORD. = Coordenada; Temp = Temperatura; Salin = Salinidade; OD = Oxigênio Dissolvido; Profun = Profundidade; M.O. = Teor de Matéria Orgânica; LDM = Limite de Detecção do Método.

Tabela C2 - Frequência relativa das frações granulométricas e grau de selecionamento do sedimento superficial do canal estuarino Maraú durante a campanha chuvosa (abril de 2013) e seca (outubro de 2013)

Pontos amostrais	Campanha chuvosa							Campanha seca						
	Granulometria					Selecionamento		Granulometria					Selecionamento	
	CASC (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	LAM (%)	SEL	CLASS	CASC (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	LAM (%)	SEL	CLASS
01	4,33	11,21	18,17	66,30	0,00	0,861	MS	1,10	83,74	11,02	4,14	0,00	0,505	MOBS
02	19,37	19,17	24,34	35,75	1,37	1,140	MS	1,19	1,49	34,38	62,94	0,00	0,588	MOBS
03	24,37	13,35	19,31	39,94	3,03	1,234	MS	0,42	1,15	1,53	51,99	44,92	0,630	MOBS
04	33,49	20,64	36,50	9,20	0,17	1,015	MS	0,12	1,40	2,32	23,52	72,64	0,610	MOBS
05	9,51	29,96	38,80	21,10	0,63	0,913	MS	0,22	0,47	2,08	61,56	35,66	0,566	MOBS
06	51,78	24,91	8,19	13,35	1,78	1,172	MS	3,60	3,16	2,48	23,49	67,27	0,975	MS
07	1,67	43,15	39,23	15,92	0,03	0,753	MOBS	6,05	84,51	6,70	2,72	0,03	0,486	BS
08	1,46	20,26	31,26	46,65	0,37	0,823	MS	0,03	2,30	5,70	35,01	56,97	0,724	MOBS
09	2,63	18,58	12,77	62,98	3,03	0,895	MS	0,22	75,65	14,79	9,34	0,01	0,645	MOBS
10	3,02	39,94	45,70	11,32	0,02	0,719	MOBS	2,45	39,04	48,14	10,38	0,00	0,696	MOBS

Nota: CASC = Cascalho - 2,000 mm; AG = Areia Grossa: 2 mm - 0,5mm; AM = Areia Média: 0,5m - 0,25mm; AF = Areia Fina: 0,25mm - 0,625mm; LAM= Lama < 0,062m; CASC = Cascalho - 2,000 mm; AG = Areia Grossa: 2 mm - 0,5mm; AM = Areia Média: 0,5m - 0,25mm; AF = Areia Fina: 0,25mm - 0,625mm; LAM= Lama < 0,062m; MUBS = Muito Bem Selecionado ( $\sigma < 0,35$ ); BS = Bem Selecionado (0,35 – 0,50); MOBS = Moderadamente Bem Selecionado (0,50 – 0,80); MS = Moderadamente Selecionado (0,80 – 1,40); PS = Pobrememente Selecionado (1,40 – 2,00); MPS = Muito Pobrememente Selecionado (2,00 – 2,60); e EPS = Extremamente Pobrememente Selecionado ( $\sigma > 2,60$ ); NF: Não foi coletado; SEL = Grau de Seleção do Sedimento; e CLASS = Classificação do Grau de Seleção do Sedimento

Tabela C3 - Frequência dos teores de carbonato e siliciclastos do canal estuarino Maraú durante a campanha chuvosa (abril de 2013) e seca (outubro de 2013)

Pontos amostrais	Campanha chuvosa			Campanha seca		
	Siliciclástico (%)	Carbonático (%)	Classificação	Siliciclástico (Fr %)	Carbonático (Fr%)	Classificação
1	90,92	9,08	Litoclástica	93,05%	6,95	Litoclástica
2	75,47	24,53	Litoclástica	96,47%	3,53	Litoclástica
3	84,24	15,76	Litoclástica	70,57%	29,43	Litoclástica
4	54,46	45,54	Litoclástica	66,62%	33,38	Lito-bioclástica
5	91,22	8,78	Litoclástica	79,68%	20,32	Litoclástica
6	84,96	15,04	Litoclástica	80,63%	19,37	Litoclástica
7	99,74	0,26	Litoclástica	92,96%	7,04	Litoclástica
8	95,60	4,40	Litoclástica	85,50%	14,50	Litoclástica
9	96,36	3,64	Litoclástica	97,44%	2,56	Litoclástica
10	97,30	2,7	Litoclástica	91,65%	8,35	Litoclástica

Tabela C4 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Marauá na estação chuvosa (abril 2013)

Espécies	Estações amostrais											Total	Freq. Relat (%)	Classifc. Freq. (%)	Ocorr.	Freq. Ocorr. (%)	Class. Freq. Ocorr. (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
<i>Ammonia beccarii</i>	Ammbec	3	6	2	0	0	0	0	0	0	0	11	16,18%	PR	3	30,00%	Ace
<i>Amphistegina lessonii</i>	Amples	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7,35%	PR	1	10,00%	Acd
<i>Archaias angulatus</i>	Arcng	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4,41%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Bolivina dottiana</i>	Boldot	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,47%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Bolivina translucens</i>	Boltra	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,47%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Cassidulina subglobosa</i>	Cassub	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,47%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Eggereloides medius</i>	Eggmed	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4,41%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Elphidium galvestonense</i>	Elpgal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,47%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	Cripoe	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,47%	AC	1	10,00%	Acd
Testas não identificadas	Tni	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7,35%	PR	2	20,00%	Acd
<i>Poroeponides lateralis</i>	Porlat	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4,41%	AC	2	20,00%	Acd
<i>Quinqueloculina candeiana</i>	Quican	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2,94%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	Quilam	21	6	0	0	0	0	0	0	0	0	27	39,71%	PR	2	20,00%	Acd
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	Quisem	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2,94%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Textularia gramem</i>	Texgra	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,47%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Valvulina ovidoiana</i>	Valovi	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,47%	AC	1	10,00%	Acd
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	100,00%				

Constituintes principais da amostra – (>5%; - PR); acessórios - (>1% e <4,9%; AC); Traços – (< 1% - TR).

Tabela C5 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Maraú na estação seca (outubro 2013)

Espécies		Estações amostrais										Total	Freq. Relat (%)	Classific. Freq. (%)	Ocorr.	Freq. Ocorr. (%)	Class. Freq. Ocorr. (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
<i>Ammonia beccarii</i>	Amm bec	2	0	98	58	2	0	0	1	0	0	161	44,35%	PR	5	50,00%	Co
<i>Bolivina dottiana</i>	Boldot	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	1,38%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Bolivina striatula</i>	Bolstr	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	6	1,65%	AC	2	20,00%	Acd
<i>Bolivina translucens</i>	Boltra	0	0	12	5	0	2	0	0	0	0	19	5,23%	PR	3	30,00%	Ace
<i>Cassidulina subglobosa</i>	Cassub	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Cibicides aknerianus</i>	Cassub	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Cibicides pseudogerianus</i>	Cibakn	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	7	1,93%	AC	3	30,00%	Ace
<i>Cibicides sp. B</i>	CibspB	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	6	1,65%	AC	3	30,00%	Ace
<i>Discorbis floridanus</i>	Disflo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Discorbis sp. D</i>	DisspD	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0,83%	TR	2	20,00%	Acd
<i>Eggenelloides medius</i>	Eggmed	0	0	5	3	1	0	0	0	0	0	9	2,48%	AC	3	30,00%	Ace
<i>Elphidium galvestonensis</i>	Elpgal	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,55%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	Cripoe	3	0	25	2	0	0	0	0	0	0	30	8,26%	PR	3	30,00%	Ace
<i>Eponides repandus</i>	Eporep	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,55%	TR	2	20,00%	Acd
<i>Globorotalia menardi</i>	Glomen	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,55%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	Glotru	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
Testas não identificadas	Tni	3	0	6	0	3	0	0	0	0	0	12	3,31%	AC	3	30,00%	Ace
<i>Nonionoides grateloupii</i>	Nongra	1	0	11	4	0	0	0	0	0	0	16	4,41%	AC	3	30,00%	Ace
<i>Nonionella atlantica</i>	Nonatl	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Poroepionides lateralis</i>	Porlat	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,55%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Pseudoparella sp.</i>	Psesp	0	0	0	1	7	1	0	0	0	0	9	2,48%	AC	3	30,00%	Ace
<i>Quinqueloculina candeiana</i>	Quican	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	Quilam	9	0	2	0	0	0	1	0	0	0	12	3,31%	AC	3	30,00%	Ace
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	Quipoe	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,83%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Quinqueloculina polygona</i>	Quipol	10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	12	3,31%	AC	3	30,00%	Ace



Tabela C5 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos do canal estuarino do rio Maraú na estação seca (outubro 2013)

Espécies	Estações amostrais										Total	Freq. Relat (%)	Classific. Freq. (%)	Ocorr.	Freq. Ocorr. (%)	Class. Freq. Ocorr. (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9							10
<i>Quinqueloculina sp.</i>	<i>Quisp</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Textularia gramem</i>	<i>Texgra</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Trochamina inflata</i>	<i>Troinf</i>	2	0	0	0	0	0	0	22	0	0	24	6,61%	PR	2	20,00%	Acd
<i>Trochamina laevigata</i>	<i>Trolae</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	1,93%	AC	1	10,00%	Acd
<i>Valvulina ovidioiana</i>	<i>Valovi</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,28%	TR	1	10,00%	Acd
<i>Virgulina sp.</i>	<i>Virsp</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,55%	TR	2	20,00%	Acd
<b>Total</b>		<b>37</b>	<b>1</b>	<b>187</b>	<b>92</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>363</b>	100,00%				

Constituintes principais da amostra – (>5%; - PR); acessórios - (>1% e <4,9%; AC); Traços – (< 1% - TR).

Tabela C6 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Marauá segundo a coloração em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Estações Amostrais	Coloração											
	Estação chuvosa						Estação seca					
	Branco	Amarelo	Marrom	Mosqueado	Preto	Total	Branco	Amarelo	Marrom	Mosqueado	Preto	Total
1	23	0	6	9	2	40	9	2	0	26	0	37
Fr1 (%)	57,50	0,00	15,00	22,50	5,00	100	24,32	5,41	0,00	70,27	0,00	100
2	26	0	0	0	0	26	0	0	1	0	0	1
Fr2 (%)	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100
3	2	0	0	0	0	2	43	0	5	139	0	187
Fr3 (%)	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	22,99	0,00	2,67	74,33	0,00	100
4	0	0	0	0	0	0	40	0	1	51	0	92
Fr4 (%)	-	-	-	-	-	0	43,48	0,00	1,09	55,43	0,00	100
5	0	0	0	0	0	0	9	0	0	7	0	16
Fr5 (%)	-	-	-	-	-	0	56,25	0,00	0,00	43,75	0,00	100
6	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	6
Fr6 (%)	-	-	-	-	-	0	50,00	0,00	0,00	50,00	0,00	100
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Fr7 (%)	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100
8	0	0	0	0	0	0	12	0	0	11	0	23
Fr8 (%)	-	-	-	-	-	0	52,17	0,00	0,00	47,83	0,00	100
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fr9 (%)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Total	51	0	6	9	2	68	116	2	7	238	0	363
Fr Total (%)	75,00	-	8,82	13,23	2,94	100	31,96	0,55	1,93	65,56	-	100

Tabela C7 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos no canal estuarino do rio Marauá segundo o tipo de desgaste em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Estações Amostrais	Desgaste											
	Estação Chuvosa						Estação Seca					
	Normal	Abrasão	Dissolução	Quebramento	Misto	Total	Normal	Abrasão	Dissolução	Quebramento	Misto	Total
1	16	0	20	1	3	40	14	0	8	13	2	37
Fr1 (%)	40,00	0	50	2,5	7,5	100	37,84	0,00	21,62	35,14	5,41	100
2	15	0	11	0	0	26	0	0	1	0	0	1
Fr2 (%)	57,69	0,00	42,31	0,00	0,00	100	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100
3	2	0	0	0	0	2	83	1	33	56	14	187
Fr3 (%)	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	44,39	0,53	17,65	29,95	7,49	100
4	0	0	0	0	0	0	30	0	51	2	9	92
Fr4 (%)	-	-	-	-	-	0	32,61	0,00	55,43	2,17	9,78	100
5	0	0	0	0	0	0	2	0	6	5	3	16
Fr5 (%)	-	-	-	-	-	0	12,50	0,00	37,50	31,25	18,75	100
6	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	0	6
Fr6 (%)	-	-	-	-	-	0	33,33	0,00	16,67	50,00	0,00	100
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Fr7 (%)	-	-	-	-	-	0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100
8	0	0	0	0	0	0	4	0	9	3	7	23
Fr8 (%)	-	-	-	-	-	0	17,39	0,00	39,13	13,04	30,43	100
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fr9 (%)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N Total	33	0	31	1	3	68	136	1	109	82	35	363
Fr Total (%)	48,53	-	45,59	1,47	4,41	100	37,47	0,28	30,03	22,59	9,64	100

Tabela C8 - Abundância absoluta e relativa do tipo de testas dos foraminíferos no canal estuarino do rio Maraú em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Estações Amostrais	Tipo de Testas							
	Estação Chuvosa				Estação Seca			
	T. Hialinas	T. Porcelâmicas	T. Aglutinantes	Total	T. Hialinas	T. Porcelâmicas	T. Aglutinantes	Total
1	11	29	0	40	8	26	3	37
Fr1 (%)	27,50	72,50	0,00	100	21,62	70,27	8,11	100
2	11	10	5	26	1	0	0	1
Fr2 (%)	42,31	38,46	19,23	100	100,00	0,00	0,00	100
3	2	0	0	2	168	6	13	187
Fr3 (%)	100,00	0,00	0,00	100	89,84	3,21	6,95	100
4	0	0	0	0	87	2	3	92
Fr4 (%)	-	-	-	0	94,57	2,17	3,26	100
5	0	0	0	0	15	0	1	16
Fr5 (%)	-	-	-	0	93,75	0,00	6,25	100
6	0	0	0	0	6	0	0	6
Fr6 (%)	-	-	-	0	100,00	0,00	0,00	100
7	0	0	0	0	0	1	0	1
Fr7 (%)	-	-	-	0	0,00	100,00	0,00	100
8	0	0	0	0	1	0	22	23
Fr8 (%)	-	-	-	0	4,35	0,00	95,65	100
9	0	0	0	0	0	0	0	0
Fr9 (%)	-	-	-	0	-	-	-	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
Fr10 (%)	-	-	-	0	-	-	-	0
N Total	24	39	5	68	286	35	42	363
Fr Total (%)	35,29	57,35	7,35	100	78,79	9,64	11,57	100

Tabela C9 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos vivos e mortos no canal estuarino do rio Marauá em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Estações Amostrais	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	Vivos	Mortos	Total	Vivos	Mortos	Total
1	0	40	40	3	34	37
Fr1 (%)	0,00	100,00	100	8,11	91,89	100
2	2	24	26	0	1	1
Fr2 (%)	7,69	92,31	100	0,00	100,00	100
3	0	2	2	14	173	187
Fr3 (%)	0,00	100,00	100	7,49	92,51	100
4			0	9	83	92
Fr4 (%)	-	-	0	9,78	90,22	100
5			0	1	15	16
Fr5 (%)	-	-	0	6,25	93,75	100
6			0	0	6	6
Fr6 (%)	-	-	0	0,00	100,00	100
7			0	0	1	1
Fr7 (%)	-	-	0	0,00	100,00	100
8			0	2	21	23
Fr8 (%)	-	-	0	8,70	91,30	100
9			0	0	0	0
Fr9 (%)	-	-	0	-	-	0
10			0	0	0	0
N Total	2	66	68	29	334	363
Fr Total (%)	2,94	97,06	100	8,10	91,90	100

Tabela C10 - Abundância absoluta e relativa dos foraminíferos piritizados no canal estuarino do rio Marauá em abril (campanha chuvosa) e outubro de 2013 (campanha seca)

Ponto	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	Abundância Total	Testas Impregnadas	Fr. Relativa (%)	Abundância Total	Testas Impregnadas	Fr. Relativa (%)
1	40	6	15,00%	37	6	16,22%
2	26	2	7,69%	1	0	0,00%
3	2	0	0,00%	187	25	13,37%
4	0	0	-	92	21	22,83%
5	0	0	-	16	2	12,50%
6	0	0	-	6	3	50,00%
7	0	0	-	1	0	0,00%
8	0	0	-	23	3	13,04%
9	0	0	-	0	0	-
10	0	0	-	0	0	-
Total	68	8	11,76%	363	60	16,53%

## APÊNDICE D – ESTUÁRIOS E BAÍAS

---

As zonas costeiras são um espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra que, segundo a lei de instituição do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro do Brasil (1988), representam um importante conjunto de recursos para a população que vive junto à costa. Estas regiões no Brasil, estão localizadas nas zonas intertropicais e subtropicais, em termos de latitude, estendem-se desde os 4°30' N até os 33°44' S (COUTINHO, 1996).

Os sistemas estuarinos são ambientes costeiros de vida efêmera no tempo geológico, derivados do afogamento da linha de costa em função da elevação do nível do mar. Portanto, são feições bastante dinâmicas no tempo e no espaço, sendo responsáveis pelo equilíbrio dos fatores físico-químicos e biológicos entre a bacia hidrográfica e a zona costeira (MIRANDA et al., 2002; BURTON et al., 2005).

Sua origem está associada à inundação dos vales na zona costeira, devido a subida do nível do mar. No litoral brasileiro formaram-se ao final da última transgressão marinha, há cerca de 5000 anos (Miranda, et al., 2002). Morfológicamente, os estuários podem estar associados ao afogamento do vale de um rio ou a um vale formado por movimentos tectônicos, com ou sem barras arenosas na embocadura (FAIRBRIDGE, 1980).

Os estuários de planície costeira são amplamente distribuídos ao redor do mundo, apresentando uma forma irregular, resultado do afogamento de vales de rios durante a transgressão holocênica (PERILO, 1995) no litoral brasileiro. São relativamente rasos, raramente ultrapassam 30 metros de profundidade (KJERFVE, 1997).

Segundo Kjerfve (1987), os ambientes estuarinos estão subdivididos em três zonas, com base na interação entre o prisma de maré e a descarga fluvial, os quais são responsáveis pela circulação e padrão de sedimentação:

- **Zona de Maré do Rio (ZR)** – onde a salinidade da água é sempre menor que 1 unidade prática de salinidade (ups), mas o efeito da maré dinâmica ainda é observado na cabeceira do estuário sendo o limite das correntes bidirecionais;
- **Zona de Mistura (ZM)** – área que apresenta uma variação de salinidade entre 1 a 35 (ups), com correntes bidirecionais e onde uma zona de turbidez máxima pode ser observada;
- **Zona Costeira (ZC)**- localizada na zona costeira adjacente que se estende até a frente da pluma estuarina, delimitando a camada limite costeira, onde a salinidade observada coincide com a salinidade oceânica.

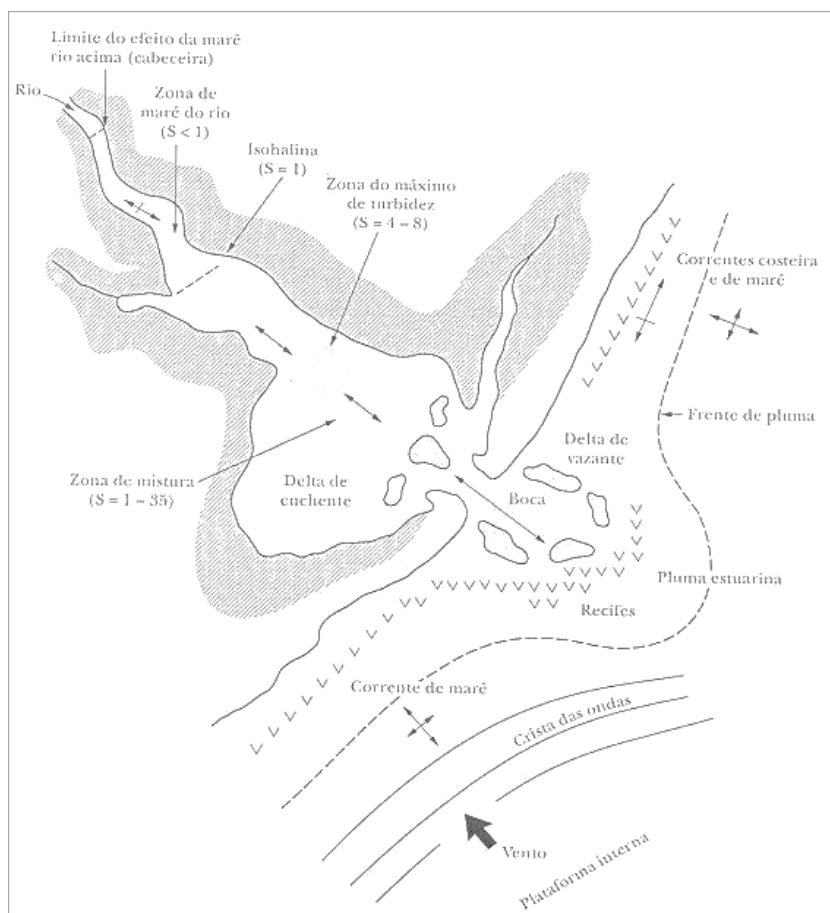


Figura 1 – Esquema geomorfológico de um estuário (Miranda *et.al*, 2002).

#### Referências

BRASIL lei nº 7.661, 16 de maio de 1988. Art. 2º, Instituição do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br/ccivil/03/leis/17661.htm>>. Acesso em novembro de 2015.

Burton, E.D.; Phillips, I.R.; Hawker, D.W. Trace metal distribution and enrichment in benthic, estuarine sediments: Southport Broadwater, Australia. *Environmental Geochemistry and Health*, vol. 27, no. 5-6, p. 369 – 383, 2005.

Coutinho, P.N. (coord.) 1996. Oceanografia Geológica. Programa REVIZEE: Levantamento do Estado da Arte da Pesquisa dos Recursos Vivos Marinhos do Brasil. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sqa/projeto/revizee/capa/menu.html>. Acessado em novembro de 2015.

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.

Kjerfve, B. 1987. Estuarine Geomorphology and Physical Oceanography. In: DAY Jr.; HALL, C.H.A.S.; KEMP, W.M.; YÁNEZ-ARANCIBA, A. (eds.). *Estuarine Ecology*. New York, Wiley, pp. 47-78.

Kjerfve, B.; Ribeiro, C.H.A.; Dias, G.T.M.; Filippo, A.M.; Quaresma, V.S. Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, vol.17, n.13, p.1609- 1643,1997.

Miranda, L.B.: Castro, B.M.: Kjerfve, B. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

PERILLO, G.M.E. Definitions and Geomorphologic Classification of Estuaries. In:\_\_\_\_\_ (ed.). Geomorphology and Sedimentology of Estuaries. Developments in Sedimentology, 53, cap. 2. Amsterdam: Elsevier Science, 1995.



## APÊNDICE E – ÁREA DE ESTUDO

---

### 1. Localização

A zona costeira é uma região de interface entre o continente e o oceano. A interação da geologia com a Baía de Camamu (BC) localiza-se a 335 Km de Salvador e forma um complexo e raso sistema fisiográfico (área inundável de 383,67 km<sup>2</sup> e 5m de profundidade média –AMORIM, 2005) que recebe a contribuição de muitos tributários, inclusive o rio Sorojó (Figura 1) cujo estuário apresenta um curso SW-NE a partir da cidade de Camamu, onde a topografia de fundo é bastante irregular, com rochas e bancos arenosos submersos a menos de três metros da superfície, constituindo-se num obstáculo para a navegação, pois sua profundidade média é de 3,3 m e máxima de 7m (HATJE et al., 2008). Posteriormente, o rio segue em um canal estreito (176m de largura) até se encontrar com as fozes dos rios Igrapiúna e Pinaré, constituindo-se no canal central da Baía de Camamu até desaguar no oceano Atlântico. Portanto, em seu trecho estuarino, o rio possui 158,3 km<sup>2</sup> e uma área de drenagem de 573,01 km<sup>2</sup>, sendo que sua descarga média é de 23,32 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> durante a estação seca e de 25,51 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> na chuvosa (Amorim, 2005).

O clima da região é quente e úmido, com temperatura média anual de 25° C (CEI, 1994). A Frente Polar Atlântica (frente fria que penetra pelo litoral, principalmente durante o outono e inverno), associada aos ventos alísios de sudeste são os responsáveis pelos fortes ventos e pela alta pluviosidade da costa (CRA 1995, BITTENCOURT et al. 2000). Sendo assim, o regime pluviométrico, de acordo com os dados da SUDENE (ANA, 2005), apresenta um período seco (agosto a fevereiro) e um chuvoso (março a julho), sendo que só neste último período a precipitação média é de 1360 mm, enquanto que a precipitação anual média observada é de 2570 mm (Amorim, 2005). As correntes marinhas que adentram a Baía fluem para sudoeste (ventos de NE), no período seco e para N (ventos de SW), durante o período chuvoso (Amorim, 2005).

A BC é colonizada por uma diversidade de ecossistemas, além de abrigar em sua parte interna, Ilhas importantes responsáveis pelo processamento de barita (Sulfato de bário), desde a década de 70, os quais vêm influenciando o ecossistema local (OLIVEIRA et al., 2009). É ainda considerada como um ecossistema quase que intocado e um importante nicho econômico para a pesca local (HATJE et al., 2008; AMORIM et al., 2011).

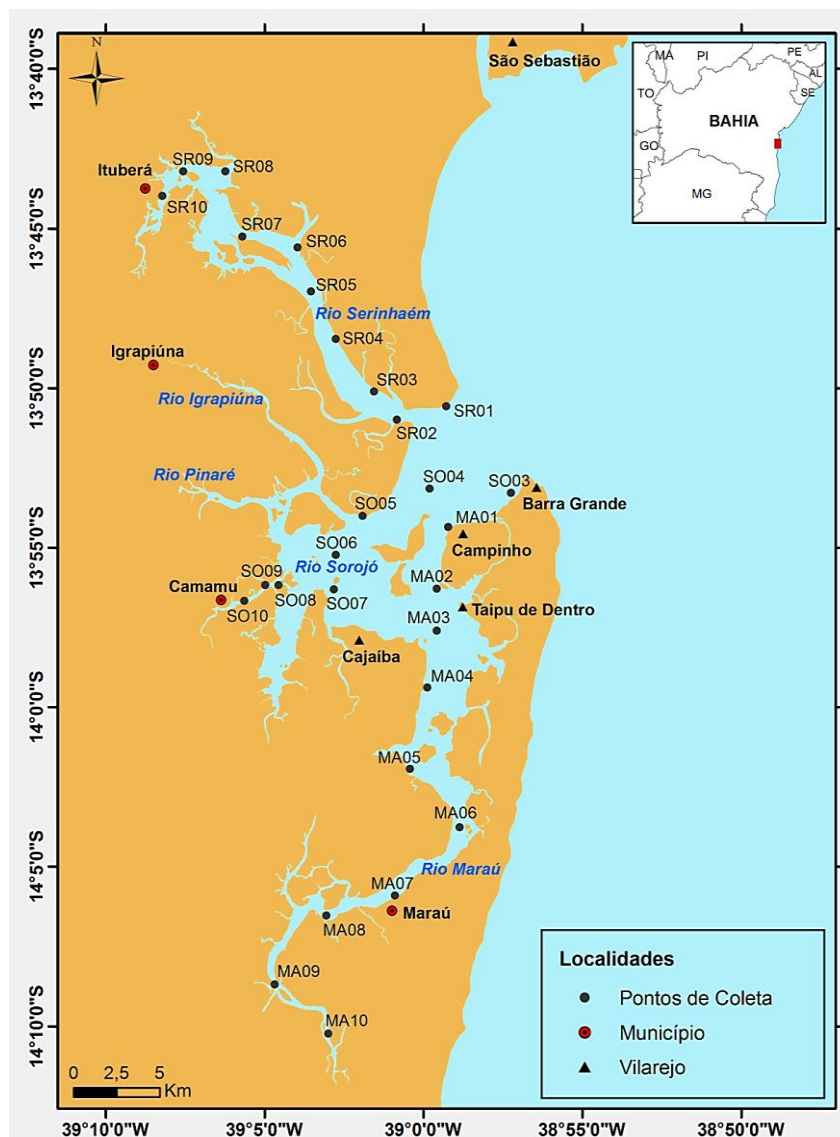


Figura 1 – Localização da Baía de Camamu e distribuição dos pontos amostrais.

## 2. Aspectos Geológicos

A Bacia de Camamu, bacia do tipo rifte, faz parte do conjunto de bacias da margem Leste brasileira desenvolvido durante estágios termomecânicos e diacrônicos associados à tafrogênese Paleo-Mesozoica que culminou na fragmentação do supercontinente Pangea (CORRÊA-GOMES & DESTRO, 2012). Nesta bacia são registradas quatro megassequências correspondentes às fases pré-rifte, sin-rifte, transicional e pós-rifte.

A sequência pré-rifte é caracterizada pela deposição de sedimentos marinhos, com uma seção basal areno-evaporítica, da Formação Afligidos (Permiano); pelos arenitos fluviais, associados às formações Aliança e Sergi, do Jurássico Superior e Cretáceo Inferior; e pelos folhelhos lacustres, associados à formação Itaípe, no Cretáceo Inferior. (GONÇALVES et. al, 2003).

A sequência sin-rifte caracteriza-se por intensos falhamentos normais e, em algumas regiões da bacia, principalmente na região sul, encontram-se rochas vulcânicas concentradas localmente nessas zonas de fraturamento (KÜCHLE, 2004). Essa fase é também caracterizada pela formação de um lago profundo, confinado e preenchido por uma espessa sequência alúvio-flúvio-deltaica-lacustre, composta basicamente de folhelhos e arenitos do Cretáceo Inferior, associados às formações Morro do Barro e Rio de Contas. (GONÇALVES et. al, 2003).

Na sequência transicional tem-se as primeiras invasões marinhas na bacia, durante o Aptiano, onde se depositaram os evaporitos, carbonatos e siliciclásticos deltaicos/aluvionares proximais, da Formação Taipus Mirim, que engloba o Membro Serinhaém (siliciclásticos) e o Membro Igrapiúna (evaporitos). (GONÇALVES et. al, 2003).

Por fim, a sequência pós-rifte, ou marinha, é caracterizada por uma fase transgressiva e uma fase regressiva. Com o estabelecimento de um mar raso, no Albiano, formou-se uma plataforma carbonática, com a deposição dos calcarenitos e calcilitos da Formação Algodões. A partir do Cretáceo Superior, em mar aberto, depositaram-se os folhelhos de talude da Formação Urucutuca, cuja deposição se estende até o Recente. A partir do Oligoceno, registram-se fácies litorâneas e plataformais, representadas pelos arenitos da Formação Rio Doce e carbonatos de plataforma da Formação Caravelas, que na direção da bacia profunda transicionam para os pelitos da Formação Urucutuca. (GONÇALVES et. al, 2003).

A Figura 2 representa uma seção geológica esquemática da bacia.

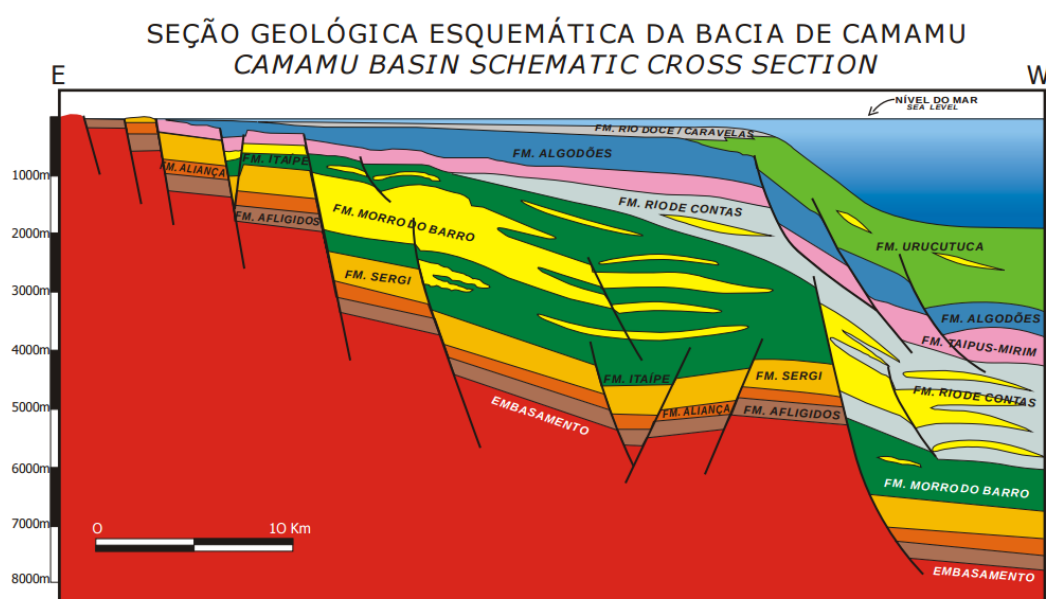


Figura 2. ANP (<http://www.anp.gov.br>)

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (Brasil) (ANP). Seção geológica esquemática da bacia de Camamu. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: < [http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round4/atividades\\_exploratorias/cartas\\_secoes/](http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round4/atividades_exploratorias/cartas_secoes/) >. Acesso em: 28 de maio 2016.

Amorim F.N. 2005. Caracterização oceanográfica da Baía de Camamu e adjacências e mapeamento das áreas de risco à derrames de óleo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 163p.

Amorim, F.N.2011. A Dinâmica Sazonal da Plataforma Continental Leste Brasileira entre 10° S e 16° S. São Paulo, 185 p. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.  
ANA (2005) Agência Nacional de águas, <http://www.ana.gov.br>.

Bittencourt A.C.S.P., Dominguez J.M.L., Martin L., Silva I.R. 2000. Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia- Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 72 (2): 271-287.

CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÃO (C.E.I.). Informações Básicas dos Municípios Baianos. Salvador: 1994, 540p.

Corrêa-Gomes e Destro (2012), geologia da Bahia volume 2, pág 255 a 325, capítulo XIV.

CRA (1995) Centro de Recursos Ambientais. Área de Proteção Ambiental do Pratigi. Plano de Manejo. Zoneamento- Ecológico-Econômico. Plano de Gestão. Diagnóstico Ambiental. Meio Físico. 14pp.

Hatje V., Barros F., Magalhães W., Riatto V.B., Amorim M.B.F., Spanó S., Cirano, M. 2008. Trace metals and benthic macrofauna distributions in Camamu Bay, Brazil: Sediment quality prior oil and gas exploration. *Marine Pollution Bulletin*, 56(2):363-370.

KÜCHLE, J., 2004. Análise estratigráfica da seção rift da bacia de Camamu-Almada, Bahia. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul PPGGEO/UFRGS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. 157p.

L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira*. Cap. III. CPRM, Brasília, 2003.

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.

Oliveira O.M.C., Cruz M.J.M., Queiroz A.F.S. 2009. Comportamento Geoquímico de Metais em Manguezal da Baía de Camamu – Bahia. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 13(2):1-8.

Santos F.M. 2009. Estudo comparativo das características geomorfológicas de preenchimento sedimentar de seis grandes estuários brasileiros. Salvador, 55p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.

Silva C.M. 2010. Estudo geoquímico de sedimentos superficiais da Baía de Camamú-BA. *Bel Monograph*, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 79 p.

Silva, I.R. & Souza-Filho, J.R.2011. Sensibilidade ambiental de praias: um exemplo de análise para a península de Maraú, sul do estado da Bahia, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 38 (2): 147-157.

KJERFVE, B. 1987. Estuarine Geomorphology and Physical Oceanography. In: DAY Jr.; HALL, C.H.A.S.; KEMP, W.M.; YÁNEZ-ARANCIBA, A. (eds.). Estuarine Ecology. New York, Wiley, pp. 47-78.

## APÊNDICE F – ASPECTOS METODOLÓGICOS

---

### 1. Procedimentos em campo

No ano de 2013, foram realizadas duas campanhas de amostragem em três canais da Baía de Camamu: Serinhaém, Marau e Sorojó.

As coletas ocorreram nas estações chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2013, utilizando uma embarcação com 10,5m de comprimento (Barco Ilha Malvina), conduzida pelos marinheiros, Ademilton Silva Matos e Raimundo Francisco dos Santos, os quais forneceram orientações referentes à profundidade dos pontos amostrais. Com o auxílio de mapas e GPS, foram definidos dez pontos ao longo do canais estuarinos dos rios Sorojó e Marau, para amostragem de sedimento superficial de fundo e mensuração de dados físico-químicos, porém a existência de afloramentos rochosos inviabilizou a coleta nos pontos 1 e 2, de modo que foram obtidas 16 amostras.

As amostras de sedimento superficial foram coletadas com o auxílio de um buscador de fundo do tipo Van Veen, sendo partes armazenadas em potes plásticos com tampa, onde foi adicionado o corante Rosa de Bengala ( $C_2OH_2Na_2O_5$ ): um sal indicador de massa citoplasmática viva, para fixação do protoplasma e identificação dos indivíduos que se encontravam vivos no momento da coleta. Foi ainda armazenada parte das amostras em sacos plásticos com fecho Zip para análise de matéria orgânica, teor de carbonato, foraminíferos e granulometria. Todas as amostras foram mantidas em caixas térmicas com gelo até serem transportadas ao laboratório e armazenadas no refrigerador e freezer. Além disso, utilizando-se uma garrafa de Van Dorn, foram coletadas amostras de água de fundo para a mensuração de parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH e Eh). A profundidade foi medida com o auxílio de um sonar ou ecosonda.

### 2. Procedimento em laboratório

#### 2.1 Análises do sedimento

A análise do teor de carbonato foi executada conforme Suguio (1973), foi adicionado ácido clorídrico (HCl) a 36% até a completa dissolução do carbonato de cálcio presente no sedimento (Figura 2). O sedimento remanescente foi então lavado em água corrente, seco em estufa e logo após pesado em balança analítica. Por fim, o teor de carbonato, foi determinado a partir da subtração do peso da amostra antes e após o tratamento. As amostras foram categorizadas em litoclásticas (com teores de carbonato de <30%), lito-bioclásticas (30 – 50%), bio-litoclásticas (50 – 70%), bioclásticas (>70%) (DIAS, 1996).

As análises do teor de matéria orgânica no sedimento foram realizadas no Laboratório de Estudos do Petróleo (LEPETRO), do Núcleo de Estudos Ambientais (NEA), do Instituto de Geociências da UFBA, conforme a metodologia de Embrapa (2009). Os valores abaixo do limite de detecção do método (<LDM), devido à sua pequena concentração, foram aproximados a zero para possibilitar os cálculos estatísticos.

A análise granulométrica foi feita por peneiramento à seco em um agitador por 10 minutos, tendo sido adotadas as seguintes frações conforme Wentworth (1922): cascalho (>2 mm), areia muito grossa (2mm - 1mm); areia grossa (1mm – 0,5mm); areia média (0,5 mm – 0,25mm), areia fina (0,25mm – 0,125mm), areia muito fina (0,125mm – 0,0625mm) e lama (<0,0625). O resultado foi utilizado para calcular o percentual das frações granulométricas, sendo que os valores das frações areia muito grossa e areia grossa foram somados e considerados apenas como areia grossa, o mesmo se procedendo em relação às frações areia fina e areia muito fina que passaram a ser referidas como areia fina, conforme Moraes e Machado (2003).

O grau de selecionamento do sedimento foi estabelecido através do cálculo dos parâmetros estatísticos no software Sys Gran onde se utilizou a análise estatística do Método dos Momentos, tendo as amostras sido categorizadas em: muito bem selecionado ( $\sigma < 0,35$ ), bem selecionado (0,35 – 0,50), moderadamente bem selecionado (0,50 – 0,80), moderadamente selecionado (0,80 – 1,40), pobremente

selecionado (1,40 – 2,00), muito pobremente selecionado (2,00 – 2,60), extremamente pobremente selecionado ( $\sigma > 2,60$ ), conforme Friedman (1962).

## **2.2 Análise da fauna de foraminíferos**

No laboratório de Estudos Costeiros (LEC) do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia (UFBA), as amostras foram lavadas sob água corrente, em peneira com espaçamento de malha de 0,062 mm, para eliminação dos sais e do excesso de corante, e secadas em estufa à 60°C.

Posteriormente, 3g de sedimento seco de cada amostra foram transferidas para béqueres de 50 ml, e levados a uma capela para separação das testas de foraminíferos do sedimento, por meio de flotação utilizando tricloroetileno (SCOTT et al., 2001). Após a análise densimétrica, todas as testas obtidas pelo método de flotação, foram triadas com o auxílio de microscópio estereoscópio, coladas em lâminas para microfósseis, identificadas ao nível de espécie, utilizando bibliografia especializada: (TINOCO 1955, 1958; BOLTOVSKOY et al., 1980; MACHADO, 1981; MORAES, 2001, 2006).

Durante a identificação, o perfil tafonômico das testas de foraminíferos foi também analisado em função de padrões descritos por Leão e Machado (1989), Cotter e Hallock (1988) e Moraes (2003); coloração: branca ou incolor, amarelo, marrom, preto e mosqueado e padrões de desgaste: normal, abrasão, quebraimento, dissolução e misto. A figura 2 mostra os procedimentos realizados em laboratório para análise do sedimento.

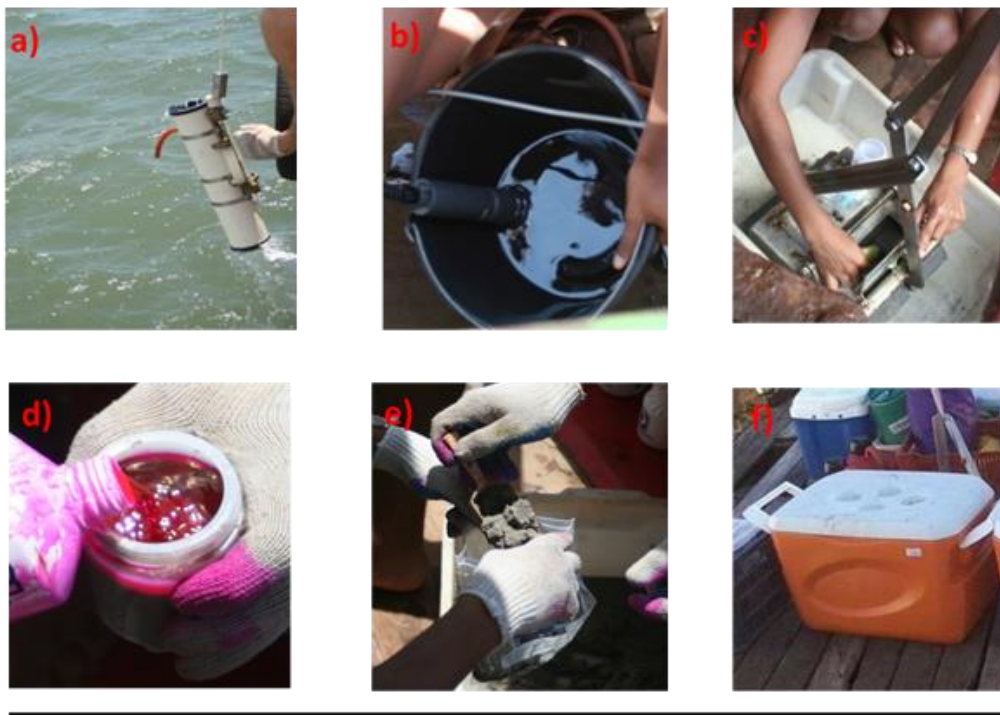
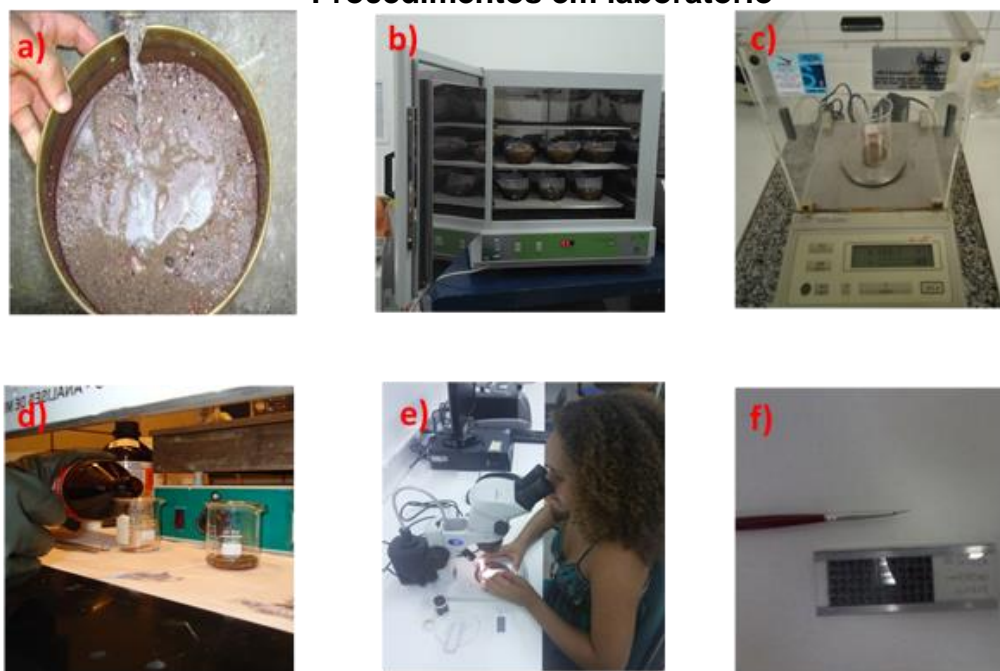
**Procedimentos em campo****Procedimentos em laboratório**

Figura 2. Procedimentos e materiais usados em campo: a) Garrafa de Van Dornf, b) Sonda multiparamétrica, c) Buscador de fundo Van Veen, d) Vasilhame plástico com Rosa de bengala, e) Saco plástico, f) Caixa térmica com gelo. Procedimentos de laboratório: a) Lavagem das amostras, b) Secagem em estufa, c) Pesagem na balança, d) Flotação com  $C_2HCl_3$ , e) Triagem das amostras, f) Armazenamento dos espécimes.



### 2.3 Análise Estatística dos dados

Após a identificação, foram realizadas as análises descritivas da fauna de foraminíferos seguindo a metodologia proposta por Dajoz (1983); Ab'Saber et al. 1997), Tinoco (1989), Clarke e Warwick (1994) e Valentin (2000), que classifica como principais (AR igual ou superior a 5%); acessórias (AR entre 4,9 e 1%); traços (AR inferior a 1%). A frequência de ocorrência ou constância, Tinoco (1989), calculada pela fórmula  $FO = p \times 100/P$ , representa o número de ocorrências (p) em relação ao número total de amostras analisadas (P), expresso em percentagem. Diante dos valores da frequência de ocorrência, as espécies foram classificadas segundo Dajoz (1983), em constantes (presentes em mais de 50% das amostras), acessórias (de 25 a 50 % das amostras) ou acidentais (menos de 25 % das amostras).

Para verificar a variação sazonal dos parâmetros analisados, foram utilizados os testes estatísticos de Shapiro-Wilk, Mann-Whitney e de Student no software PAST versão 3.07, sendo para todos os testes adotado o nível de significância  $< 0,05$ . Com o intuito de compreender a relação das principais associações faunísticas ( $> 5\%$ ) com as variáveis ambientais foi utilizada análise fatorial e dos componentes principais (PCA), juntamente com a logaritimização dos dados ( $\ln x + 1$ ), no programa Statsoft Statistica 10. Os mapas temáticos foram elaborados no ArcGis for Desktop 10.2.

Para calcular os índices de riqueza, diversidade e equitatividade das espécies nas estações amostrais, utilizou-se o programa Primer 6.0. Definiu-se como riqueza (índice de Margalef), o número total de espécies encontradas em cada estação amostral. A equitatividade (índice de Pielou), a distribuição uniforme das diferentes espécies e a diversidade (índice de Shannon-Wiener), que além de considerar o número de espécies, considera a proporção de cada espécie em relação ao todo (CLARCKE & WARWICK, 2001).

#### Referências:

Ab'saber A.N., Tundisi J.G., Forneris L., Marino M.C., Rocha O., Tundisi T., Schaeffer-Novelli Y., Vouno Y.S., Watanabe S. (eds.). 1997. *Glossário de ecologia (Publicação 103)*, 2, 103, São Paulo, Aciesp, 352 p.

Boltovskoy E., Giussani G., Watanabe S., Wright R. Atlas of benthic shelf foraminifera of the southwest Atlantic. Netherlands: Kluwer Academic Publishers Group, 147p. 1980.

Clarke K.R. & Warwick R.M. 1994. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. United Kingdom, Natural Environment Research Council, 144 p.

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

Dajoz R. 1983. Ecologia Geral - 4ª ed: Petrópolis, Vozes, 472 p.

Dias G.T.M. 1996. Classificação de sedimentos marinhos proposta de representação em cartas sedimentológicas. In: 39º Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador, Anais, p. 423-426.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília: editor técnico, Fábio César da Silva. 2 ed. Ver. Ampl.- Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2009. 627 p.

Friedman G.M. 1962. On sorting, sorting coefficients and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones. The Journal of Geology, 70(1):737-753.

Leão Z.M.A.N. & Machado A.J. 1989. Variação de cor dos grãos carbonáticos de sedimentos marinhos atuais. Revista Brasileira de Geociências, 19(1):87-91.

Moraes S.S. & Machado A.J. 2003. Avaliação das condições hidrodinâmicas de dois recifes costeiros do litoral norte do estado da Bahia a partir de parâmetros sedimentológicos e do estudo de foraminíferos recentes. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2):201-210.

Moraes S.S. 2001. *Interpretações da hidrodinâmica e dos tipos de transporte a partir de análises sedimentológicas e do estudo dos foraminíferos recentes dos recifes costeiros da praia do Forte e de Itacimirim, Litoral Norte do Estado da Bahia*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 113 p.

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

Pritchard, D.W. (1952) Salinity distribution and circulation in the Chesapeake Bay estuarine system. *Journal of Marine Research*, v. 11, p. 106-123.

Scott D.B., Medioli F.S., Schafer C.T. 2001. *Monitoring in coastal environments using foraminífera and thecamoebian indicators*. Cambridge: Cambridge University Press.

Suguio K. 1973. *Introdução à sedimentologia*: São Paulo, Edigard Blucher, 317 p.

Tinoco, I.M. 1955. *Foraminíferos Recentes de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 43p. (Boletim 159).

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

Tinoco, I.M. 1989. *Introdução ao estudo dos componentes bióticos dos sedimentos marinhos recentes*. Recife, Editora Universitária da UFPE. 219p.

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

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

## ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA: BRAZILIAN JOURNAL OF GEOLOGY

---

### INSTRUÇÕES PARA AUTORES OBJETIVOS E ESCOPO

A Revista Brasileira de Geociências é um periódico trimestral com arbitragem, versão impressa e versão eletrônica de acesso aberto, que proporciona um meio internacional para a publicação de trabalhos científicos relacionados com todos os aspectos das Ciências Geológicas no território brasileiro, países da América do Sul e o Atlântico Sul, incluindo a Antártida.

A revista publica sobre mineralogia, petrologia, geoquímica, paleontologia, sedimentologia, estratigrafia, geologia estrutural, tectônica, neotectônica, geofísica aplicada à geologia, vulcanologia, metalogenia e depósitos minerais, geologia marinha, glaciologia, paleoclimatologia, geocronologia, bioestratigrafia, engenharia geológica, hidrogeologia, riscos geológicos, e sensoriamento remoto geológico, proporcionando um nicho para trabalhos interdisciplinares em geologia regional e na história da Terra.

Os manuscritos submetidos, que serão avaliados quanto ao seu conteúdo e originalidade, devem possuir apelo regional e devem apresentar material que tenha significância mais do que local. Artigos previamente publicados ou que estejam sendo submetidos simultaneamente em outras revistas não serão considerados.

### GUIA PARA PREPARAÇÃO DE MANUSCRITOS

Os manuscritos deverão ser digitalizados em formato Microsoft Word (.doc) e submetidos online. Os trabalhos devem ser redigidos em inglês, embora submissões em português ou espanhol possam ser aceitas. Os manuscritos podem ser submetidos nas categorias seguintes: artigos originais, comunicações rápidas, artigos com avaliação acelerada e cartas para o editor. Editoriais específicos e artigos de revisão poderão ser encomendados pelos editores.

### ARTIGOS ORIGINAIS

Os manuscritos relativos a artigos originais completos não deverão ultrapassar 8.000 palavras, incluindo título, autores, instituições e endereços, resumo e palavras-chave, *abstract* e *keywords*, texto, referências e legendas. Ilustrações e tabelas deverão ser enviados em arquivos separados, e nenhum **arquivo** poderá ultrapassar **10 Mb** de tamanho. Eles devem seguir na medida do possível a seguinte formatação:

**Página de título:** deverá incluir o título completo (até 250 caracteres), título curto (até 40 caracteres), endereço completo do autor correspondente e nomes dos demais autores, com afiliação.

**Resumo e Abstract:** são limitados a 250 palavras. Não são permitidas citações ou abreviações. Para *keywords* e palavras-chave, 3-6 itens devem ser usados, sem repetir palavras do título do trabalho.

**Texto principal:** deverá conter, preferencialmente, introdução, materiais e métodos, resultados, discussão, conclusões e agradecimentos.

- a) A introdução deve explicitar o problema que foi investigado e indicar os objetivos do trabalho. Publicações prévias relevantes podem ser comentadas, ou apresentado o estado da arte no campo de estudos e considerações a respeito dos dados originais que foram obtidos.
- b) Na seção “Materiais e métodos”, a informação deve ser breve, clara e suficiente. Métodos padrão necessitam apenas ser referenciados e técnicas já publicadas podem ser descritas brevemente, segundo as respectivas referências.
- c) Os resultados devem trazer o relato objetivo e direto das observações efetuadas e dos dados produzidos, com algum julgamento pessoal. Tabelas e ilustrações são bem-vindas. O texto não deve repetir o que está evidente nas figuras e tabelas, mas deve comentar o significado desses dados.
- d) Na seção “Discussão e Conclusões” devem ser incluídas a interpretação dos dados aportados e a relevância das novas informações à luz do conhecimento existente.

e) Os agradecimentos devem constar de um parágrafo à parte, colocado antes das referências e ser apenas os estritamente necessários.

**Ilustrações:** a versão digital da BJB encoraja a submissão de figuras coloridas, enquanto que a versão impressa publicará ilustrações em preto e branco e tons de cinza. Não serão aceitos encartes. As ilustrações devem conter informações claras e legíveis e incluir explicação dos símbolos utilizados. Gráficos, fotografias, fotomicrografias e pranchas serão consideradas como figuras e numeradas sequencialmente, na ordem de sua citação no texto.

**Tabelas:** deverão ser concisas, autoexplicativas, com as laterais abertas e numeradas sequencialmente.

**Referências:** citações no texto devem ter autor (es) e ano de publicação, com páginas específicas quando for apropriado. No final do artigo os trabalhos devem ser listados completos, com todos os autores, por ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor.

### COMUNICAÇÕES RÁPIDAS

Comunicações rápidas são limitadas a 2000 palavras, incluindo referências. Resumo e *abstract* são limitados a 100 palavras. A critério dos editores, essas comunicações poderão ser programadas para a primeira edição disponível.

### ARTIGOS COM AVALIAÇÃO ACELERADA

Artigos com avaliação acelerada devem ser estudos originais completos, que apresentem urgência justificada para publicação rápida e, a critério dos editores, poderão ser programados para a primeira edição disponível. Eles devem seguir o mesmo formato descrito para os artigos originais.

### CARTAS PARA O EDITOR

Cartas ao Editor são submetidas para comentar algum aspecto relevante das Ciências Geológicas, ou para expressar opiniões diferentes a respeito de algum artigo publicado recentemente pela revista. Nesse último caso, elas serão constituídas de um único documento, sem título, podendo incluir algumas referências. Não serão submetidas à revisão pelos pares e serão publicadas a juízo dos editores, que poderão solicitar uma resposta ao (s) autor (es) do artigo comentado.

### EDITORIAIS

Editoriais devem cobrir aspectos de espectro amplo das Ciências Geológicas. Serão emitidos pelos editores da BJB, por pessoas ligadas à Sociedade Brasileira de Geologia ou por personalidades do setor. Esses documentos não serão submetidos à revisão pelos pares e serão publicados a juízo dos editores.

### ARTIGOS DE REVISÃO

Artigos de revisão devem cobrir temas relevantes da Geologia. Esses artigos serão solicitados pelos editores, mas artigos de revisão submetidos espontaneamente serão bem-vindos. Nesse caso, os potenciais autores têm que levar em conta que deverão ser reconhecidos como plenamente competentes no campo de estudos em revisão.

### ORGANIZAÇÃO DAS SUBMISSÕES

**a) Formato do texto:** Editar o texto em Microsoft Word, espaçamento duplo, em formato A4.

**b) Elementos do texto:** A hierarquização de títulos e subtítulos deverá obedecer ao padrão seguinte: Cabeçalhos de seção principal com todas as letras MAIÚSCULAS, em negrito. Seções de hierarquia inferior devem estar em letras Maiúsculas e Minúsculas, em negrito. Subseções devem estar em itálico, com todas as letras MAIÚSCULAS. Subdivisões inferiores em itálico, com a primeira letra da primeira palavra em *Maiúscula* e as demais *minúsculas*. Os locais de inserção das figuras e tabelas deverão estar assinalados no texto, em posição o mais próximo possível de sua primeira citação, seguidos das respectivas legendas. No texto, as palavras “Figura” e “Tabela” podem ser escritas por extenso, ou abreviadas entre parênteses (Fig. 1, Tab. 1). Abreviações devem ser evitadas ou usadas com parcimônia. Se usadas, devem ser definidas na primeira vez em que forem mencionadas e não devem ser utilizadas no título, resumo e *abstract*.

**c) Formato do Resumo e do Abstract:** em parágrafo único, espaçamento duplo e devem ser seguidos de palavras-chave e *keywords*.

**d) Ilustrações:** Letreiros e símbolos devem ter dimensões adequadas para permitir legibilidade. Escalas gráficas, se necessárias, devem ser colocadas dentro da área das ilustrações. Fotografias de afloramentos deverão apresentar barra de escala e orientação. As figuras devem ser enviadas como arquivos nos formatos .tiff ou .jpg de alta resolução (mínima de 600 dpi), podendo ser comprimidas em LZW no caso do formato .tiff.

**e) Tabelas:** Devem ser digitadas em documentos Microsoft Word (.doc), compatível com formato A4.

**f) Fórmulas e Equações:** Numerar as fórmulas e equações à direita, com números arábicos entre parênteses e, no texto, referir como “equação (1)”, etc.

**g) Agradecimentos:** Subtítulo em negrito e itálico.

**h) Referências:** Subtítulo em negrito e minúsculas. Seguem exemplos dos formatos que devem ser empregados para os tipos de referências mais frequentes.

#### **Livros e Capítulos de Livros:**

Bedell R., Crósta A.P., Grunsky E. (eds.). 2009. *Remote Sensing and Spectral Geology*. Littleton, Society of Economic Geologists, 270 p.

Kaufman A.J., Sial A.N., Frimmel H.E., Misi A. 2009. Neoproterozoic to cambrian palaeoclimatic events in southwestern Gondwana *In: Gaucher C., Sial A.N., Frimmel H.E., Helverson G.P. (eds.) Neoproterozoic-cambrian tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana*. Developments in Precambrian Geology, 16, Amsterdam, Elsevier, p. 369-388.

Pankhurst R.J. & Rapela C.W. (eds.). 1998. *The Proto-Andean margin of Gondwana*. London, Geological Society of London Special Publication, 142, 382 p.

Trompette R. 1994. *Geology of western Gondwana (2000–500 Ma)*: Rotterdam, Balkema, 350 p.

#### **Artigos de Periódicos ou de Publicações Seriadas:**

Almeida F.F.M. 1986. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **16**(4):325-349.

Costa I.P., Bueno G.V., Milhomem P.S., Silva H.S.R.L., Kosin M.D. 2007. Sub-bacia de Tucano Norte e Bacia de Jatobá. Rio de Janeiro, *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2):445-453.

Escayola M.P., Pimentel M.M., Armstrong R. 2007. Neoproterozoic backarc basin: sensitive high-resolution ion microprobe U-Pb and Sm-Nd isotopic evidence from the eastern Pampean Ranges, Argentina. *Geology*, **35**:495-498.

Heilbron, M. & Machado, N., 2003, Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira orogen (SE Brazil): *Precambrian Research*, **125**:87-112.

#### **Artigos publicados em eventos:**

Astini R., Ramos V.A., Benedetto J.L., Vaccari N.E., Cañas F.L. 1996. La Precordillera: un terreno exótico a Gondwana. *In: 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso Exploración de Hidrocarburos, Actas*, v. 5, p. 293-324.

Leite Junior W.B., Bettencourt J.S., Payollav B.L. 2003. Evidence for multiple sources inferred from Sr and Nd isotopic data from felsic rocks in the Santa Clara Intrusive Suite, Rondonia, Brazil. *In: SSAGI, South American Symposium on Isotope Geology*. Salvador, *Short Papers*, p. 583-585.

Milani E.J. & Thomaz Filho A. 2000. Sedimentary basins of South América. *In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz-Filho A., Campos D.A. (eds.) Tectonic evolution of South America*. 31º International Geological Congress. Rio de Janeiro, p. 389-452.

#### **Teses e Dissertações:**

Paes V.J.C. 1999. *Geologia da quadrícula Alvarenga, MG, e a gequímica: implicações geotectônicas e metalogenéticas*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 144 p.

Ávila C.A. 2000. *Geologia, petrografia e geocronologia de corpos plutônicos paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton São Francisco, região de São João Del Rei, Minas Gerais*. PhD Thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 401 p.

#### **Mapas impressos:**

Inda H.A.V. & Barbosa J.F. 1978. *Mapa geológico do Estado da Bahia, escala 1:1.000.000*. Salvador, Secretaria das Minas e Energia, Coordenação da Produção Mineral.

Mascarenhas J.F. & Garcia T.M. 1989. *Mapa geocronológico do Estado da Bahia. Escala 1, 1.000.000*. Texto Explicativo. Salvador, Secretaria das Minas e Energia, Coordenação da Produção Mineral. 186 p.

Schobbenhaus C. (coord.) 1975. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Folha Goiás (SD 22)*. Texto explicativo. Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, 114 p.

**Relatórios internos:**

Relatórios internos não serão aceitos, com exceção daqueles que são amplamente difundidos na comunidade científica e autorizados pelos consultores *ad hoc*.

**FORMATO FINALE PROCEDIMENTOS DE SUBMISSÃO**

**Formato final:** O manuscrito final para publicação é a versão definitiva, com as correções feitas e aceitas pelos consultores e editores. Deverá ser mantida a mesma formatação da versão inicial submetida e os “tipos e tamanhos de arquivos” serão aqueles indicados nos procedimentos de submissão.

**Forma de envio:** A submissão de manuscritos deverá ser efetuada apenas *online*, pelo Sistema Eletrônico de Submissão, de acordo com as instruções que constam da página da BJJ ([rbg.sbgeo.org.br](http://rbg.sbgeo.org.br)), no item “Instruções para envio de artigos”. Na sequência de passos práticos, o **texto** deverá ser enviado no “Passo 3” (*Transferência de manuscrito*) e as **ilustrações** (inclusive tabelas) no “Passo 4” (*Transferência de documentos suplementares*).

**Avaliação:** Todos os trabalhos, após aprovação pelo Conselho Editorial, serão encaminhados para análise e avaliação de revisores, cujos comentários serão devolvidos aos autores para modificações no texto ou justificativas de sua manutenção. Somente após aprovação final dos editores os trabalhos serão encaminhados para publicação.

**CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO NO BRAZILIAN JOURNAL OF GEOLOGY / REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS**

Como parte do processo de submissão de artigos, os autores deverão declarar expressamente que:

1. Reconhecem a sua responsabilidade em redigir corretamente o artigo nos idiomas escolhidos e na terminologia técnica adequada, bem como em inserir corretamente as citações e as referências bibliográficas.

2. É obrigatório o envio de carta de submissão assinada por todos os autores. Nesta carta, os autores devem referir que a contribuição é original e inédita, nunca foi publicada e não foi ou não será enviada a outra revista enquanto sua publicação estiver sendo considerada pelo BJJ. Além disso, deve ser declarado na carta que todos os autores são responsáveis pelo conteúdo do manuscrito, participaram da concepção do projeto e/ou análise dos dados obtidos e/ou redação final do artigo e que todos concordam com a versão enviada para a publicação. O documento deve também citar que não foram omitidas informações a respeito de financiamento para a pesquisa ou de ligação com pessoas ou companhias que possam ter interesse nos dados abordados pelo artigo. Finalmente, devem ser mencionadas explicitamente situações de conflito de interesse que possam influenciar de forma inadequada o desenvolvimento ou as conclusões do trabalho.

3 A submissão está em conformidade em relação a todos os itens listados a seguir.

- O artigo não foi particionado, permitindo o entendimento integral e independente do seu conteúdo.

- O artigo, editado em Microsoft Word, formato A4, não excede 8.000 palavras.

- Cada ilustração ou tabela está sendo enviada em arquivo separado (formato .tif para as figuras).

- Nenhum arquivo ultrapassa 10Mb, tanto de texto como de ilustração.

4. Estão cientes de que as submissões que não estiverem de acordo com as “Instruções aos autores” para a RBG/BJG lhes serão devolvidas.

5. Estão cientes de que, no caso da avaliação feita pelos revisores “*ad hoc*” resultar em “*correções obrigatórias*”, terão até trinta dias para fazer as correções sugeridas pelos editores.

6. Estão cientes de que deverão verificar com o devido cuidado as provas de impressão e retorná-las aos editores com as devidas correções no prazo de 48 horas, para garantir a publicação do artigo sem erros.

7. Transferência de direitos autorais: Estão cientes de que, caso o artigo venha a ser aceito para publicação, os direitos autorais serão transferidos para a Sociedade Brasileira de Geologia por meio do envio de uma carta assinada por todos os autores.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não foi submetida para publicação em outra revista; caso contrário, justificar em "Comentários ao Editor".
2. O arquivo para submissão está em formato Microsoft Word, com texto em espaço simples e fonte de 11 pontos, em Times New Roman.
3. O manuscrito, quando submetido, deverá ser enviado em arquivo contendo apenas o texto (formato .doc), e cada ilustração e tabela deverá vir em arquivo separado (formato .tif para as figuras). Idêntico procedimento será adotado no envio do manuscrito final para publicação, após as últimas correções.
4. Nenhum arquivo poderá ultrapassar a 10Mb, tanto de texto como de ilustração.
5. O artigo não foi particionado, permitindo o entendimento integral e independente do seu conteúdo.
6. O artigo não excede a 8.000 palavras e 18 páginas em documento word (corresponde a 14 páginas diagramadas), papel A4, orientação em retrato, editado em uma coluna, com margem esquerda de 3,0 cm, superior, inferior e direita, com 2 cm.
7. É de minha responsabilidade redigir corretamente o artigo nos idiomas escolhidos e na terminologia técnica adequada, fazer corretamente as citações e referências bibliográficas, descritos em Diretrizes para Autores, na seção Sobre a Revista.
8. Declaro conhecer o conteúdo do livro de Host, H & Brod, J.A. (2005). Como **redigir e ilustrar textos em Geociências**. São Paulo, SBG, Série Textos núm 1, 93p.
9. Terei 20 dias para fazer as correções sugeridas pelos consultores "*ad hoc*", caso contrário o artigo deverá ser re-submetido e 48 horas para indicar as correções de provas.

#### Declaração de Direito Autoral

**Direitos Autorais** para artigos publicados nesta revista **são do autor**, com direitos de primeira publicação para a revista. Em virtude de sua publicação nesta revista, de acesso público, os **artigos são de uso gratuito**, com atribuições próprias, para aplicações científico-educacionais e não-comerciais.

#### Política de Privacidade

Os **nomes e endereços** informados nesta revista serão **usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação**, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou à terceiros.

## ANEXO B – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA: GEOLOGIA USP – SÉRIE CIENTÍFICA

---

### Geologia USP. Série Científica

#### Instruções aos Autores

#### Escopo e política

#### Objetivos e Política Editorial

1. A revista Geologia USP destina-se à publicação de trabalhos inéditos nas diversas áreas da geologia.
2. Os conceitos emitidos bem como as referências bibliográficas são de total e exclusiva responsabilidade dos autores.
3. Ao Conselho Editorial compete a pré-análise do material enviado, qualificando-o ou não, num primeiro momento, para publicação na Geologia USP. Isto não impede que o artigo possa ser recusado, durante a fase de análise crítica, pelos relatores indicados pelo Conselho Editorial.
4. Passando pela primeira fase de julgamento, o artigo será submetido à análise crítica de, pelo menos, dois relatores indicados pelo Conselho Editorial.
5. Os trabalhos retornarão aos autores juntamente com os pareceres dos relatores para as providências necessárias.
6. Efetuadas as alterações, retornar a nova versão do manuscrito para a Seção de Publicações, que as encaminhará aos relatores para reavaliação do trabalho.
7. Estando o artigo apto para publicação, após avaliação final dos relatores e do Conselho Editorial, a Seção de Publicações entrará em contato com os autores para que enviem os arquivos digitais.
8. O Abstract será revisado por profissional contratado para essa função. Essa revisão será enviada ao autor para sua concordância.
9. A correção da prova final do trabalho, antes da impressão, será feita pelos próprios autores. Nesta fase do processo, não mais serão aceitas modificações.
10. Separatas, se desejadas, serão custeadas pelos autores.

#### Forma e preparação dos manuscritos

##### Apresentação do Artigo

1. **Página de rosto** - deverá conter três títulos: em português, em inglês e um título curto, no idioma principal do manuscrito, com no máximo 50 caracteres contando os espaços; nome completo e instituição de origem dos autores; endereço completo do autor principal (caixa postal, logradouro, CEP, cidade, estado, país e telefone para contato), e-mail de todos os autores; número de palavras; total de figuras e de tabelas.
2. **Resumo e Abstract** - em um único parágrafo, devem ser concisos, com no máximo 270 palavras. Textos mais longos devem vir acompanhados de justificativa circunstanciada.
3. **Palavras-chave e keywords** - máximo de seis, separadas por ponto e vírgula, com a primeira letra em maiúscula. Ex.: Bacia do Araripe; Quaternário; Fácies; Depósitos magmáticos. Os descritores em inglês devem acompanhar os termos em português.
4. **Texto principal** - poderá ser redigido em português ou inglês. Elaborar em Word, fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço simples. O tamanho máximo aceito para publicação é de 25 páginas, incluindo texto, resumo, abstract, tabelas, figuras e referências bibliográficas. Trabalhos mais longos podem ser aceitos desde que argumentos científicos que os justifiquem sejam apresentados e aceitos.
  - a) Na fase de submissão, inserir numeração de páginas, bem como as figuras, tabelas e legendas.
  - b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as figuras e tabelas devem



- ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das figuras e tabelas.
5. **Títulos e subtítulos** - utilizar a formatação abaixo:
    - NÍVEL 1 - NEGRITO, CAIXA ALTA.**
    - Nível 2 - Negrito, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais.**
    - Nível 3 - Itálico, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).*
    - Nível 4 - Caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).*
  6. **Tabelas e quadros** - considerar quadro como tabela. Elaborar em Word, no modo? tabela? com formato aberto, fonte Arial, tamanho 8. Obedecer as medidas: 8,2 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas), comprimento máximo de 22 cm, incluindo a legenda. Tabelas muito extensas deverão ser divididas.
    - a) Na fase de submissão, inserir as tabelas no texto, juntamente com a legenda, com a devida numeração sequencial.
    - b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as tabelas devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das tabelas.
  7. **Ilustrações** - mapas, fotos, figuras, gráficos, pranchas, fotomicrografias etc., considerar como figuras. Utilizar fonte Arial, tamanho 9. Obedecer as medidas: 8,2 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas), comprimento máximo de 22 cm, incluindo a legenda. Deverão estar em formato JPEG, TIFF ou EPS, com resolução mínima de 300 dpi.
    - a) Na fase de submissão, inserir as figuras no texto, juntamente com a legenda, com a devida numeração sequencial. Ilustrações coloridas serão aceitas desde que os custos da impressão sejam cobertos pelo autor.
    - b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as figuras devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das figuras.
  8. **Citações no texto** - exemplos de citação direta / citação indireta:
    - a) **Um autor**  
Santos (1980) / (Santos, 1980)
    - b) **Dois autores**  
Norton e Long (1995) / (Norton e Long, 1980)
    - c) **Mais de dois autores**  
Moorbath et al. (1992) / (Moorbath et al., 1992)
    - d) **Congressos, conferências, seminários etc.**  
No Congresso Brasileiro de Geologia (1984) / (Congresso Brasileiro de Geologia, 1984)
    - e) **Vários trabalhos de diferentes autores**  
Smith (1985), Rose e Turner (1986) e Johnson et al. (1990) / (Smith, 1985; Rose e Turner, 1986; Johnson et al., 1990)
    - f) **Citação de vários trabalhos de um mesmo autor**  
Smith (1979a, 1979b, 1981) / (Smith, 1979a, 1979b, 1981)
  9. **Referências** - listar no final do texto, em ordem alfabética de autores e, dentro dessa sequência, em ordem cronológica. A exatidão das referências bibliográficas é de inteira responsabilidade dos autores.  
Exemplos de referências:
    - a) **Livro com um autor**  
Middlemost, E. A. K. (1997). *Magma, rocks and planetary development: A Survey of Magma/Igneous Rock Systems*. Harlow: Longman.
    - b) **Livro com dois autores**  
Anderson, M. P., Woessner, W. W. (1992). *Applied groundwater modeling. Simulation of low and advective transport*. San Diego: Academic Press.
    - c) **Livro com três ou mais autores**  
Harland, W. B., Armstrong, R. L., Cox, A. L. V., Craig, L. E., Smith, A., Smith, D. (1989). *A geologic time scale* (2a ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

**d) Capítulo de livro**

Almeida, F. F. M., Amaral, G., Cordani, U. G., Kawashita, K. (1973). The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazonas River. In: A. E. Nairn, F. G. Stille (Eds.), *The ocean basin and margins* (v. 1, 411-446). New York: Plenum.

**e) Artigo de periódico**

Caffe, P. J., Soler, M. M., Coira, B. L., Cordani, U. G., Onoe, A. T. (2008). The granada ignimbrite: a compound pyroclastic unit and its relationship with upper miocene caldera volcanism in the northern Puna. *Journal of South American Earth Science*, 25(4), 464-484.

**f) Trabalho apresentado em evento**

Danni, J. C. M., Ribeiro, C. C. (1978). Caracterização estratigráfica da sequência vulcano-sedimentar de Pilar de Goiás e de Guarinos, Goiás. *XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 2, 582-596. Recife: SBG.

**g) Mapa**

Inda, H. A. W., Barbosa, J. F. (1978). *Mapa Geológico do Estado da Bahia*. Escala 1:1.000.000. Salvador: Secretaria de Minas e Energia do Estado da Bahia/CBPM.

**h) Teses e dissertações**

Petta, A. R. (1995). *Estudo geoquímico e relações petrogenéticas do batólito múltiplo composto São Vicente/Caicó (RN-Brasil)*. Tese (Doutorado). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas? UNESP.

**i) Documentos em meio eletrônico**

Livro

Sharkov, E. (2012). *Tectonics: Recent Advances*. Croatia: InTech, <<http://www.intechopen.com/books/tectonics-recent-advances>>.

Artigo de periódico

Soares, E. A., Tatum, S. H. (2010). OSL age determinations of pleistocene fluvial deposits in Central Amazonia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(3), 691-699. Acesso em 14 de fevereiro de 2011, <<http://www.scielo.br/pdf/aabc/v82n3/17.pdf>>.

Trabalho apresentado em evento

Souza-Lima, W., Farias, R. M. (2007). A flora quaternária dos travertinos de Itabaiana, Sergipe. *PALEO 2007* (p. 7). Itabaiana: SBP. Acesso em 18 de dezembro de 2008, <[http://www.phoenix.org.br/Paleo2007\\_Boletim.pdf](http://www.phoenix.org.br/Paleo2007_Boletim.pdf)>.

**j) Com numeração DOI**

Livro

Zavattini, J. A. (2009). *As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática*. DOI: 10.7476/9788579830020.

Artigo de periódico

Evandro L. Kleina, E. L., Rodrigues, J. B., Lopesa, E. C. S., Gilvana L. Soledade, G. L. (2012). Diversity of Rhyacian granitoids in the basement of the Neoproterozoic-Early Cambrian Gurupi Belt, northern Brazil: Geochemistry, U?Pb zircon geochronology, and Nd isotope constraints on the Paleoproterozoic magmatic and crustal evolution. *Precambrian Research*, 220-221, 192-216, DOI: 10.1016/j.precamres.2012.08.007.

**Para realizar a submissão eletrônica de artigos:**

Será necessário cadastrar-se no sistema. Antes de finalizar o cadastramento, certificar-se de que a opção "Autor" está ativada.

O acesso poderá ser:

1. **Pelo site da revista**

[www.igc.usp.br/geologiausp](http://www.igc.usp.br/geologiausp) - no menu do lado direito, clicar em "Submissão Eletrônica".

2. **Pelo link direto**

[submission.ppegeo.igc.usp.br/index.php/guspsc](http://submission.ppegeo.igc.usp.br/index.php/guspsc).

3. **Pelo PPEGeo (Portal de Periódicos Eletrônicos em Geociências)**

[ppegeo.igc.usp.br](http://ppegeo.igc.usp.br) - acessar a lista alfabética, depois clicar no link Geologia USP. Série Científica.

Qualquer dúvida, entrar em contato com a Seção de Publicações, e-mail: [public@usp.br](mailto:public@usp.br) ou no tel.

(11) 3091-3973.