



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Taiana Regina Silva de Oliveira

**ECOLOGIA DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NO ESTUÁRIO DO RIO TIMBÓ,
MUNICÍPIO DE PAULISTA – PE: INFLUÊNCIA DA GEOQUÍMICA AMBIENTAL**

RECIFE/2015

TAIANA REGINA SILVA DE OLIVEIRA

**ECOLOGIA DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NO ESTUÁRIO DO RIO TIMBÓ,
MUNICÍPIO DE PAULISTA – PE: INFLUÊNCIA DA GEOQUÍMICA AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, área de concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental, como parte dos requisitos para obtenção de Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Eldemar de Albuquerque Menor
Coorientadora: Profa. Dra. Claudia Gutterres Vilela

RECIFE/2015

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

- O48e Oliveira, Taiana Regina Silva de.
Ecologia de foraminíferos bentônicos no estuário do rio timbó, município de paulista – PE: influência da geoquímica ambiental / Taiana Regina Silva de Oliveira. - Recife: O Autor, 2015.
122folhas, Il.; e Tab.
- Orientador: Prof. Dr. Eldemar de Albuquerque Menor.
Coorientadora: Profa. Dra. Claudia Gutterres Vilela.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências, 2015.
Inclui Referências, Anexos e Apêndices.
1. Geociências. 2. Foraminíferos bentônicos. 3. Isótopos $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$. 4. Sedimentação estuarina recente. 5. Marcadores biogeoquímicos. 6. Rio Timbó. I. Menor, Eldemar de Albuquerque.(Orientador). II. Vilela, Claudia Gutterres.(Coorientadora). III.Título.

551 CDD (22. ed.)

UFPE
BCTG/2015-227

TAIANA REGINA SILVA DE OLIVERIA

ECOLOGIA DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NO ESTUÁRIO DO RIO TIMBÓ,
MUNICÍPIO DE PAULISTA – PE: INFLUÊNCIA DA GEOQUÍMICA AMBIENTAL

Aprovado em: 17/07/2015

Eldemar de Albuquerque Menor

17 de julho de 2015

Enelise Kátia Piovesan

17 de julho de 2015

George Satander Sá Freire

17 de julho de 2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos orientadores: Dr. Eldemar Albuquerque Menor e Dr^a Claudia Gutterres Vilela. Agradeço suas condutas de generosidade, aprendizagem, humildade e, principalmente, comprometimento. Aos professores e funcionários UFPE, em especial aos do PPGeoc.

Agradeço ao CNPq, pelo apoio neste projeto, contribuindo para o desenvolvimento da Ciência nesse país.

Agradeço com todo orgulho e gratidão a minha mãe Maria do Socorro Silva de Oliveira, e ao meu pai Rui Geraldo de Oliveira, porque sempre acreditaram em mim, me ensinaram a ser uma pessoa correta, íntegra e justa. Aos meus amigos, Josineide Braz, João Allyson, Gerlânia Arruda, pois me auxiliaram na pesquisa, ofereceram oportunidades de conhecimento e me acolheram nos momentos de preocupação e dúvidas. Agradeço a Robbyson M. Melo e Mariana Cardoso pela árdua tarefa de identificação e taxonomia dos foraminíferos, e também, por me ensinarem que a bondade e solidariedade faz parte do ser humano. À Sônia Agostinho, por ajudar a todos sempre que possível, por ter me proporcionado boas conversas e por ter cedido o Laboratório BioEstratigrafia para preparo das amostras. Agradeço a Hugo Eduardo Bezerra de Menezes, por ter sempre acreditado em mim, apoiando-me nos momentos difíceis.

Agradeço ao professor Valdir Manso e a equipe do LAGESE, por me auxiliar e por ceder o laboratório para uso. Agradeço também a Rilda Araripe, a Suely e a Maria Cristina. Esquecerei vários amigos, mas agradeço a todos que diretamente ou indiretamente me auxiliaram e me motivaram nos momentos difíceis e improváveis.

RESUMO

Interferências antrópicas no estuário do rio Timbó (Paulista-PE) representaram forçantes que modificaram as características hidrodinâmicas e geoquímicas desta bacia hidrográfica. Nesta pesquisa, as mudanças ambientais são abordadas por estudos micropaleontológicos, através da assembleia de foraminíferos bentônicos, com apoio de estudos geoquímicos, inclusive isotópicos, ambos a partir de testemunhos de sondagem de fundo executada no estuário deste rio. A coleta do testemunho foi realizada em dezembro de 2012 e dezembro de 2013, utilizando um equipamento constituído de tubo de PVC com 50 mm de diâmetro, alcançando a profundidade de 87 cm e 90 cm para dados isotópicos. Este perfil cobriu cronologicamente o período desde fins do século XIX à primeira década do século XXI. Os resultados, apoiados em estudos estatísticos, indicaram que a espécie *Quinqueloculina lamarckiana* parece restrita a condições de maior hidrodinâmica, marcadas por quartzo > 20% em sedimento total. *Ammonia tepida* mostrou-se confiável espécie bioindicadora de degradação ambiental, acompanhando concentrações de Pb nos sedimentos. *Discorbis floridana* também se mostrou boa indicadora ambiental, em sedimentações mais recentes, acompanhando a degradação ambiental desde as últimas décadas. As modificações ambientais neste estuário, sobretudo resultantes de interferências antrópicas, se mostraram bem rastreáveis através do estudo de isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ a partir dos carbonatos dos exoesqueletos dos foraminíferos bentônicos estudados.

Palavras-chave: Foraminíferos bentônicos. Isótopos $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$. Sedimentação estuarina recente. Marcadores biogeoquímicos. Rio Timbó. Brasil.

ABSTRACT

Anthropogenic interference in the estuary of Timbó river (Paulista-PE) changed the hydrodynamic and geochemical characteristics of the watershed. In this study, we evaluated the environmental changes by micropaleontological studies through the assemblages of benthic foraminifera, supported by geochemical studies, including isotopic evaluation, both from bottom drill core executed in the estuary of the river. The collection of core was held in December 2012 and December 2013, using a device made of PVC pipe with 50 mm diameter, reaching a depth of 87 cm and 90 cm for isotopic data. This core chronologically covered the period from late nineteenth century to the first decade of this century. The results, supported by statistical studies, indicated that *Quinqueloculina lamarckiana* seems restricted to conditions of greater hydrodynamics, marked by quartz > 20% in total sediment. *Ammonia tepida* seems to be a reliable bioindicator of environmental degradation, following Pb concentrations in sediments. *Discorbis floridana* was also a good environmental indicator, in more recent sedimentation, following the environmental degradation in the last decades. The environmental changes in this estuary, especially resulting from anthropogenic interference were well traceable through the study of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ isotopes from the carbonates of the exoskeletons of benthic foraminifera studied.

Keywords: Benthic foraminifera. Isotopes $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$. Recent estuarine sedimentation. Biogeochemical markers. River Timbó. Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfologia básica para classificação dos foraminíferos. A. Vista espiral em seção longitudinal parcial, mostrando a estrutura interna e morfologia externa. B. Vista lateral mostrando a abertura primária. (Fonte: ZERFASS & ANDRAE, 2008).	16
Figura 2. Mapa da localização da área de estudo mostrando a estação de amostragem. (Fonte: CARVALHO, 2014).....	23
Figura 3. Coluna estratigráfica da Bacia da Paraíba. (Fonte: BARBOSA, 2004).	24
Figura 4. Mapa geomorfológico da área estudada. (Fonte: FIDEM, 2001).....	26
Figura 5. Taxas de crescimento populacional do Município de Paulista (1950 a 2007).	31
Figura 6. Perfil de fundo do assoalho estuarino RT, rio Timbó. Fonte: autora. .	32
Figura 7. Esquema da metodologia de amostragem obtida com a utilização de tubo de PVC. Em detalhe, perfil segmentado a cada 3 cm após secagem CNTP, com representação da nomenclatura RT (RT 1 a RT 29), totalizando 87cm do perfil total. Fonte: autora.	Erro! Indicador não definido.
Figura 8. Descrição macroscópica dos sedimentos do perfil de fundo RT, rio Timbó-PE. Modificado de Carvalho (2014).....	34
Figura 9. Log das frações mineralógicas principais ST do perfil RT, estuário do rio Timbó. (Fonte: CARVALHO, 2014).....	41
Figura 10. Matriz de correlação (análises químicas e dados ecológicos dos sedimentos de fundo do perfil do rio Timbó).....	43
Figura 11. Concentrações de alguns elementos-traço, argilominerais e quartzo nos sedimentos totais do perfil RT, no baixo estuário do rio Timbó.....	44
Figura 12. Número absoluto de foraminíferos triados no perfil RT do rio Timbó.	49
Figura 13. Quantidade de espécies por amostragem do perfil RT (rio Timbó).	48
Figura 14. Representação da abundância relativa das espécies <i>Ammonia tepida</i> .	50
Figura 15. Representação gráfica da correlação interdependente em relação à espécie <i>A. tepida</i> e ao Chumbo.	51

Figura 16. Representação gráfica de correlação interdependente em relação à abundância relativa da espécie <i>Discorbis floridana</i> desde o século XIX ao início do século XXI.	53
Figura 17. Representação gráfica da correlação interdependente da abundância relativa da espécie <i>Quinqueloculina lamarckiana</i> em relação ao quartzo.	54
Figura 18. Valores absolutos da frequência de espécies no perfil sedimentar em estudo.	55
Figura 19. Gráfico representativo da diversidade, riqueza, equitatividade do testemunho.....	59
Figura 20. Gráfico da evolução dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ ao longo do tempo histórico, no perfil sedimentar RT.	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição espacial das unidades geomorfológicas e geológicas presentes na área estudada, conforme observado na Figura 3.	25
Tabela 2. Dados da população do Município de Paulista-PE.	31
Tabela 3. Média dos valores de concentrações de Quartzo, argilominerais e espécies metálicas nos sedimentos totais do perfil RT, no baixo estuário do rio.....	45
Tabela 4. Limites TEL - PEL da USEPA para alguns elementos-traço.	46
Tabela 5. Valores de descritores ecológicos (Riqueza, Diversidade de Shannon, Equitatividade) no perfil sedimentar.	57
Tabela 6. Resultados isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ em carbonatos, ao longo do perfil sedimentar RT.	61

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	12
1.1 Considerações Iniciais	12
CAPÍTULO II – OBJETIVOS	14
CAPÍTULO III - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 A Importância Ecológica dos Estuários	15
3.2 Interpretação Ambiental por Foraminíferos	16
3.3 Uso de Isótopos Estáveis para Questões Ambientais	19
3.4 Histórico de Aplicações de Isótopos Estáveis	20
CAPÍTULO IV - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
4.1 Localização	22
4.2 Geologia e Geomorfologia	23
4.3 Clima	26
4.4 Fauna e Flora do Rio Timbó	27
4.5 Condicionantes Antrópicos do Entorno da Área	28
4.6 Evolução Demográfica	29
CAPÍTULO V - MATERIAIS E MÉTODOS	32
5.1 Amostragem	32
5.2 Análises Isotópicas	35
5.3 Análises Químicas	35
5.4 Análise Ecológica a partir de Foraminíferos	35
5.5 Estudo Interdisciplinar: Análise Ecológica e Geoquímica	38
CAPÍTULO VI - RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.1 Composição Mineralógica	40
6.2 Análises Estatísticas	42
6.3 Concentrações em As, Pb e Cr, Quartzo e Argilominerais	44
6.4 Identificação Taxonômica dos Foraminíferos Bentônicos	46
6.4.1 Padrões de Distribuição das Espécies	47
6.4.2 Abundância Relativa das Espécies de Foraminíferos Bentônicos (AR) e Análises Mineralógicas	49
6.4.3 Dominância da espécie <i>Ammonia tepida</i>	49
6.4.4 <i>Discorbis floridana</i>	52

6.4.5 <i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	54
6.5 Frequência de Ocorrência	55
6.6 Índices Ecológicos.....	57
6.7 Efeitos nas Tecas de Foraminíferos Bentônicos.....	59
6.7.1 Piritização.....	59
6.8 Resultados Isotópicos	60
CAPÍTULO VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS.....	66
ESTAMPAS.....	82
ANEXOS	87

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

O elevado crescimento industrial e urbano tem sido motivo de preocupação quanto ao uso racional dos recursos naturais. O processo da industrialização e urbanização desordenada tem gerado como consequência uma grande liberação de compostos indesejáveis ao meio ambiente, muitas vezes colocando em risco a saúde da comunidade próxima ao local e do ecossistema. Entretanto, descrever e mensurar o impacto das ações antrópicas e do funcionamento de um ecossistema é muito complexo, principalmente considerando a multidisciplinaridade para a correta interpretação de um dado sistema ecológico, já que este é apenas factível devido às suas interações.

De acordo com Macêdo et al. (2000), dentre os ecossistemas aquáticos afetados pelos impactos antrópicos destaca-se o ambiente estuarino, devido a fatores como a exploração pesqueira não racionalizada, destruição dos manguezais, poluição por efluentes de resíduos industriais e domésticos, aterros de áreas naturais, dentre outros. A constatação de diminuição da potencialidade produtiva dos estuários vem contribuindo para o avanço nas pesquisas científicas, no sentido de fornecer subsídios necessários para a conservação destes ecossistemas.

Segundo Cameron & Pritchard (1963), estuários são ambientes costeiros semi-fechados com livre conexão ao oceano, nos quais a água do mar se dilui com águas oriundas da drenagem continental. Estes ambientes são particularmente concentradores de nutrientes lixiviados a partir da bacia de drenagem fluvial e, em função de sua complexa trama trófica, formam ecossistemas com uma diversidade de ambientes potencialmente favoráveis para colonização, refúgio e criadouro de espécies economicamente importantes para o Homem. São sistemas extremamente dinâmicos, que se movem e mudam constantemente em resposta aos ventos, às marés e ao escoamento dos rios e, por isso, a compreensão do transporte e destino de poluentes neste sistema requer um conhecimento dos processos físicos, químicos e biológicos, além das propriedades dos próprios contaminantes (FERNANDES, 2001).

As alterações ecológicas em ambientes estuarinos podem ser detectadas a partir de diversos fatores, tais como pelo monitoramento das águas, através de análises físicas e químicas que apontam as condições vigentes quando são feitas as medições; por análises biológicas que mostram os efeitos prolongados que não existem mais no momento em que é feita a verificação (LOBO et al., 2002); pela análise dos sedimentos superficiais ou de longa escala temporal que, por seu caráter deposicional, fornecem informações sobre os produtos que se acumularam, integrando eventos do passado (SMOL, 2008). Em perfis de sedimentos, as informações podem cobrir largos registros temporais, representando um importante arquivo de informações de natureza biogeoquímica (MOZETO, 2004).

Com base em estudos realizados por Carvalho (2009; 2014) no estuário do rio Timbó foram observados níveis consideráveis de contaminação, inclusive por algumas espécies metálicas, fato também observado por Figueiredo et al. (2007). Assim, tal comportamento geoquímico suscita investigações no sentido de se definir os processos de sedimentação no rio Timbó, ao longo dos últimos dois séculos, seus impactos na fauna de foraminíferos bentônicos no baixo curso estuarino, de forma a permitir a identificação de diferentes marcadores quimioestratigráficos regionais, através da interpretação geoquímica histórica.

CAPÍTULO II – OBJETIVOS

A finalidade desse trabalho visa caracterizar as mudanças ambientais ocorridas no estuário do rio Timbó para cada fase do desenvolvimento histórico do município de Paulista-PE, com base em assembleias de foraminíferos e assinaturas geoquímicas. O estudo foi desenvolvido sob os seguintes aspectos:

- Identificação taxonômica dos foraminíferos bentônicos nas categorias genérica e específica;
- Registro através de fotomicrografia das espécies mais representativas;
- Realização de um levantamento bibliográfico da fauna de foraminíferos em sedimentos no rio Timbó– PE;
- Determinação da distribuição dos foraminíferos, com avaliação de sua abundância relativa, riqueza, diversidade e equitatividade;
- Análise da distribuição das espécies bioindicadoras ao longo do perfil de fundo realizado no estuário, relacionando-as com as concentrações de metais-pesados obtidas em estudo anterior;
- Contribuir para reconstituição da evolução histórica do status geoquímico do sistema estuarino do Timbó através do registro em tecas carbononáticas de foraminíferos bentônicos, em período histórico do Holoceno recente (até cerca de 200 anos AP).

CAPÍTULO III - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Importância Ecológica dos Estuários

As águas estuarinas são biologicamente mais produtivas do que as dos rios e dos oceanos adjacentes, devido principalmente às características hidrodinâmicas de circulação que, aprisionando nutrientes, algas e outros organismos, estimulam a produtividade nesses corpos de água (MIRANDA et al., 2002). Desta forma, o ambiente estuarino apresenta considerável importância biológica e socioeconômica. Sua profusa e diversificada comunidade e a periódica renovação de suas águas, acarretam profundas modificações da matéria orgânica, representando um importante elo entre os ecossistemas fluvial e marinho.

Nas regiões tropicais e subtropicais, normalmente se encontra associado aos estuários um ecossistema típico, denominado de manguezal. Segundo Schaeffer-Novelli (1995), manguezal é definido como um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestres e marinhos, sujeito ao regime das marés. Ocorre em regiões costeiras abrigadas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de matéria orgânica em nutrientes e gerador de bens e serviços.

Poucos estudos a nível ecológico foram realizados no rio Timbó, dentre os quais pode-se citar: Barbosa (2006), que estudou os aspectos sedimentológicos do estuário do rio Timbó com base em análises texturais e cálculo de parâmetros estatísticos granulométricos, no qual foi observado que o estuário possui a fração arenosa predominante; Carvalho (2009; 2014) que realizou estudos acerca da evolução geoquímica de sedimentos de fundo neste estuário, cobrindo um período desde fins do século XIX até 2013.

Entretanto, a área em questão não possui estudos aprofundados acerca da ecologia de foraminíferos de forma a correlacionar os impactos ambientais, ao longo do tempo, às assembleias destes organismos.

Estudos estatísticos com base na distribuição de foraminíferos bentônicos em ambientes estuarinos têm demonstrado que estes organismos podem ser utilizados com sucesso para identificar várias províncias ecológicas, capazes de detectar condições de estresse ambiental e controlar a poluição (ALBANI et al., 2001). No

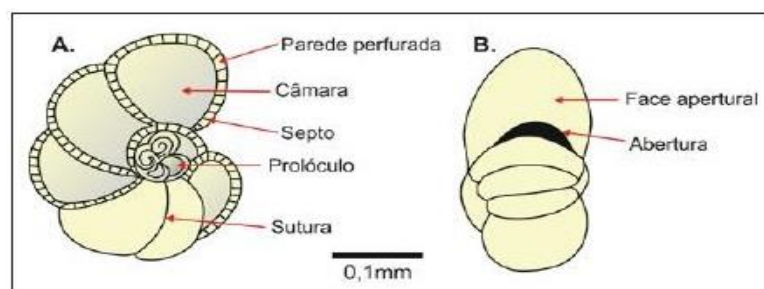
entanto, antes de usar associações de foraminíferos como indicadores de estresse e da poluição em ambientes transicionais, uma compreensão precisa da sua resposta às variáveis ambientais é necessária, a fim de distinguir o estresse antropogênico em relação a mudanças ambientais naturais (DEBENAY et al., 2000). Este requisito é particularmente crítico em estuários e lagunas costeiras que estão sujeitos a uma complexa interação de inúmeros parâmetros naturais físico-químicos, porque esses ambientes são frequentemente expostos a vários impactos humanos tais como produtos químicos, incluindo poluentes industriais e pesticidas agrícolas (DEBENAY, 1995; DEBENAY, 2000; DEBENAY et al., 2000).

3.2 Interpretação Ambiental por Foraminíferos

Foraminíferos são organismos unicelulares classificados sistematicamente no Reino Protista, Filo Granuloreticulosa, Classe Foraminifera (SEN GUPTA, 1999). O citoplasma da célula desses organismos é, em grande parte, inserido dentro de uma testa variadamente composta de matéria orgânica segregada, minerais secretados (calcita, aragonita ou sílica) ou de partículas aglutinadas. Esta testa consiste de uma única câmara (unilocular) ou múltiplas (multiloculares), medindo aproximadamente menos de 1 mm de diâmetro e interligadas por uma abertura (foramen) ou várias aberturas (foramina).

A testa é formada por uma ou várias câmaras que se intercomunicam através de uma ou mais aberturas chamadas forâmens. As espécies pluriloculares, cuja teca é constituída por várias câmaras iniciam seu ciclo de vida, assim como as uniloculares, com uma única câmara denominada prolóculo (Figura 1).

Figura 1. Morfologia básica para classificação dos foraminíferos. A. Vista espiral em seção longitudinal parcial, mostrando a estrutura interna e morfologia externa. B. Vista lateral mostrando a abertura primária.



Fonte: Zerfass & Andrae, 2008.

Os caracteres morfológicos da testa constituem a base para a distinção entre os *taxa* na classificação dos foraminíferos, a qual utiliza como critério: a composição da parede, a forma, o arranjo e número de câmaras, as linhas de sutura, o número e a posição da(s) abertura(s) e a ornamentação (ZERFASS & ANDRAE, 2008). O crescimento da testa pode ser contínuo, originando formas uniloculares, ou pode ocorrer em estágios, originando formas multiloculares, cujas formas jovens ou neônicas geralmente têm aparência diferente das formas adultas (SEYVE, 1990; ARENILLAS, 2004).

A estrutura e composição da teca são as principais características analisadas para a classificação taxonômica (BRASIER, 1980). Sen Gupta (1999) separou a classe Foraminifera em 16 ordens, com base na classificação de Loeblich & Tappan (1988), assim agrupadas:

- Grupo 1: possui teca formada de material orgânico. Representado apenas pela Ordem ALLOGROMIDA.
- Grupo 2: teca aglutinada de partículas retiradas do ambiente, congrega as ordens: ASTRORRHIZIDA, LITUOLIDA, TROCHAMMINIDA e TEXTULARIDA.
- Grupo 3: teca formada por carbonato de cálcio. Congrega as ordens: FUSULINIDA (extinta), MILIOLIDA, CARTERINIDA, SPIRILLINIDA, LAGENIDA, BULIMINIDA, ROTALIIDA, GLOBIGERINIDA (exclusiva dos planctônicos), INVOLUTINIDA e ROBERTINIDA.
- Grupo 4: teca silicosa. Representado pela Ordem SILICOLOCULINIDA.

As testas calcárias e aglutinantes de foraminíferos possuem um bom potencial de fossilização, que somado à sua abundância, fazem com que este grupo seja uma ferramenta muito utilizada na prospecção de hidrocarbonetos (SCHRODER-ADAMS, 2006).

Estes organismos podem possuir hábito planctônico, vivendo ao sabor das águas, ou bentônico, aqueles que vivem sobre (epifaunais) e/ou dentro do sedimento (infaunais) (JORISSEN et al., 1995). São abundantes em todos os ambientes marinhos, possuem uma boa preservação da testa, ciclo de vida relativamente curto, ocorrendo em comunidades que são sensíveis e reagem a mudanças ambientais (SCHULTZ, 2008).

A distribuição dos foraminíferos recentes está condicionada a diversos fatores físicos, químicos e biológicos. Os planctônicos mostram distribuição relacionada com

fatores da massa d'água, como temperatura e salinidade; já os bentônicos estão relacionados principalmente ao tipo de sedimento, concentração de oxigênio, matéria orgânica, salinidade, profundidade, entre outros fatores (PHLEGER, 1960; BOLTOVSKOY & WRIGHT, 1976; JORISSEN, 1998; SEN GUPTA, 1999; DULEBA et al., 2003). Assim, esses microorganismos são usados para análises oceanográficas, bioestratigráficas, e interpretações ambientais e paleoambientais, devido à sua abundância nos sedimentos, excepcional forma de preservação, ampla distribuição geográfica e batimétrica, alta diversidade, e principalmente sensibilidade às variações das condições ambientais (temperatura, profundidade, salinidade, caráter do fundo, luminosidade, turbidez da água, pH, e outros) (BOLTOVSKOY et al., 1996).

Neste âmbito, os estudos de foraminíferos tornam-se essenciais para o entendimento das variações ambientais e para o gerenciamento de ecossistemas de forma temporal, uma vez que evita uma visão reducionista da natureza, normalmente incapaz de perceber a complexidade dos problemas ambientais no tempo e no espaço. Estes organismos geralmente reagem às condições ecológicas por apresentarem variações nos padrões de abundância e diversidade e/ou por produzirem testas deformadas (SEN GUPTA & KILBOURNE, 1974; BOLTOVSKOY & WRIGHT, 1976; BOLTOVSKOY et al., 1991; YANKO et al., 1999; BUZAS-STEPHENS et al., 2003).

Alguns gêneros de foraminíferos bentônicos normalmente ocorrem em determinados tipos de ambientes. Os gêneros *Ammonia*, *Reophax*, *Elphidium* e *Ammotium* são encontrados em estuários e lagoas salobras, enquanto *Triloculina*, *Ammonia* e *Discorbis* são comuns em lagoas hipersalinas. Em ambientes marinhos de salinidade normal, lagoas e plataformas carbonáticas encontram-se *Quinqueloculina*, *Cibicides* e *Ammonia*; na plataforma interna observa-se *Rosalina*, *Cibicides*, *Elphidium* e *Textularia* e, no pântano salgado (marismas), encontram-se *Ammonia* e *Trochammina* (BRASIER, 1980).

A composição de uma diversificada microfauna fóssil de foraminíferos pode ser utilizada para reconstruir as condições de habitats. Foraminíferos bentônicos têm sido utilizados como válidos indicadores de fácies em ambientes carbonáticos recentes e antigos (FROST & LANGENHEIM JR, 1974; HALLOCK & GLENN, 1986). Murray (1991), por exemplo, investigou a ecologia de foraminíferos bentônicos em

ambientes rasos. Cebulski (1969) e Wantland (1975) descreveram a distribuição de foraminíferos bentônicos na plataforma de Belize. Wallace & Schaferman (1977) estudaram a fauna de foraminíferos em Glovers Reef. Gischler et al. (2003) compararam a distribuição atual de foraminíferos em diversas plataformas carbonáticas: Belize, ilhas Turneffe, Lighthouse Reef e Glovers Reef, e apresentaram diferentes áreas de acumulação dentro das lagoas.

Em 1966, Boltovskoy & Lena apresentam os resultados de estudos coletados na zona do litoral do estado de Pernambuco, nas praias de Maria Farinha, Candeias e Piedade, onde foram assinaladas 212 espécies. As coletas foram realizadas em profundidades inferiores a 1 m, com representação significativa das espécies *Archaias angulatus*, *Discorbis mira*, *Discorbis pervianus*, *Elphidium poeyanum*, *Elphidium discoidade*, *Gypsina globulus*, dentre outras. De acordo com estes autores, a fauna estudada corresponde a província zoogeográfica da Índia Oriental.

Muitos trabalhos foram realizados acerca da distribuição de foraminíferos no Quaternário, dentre os quais pode-se citar: Tinoco, 1958; McKee et al., 1959; Streeter, 1963; Davis Jr, 1964; Bicchi et al., 2002; Yamano et al., 2002; Gischler et al., 2003; Oliveira 2007, 2012; entre outros.

3.3 Uso de Isótopos Estáveis para Questões Ambientais

Segundo Urey (1947), os isótopos estáveis são átomos do mesmo elemento que diferem em seu número de nêutrons, mas que têm o mesmo número de prótons e elétrons. Isto resulta em diferentes números de massa e, assim, em diferentes propriedades físicas e químicas dos elementos.

O oxigênio tem três isótopos naturais: ^{16}O com 8 prótons e 8 nêutrons e uma abundância média de 99,759%, ^{17}O com 8 prótons e nêutrons 9 e uma abundância média de 0,037%, e ^{18}O com 8 prótons e 10 nêutrons, e uma média abundância de 0,204% (SCHULTZ, 2008). Coeficientes de isótopos estáveis são geralmente expressos como desvios da razão entre isótopos mais pesados em relação aos mais leves (por exemplo, $\text{O}^{18}/\text{O}^{16}$), comparados à mesma proporção em um material de referência.

Organismos carbonáticos presentes em um ambiente marinho secretam suas carapaças (precipitação de CaCO_3) em equilíbrio com o fracionamento isotópico do oxigênio na água do mar e com fatores como a temperatura (FAURE, 1986),

tornando-se possível identificar variações paleoceanográficas e paleoclimáticas através da composição isotópica destas carapaças encontradas nos sedimentos marinhos (EMILIANI, 1955; KENNET, 1980).

O carbono apresenta-se com dois isótopos naturais: ^{12}C com 6 prótons e 6 nêutrons, com abundância média de 98,89%; e ^{13}C com 6 prótons e 7 nêutrons, com uma abundância média de 1,11%. ^{12}C e ^{13}C são isótopos estáveis, enquanto ^{14}C decai radioativamente a ^{14}N , com uma meia-vida de 5.730 anos. De acordo com Martinelli et al. (2009), destaca-se a importância e vantagens do uso de isótopos em estudos ambientais e paleoambientais, devido ao fato de sua massa não alterar ao longo de sua existência. Ao contrário, os instáveis ou radioativos decaem por emissão de energia ou partícula subatômica. Outro fator em destaque é a abundância de isótopos com menor massa atômica, que se apresentam na natureza em quantidades elevadas.

3.4 Histórico de Aplicações de Isótopos Estáveis

Para estudos de questões ambientais, o uso de isótopos está sendo cada vez mais utilizado. Porém, não são frequentes os estudos realizados a partir de testemunhos de perfis de sondagem para se reconstruir a história da poluição, de distúrbios ecológicos e de desmatamentos através da análise isotópica em sistemas fluviais e lacustres (MARTINELLI et al., 2009).

A geoquímica de isótopos estáveis biogênicos (CaCO_3) serviu como uma fonte para estudos paleoclimáticos e paleoambientais. Por exemplo, trabalhos de Urey (1947), Urey et al. (1951) e Epstein et al. (1953), mostraram que a relação de isótopos de oxigênio em carbonatos biogênicos ($\delta^{18}\text{O}$) relaciona-se à temperatura e à composição isotópica da água ($\delta^{13}\text{O}$) à época da formação dos carbonatos.

Logo após, foram realizados trabalhos de isótopos estáveis de carbono em conchas de moluscos ($\delta^{13}\text{C}$) por Mook & Vogel (1968), Fritz & Poplawski (1974), Killingley & Berger (1979), destacando a sua utilidade como assinaturas da variação de carbono inorgânico dissolvido. Tanaka et al. (1986), McConnaughey et al. (1998), Lorrain et al. (2004) e Gillikin et al. (2006), no entanto, mostraram que, como isótopos de oxigênio, os isótopos de carbono em conchas poderiam refletir vários fatores ambientais, ou seja: carbono inorgânico dissolvido (DIC) e CO_2 metabólico.

Posteriormente, a composição isotópica de oxigênio de diferentes organismos carbonáticos foi utilizada para reconstrução de paleotemperaturas da água do mar em diferentes tempos geológicos (KRANTZ et al., 1987; MARSHALL, 1992; HICKSON et al., 1999; RICHARDSON, 2001, entre outros).

Segundo Godwin et al. (2013), apesar dos poucos estudos na área isotópica com a finalidade ambiental, a análise de registros geoquímicos de carbonatos biogênicos se tornou um componente quase onipresente em pesquisas paleoambientais, nas últimas décadas. Muitos estudos com isótopos estáveis de Carbono e Oxigênio vêm possibilitando a utilização de carapaças de foraminíferos com propósitos paleo-oceanográficos, como *proxies* para paleotemperaturas, volume de gelo, movimentos de massas de água e paleoprodutividade (WEFER et al., 1999; ROHLING & COOKE, 1999).

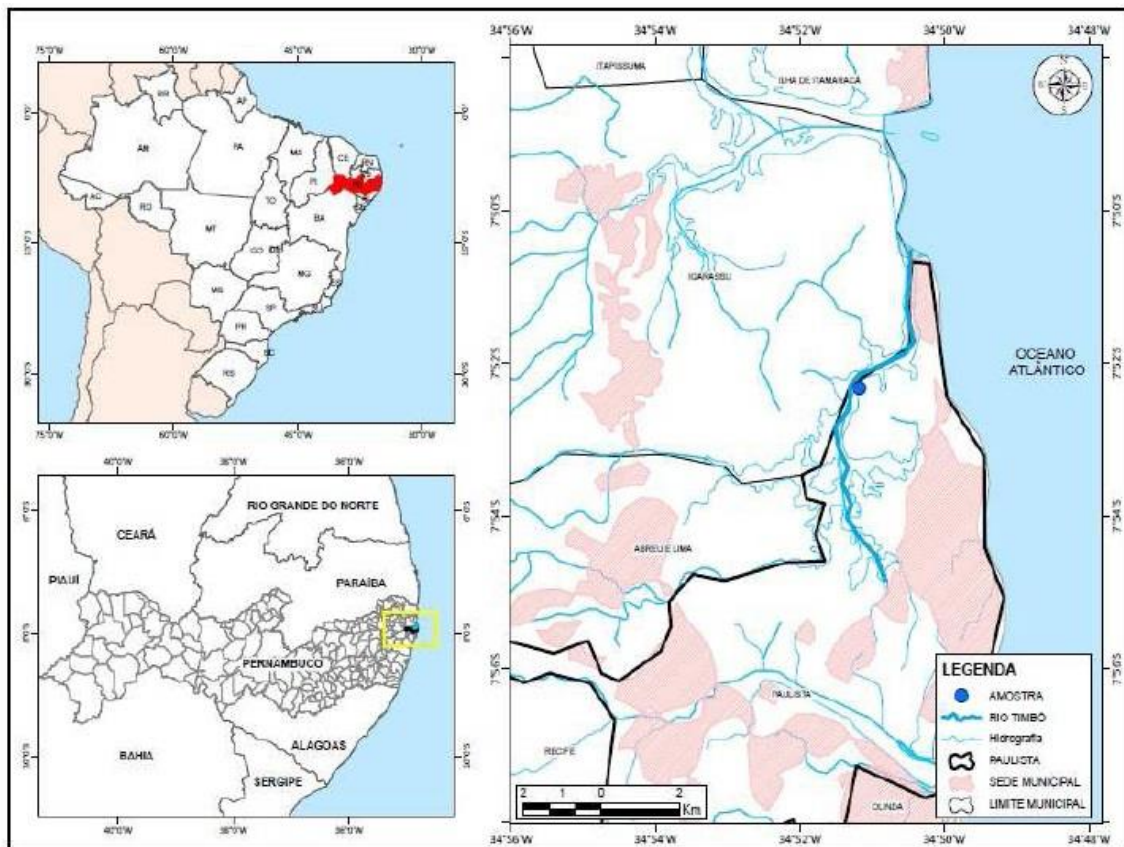
CAPÍTULO IV - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização

A bacia hidrográfica do rio Timbó abrange parte dos municípios de Abreu e Lima, Paulista e Igarassu (estado de Pernambuco) ocupando respectivamente: 32,5%, 25,7% e 7,7% da superfície dos mesmos. Sua área total de 9.296 ha limita-se ao norte com a bacia hidrográfica do rio Igarassu e a microbacia do rio Engenho Novo; ao sul, com a bacia do rio Paratibe; a oeste, com a junção das bacias do rio Igarassu e Paratibe; e, a leste, com as microbacias que banham a planície costeira (FIDEM, 1980). A área de estudo está encravada a Norte do estado de Pernambuco, no trecho que compreende o baixo curso do rio Timbó (Figura 2). A calha principal deste rio se estende por 15 Km até atingir sua desembocadura no Pontal de Maria Farinha (CARVALHO, 2009).

O rio Timbó nasce no Tabuleiro de Araçá (município de Abreu e Lima) com o nome de Barro Branco, que conserva até atingir o estuário no município de Paulista, quando passa a se denominar rio Timbó. Seus tributários mais extensos são o Arroio Desterro e o rio Zumbi, pela margem esquerda e o rio Fundo, pela margem direita. Ao penetrar na área estuarina, divide-se em vários braços, espalhando-se entre o terraço marinho a leste e as colinas que circundam a planície costeira ao norte, ao sul e a oeste. Seu estuário mede 1.397 hectares, abrigando expressiva vegetação de mangue e é considerado “um dos mais férteis da região”, com altos índices de produtividade primária (CPRH, 2003).

Figura 2. Mapa da localização da área de estudo mostrando a estação de amostragem.



Fonte: Carvalho, 2014.

O rio Timbó possui rede de drenagem do tipo dendrítica e apresenta quase 15km de vias navegáveis em preamar, com largura no baixo e médio curso variando de 250 a 300 m (FIDEM, 1980). Quando sob a influência da maré alta, exibe uma vasta superfície líquida, com profundidades mínimas de 2 m e máximas de 8 m (FIDEM, 1987). De acordo com a CPRH (1986), este rio apresenta uma reduzida vazão estimada em cerca de $0,20\text{m}^3/\text{s}$, sendo seu estuário de planície costeira dominado por marés. Segundo Costa & Macedo (1989), a foz do rio Timbó tem cerca de 200 m largura e a quase totalidade das águas é de procedência oceânica, tratando-se, portanto, de estuário bem misturado, sem estratificação de águas.

4.2 Geologia e Geomorfologia

Segundo Lima Filho (1996; 1998) e Barbosa (2004), o lineamento de Pernambuco divide a faixa costeira pernambucana em duas bacias sedimentares com características geológicas bem diferentes: ao sul, a Bacia de Pernambuco, e ao norte a Bacia da Paraíba. A área estuarina do rio Timbó está localizada nesta última bacia, se desenvolvendo sobre um embasamento a profundidade de

aproximadamente 400 m (FIDEM, 1980). Como mostrado na Figura 3, a partir do embasamento Proterozoico, a Bacia da Paraíba apresenta um preenchimento sedimentar composto pelas formações Beberibe, Itamaracá, Gramame, Maria Farinha e Barreiras (MABESOONE & ALHEIROS, 1988).

Figura 3. Coluna estratigráfica da Bacia da Paraíba. (

IDADES	BACIA DA PARAÍBA
PLIO / PLEISTOCENO	FM. BARREIRAS
	? ? ?
DANIANO	FM. MARIA FARINHA
MAASTRICHTIANO	FM. GRAMAME
CAMPANIANO	FM. ITAMARACÁ
SANTONIANO	FM. BEBERIBE
CONIACIANO	? ? ?
TURONIANO	
CENOMANIANO	
ALBIANO	
APTIANO	
PRÉ-CAMBRIANO	EMBASAMENTO CRISTALINO

Fonte: Barbosa, 2004.

Com exceção da Formação Itamaracá, o rio Timbó e seus afluentes cortam todas as unidades estratigráficas conhecidas na Bacia da Paraíba (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição espacial das unidades geomorfológicas e geológicas presentes na área estudada, conforme observado na Figura 3.

Unidades geológicas	Percentual
Sedimentos flúvio-lagunares	7,33
Sedimentos de mangues	17,15
Terraços holocênicos	12,39
Terraços neogênicos	1,22
Formação Barreiras	23,59
Formação Maria Farinha	2,50
Formação Gramame	23,38
Formação Beberibe	12,44

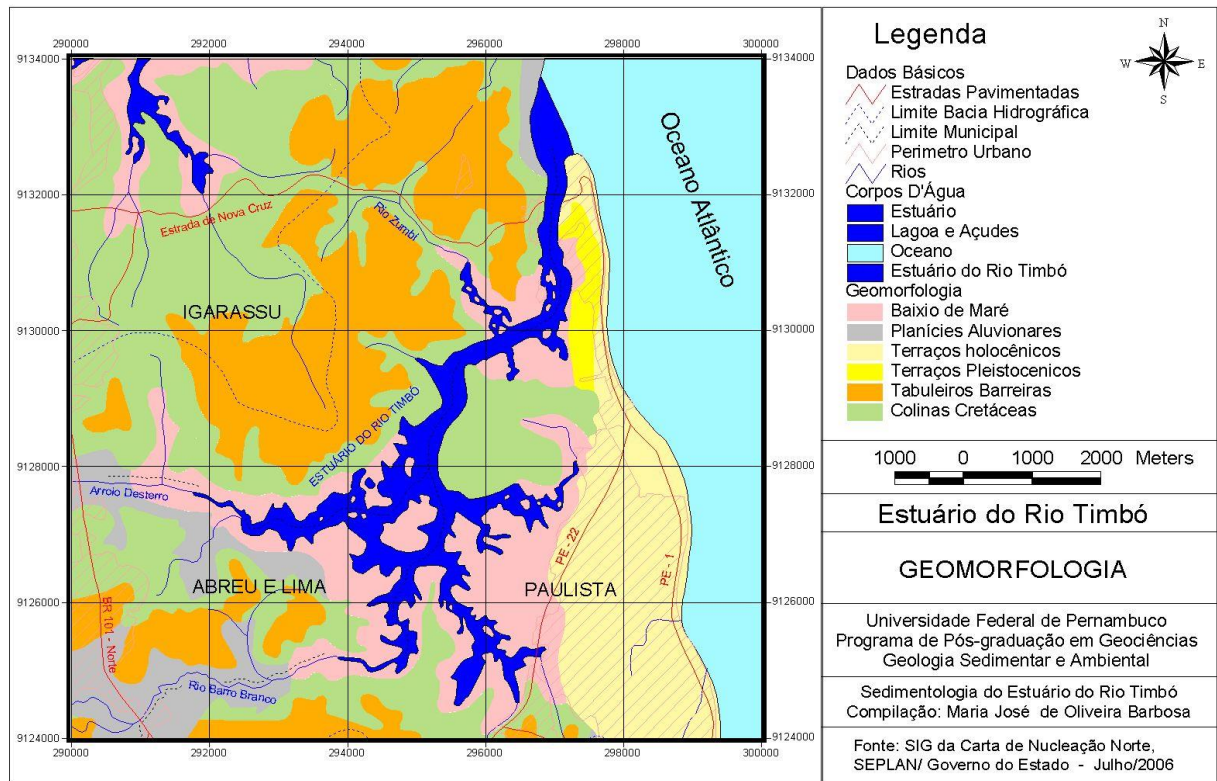
Fonte: Barbosa, 2006.

Na área abrangida pelo rio Timbó, a superfície de tabuleiros apresenta cotas decrescentes de oeste (80-60 m) para leste (40-30 m), estando levemente inclinada (1 até 4m/km) para o mar (FIDEM, 1980). A declividade das encostas, os altos índices de precipitação pluviométrica litorânea e sua constituição areno-argilosa, favorecem a ação do intemperismo e o deslocamento de grandes massas sedimentares que provocam o acúmulo de material detrítico no sopé das superfícies de tabuleiros, formando as chamadas rampas de colúvio. Na área em apreço, as superfícies de tabuleiros cobrem sedimentos carbonáticos das formações Gramame e Maria Farinha, mostrando uma superfície plana ou suavemente ondulada, e leve inclinação em direção ao mar (Figura 4).

Os diversos fatores que atuam na planície litorânea, tais como a dinâmica dos processos costeiros, variações climáticas e do nível do mar, favorecem o desenvolvimento de um ambiente complexo que se reflete em compartimentos geomorfológicos peculiares. Na costa pernambucana, a planície costeira mostra-se como uma unidade geológico-geomorfológica de grande diversidade, expondo terraços, baixios de maré, flechas litorâneas e *beachrocks* (MANSO et al., 1992). Coutinho et al. (1994) diferenciaram três setores fisiográficos na faixa litorânea de Pernambuco: um Norte, entre o rio Goiana e Olinda; um Central, entre esta cidade e Cabo de Santo Agostinho; e um Sul, entre esta e o extremo sul do Estado. O estuário do rio Timbó está incluído no setor Norte, caracterizado pelo litoral pouco

recortado e amplo desenvolvimento de terraços-tabuleiros, e por uma planície costeira estreita com manguezais, recifes de arenito e praias arenosas.

Figura 4. Mapa geomorfológico da área estudada.



Fonte: FIDEM, 2001.

4.3 Clima

O clima regional é do tipo As' conforme classificação de Köppen, caracterizado por condições tropicais quentes e úmidas, com chuvas de outono-inverno, sobretudo de março a agosto. A temperatura média anual é de 26°C. Devido à relativa proximidade equatorial e da influência marinha a amplitude térmica é baixa, em torno de 3°C. O regime pluviométrico anual é de aproximadamente 1.500 mm (NIMER, 1979).

Conforme dados da CPRM (2003), a região costeira ao Norte do Recife inclui diversas categorias de solos, geralmente relacionados com as litologias das formações geológicas dos quais derivam. Assim, os Latossolos são sobretudo encontrados em domínios da Formação Barreiras. Argissolos, Cambissolos e Gleissolos háplicos, são encontrados em domínios holocênicos, sobretudo em

áreas de mangue. O clima e o solo contribuem para a fitofisionomia da região ser característica de formações litorâneas derivadas da Mata Atlântica. De uma forma geral, devido às condicionantes climáticas, são solos profundos, hidromórficos, e caulínicos do ponto de vista mineralógico.

4.4 Fauna e Flora do Rio Timbó

Os manguezais, cuja variabilidade ao longo da costa brasileira é descrita por Schäffer-Novelli et al. (1990) e cuja localização e extensão foram mapeadas por Herz (1991), são constituídos por uma associação bastante peculiar de animais e plantas, que vive na faixa de intermarés das costas tropicais baixas, ao longo de lagoas, lagunas, estuários, deltas, e em águas salobras interiores. O ecossistema manguezal apresenta condições propícias à procriação de diversas espécies, atuando como maternidade, berçário e área de alimentação (ODUM et al., 1982).

A estrutura e a composição biótica dos manguezais variam em função de fatores geográficos, hidrográficos, climáticos e edáficos, assim como da história recente do local e das atividades humanas possivelmente presentes. De modo geral, os vegetais e animais que vivem nos manguezais exibem adaptações morfológicas e fisiológicas que lhes permitem viver nesses locais extremamente estressantes, nos quais há grandes e periódicas variações ambientais, resultante da mistura de águas doces, menos densas, com as marinhas, mais densas (BARBOSA, 2006).

Segundo Barbosa (2006), a flora é constituída por vegetais lenhosos pioneiros na colonização do substrato lodoso e salino, com adaptações altamente especializadas como um sistema radicular que expõe raízes aéreas que brotam dos galhos e se dirigem para os solos, raízes-escora de diferentes aspectos e formas, pneumatóforos, etc. Algumas espécies desenvolveram nos troncos um parênquima esponjoso que facilita a troca de gases com outros tecidos internos e lenticelas; outras formas possuem pneumatóforos com a mesma função; outras, vivíparas, produzem propágulos que ao caírem no solo já são sementes germinadas; e há também plantas que secretam sal, enquanto outras têm tecidos impermeáveis aos sais nas raízes.

Na zona estuarina do rio Timbó ocorrem grandes áreas cobertas por manguezais. Como outros, este estuário é uma zona de elevada produtividade. As macroalgas identificadas pertencem aos gêneros *Bostrychia*, *Bryopsis*, *Caulerpa*,

Gracilaria e *Sargassum*. Na faixa de transição entre o manguezal e a terra firme, desenvolve-se a samambaia do mangue (*Acrostichum* sp.). O fitoplâncton das águas é constituído predominantemente de diatomáceas, sendo as espécies *Coscinodiscus centralis*, *Gyrosigma balticum*, *Surirella febigerii* e *Chaetoceros teres* as mais características (CARVALHO, 2014).

Na região, há ocorrência de uma fauna bastante diversificada, composta em geral por moluscos bivalvíos, como o marisco (*Anadara pughmani*), o marisco-pedra (*Anomalocardia brasiliiana*), a ostra (*Crassostrea rhyzophorae*) e o sururu (*Mytella guyanensis*); por crustáceos, como o siri (*Callinectes* sp.), o aratu-do-mangue (*Goniopsis cruentata*), o caranguejo (*Ucides cordatus*); e naturalmente por peixes, como o linguado (*Achirus* sp.), o xaréu (*Caranx lugubris*), o cioba (*Lutjanus apodus*) e o agulha (*Strongylura* sp.). Geralmente o zooplâncton dos manguezais é dominado por copépodos, que apresentam maior densidade no verão (BARBOSA, 2009).

Suguio (2003) afirma que a vegetação do mangue auxilia, com suas raízes em águas razoavelmente profundas (aproximadamente 2m), para a deposição de sedimentos neste ecossistema. Os manguezais são ainda excelentes estabilizadores da costa e formam um protetor cinturão verde que dispersa a energia de ventos, maremotos e tempestades em geral (VANNUCCI, 1999). Também são essenciais para o abrigo e/ou desova de muitas espécies animais que neles vivem ou que periodicamente os visitam, assim como para a manutenção da cadeia alimentar, através dos processos degradativos da serrapilheira e da retenção de nutrientes, como nitrogênio e fósforo (NORDHAUS et al., 2006).

4.5 Condicionantes Antrópicos do Entorno da Área

A bacia hidrográfica do Timbó é circundada por um complexo industrial onde são constatadas atividades diversas. Segundo dados do CPRH (2003), ela é circundada por um complexo industrial onde são exercidas atividades diversas como: têxtil, metalurgia, lavra de minerais não metálicos, produção de alimentos, materiais plásticos, perfumes/sabões/velas e edições gráficas.

De acordo com Cuadrado et al. (2004), o homem produz modificações nas zonas costeiras, podendo alterar sua geomorfologia e regime hidrodinâmico. Na área estuarina do rio Timbó, sobressai a atividade pesqueira artesanal efetuada pelas comunidades ribeirinhas de baixa renda, sobretudo nas porções média e superior do

estuário. Também pode ser observada a instalação de marinas, piers, restaurantes, pousadas, hotéis e casas de veraneio que modificaram as características paisagísticas originais da área. De fato, muitas são as consequências da interferência humana nos manguezais da área estudada, como aterros, desmatamento, aquicultura, pesca predatória, assoreamento e, em especial, a poluição hídrica, tanto de natureza orgânica como inorgânica.

Segundo Carvalho (2009), nas últimas décadas ocorreram grandes avanços de ocupação industrial e urbana na bacia hidrográfica em estudo. A urbanização aí apresentou um notório “boom” imobiliário a partir dos anos 40 do século XX, propiciando um crescimento vertiginoso notadamente a partir dos anos 70. Anteriormente, a região era ocupada por coqueirais, alguns casarios de veraneio, passando ao domínio da monocultura de cana-de-açúcar no sentido do interior do continente. Esta monocultura, bem mais antiga, compreende um processo de ocupação territorial que se desenvolveu desde os tempos do Brasil colônia. Em poucas décadas, a faixa litorânea sofreu uma completa reconfiguração, hoje caracterizada por extensas áreas completamente urbanizadas e inclusive com a construção de edifícios. No rastro deste processo, vieram os complexos hoteleiros e marinas.

No estuário do rio Timbó, a principal fonte de poluição observada na atualidade é o lançamento de efluentes domésticos e industriais, especialmente os advindos da exploração dos calcários das formações Gramame e Maria Farinha que afloram nas circunvizinhanças. Em alguns trechos do rio, observam-se condições de anoxia em suas águas, com valores de oxigênio dissolvido inferiores a 0,55 mg/l, o que compromete sobremaneira a fauna e flora aquáticas (CABRAL, 2001).

4.6 Evolução Demográfica

O processo de uso e ocupação dos solos no Brasil sempre seguiu padrões históricos tendo como principal eixo de concentração as zonas costeiras. A este aspecto se adiciona a facilidade de escoamento de recursos naturais, com a exportação de pau-brasil da colônia para a matriz portuguesa e outros países europeus, a partir do século XVI. No entanto, a formação da rede urbana brasileira deve ser entendida como um processo ainda em evolução (ANDRADE, 1987), não sendo, portanto, um fenômeno acabado.

A bacia do Timbó traz consigo, desde sua nascente com o riacho Barro Branco, uma história de uso e ocupação que congrega o desenvolvimento de atividades econômicas. No entanto, as fontes históricas consultadas apontam baixos índices de ocupação humana até o início do século XX. Vieira (2010) destaca a presença de atividades como a agricultura da cana-de-açúcar, como é o caso do engenho Timbó. Posteriormente, em 1887, este engenho transforma-se numa moderna usina sucroalcooleira à época, com equipamentos importados da Inglaterra. Andrade (1989) assinala que em 1906, a propriedade passa a pertencer ao sueco Herman Lundgren, que mais se preocupou em expandir seus domínios territoriais do que propriamente pela produção açucareira. Mesmo assim, registra-se que a produção de cana-de-açúcar era de 40.000t/ano em 1914, escoando através de 30 km de linhas férreas. Estas atividades deixaram, como seria previsível, sua assinatura geoquímica no perfil sedimentar holocênico.

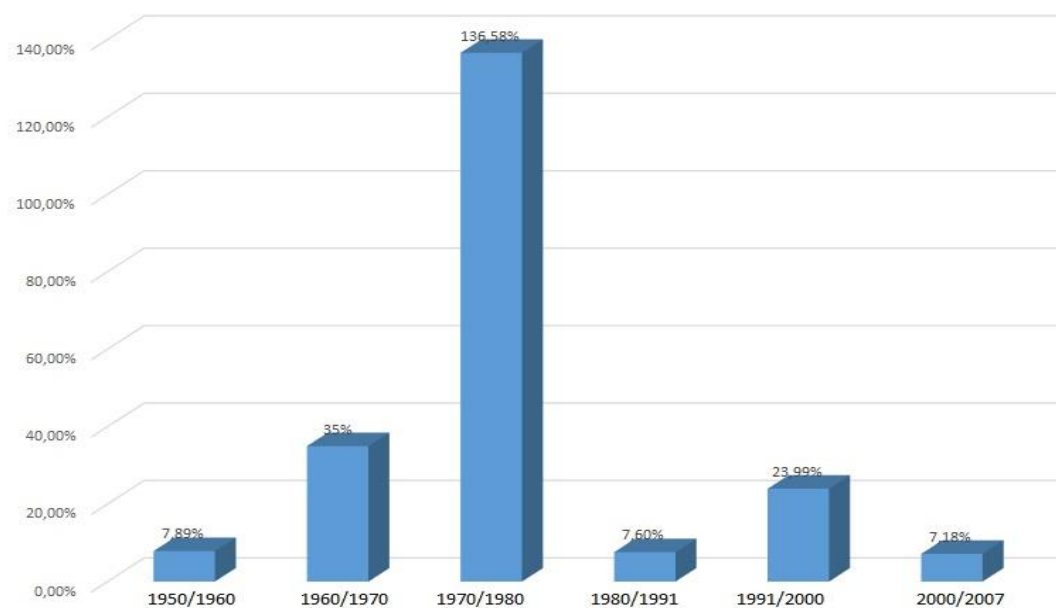
A Bacia do rio Timbó exhibe um vertiginoso crescimento populacional, com expansão desordenada e severas conturbações. Estes aspectos potencializaram os problemas já existentes no gerenciamento municipal gerando comprometimentos no abastecimento d'água, destruição de solos e vegetação, sem adequado tratamento para os resíduos sólidos e líquidos das áreas ocupadas pelo urbanismo. Como efeito, fortes degradações ambientais com forçantes diametralmente opostas aos limites de tolerância dos sistemas ambientais em sua totalidade afetaram o domínio estuarino.

O significativo padrão de crescimento demográfico está vinculado a um aumento populacional que se propagou nas áreas vizinhas, abrigando um contingente populacional predominantemente de menor poder aquisitivo. Assim, o município de Paulista apresenta um crescimento demográfico similar, porém desencadeado em intervalo de tempo mais tardio, especificamente no final do século XX, no interstício entre as décadas de 70 e 80. Neste período, o índice de crescimento populacional ultrapassou o patamar de 100% (Tabela 2), evidenciada com melhor visualização na Figura 5.

Tabela 2. Dados da população do Município de Paulista-PE.

Ano	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2007
Total	48.103	51.897	70.059	165.743	211.49	262.24	307.28
Taxa de incremento no tempo	-	7,89%	35%	136,58%	7,60%	23,99%	7,18%

Fonte: IBGE, 2012.

Figura 5. Taxas de crescimento populacional do Município de Paulista (1950 a 2007).

Fonte: autora.

CAPÍTULO V - MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Amostragem

A amostragem foi realizada na bacia hidrográfica rio Timbó em dezembro de 2012 para as análises isotópicas, e em dezembro de 2013 para as análises de foraminíferos, como parte de um projeto multidisciplinar em parceria com Carvalho (2014). O ponto de coleta foi georreferenciado pelas coordenadas 34° 50' 26,9" W e 7° 51' 36,1" S, ou seja, no domínio estuarino do município de Paulista em trecho que compreende o baixo curso do rio Timbó. Para sua obtenção foi utilizado um equipamento constituído de tubo de PVC com 50mm de diâmetro, que foi introduzido no interior do fundo lamoso apenas por efeito de pressão exercida no topo do amostrador, tendo alcançado 93cm. Para este estudo foram utilizados os primeiros 87 cm (Figura 6).

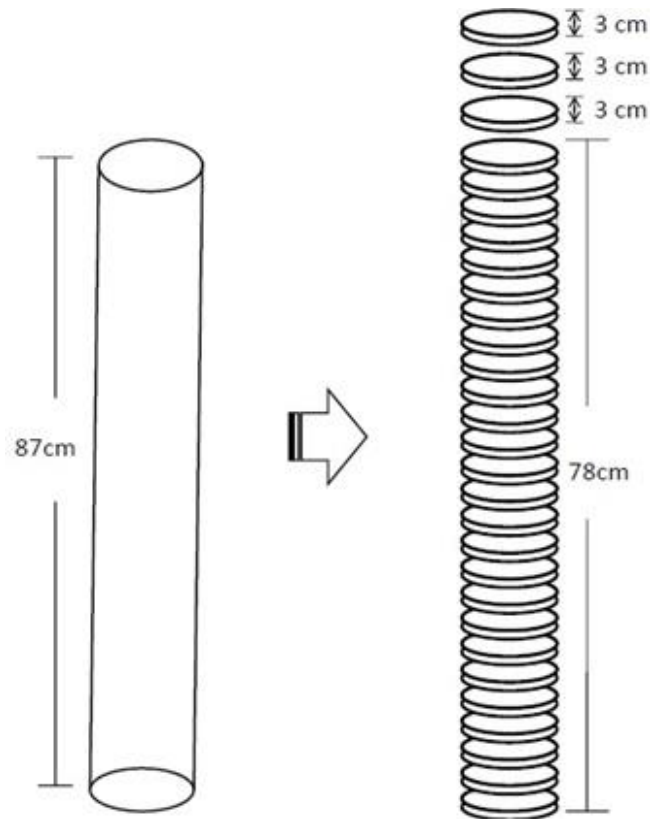
Figura 6. Perfil de fundo do assoalho estuarino RT, rio Timbó.



Fonte: autora.

Em seguida, depois de seco a temperatura ambiente, o perfil foi segmentado a cada 3 cm (Figura 7), correspondendo a aproximadamente 7,7 anos (taxa sedimentar linear de 3,9 mm/ano), conforme dados de Carvalho (2014). Os segmentos foram representados pela sigla RT (rio Timbó). O peso bruto por amostra para cada fração do perfil é de aproximadamente 50 gramas, *in natura*.

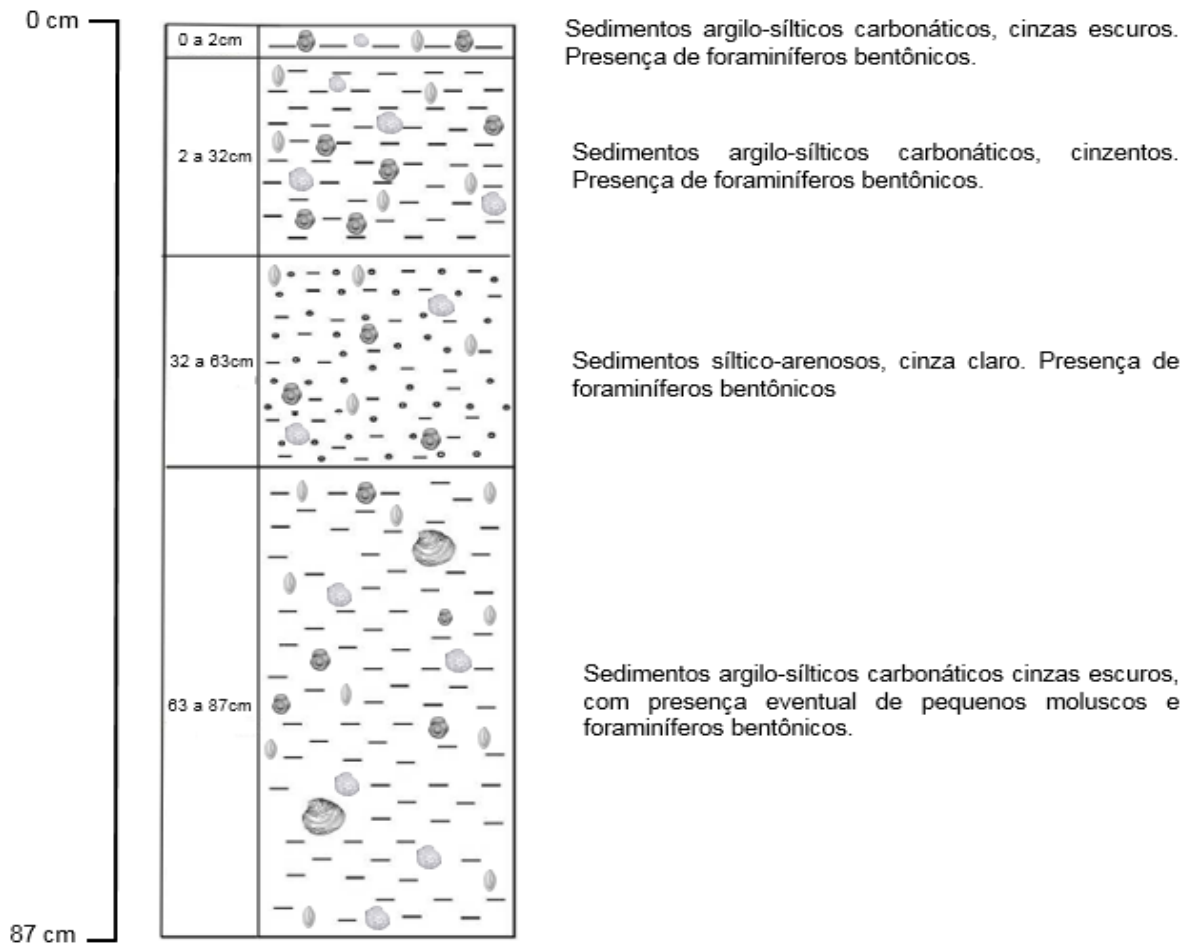
Figura 7. Esquema da metodologia de amostragem obtida com a utilização de tubo de PVC. Em detalhe, perfil segmentado a cada 3 cm após secagem CNTP, totalizando 87cm do perfil total.



Fonte> autora.

Do ponto de vista litológico, o perfil (Figura 8) é relativamente homogêneo desde o topo até quase sua base, englobando pelitos carbonáticos cinzentos, orgânicos, fortemente reativos ao ataque de HCl 10% em toda sua extensão. De modo geral, as amostras de sedimento apresentaram-se lamosas, com presença de bioclastos marinhos.

Figura 8. Descrição macroscópica dos sedimentos do perfil de fundo RT, rio Timbó-PE.



Fonte: Modificado de Carvalho (2014).

A taxa média de sedimentação para os horizontes abaixo de RT-11 (segmento de RT-12 a RT-21), alcança a transição entre os séculos XIX-XX em RT-18, com taxa de sedimentação linear média de 6,7 mm/ano, conforme dados de Carvalho (2014). A partir deste nível, e daí até à base do perfil, teríamos um período de tempo francamente situado nos tempos do Brasil-Império, com taxa média de sedimentação ainda sem dados na literatura, estimada em 3,5 mm/ano. Sendo assim, na base do perfil estudado estaria englobado todo o século XIX, com base nos dados obtidos através da taxa de sedimentação de Carvalho (2014).

Foram utilizados dados de Carvalho (2014) acerca de variações geoquímicas e/ou mineralógicas em sedimentos deste perfil. Desta forma, foram comparadas situações ambientais demarcadas por marcadores geoquímicos com modificações que se refletiram na assembleia fóssil preservada, em termos de foraminíferos.

5.2 Análises Isotópicas

Para essa etapa, cada amostra foi separada em um recipiente com 50 mL de água deionizada em 200 mL de água oxigenada (peróxido de hidrogênio) 130 volumes, em becker de 500 mL por 72 horas, com o objetivo de eliminar toda a matéria orgânica.

Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em placas de Petri para secagem em CNTP. Então, foram enviadas ao Laboratório de Isótopos Estáveis (LABISE/UFPE) para análises isotópicas de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$). Algumas amostras não apresentaram peso suficiente para análises de isótopos, tais como: RT 01, RT 02, RT 03, RT 04, RT 28, RT 30.

5.3 Análises Químicas

Neste estudo, utilizaram-se os resultados a cerca do Quartzo, de argilominerais e dos elementos-traço Pb, As, Cr obtidos por Carvalho (2014) na análise química no testemunho do rio Timbó.

5.4 Análise Ecológica a partir de Foraminíferos

Estes estudos foram realizados no Laboratório de Análise Micropaleontológica (MICROCENTRO) da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Inicialmente, as amostras foram lavadas utilizando-se peneiras com abertura de malha de 62 μm , e depois colocadas para secar em estufa à temperatura de 50° C e guardadas em frascos individuais, utilizando-se o volume de 30 ml/amostra. O resíduo das amostras foi triado à lupa binocular, observando-se, quando possível, a contagem mínima de 100 espécimes. Quando necessário, as amostras foram previamente submetidas a quarteamento, conforme metodologia descrita por Boltovskoy & Wright (1976). Todos os espécimes triados foram contados, identificados taxonomicamente (Anexo a), utilizando-se catálogos de classificação sistemática (Loeblich & Tappan, 1988). A classificação em nível de espécie baseou-se em publicações clássicas incluindo o catálogo de Ellis & Messina (1940) et seq. Online version, e trabalhos específicos como: Cushman (1930; 1931; 1939; 1942); Tinoco (1958; 1971); Barker (1960); Phleger (1960); Petri (1971); Boltovskoy et al.

(1980); Saunders & Muller-Merz (1982); Debenay (1990); Eichler et al. (1995); Debenay et al. (2000); Debenay et al. (2001) e Barbosa et al. (2005).

A maioria dos espécimes indeterminados eram pequenos, quebrados e/ou corroídos, e não poderia, portanto, ser identificados em nível específico. Espécimes quebrados e oxidados foram contados e foram classificados quando possível, considerando as tendências de resposta do conjunto total.

Analisar a fauna total em estuários, plataformas continentais e lagunas, mesmo quando as marés e correntes influências são fortes, tem apresentado bons resultados (ARNOLD, 1983; BEURLEN & HILTERMANN, 1983; DEBENAY, 1990; COLLINS et al., 1995; VILELA, 1995 e DEBENAY et al., 2005).

A análise de dados com base na ecologia numérica visa descrever sua estrutura, quantificando o grau de associação entre espécies, variáveis, e amostras, definindo assim, comunidades biológicas e áreas ou períodos que possuam características ecológicas semelhantes (VALENTIN, 2000). O uso de índices ecológicos permite a caracterização de uma associação, levando o pesquisador à formulação de hipóteses e a estimativa das peculiaridades do ambiente. Neste trabalho, visando a formulação de tais hipóteses, foram calculados os seguintes índices ecológicos:

Abundância absoluta (n): corresponde ao número total de indivíduos na amostra, e possui valores discretos, considerando neste caso o valor de n em 30 cm³ de sedimento.

Abundância relativa (p): que corresponde ao número proporcional de indivíduos na amostra, e possui valores contínuos que podem ser expressos em percentagem, sendo expressa pela seguinte fórmula:

$$p = n / N \times 100$$

Onde:

p = abundância relativa da espécie

n = abundância absoluta da espécie na amostra

N = número total de indivíduos na amostra

Para a determinação das espécies abundantes em cada amostra foram adotadas três classes de frequência de acordo com Dajoz (1983):

Principais - para abundância relativa acima de 5%;

Acessórias – para valores de abundância relativa entre 4,9% e 1%;

Raras – para valores inferiores a 1%.

Foi observado também a Dominância que é definida como a tendência de qualquer espécie de formar grande parte de uma assembleia, contrapondo-se à diversidade. Consideraram-se dominantes espécies com abundância relativa acima de 10%.

Frequência de Ocorrência (FO): que é relativa à ocorrência de uma espécie em um conjunto de amostras. O valor obtido é expresso em percentagem, dado por:

$$f = \frac{\text{número de amostras com a espécie de interesse} \times 100}{\text{número total de amostras}}$$

Para avaliação de frequência de ocorrência, as espécies foram agrupadas de acordo com as categorias adotadas por Dajoz (1983):

- Constantes – presentes em mais de 50% das amostras;
- Acessórias – presentes em 25% a 50% das amostras;
- Acidentais – presentes em menos de 25% das amostras.

Riqueza de espécies (S): que corresponde ao número absoluto de espécies numa amostra. A riqueza de uma amostra é representada pelo número de espécies encontradas nesta. Quanto maior o número de espécies, maior a riqueza da amostra (MAGURRAN, 1988).

Diversidade (H'): Para cálculo da diversidade foi utilizado o índice de Shannon (1948), sendo apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou subcomunidade de interesse (SEN GUPTA & KILBOURNE, 1974).

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i) \quad \text{onde,}$$

S: número de espécies

n: proporção da espécie na amostra

p_i: proporção de espécies na amostra

Equitatividade (J'): se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional a dominância. A medida de equitabilidade ou equidade compara a diversidade de Shannon com a distribuição das espécies observadas que maximiza a diversidade. A Equitatividade é calculada a fim de se observar à homogeneidade na distribuição das abundâncias, ou seja, em uma comunidade onde há dominância de uma determinada espécie, a equitatividade apresentará valores menores, enquanto altos valores de equitatividade indicam baixo valores de dominância de espécies (MAGURRAN, 2004). A fórmula utilizada foi:

$$J' = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

S = riqueza de espécies;

H' = valor de diversidade de Shannon.

Os índices de diversidade foram calculados através do software *Past*.

5.5 Estudo Interdisciplinar: Análise Ecológica e Geoquímica

Visando o entendimento das variáveis que ocorrem entre estudos geoquímicos e biológicos, todos os resultados obtidos foram comparados para interpretação do processo de sedimentação e potencialidade tóxica dos elementos

químicos, de modo a investigar uma possível relação entre o meio geoquímico e a composição biótica dos foraminíferos.

Por conseguinte, para analisar todos os aspectos obtidos no perfil sedimentar, foi realizado um estudo estimativo de relacionamento entre os resultados geoquímicos envolvendo os segmentos de amostragem do perfil e os aspectos históricos de desenvolvimento biogênico regional.

Do ponto de vista do tratamento estatístico, do conjunto de espécies que compõem a assembleia de organismos preservados, foram consideradas:

- a) aquelas que conceitualmente são consideradas bioindicadoras ambientais:
- b) aquelas cuja distribuição ao longo do perfil mostram, aparentemente, presenças restritas a certos sedimentos do perfil.

Para tratamento estatísticos, os parâmetros utilizados foram abundância relativa em função do tempo através de regressões lineares do tipo polinomial e/ou *spline*.

O estudo estatístico, realizado através do software *Statistica 10*, considerou distribuições 2D do tipo regular. Os resultados foram interpretados considerando-se as vias de abordagem da biologia e da geoquímica ambiental.

CAPÍTULO VI - RESULTADOS E DISCUSSÃO

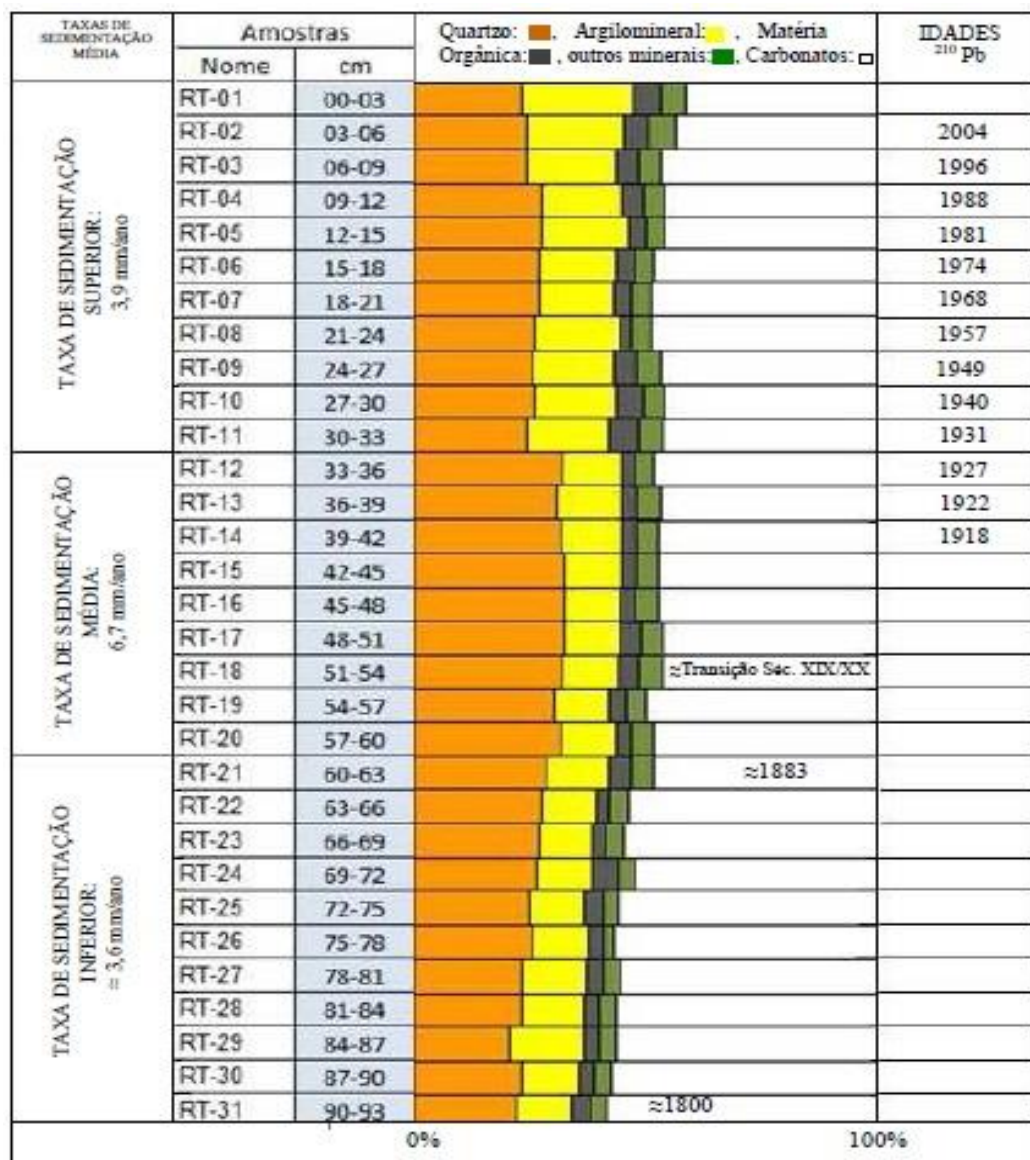
6.1 Composição Mineralógica

A composição mineralógica do perfil em estudo foi realizada por Carvalho (2014), onde se observa uma forte dominância da fração carbonática, em torno de 50% do sedimento total (Figura 9). Um discreto aumento do quartzo ocorre no intervalo RT 12 a RT 20, que equivale ao final do século XIX e início do século XX. Considera-se como premissa de que a transição entre os séculos XIX e XX estaria contida no nível RT-18 (rever figura 9), correspondendo a um período histórico reconhecido de forte devastação da Mata Atlântica na bacia do rio Timbó e cercanias. Esta devastação responde pelo surgimento das usinas de açúcar, desde fins do século XIX, contrapondo-se ao sistema colonial de engenhos-de-açúcar, uma vez que se fez necessário aumentar drasticamente o espaço geográfico ocupado pela monocultura canavieira. De fato, esta interferência antrópica se ajusta historicamente com o surto das primeiras usinas de açúcar no Nordeste brasileiro (anos 80 e 90 do século XIX), posto que os usineiros precisavam de áreas complementares para cultivo de cana-de-açúcar, uma vez que as várzeas já eram ocupadas pelos senhores de engenho (CARVALHO, 2014).

A fração carbonática dominante revela-se essencialmente constituída de bioclastos marinhos a exoesqueletos carbonáticos, com predominância de foraminíferos bentônicos. Acessoriamente foram constatados poucos foraminíferos planctônicos, ostracodes, material detrítico originário da fragmentação de filamentos algálicos, espículas de equinoides, conchas de bivalves, dentre outros produtos biogênicos silicosos tais como diatomáceas e espículas de espongiários.

Parte dos bioclastos são de proveniência predominantemente marinha, com mineralogia variável (*high* Mg-calcitas, aragonitas, *low* Mg-calcitas), que ingressam no estuário durante as marés altas, recebem um impacto mortal da forte mudança ambiental, e terminam participando compulsoriamente da composição dos sedimentos totais.

Figura 9. Log das frações mineralógicas principais ST do perfil RT, estuário do rio Timbó.



Fonte: Carvalho, 2014.

Observa-se adicionalmente que, nas últimas décadas, a fração carbonática vem apresentando lento, porém constante, declínio. A diminuição desta fração nos sedimentos totais (ST), acompanhada pelo gradual avanço da fração de argilominerais, pode explicar o aumento de turbidez, diminuição de taxas de OD e, por extensão, diminuição na qualidade do *status* ambiental em grande parte do estuário, fato constatado por Figueiredo et al. (2007) em tempos contemporâneos, com base em levantamentos hidrogeoquímicos, cobrindo um intervalo de tempo da ordem de 20 anos. Também concorreram para estas consequências o *boom* industrial dos anos 60 e o crescimento imobiliário dos anos 70.

6.2 Análises Estatísticas

A análise das correlações entre as principais frações componentes dos sedimentos totais em relação aos elementos-traço As-Pb-Cr e espécies abundantes de foraminíferos bentônicos, foi produzida por análise regressiva linear, e apresentada sob a forma de Matriz de Correlação de Pearson (Figura 10). Nela foram destacadas (em vermelho) as covariâncias consideradas mais relevantes.

As correlações mais fortes ($R \geq 0,8$) correspondem a covariâncias entre argilominerais (caulinita dominante) e os MP: Pb e Cr. Estes fatores de correlação sugerem que Pb e Cr estão preferencialmente complexados como adsorção em caulinitas. Outras covariâncias, medianas ($R = 0,59$ a $0,60$), podem ser colocadas em evidência, envolvendo espécies de foraminíferos e a fração argilomineral:

$$\begin{aligned} \textit{Ammonia tepida} &\rightarrow \text{As} - \text{Pb} - \text{Argilominerais} \\ \textit{Quinqueloculina lamarckiana} &\rightarrow \text{Quartzo} \end{aligned}$$

De fato, estudos (SEIGLE, 1968; YANKO et al. 1994; CEARRETA et al., 2002; VILELA et al. 2004; LE CADRE & DEBENAY, 2006) descrevem que a *Ammonia tepida* é capaz de sobreviver em condições de extremas variações ambientais e devido ao declínio das espécies estenobióticas, tem sido descrita na literatura, como espécie dominante em áreas impactadas por atividades antrópicas. Além disso, esta espécie tem sido relatada como espécie predominante em áreas próximas a descargas de esgotos, metais pesados, poluição química e térmica, fertilizantes, soda cáustica, organoclorados e hidrocarbonetos.

Figura 10. Matriz de correlação (análises químicas e dados ecológicos dos sedimentos de fundo do perfil do rio Timbó).

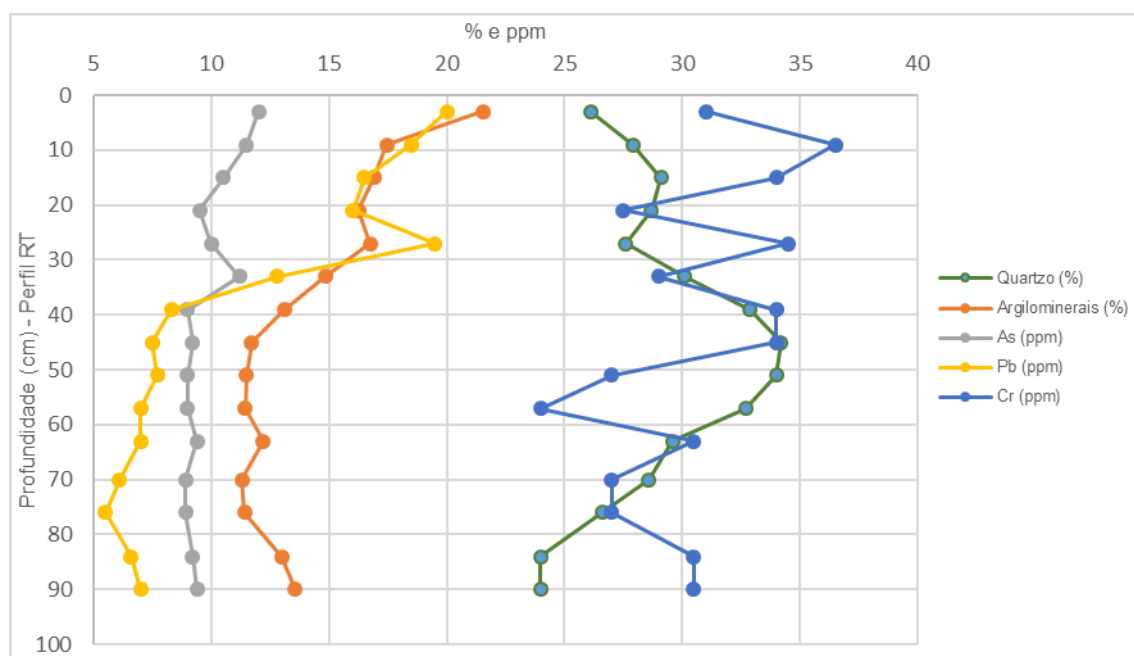
[illegible]

Fonte: autora.

6.3 Concentrações em As, Pb e Cr, Quartzo e Argilominerais

As concentrações médias de As-Pb-Cr nos sedimentos do perfil RT (Figura 11), considerando-se intervalos integrados de 6 cm (Tabela 3), foram escolhidas para ajuste com os mesmos intervalos do estudo dos foraminíferos bentônicos. Conforme dados de Lindh (2005), As-Pb-Cr fazem parte de um extensivo grupamento de espécies químicas que resultam em reconhecidas consequências patogênicas para os organismos.

Figura 11. Concentrações de alguns elementos-traço, argilominerais e quartzo nos sedimentos totais do perfil RT, no baixo estuário do rio Timbó.



Fonte: autora.

Os traços mais marcantes que podem ser destacados na evolução sedimentar e geoquímica, no baixo curso estuarino do rio Timbó, envolvem um aumento de fração detrítica quartzosa na transição entre os séculos XIX-XX, e um aumento progressivo de Pb e de As a partir da profundidade de 33cm (amostragem RT 11/12) no sentido dos tempos atuais, com início na década de 30 do século XX (Figura 11). Neste último caso, a década de 30 marca o início do crescimento de utilização de motores a explosão (em veículos de todos os tipos: automóveis, tratores, geradores

de energia), movidos a gasolina, diesel, etc., com aditivação de tetra-etila de Pb. A diversificação de uso de produtos contendo arsênio, por sua vez, desde o emprego de defensivos agrícolas, pesticidas, herbicidas, queima de combustíveis (SMEDLEY & KINNIBURGH, 2005) deu-se por meio da demanda antrópica de populações que já começavam a mostrar um crescimento acelerado a partir da década de 30 do século XX.

Tabela 3. Média dos valores de concentrações de Quartzo, argilominerais e espécies metálicas nos sedimentos totais do perfil RT, no baixo estuário do rio.

Amostras	Profundidade (cm)	Quartzo (%)	Argilominerais (%)	As (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)
RT 01/02	3	26,1	21,6	12	20	31
RT 03/04	9	27,9	17,5	11,5	18,5	36,5
RT 05/06	15	29,1	16,9	10,5	16,5	34
RT 07/08	21	28,7	16,3	9,5	16	27,5
RT 09/10	27	27,6	16,8	10	19,5	34,5
RT 11/12	33	30,1	14,9	11,2	12,8	29
RT 13/14	39	32,9	13,1	9	8,3	34
RT 15/16	45	34,2	11,7	9,2	7,5	34
RT 17/18	51	34	11,5	9	7,7	27
RT 19/20	57	32,7	11,5	9	7	24
RT 21/22	63	29,6	12,2	9,4	7	30,5
RT 23/24	70	28,6	11,3	8,9	6,1	27
RT 25/26	76	26,6	11,4	8,9	5,5	27
RT 27/28	84	24	13	9,2	6,6	30,5
RT 29/30	90	24	13,6	9,4	7	30,5

Fonte: modificado de Carvalho (2014).

Apesar de produzir índices referenciais a partir da avaliação de parâmetros ambientais: águas, sedimentos, solos, visando em última instância o bem estar da espécie humana, a USEPA (US Environmental Protection Agency) é um dos órgãos de referência mundial para a avaliação do status de ambientes aquáticos e, por consequência, das biotas neles contidos. Seu padrão TEL (*“Threshold Effect Level”*) estabelece o nível de concentração (em ppm ou ppb) abaixo do qual não ocorrem efeitos adversos para a comunidade biótica. O padrão PEL (*“Probable Effect Level”*), refere-se ao nível de concentração acima do qual é provável a ocorrência de efeito adverso à comunidade biótica. Adicionalmente, a faixa entre o TEL e o PEL,

representa uma possível ocorrência de efeito adverso à comunidade biológica (Tabela 4).

Tabela 4. Limites TEL - PEL da USEPA para alguns elementos-traço.

Elemento	TEL (ppm)	PEL (ppm)
As	5,9	17
Cr	37	90
Pb	30,2	112

Desta forma, o *status* ambiental do rio Timbó pode ser considerado submetido a efeito adverso à comunidade biótica em relação ao Arsênio. Entretanto, a expressiva representação da fração carbonática (em torno de 50% nos ST), que possui pequena capacidade complexante para As-Pb-Cr, permite a inferência que a contaminação que predominava no meio ambiente teria sido bem mais expressiva do que o valor analítico registrado, sobretudo porque a capacidade de complexação da matriz sedimentar é baixa (quartzo + calcita somam aproximadamente 2/3 da composição ST).

6.4 Identificação Taxonômica dos Foraminíferos Bentônicos

A abundância absoluta de foraminíferos bentônicos mostrou o número mínimo de 2.392 indivíduos, 45 gêneros bentônicos e 192 espécies, distribuídos entre as ordens Miliolida, Rotaliida, Textulariida, Lagenida, Spirillinida (Anexo a).

Foram observados grupos dos foraminíferos bentônicos de águas tropicais e de carapaças calcário-hialinas, calcário-porcelanosas, calcário-lamelares. As tecas que se apresentaram corroídas e fragmentadas, dificultando até mesmo a classificação no nível hierárquico de espécie, foram classificadas em gênero, fazendo uso da *nomenclatura aperta*. Vilela & Koutsoukos (1992) e Geslin et al. (2002), observaram tecas anormais como resultado da forte hidrodinâmica presente no meio, pois a

maior ação das correntes quebra as tecas e no processo de regeneração do dano a teca fica com anormalidades.

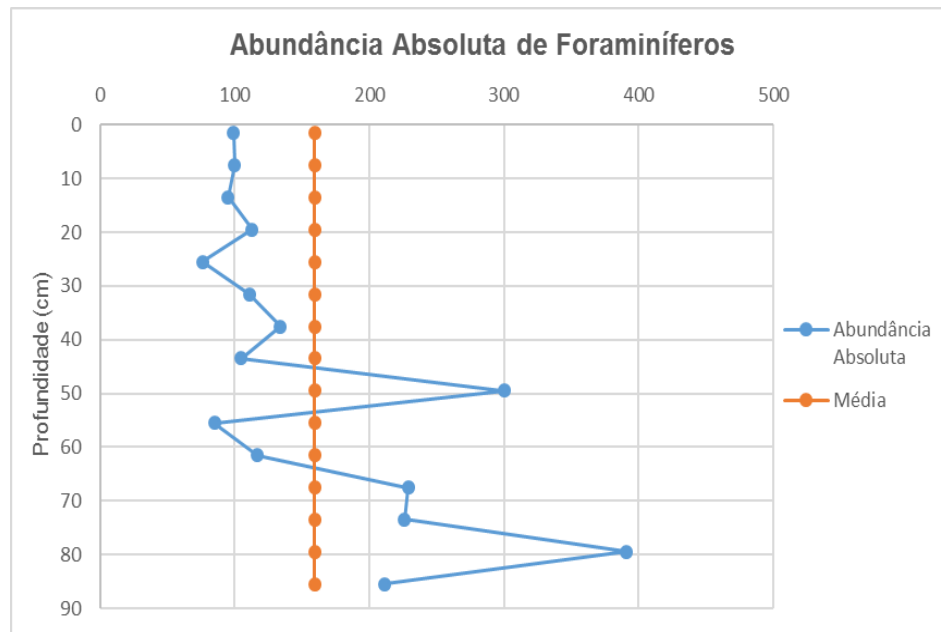
A abundância absoluta de todas as espécies encontradas de foraminíferos para 20 ml de volume de amostra foi calculada (Anexo b).

A ocorrência de foraminíferos não identificadas devido às tecas quebradas foi muito marcante, apresentando 27,1% do total de foraminíferos do perfil RT. Macedo (2009) associa o estágio desgastado e quebradiço dos foraminíferos a ambientes de alta energia de fluxo de marés. Tinoco (1958) associa o estágio quebradiço de conservação de carapaças ao indício de que a deposição dos foraminíferos bentônicos não se processou em águas calmas, provavelmente com movimento turbilhonar das ondas, o que nos permite supor que microfauna bentônica viveu em um ambiente com alta energia, com influência das ações de ondas ou correntes.

6.4.1 Padrões de Distribuição das Espécies

De maneira geral, a região estuarina do rio Timbó apresenta uma característica compatível com um ambiente estuarino de forte influência marinha, no qual as espécies carbonáticas dominam. As amostras com a abundância absoluta acima da média foram: RT 17, RT 23, RT 25, RT 27, RT 29, o que sugere uma maior disponibilidade de nutrientes para a fauna de foraminíferos na transição dos séculos XIX/XX (Figura 12). Este comportamento se associa ao fato que pelo menos as concentrações em Pb e As, pré-século XX, seriam quase exclusivamente litogênicas uma vez que, no âmbito da bacia hidrográfica do rio Timbó, o desenvolvimento industrial era incipiente e persistiu como tal, ao longo do século XIX. Exceção se verifica para as concentrações em Cr, que mostram teores quase tão significativos na parte superior do século XIX quanto no século XX industrial (rever Figura 11).

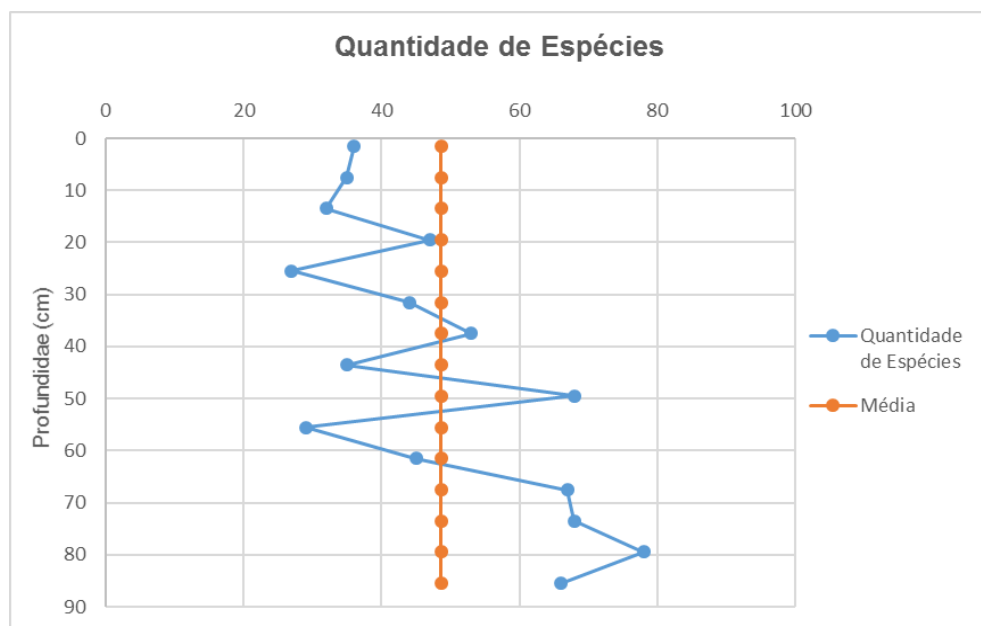
Figura 12. Número absoluto de foraminíferos triados no perfil RT do rio Timbó



. Fonte: autora.

Das 192 espécies bentônicas encontradas, as amostras com valores acima da média foram encontradas entre 87 a 40 centímetros (Figura 13). Contrastando com o século XIX, os registros das últimas décadas (até 30cm de profundidade) colocam em evidência uma diminuição significativa da quantidade de espécies.

Figura 13. Quantidade de espécies por amostragem do perfil RT (rio Timbó).



Fonte:autora.

6.4.2 Abundância Relativa das Espécies de Foraminíferos Bentônicos (AR) e Análises Mineralógicas

Os valores de abundância relativa (%) das espécies de foraminíferos encontrados nas amostras estão disponíveis no Anexo c. Neste testemunho, as espécies mais abundantes (abundância relativa > 5%), desde a base até o topo do testemunho são: *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia* sp., *Ammonia tepida*, *Bolivina tortuosa*, *Bolivina* spp., *Discorbis floridana*, *Discorbis orbicularis*, *Discorbis* sp.1, *Pseudotriloculina* cf. *P. microdon*, *Quinqueloculina* cf. *Q. regularis*, *Quinqueloculina costata*, *Quinqueloculina lamarckiana*, e *Quinqueloculina* spp.

6.4.3 Dominância da espécie *Ammonia tepida*

A *Ammonia tepida* foi a espécie com alta abundância relativa, principalmente nos primeiros 3 cm (parte mais superior do perfil RT), apresentando dominância na atualidade (Anexo c). Ela apresentou um vertiginoso crescimento em sua abundância relativa a partir da década de 30 do século XX (≈32cm de profundidade no perfil RT).

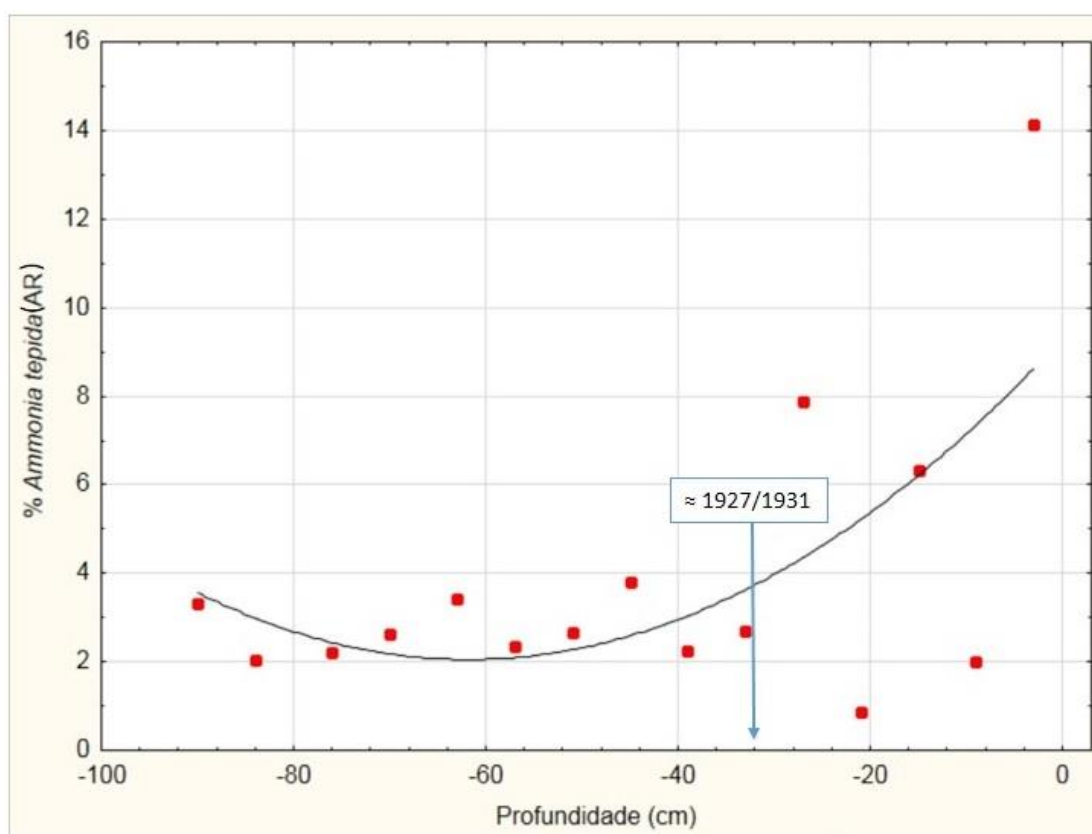
Desta forma, sua abundância relativa acompanha o desenvolvimento regional e inclusive populacional proporcionado com o surto de veículos ou equipamentos movidos com derivados do petróleo. Esta sua diferenciação, no seio da assembleia de foraminíferos, os habilita à condição de organismos bioindicadores. Sua distribuição temporal, analisada sob a ótica de regressão linear (Figura 14), é do tipo polinomial do tipo exponencial positivo. A morfologia da regressão linear indica uma condição de estabilidade ambiental até o nível cronológico correspondente ao início da década de 30 do século XX (≈32cm do topo do perfil RT), de tal forma que esta espécie mantém uma abundância relativa mais ou menos constante, com valores mostrando pequenos desvios em relação à morfologia linear. Em contraposição, apesar de alguns fortes desvios nos indicadores de abundância relativa, pode-se indicar que a partir dos anos 30 prevalece uma interpretação de aumento da presença de *Ammonia tepida*, respeitando-se a indicação da amostragem de topo deste perfil, que representa a condição da atualidade.

Na parte mais superior do perfil RT (até 6 cm de profundidade) a espécie *Ammonia tepida* torna-se dominante (> 10% em abundância relativa), indicando

condições de degradação ambiental. Entre as possibilidades de imprecisões por erro de significação amostral, é mais racional considerar que cronologicamente estamos no início do século XXI, com a implantação do complexo hoteleiro Amoaras nas proximidades e inclusive de uma marina a ele associada.

A espécie *A. tepida* é reportada por muitos autores como dominante em regiões sob estresse ambiental, onde espécies estenobióticas tendem a diminuir suas densidades ou até mesmo desaparecer (ALVE, 1995; ARMYNOT DU CHÂTELET, DEBENAY, SOULARD, 2004; BURONE et al., 2006; FERRARO et al., 2006; LE CADRE & DEBENAY, 2006).

Figura 14. Representação da abundância relativa das espécies *Ammonia tepida*.



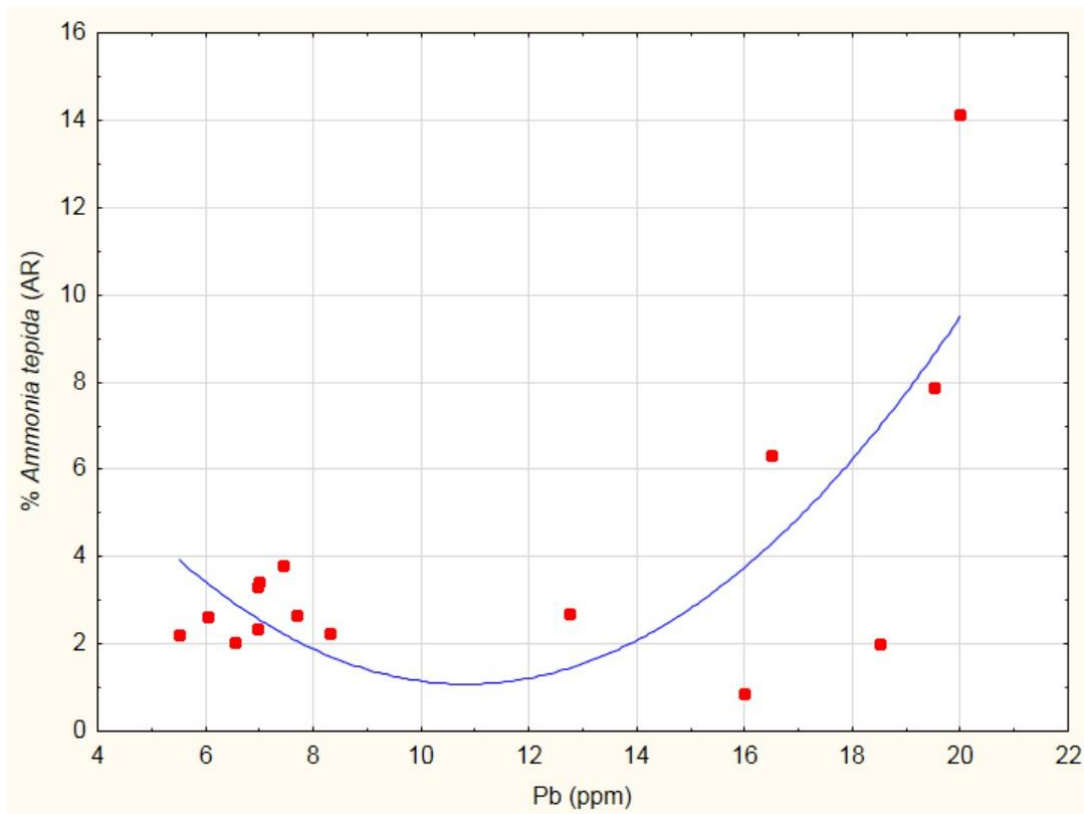
Fonte: autora.

Segundo Laut et al. (2009), a espécie *A. tepida* é típica de regiões estuarinas, apresenta caráter cosmopolita, e é considerada uma espécie oportunista, podendo tolerar mudanças que outras espécies não suportam (YANKO et al., 1994; ALVE, 1995; CULVER & BUZAS, 1995; SEN GUPTA et al., 1996), como elevadas concentrações de metais pesados, esgotos e lixo domésticos (VILELA et al., 2003,

2004, 2014; FIGUEIRA, 2006; SANTOS, 2008). Desta forma, pode-se ainda indicar que a região estuarina do rio Timbó apresenta-se atualmente sob elevado estresse ambiental, resultante da implantação do complexo hoteleiro Amoaras e da marina que lhe é adjacente (Figura 15).

Em estudo realizado na Baía de Ubatuba (SP), Burone et al. (2007) observaram dominância da espécie *Ammonia tepida* em estações com elevadas concentrações de clorofila *a*. Com efeito, esta espécie euribionte, sobretudo característica de ambientes costeiros rasos, adapta-se a grandes variações ambientais (BRADSHAW, 1961; MURRAY, 1991; KITAZATO, 1994). Ela é, potencialmente, interessante para biomonitoramentos (DEBENAY & FERNANDEZ, 2009), principalmente nos casos de impactos ambientais ocasionados por atividades antrópicas.

Figura 15. Representação gráfica da correlação interdependente em relação à espécie *A. tepida* e ao Chumbo.



Fonte: autora.

Em trabalhos realizados em testemunhos na baía de Guanabara (VILELA et al., 2007; FIGUEIRA et al., 2007; SANTOS, 2008 MACEDO et al., 2013; VILELA et al., 2014), foi observado que desde o período pré-colonial até os anos mais recentes o aumento da poluição antrópica influenciou diretamente nas estruturas das assembleias de foraminíferos, sendo a dominância da espécie *A. tepida* relacionada com os anos mais recentes, os mais impactados. A predominância desta espécie em áreas sob estresse ambiental deve-se à sua maior capacidade de adaptação e taxa de reprodução, independentemente da fonte causadora das alterações físico-químicas (ALVE, 1995; THOMAS et al., 2000).

Alguns estudos correlacionam *Ammonia tepida* com elementos traço do tipo MP. Martins et al. (2010) explicam que em áreas contaminadas, as assembleias de foraminíferos tendem a ser dominadas por estas espécies, conhecidas pela sua tolerância à poluição química, associadas a *Quinqueloculina seminulum* e *Elphidium* spp., notadamente onde são mais intensas as contaminações em MP (cádmio, cobre, níquel, chumbo e zinco) e metalóides.

6.4.4 *Discorbis floridana*

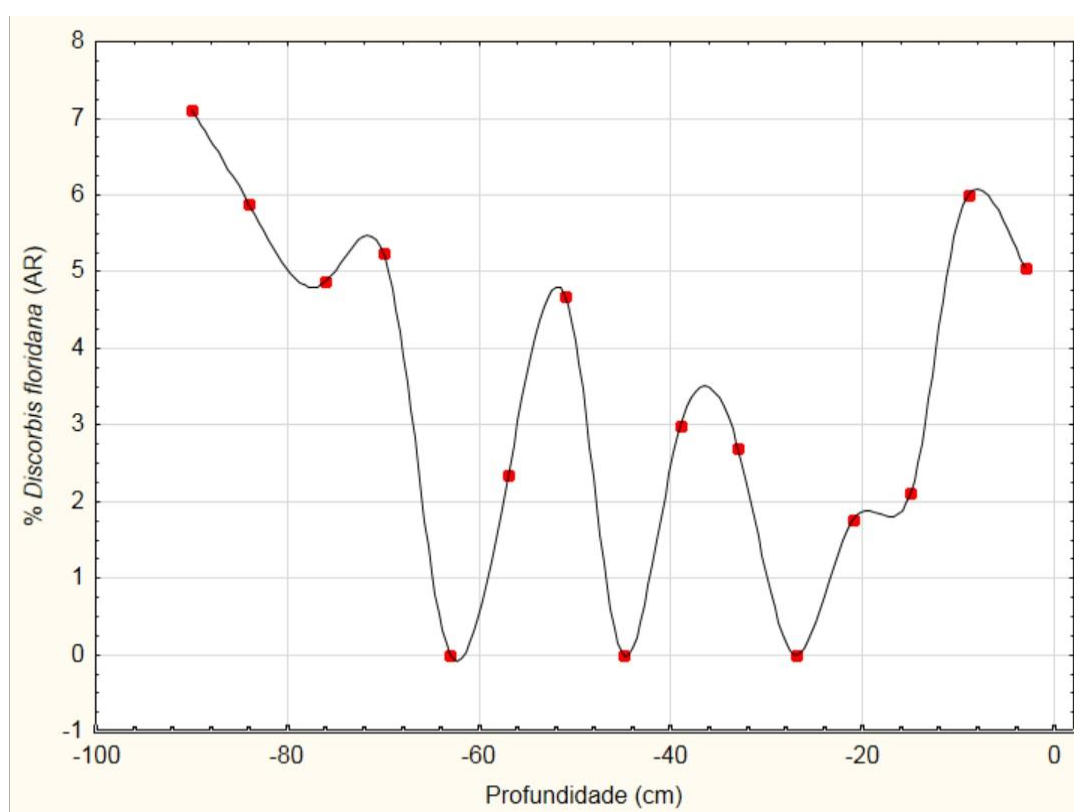
A espécie *Discorbis floridana*, cosmopolita, é caracterizada como oportunista. Seu comportamento ao longo do perfil RT é notoriamente oscilante, com amplitudes fortes em relação à sua abundância relativa (Figura 16). Aparentemente, seria uma espécie marcadora de variações ambientais importantes.

No horizonte que seria equivalente a 1883, conhecido na vulcanologia como o “evento Krakatoa”, não foi observada sua presença, que era antes significativa na assembleia. Este evento, resultou de explosão avaliada como “espetacular” de um aparelho vulcânico situado em ilha do Oceano Pacífico, fazendo-a praticamente desaparecer da cartografia da Terra. Por esta razão (?), ou outra causa, houve diminuição sensível da abundância relativa desta espécie, aparentemente por vários anos, desde um marco que se situa nos anos 80 do século XIX.

Algumas décadas após, ao tempo que seria aproximadamente calculado como do ano de 1910, a espécie volta a apresenta alta abundância relativa, acompanhando um aumento considerável da população na bacia hidrográfica do rio Timbó, conforme dados do IBGE (2012).

A diminuição e estabilização da taxa de sedimentação que se segue após a transição entre os séculos XIX-XX, é acompanhada de aumento da participação de argilominerais nos ST (rever figura 09). Como os MP: Pb-Cr apresentam forte covariância com os argilominerais, seria esperado um aumento constante na abundância relativa de *Discorbis floridana*, principalmente a partir da década de 30 do século XX, considerando-se uma maior intervenção antrópica no meio ambiente a partir deste marco cronológico. Entretanto, o comportamento desta espécie, em termos de abundância relativa, mostrou-se temporalmente fortemente oscilante. Contudo, percebe-se que a tendência genérica desta abundância relativa pode ser generalizada como decrescente até a década de 50 do século XX.

Figura 16. Representação gráfica de correlação interdependente em relação à abundância relativa da espécie *Discorbis floridana* desde o século XIX ao início do século XXI.



Fonte: autora.

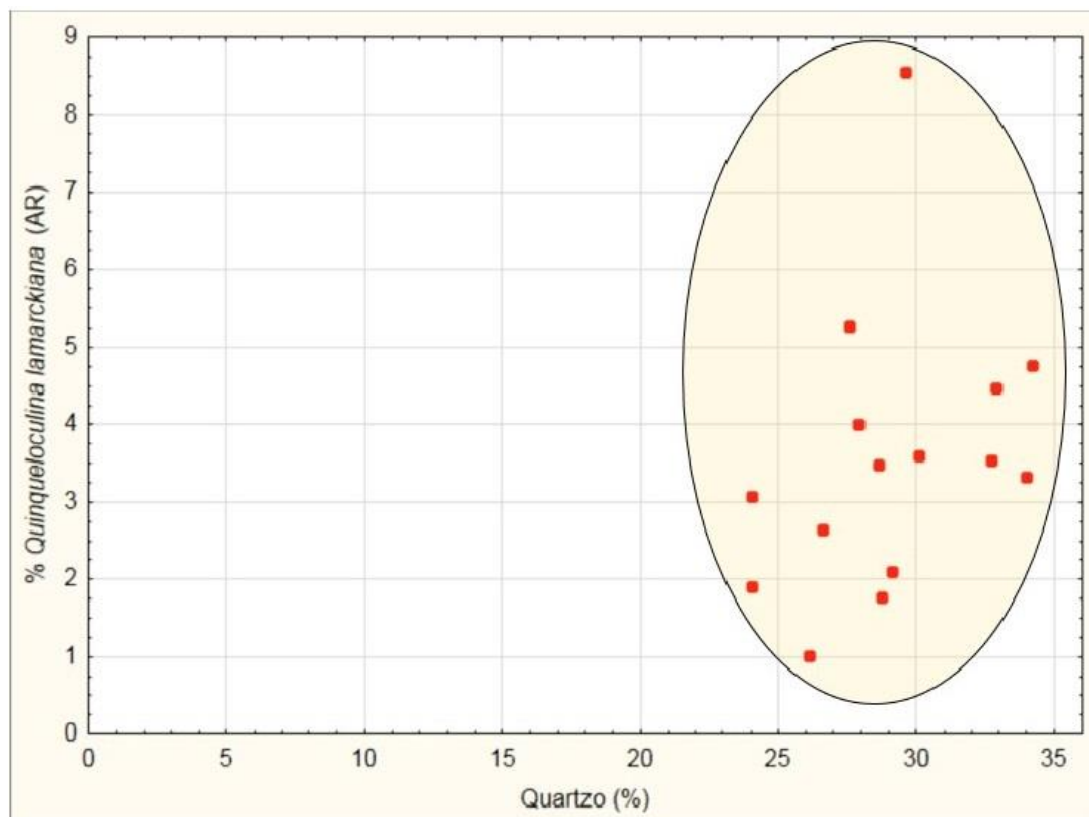
Nas últimas décadas, ao lado do vertiginoso crescimento na produção de veículos no Brasil, também se associou aos benefícios de longo financiamento para compra destes bens, permitindo sua popularização em larga escala (DIEESE, 2012).

Aparentemente, e ao lado do crescimento também vertiginoso da população regional (o Distrito Industrial Norte da Grande Recife foi instalado a partir dos anos 60), a degradação ambiental que evoluiu irreversivelmente desde então favoreceu paralelamente o crescimento consistente da *D. floridana*.

6.4.5 *Quinqueloculina lamarckiana*

A espécie *Quinqueloculina lamarckiana* caracteriza bioclastos comuns na plataforma continental de Pernambuco (OLIVEIRA, 2012). No perfil RT ela apresenta alta abundância relativa, apesar de não dominante na amostragem. O gênero, de maneira geral, indica substrato constituído por areia e cascalho, sendo herbívoro, marinho, e encontrado em ambientes de alta energia (MURRAY, 1991). Coerentemente, observa-se uma relação de preferência deste gênero com os ambientes mais quartzosos do perfil RT (Figura 17).

Figura 17. Representação gráfica da correlação interdependente da abundância relativa da espécie *Quinqueloculina lamarckiana* em relação ao quartzo.



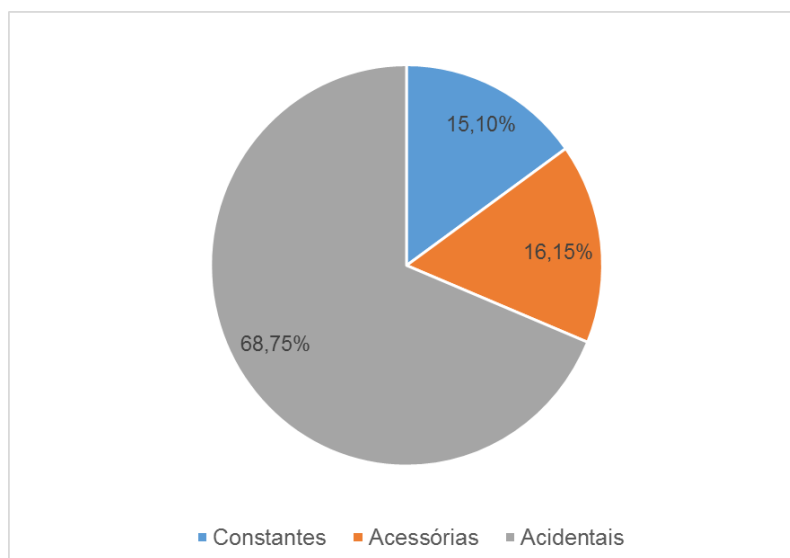
Fonte: autora.

Os elementos-traço, tais como: Cr, Cu, Ga, Pb, Rb, Zn, agem de forma negativa em relação a algumas espécies de foraminíferos, porque tais elementos estão habitualmente complexados em argilominerais. Em contraposição, Li et al. (2015) citam que areia, mesmo com presença de silte e argilominerais, pode exercer uma influência positiva sobre espécies do gênero *Quinqueloculina*.

6.5 Frequência de Ocorrência

Quanto à frequência, foram identificadas 29 espécies constantes (15,10%), 31 espécies acessórias (16,15%) e 132 espécies consideradas acidentais, ou seja, 68,75% espécies possuem baixa frequência de ocorrência (Anexo d). Neste levantamento de frequência de ocorrência, as espécies indeterminadas e juvenis não foram consideradas, uma vez que o levantamento tem como objetivo identificar a frequência de espécies identificadas. A grande quantidade de espécies acidentais pode estar relacionada a condição frágil destas tecas, o que ocasiona sua fragmentação (Figura 18). A fragilidade destas testas resulta do fato que o pH do ambiente estuarino é variável segundo a influência das marés, e quando de tendência ácida (marés baixas) não é favorável ao desenvolvimento de precipitação de carbonatos para constituição de suas tecas.

Figura 18. Valores absolutos da frequência de espécies no perfil sedimentar em estudo.



Fonte: autora.

Entre as espécies constantes, destacam-se *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia* spp., *Ammonia tepida*, *Amphistegina radiata*, *Articulina* sp.1, *Bolivina tortuosa*, *Bolivina* spp., *Buliminella paralela*, *Cibicides kullebergi*, *Cibicides* sp., *Cycloforina* sp., *Cibicides pseudogeriana*, *Discorbis floridana*, *Discorbis williamsoni*, *Discorbis* sp., *Discorbis* spp., *Elphidium* sp., *Nonion depressulum*, *Nonion* spp., *Pseudotriloculina* cf. *P. microdon*, *Quinqueloculina* cf. *Q. regularis*, *Quinqueloculina lamarckiana*, *Quinqueloculina seminulum*, *Quinqueloculina* sp., *Quinqueloculina* sp.1, *Quinqueloculina* sp.2, *Quinqueloculina* sp.3, *Rosalina* sp., *Siphoniana* sp., *Spirillina* sp., *Spiroloculina* sp., *Textularia conica*, *Textularia* sp. (Figura 19).

As espécies acessórias e acidentais compõem o maior número de espécies do perfil sedimentar, envolvendo representantes dos gêneros *Quinqueloculina*, *Bolivina*, *Cibicides*, *Cycloforina*, dentre outras. Em sua maioria apresentaram-se espécies típicas de ambientes marinhos, embora no interior de um sistema estuarino proximal da plataforma.

Yanko et al. (1999) ao realizar um levantamento com gêneros de foraminíferos bentônicos tolerantes à poluição, identificaram os seguintes táxons: *Ammonia*, *Bolivina*, *Criboelphidium*, *Haynesina*, *Elphidium*, *Ammobaculutes*, *Trochammina*. A espécie *A. tepida* é mais tolerante ao estresse causado por um aumento genérico em concentrações de MP e Carbono Orgânico Total (MARTINS et al., 2011).

A *Ammonia tepida*, apresenta-se como uma espécie muito constante, sendo capaz de resistir à contaminação por esgotos domésticos, MP e efluentes químicos (YANKO et al., 1994; ALVES, 1995; CULVER & BUZAS, 1995; SEN GUPTA et al., 1999) podendo, assim, ser considerada uma espécie oportunista, que resiste em ambientes onde as demais espécies desaparecem (VILELA et al., 2004). Martins (2013), destaca que o ambiente de sedimentação dos canais da Ria de Aveiro, Portugal, é afetado por "hot spots" de poluentes, como consequência das atividades antrópicas. Nessas áreas maiores concentrações totais de As, Cd, Cu, Ni, Pb e Zn, biodisponíveis, podem ter um efeito adverso sobre as assembléias de foraminíferos bentônicos, induzindo não só a baixa diversidade, mas também maior dominância de espécies oportunistas (MARTINS et al., 2010). Em estudo realizado por Carvalho (2014), foi observado o aumento dos teores de metais pesados, em especial de Hg,

As, Pb e Cr, que figuram entre as espécies químicas mais tóxicas e de mais alto potencial patogênico para os seres humanos (ANDREWS et al., 1996).

Segundo Boltovskoy (1980), *Quinqueloculina seminulum* é uma espécie cosmopolita, não sendo afetada, significativamente por mudanças de temperatura. Trata-se também de uma espécie oportunista em ambientes sob estresse sujeitos à poluição antrópica (ALVE, 1995; CULVER & BUZAS, 1995; COLLINS et al., 1995; YANKO et al., 1999). Esta espécie apresentou significativa frequência de ocorrência em todas as amostras estudadas do perfil RT, confirmando o caráter poluído desta bacia hidrográfica em seu baixo curso.

Segundo Boltovskoy (1959), as famílias Cibicidae, Discorbidae, Rosalinidae, Galvenellidae, indicam regiões costeiras e ricas em matéria orgânica que possuem hidrodinâmica de média a alta. Estudo realizado por Macedo et al. (2013) demonstra que espécies do gênero *Discorbis*, encontradas na região central da baía de Guanabara em maior frequência, comprovam evidências de poluição antrópica em regiões costeiras.

6.6 Índices Ecológicos

Os resultados obtidos a partir dos cálculos de Riqueza, Diversidade (Shannon) e Equitatividade (J') revelaram elevada heterogeneidade entre as amostras do testemunho, principalmente com relação ao número de espécies por amostra (Tabela 5).

Tabela 5. Valores de descritores ecológicos (Riqueza, Diversidade de Shannon, Equitatividade) no perfil sedimentar.

Amostras	Profundidade média (cm)	Riqueza	Diversidade	Equitatividade
RT 01	1,5	36	3,21	0,90
RT 03	7,5	36	3,24	0,90
RT 05	13,5	32	3,23	0,93
RT 07	19,5	47	3,70	0,96
RT 09	25,5	27	3,08	0,94
RT 11	31,5	43	3,46	0,92
RT 13	37,5	53	3,70	0,93
RT 15	43,5	35	3,24	0,91
RT 17	49,5	68	3,81	0,90
RT 19	55,5	29	3,13	0,93

RT 21	61,5	46	3,50	0,92
RT 23	67,5	66	3,67	0,88
RT 25	73,5	68	3,75	0,89
RT 27	79,5	78	3,80	0,87
RT 29	82,5	66	3,74	0,89

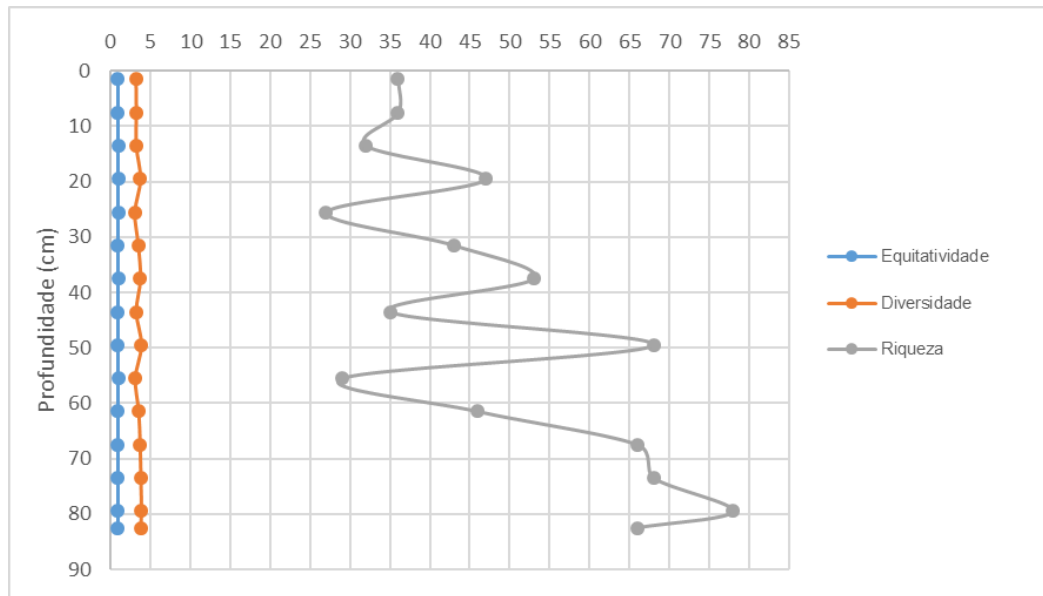
Fonte: autora.

Os valores de diversidade encontrados são elevados para as médias em estuários e baías sendo, de um modo geral, altos em relação aos valores de referência (SEMENSATTO, 2006; EICHLER et al, 2006), principalmente em função da equitatividade. A profundidade 80 cm apresenta o maior número de espécies (Figura 19) dentre as amostras analisadas, apresentado a equitatividade e a diversidade também alta.

As amostras do perfil RT na profundidade média de 82,5 a 73,5 cm apresentaram-se mais diversas, e na profundidade 25,5 cm foi encontrado o valor mais baixo da diversidade. Em estudo realizado no estuário de Laguna, localizado em Santa Catarina, os valores de diversidade apresentaram-se variando entre 0,31 a 2,17 (EICHLER et al, 2006), contrastando com o presente estudo no qual os valores de diversidade variam entre 3,08 a 3,80 (rever tabela 5). Desta forma, demonstrando o alto valor apresentado da diversidade para um estuário.

A equitatividade varia de 0 a 1, de modo que valores próximos a 1 são relativos à maior uniformidade de distribuição (SEMENSATTO JR, 2003). Eichler et al (2006), em pesquisa realizada no Estuário da Laguna (Santa Catarina), observou valores que variavam de 0,28 a 0,91. Desta forma, é possível inferir que a região em estudo apresenta alta equitatividade, relacionada tendência à homogeneidade, pois os valores apresentaram-se próximos de 1 ($J' \approx 1$) (BRUNO & ARAÚJO, 2012).

Figura 19. Gráfico representativo da diversidade, riqueza, equitatividade do testemunho.



Fonte: a autora.

A riqueza na área de estudo varia entre 27 a 78 taxa. A amostra RT 09 possui o menor valor de riqueza (com 29 taxa). Na profundidade 55,5 cm, RT 27, evidencia-se o maior número de espécies com 78 taxa (rever Figura 19). Observou-se que do RT 29 ao RT 23 as amostras possuíam valores mais elevados de riqueza, confirmando que um maior número de espécies existiu no período anterior ao século XX. A diminuição da riqueza no período mais atual (da profundidade 25 cm do perfil ao seu topo = 0 cm) nada mais é que resposta à influência antrópica no interior da bacia hidrográfica do rio Timbó.

6.7 Efeitos nas Tecas de Foraminíferos Bentônicos

Durante a triagem foi possível observar a presença de pirita no interior de algumas tecas de foraminíferos bentônicos assim como diferentes graus de dissolução dessas tecas.

6.7.1 Piritização

Algumas carapaças dos foraminíferos bentônicos triados apresentaram-se preenchidas por pirita framboidal, principalmente da RT 15 no sentido do topo do

perfil. Segundo Suguio (2003) o processo de piritização pode ocorrer em sedimentos de ambientes redutores na presença de matéria orgânica. Em ambientes estuarinos, condições anóxicas são comuns devido ao alto consumo de oxigênio durante a decomposição da matéria orgânica pela atividade bacteriana. Metais pesados, assim como óxidos e hidróxidos de elementos metálicos, que apresentam influxo desde áreas emersas para o ambiente fluvial, se dissociam em ambientes estuarinos e precipitam como sulfetos em condições anóxicas, podendo ocorrer então a formação de pirita (BERNER, 1983).

6.8 Resultados Isotópicos

Os valores das razões do $\delta^{13}\text{C}$ em carapaças carbonáticas de organismos refletem uma combinação de produtividade ambiental, circulação do oceano e conteúdo relativo do carbono contido no carbonato, enquanto os valores das razões de $\delta^{13}\text{C}$ na matéria orgânica refletem a produtividade no oceano, o CO_2 na superfície da água e a proveniência continental do material (MASLIN & SWANN, 2006). Estes conceitos primordiais foram transpostos para os diversos ambientes aquáticos do planeta.

Segundo Rodrigues & Fauth (2013), os carbonatos de ambientes marinhos apresentam valores da razão $\delta^{13}\text{C}$ mais positivos (ricos em ^{13}C) em períodos de alta produtividade orgânica e de temperaturas amenas.

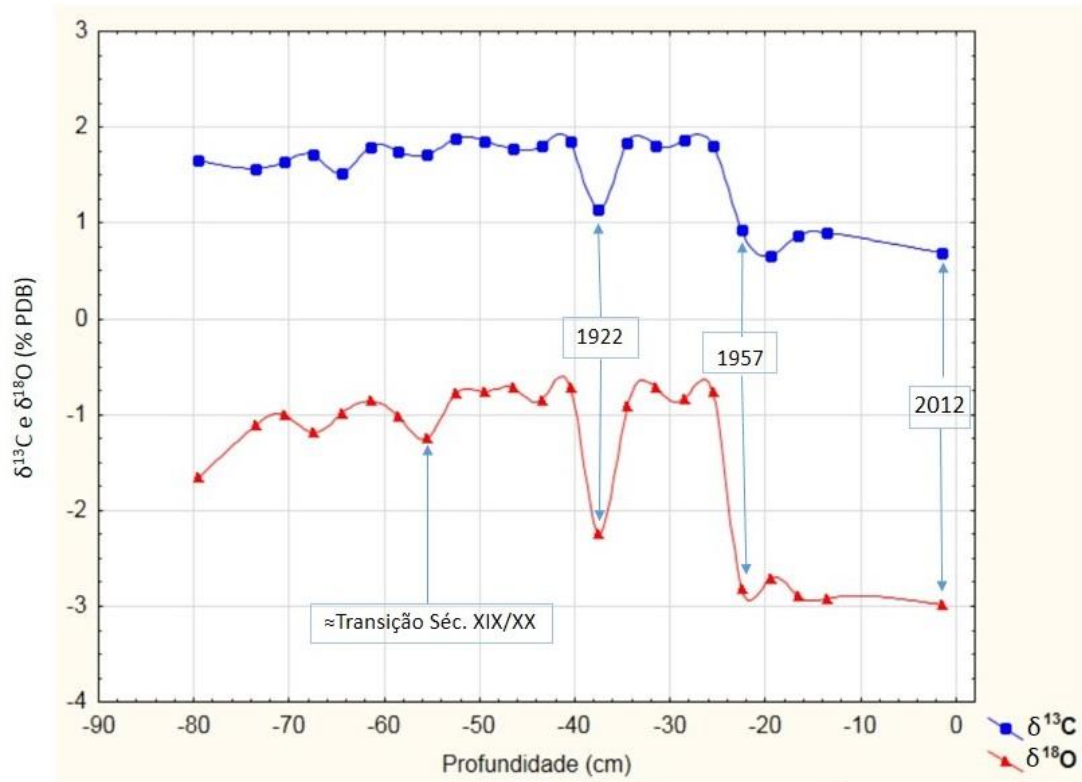
No perfil RT os valores mais positivos de $\delta^{13}\text{C}$ foram observados do intervalo 87 cm a 24 cm (Tabela 6), mantendo-se relativamente constantes em todo esse período de tempo (Figura 20). O período caracterizado por valores mais baixos, corresponde ao intervalo desde 24 cm ao topo do perfil (= 0 cm). Períodos de anoxia são caracterizados por valores mais baixos a negativos de $\delta^{13}\text{C}$, de tal modo que estes índices mostram uma evolução anóxica no ambiente estuarino do rio Timbó, no século XX, a partir da década de 50, coincidindo, portanto, com a explosão demográfica e populacional no âmbito da bacia hidrográfica.

Tabela 6. Resultados isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ em carbonatos, ao longo do perfil sedimentar RT no estuário do rio Timbó.

Amostragem	Profundidade (cm)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰ PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰ PDB)
RT 01	00-03	0,69	-2,98
RT 02	03-06	nd	nd
RT 03	06-09	nd	nd
RT 04	09-12	nd	nd
RT 05	12-15	0,9	-2,92
RT 08	15-18	0,87	-2,9
RT 09	18-21	0,66	-2,71
RT 10	21-24	0,93	-2,82
RT 11	24-27	1,81	-0,77
RT 12	27-30	1,87	-0,84
RT 13	30-33	1,81	-0,72
RT 14	33-36	1,84	-0,92
RT 15	36-39	1,14	-2,24
RT 16	39-42	1,85	-0,71
RT 17	42-45	1,81	-0,85
RT 18	45-48	1,77	-0,72
RT 19	48-51	1,86	-0,76
RT 20	51-54	1,88	-0,78
RT 21	54-57	1,71	-1,25
RT 22	57-60	1,75	-1,02
RT 23	60-63	1,8	-0,86
RT 24	63-66	1,52	-0,99
RT 25	66-69	1,71	-1,19
RT 26	69-72	1,64	-1
RT 27	72-75	1,57	-1,11
RT 28	75-78	1,76	nd
RT 29	78-81	1,65	-1,66
RT 30	81-84	nd	nd
RT 31	84-87	1,71	-1,28

Fonte: autora.

Figura 20. Gráfico da evolução dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ ao longo do tempo histórico, no perfil sedimentar RT.



Fonte: autora..

Ao longo do perfil RT, as variações de $\delta^{18}\text{O}$ acompanham sincronicamente as variações de $\delta^{13}\text{C}$ exibindo, entretanto, valores negativos. Este padrão aponta para uma consequência normal de ambientes estuarinos onde diuturnamente ocorrem influxos de águas continentais enriquecidas em ^{16}O . Dois eventos são marcantes:

- a) O incidente exposto pela amostragem RT-15 (rever figura 20), com valor acentuadamente negativo de $\delta^{18}\text{O}$, coincidente com valor mais baixo no comportamento de $\delta^{13}\text{C}$. Este incidente está situado a 38cm de profundidade no perfil RT, correspondendo temporalmente aos anos 20 do século XX. A combinação destes valores mais baixos de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{18}\text{O}$ apontam para uma possível época de grande desmatamento da Mata Atlântica, no âmbito da bacia hidrográfica do rio Timbó. Com efeito, a história contemporânea cita grandes devastações da cobertura deste bioma desde fins do século XIX até, aparentemente, os anos 20.

- b) A forte diminuição dos valores em $\delta^{18}\text{O}$, que também se associa a menores valores em $\delta^{13}\text{C}$, da década de 50 do século XX ao tempo presente. Este fenômeno é resposta de um processo crônico que indica desmatamentos, inclusive de matas ciliares, dando franco e maior acesso às águas pluviais, além do uso crescente das águas de consumo público, represadas em ambientes continentais (portanto, também predominantemente de origem pluvial), antes do tratamento para distribuição urbana.

CAPÍTULO VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de frequência de foraminíferos bentônicos de origem marinha, a partir do perfil de fundo RT, realizado no baixo estuário da bacia hidrográfica do rio Timbó, colocou em evidência espécies bioindicadoras do status trófico deste ambiente hídrico, cobrindo um tempo histórico desde fins do século XIX até a atualidade (primeira década do século XXI). Dentre as espécies classicamente bioindicadoras citadas na literatura, destacaram-se dominâncias ou presenças apenas temporais de: *Ammonia tepida*, *Discorbis floridana*, e *Quinqueloculina lamarckiana*.

Os dados geoquímicos e mineralógicos dos sedimentos totais, ao longo deste perfil RT, precedentemente adquiridos, indicavam uma sedimentação essencialmente carbonática e bioclástica, em torno de 50% ST, sendo um pouco mais carbonática ($\approx 65\%$) no século XIX, e gradualmente menos carbonática no sentido da atualidade. Os resultados analíticos em MP, mostraram aumentos notórios nas concentrações de Pb e Cr em ST, a partir da década de 30, com o advento da profusão em veículos automotores e utilização geral de combustíveis derivados do petróleo. Os indicadores geoquímicos indicaram ainda, um aumento genérico de MP, e da poluição em geral, a partir do boom populacional urbano e industrial, a partir dos anos 50 do século XX.

O comportamento de algumas espécies de foraminíferos bentônicos neste compartimento ambiental, em termos de abundância relativa (*Ammonia tepida*, *Discorbis floridana*) ou de presença temporalmente restrita (*Quinqueloculina lamarckiana*), revelaram-se coerentes e consistentes com a evolução geoquímica sedimentar e/ou ambiental. Desta forma, a espécie *Quinqueloculina lamarckiana* parece restrita a condições de maior hidrodinâmica, com participação de quartzo em ST pelo menos acima de 20%. Marcantemente, *Ammonia tepida* mostrou-se uma confiável espécie bioindicadora de degradação ambiental, sobretudo quando relacionada às concentrações de Pb. Igualmente, a espécie *Discorbis floridana* pode ser também considerada uma boa indicadora ambiental em sedimentações recentes, acompanhando a degradação ambiental que costuma ser observada em estuários impactados desde várias décadas.

Os resultados isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{18}\text{O}$ sobre o material carbonático das tecas de foraminíferos colocaram em evidência a degradação do status ambiental desde condições mais favoráveis, nos fins do século XIX, às modificações que se impuseram no século XX, notadamente a partir da década de 30, e particularmente a partir do boom de crescimento populacional e industrial a partir dos anos 50.

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., 1997. **Glossário de ecologia**. Editora Aciesp, 2ª ed., São Paulo, 352p.
- ALBANI, A.; HAYWARD B.W. & GRENFELL H.R., 2001. Taxomorph: Foraminifera from the Southwest Pacific. **An Inter-Active Catalogue. University of New South Wales and Australian Biological Resources Study** CD-ROM.
- ALVE, E., 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. **Journal of Foraminiferal Research**, 25(3): 190-203.
- ANDRADE M.C., 1987. Formação da aglomeração recifense. In: *Estudos Nordesteiros sobre crescimento urbano*; L. Jatobá (Ed.). Recife, Editora Massangana, p. 257-291.
- ANDRADE, M.C., 1989. *História das usinas de açúcar de Pernambuco*. Recife: Massangana. 79 p.
- ANDRADE, M.C., 2001. *Espaço e tempo na agroindústria canavieira de Pernambuco*. **Estudos avançados**: São Paulo, vol.15, no.43, 1806-9592 p.
- ANDREWS, J.E.; BRIMBLECOMBE P.; JICKELLS T.D. & LISS P.S., 1996. A *Introduction to Environmental Chemistry*. London, **Blackwell Sci. Publ.**, 198 p.
- ARMYNOT DU CHÂTELET, E.; DEBENAY, J.P. & SOULARD, R., 2004. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. **Environmental Pollution**, 127(1):27-40.
- ARENILLAS, I., 2004. Bioestratigrafía: Limitaciones y ventajas de los microfósiles. In: MOLINA, *Micropaleontología*. Zaragoza, p 571-590.
- ARNOLD, A.J. 1983. Foraminiferal thanatocoenosis on the continental slope off Georgia and South Carolina. **Journal of Foraminiferal Research**, 13 (2): 79–90.
- BARBOSA, J.A., 2004. *Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil*. Recife, PE. 229 f. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- BARBOSA, J.A., 2006. *Estudos Sedimentológicos do Estuário do Rio Timbó, Pernambuco*. 69 f. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BARBOSA, C.F.; OLIVEIRA-SILVA, P.; FERREIRA, B.P.; SEOANE, J.C.S.; ALMEIDA, C.M. & MARINHO, L.S.V., 2005. Aplicação do índice FORAM na avaliação da saúde dos recifes de coral dos Parrachos de Maracajaú (RN). In: ABEQUA. Rio de Janeiro, RJ, **Resumos...** p. 1-4.

BARKER, R.W., 1960. Taxonomic notes on the species figured by H. B. Brady in his report on the foraminifera dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. **Society of Economical Petrology and Mineralogy, Special Publication**, **9**: 1- 238.

BERNER, R.A. 1983. Burial of organic carbon and pyrite sulfur in sediments over Phanerozoic time: a new theory. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, **47**:855-862.

BERGUE, C.T. & COIMBRA, J.C. 2008. Abordagens faunísticas e Geoquímicas em Microfósseis Calcários e suas aplicações à Paleoceanografia e Paleoclimatologia. **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat.**, **3**(2):115-126.

BEURLIN, G. & HILTERMANN, H., 1983. As biocenoses do mangue de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Boletim Técnico da Petrobrás**, **4**(26): 259-291.

BICCHI, E., DEBENAY, J.P. & PAGES, J. 2002. Relationships between benthic foraminiferal assemblages and environmental factors in atoll lagoons of the central Tuamotu Archipelago (French Polynesia): Coral Reefs, v.21, p.275-290.

BOLTOVSKOY, E. 1959. Foraminifera as biological indicators in the study of ocean currents. **Micropaleontology**, **5**(4): 473-481.

BOLTOVSKOY, E. & LENA, H., 1966. Foraminiferos recientes de la zona litoral de pernambuco (Brasil), **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"**. **7**(4): 215-340.

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

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

BOLTOVSKOY, E.; BOLTOVSKOY, D.; CORREA, N. & BRANDINI, F., 1996. Planktic foraminifera from the Southwestern Atlantic (30° - 60°S): species-specific patterns in the upper 50 m. **Marine Micropaleontology**, **28**: 53-72.

BOLTOVSKOY, E.; SCOTT, D.B. & MEDIOLI, 1991. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: a review. **Journal of Paleontology**, **65**: 175-185.

BRADSHAW, J.S. 1961. Laboratory experiments in the ecology of foraminifera. ***Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research***, **12**: 87-106.

BRASIER, M. D., 1980. Microfossils. London: George & Unwin.

BRUNO, R.L.M. & ARAÚJO, T.M.F., 2012. Distribuição dos Foraminíferos na Plataforma de Transição Carbonato-Siliclásticos, região de Ilheus, Bahia. ***Gravel***, **10**(1): 23-33.

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

BURONE, L.; VALENTE, P.; PIRES-VANIN, A.M.; SOUSA, S.H.M.; MAHIQUES, M.M. & BRAGA, E., 2007. ***Scientia Marina***, **71**: 775-792.

BUZAS-STEPHENS, P.; PESSAGNO, E. A. & BOWEN, C.J., 2003. Foraminiferal response to habitat disruption: Arroyo Colorado, Texas. ***Journal of Foraminiferal Research***, **33**(4): 294-308.

CABRAL, A.L., 2001. *Aspectos sócio-culturais e implicações ambientais das formas de uso e ocupação do espaço estuarino do rio Timbó, Estado de Pernambuco, Brasil*. 136 f. **Monografia de Especialização**, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

CAMERON, W.M. & PRITCHARD, D.W., 1963. Estuaries. In: GOLDBERG, E. D.; MCCAVE, I. N.; O'BRIEN, 1 1 & STEELE, IH. Ed. *The Sea*. New York, John Wiley & Sons. 306-324p.

CARVALHO, J.A.R., 2009. *Comportamento geoquímico sedimentar em perfil de fundo estuarino do rio Timbó, Município do Paulista (Pernambuco – NE do Brasil)*. 70 f. **Dissertação de Mestrado** (Programa de Pós-graduação em Geociências), Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

CARVALHO, J.A.R., 2014. *Marcadores Geoquímicos Históricos em Sedimentação Estuarina próximo de Embocadura Fluvial: caso do Rio Timbó, estado de Pernambuco*. 86 f. **Tese de doutorado** (Programa de Pós-graduação em Geociências), Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE.

CEARRETA, A., IRABIEN, M.J., LEORRI, E., YUSTA, I., QUINTANILHA, A. & ZABALETA, A. 2002. Environmental transformation of the Bilbao estuary, N. Spain: microfaunal and geochemical proxies in the recent sedimentary record. ***Marine Pollution Bulletin***, **44**:487-503.

CEBULSKI, D.E., 1969. Foraminiferal populations and faunas in barrier-reef tract and lagoon, British Honduras: *in* Logan, B.W., ed., *Carbonate Sediments and Reefs*,

Yucatan Shelf, Mexico: **American Association of Petroleum Geologists**, *Memoir*, v.11, p.311-328.

COUTINHO P.N.; MANSO, V.A.V.; LIMA FILHO. M.F.; LIMA. A.T.O.; MEDEIROS. A. B.; PEDROSA, F.J.A.; MARTINS. M.H.A.; CHAVES. N.S.; SAMPAIO. A.S.; LIRA, A.R.A.; MENEZES. M.C.B. & BRITO M.F., 1994. Coastal Quaternary of Pernambuco, Brazil. In: INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGICAL CONGRESS, 14, Recife, **Abstracts**, IAS: D-1-32.

COLLINS, E.S.; SCOTT, D.B.; GAYES, P.T. & MEDIOLI, F.S., 1995. Foraminifera in Winyah Bay and North inlet marshes, South Carolina: relationship to local pollution sources. **Journal of Foraminiferal Research** 25(3): 212-223.

CPRH, 1986. *Proposta de enquadramento das bacias hidrográficas do Grupo GL-1*. 52 f. Recife, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos.

CPRH, 2003. *Diagnóstico Sócio-ambiental do Litoral Norte de Pernambuco*. Recife, CPRH, 214 pp. Disponível em: <
<http://www.cprh.pe.gov.br/ctudosecoessub.aspx?idconteudo=366&idsecao=202>>.
Acesso em: 04 de dez. 2014.

CPRM, 2003. Sistemas de informações geoambientais da região metropolitana.

COSTA K.M.P. & MACEDO S.J., 1989. Estudo Hidrológico do Rio Timbó. **Trabalhos Oceanográficos**, 20: 7-34

CUADRADO, D.G.; GÓMEZ, E.A & GINSBERG, S.S., 2004. Tidal and longshore sediment transport associated to a coastal structure. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, Amsterdam, 62: 291-300.

CULVER, S.J. & BUZAS, M.A., 1995. The effect of anthropogenic habitat disturbance, habitat destruction, and global warming on shallow marine benthic foraminifera. **Journal of Foraminiferal Research**, 25(3): 204-211.

CUSHMAN, J.A. 1930. Note sur quelques foraminifères jurassiques d'Auberville (Calvados). **Bulletin de la Société linnéenne de Normandie**, série 8, vol. 2 (1929):132-135.

CUSHMAN, J.A. 1930. *The Foraminifera of the Atlantic Ocean*. Washington, United States National Museum, Bulletin 104, 78 p

CUSHMAN, J.A., 1931. The foraminifera of the Atlantic Ocean; Part VIII -Rotaliidae, Amphisteginidae, Calcarinidae, Cymbaloporettidae, Globorotaliidae, Anomalinidae, Planorbulinidae, Rupertiidae and Homotremidae. United States National Museum, **Bulletin**, 104: 1-179.

CUSHMAN, J.A. & SIEGFUS, S. S., 1939. Some new and interesting foraminifera from the Kreyenhagen Shale of California. ***Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research***, **15**(2): 26.

CUSHMAN, J.A. & TODD, R., 1942. The Recent and fossil species of Laticarinina. ***Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research***, **18**(1): 14-20.

CUSHMAN, J. A., 1944. Lab Foraminifero Research. ***Special Publication***. 10, p. 6.

CUSHMAN, J.A., 1951. Paleocene Foraminifera of Gulf Coastal Region of the United States and Adjacent Areas. 75 f. ***Geological Survey Professional Paper*** 232. Washington.

DAJOZ, R. 1983. ***Ecologia geral***. 4^a ed. Vozes: Petrópolis, 472 p.

DAVIS JR, R. A., 1964. Foraminiferal assemblages of Alacran Reef, Campeche Bank, Mexico: ***Journal of Paleontology***, v.38, 417-421p.

DIEESE, Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. 2012. A Situação do trabalho no Brasil na primeira década dos anos 2000. São Paulo. 397p. Disponível em: <http://www.dieese.org.br/livro/2012/livroSituacaoTrabalhoBrasil.pdf>. Acesso em: 10 de jan. de 2015.

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

DEBENAY, J.P., 1995. Can the confinement index (calculated on the basis of foraminiferal populations) be used in the study of coastal evolution during the Quaternary? ***Quat. Int.*** **29**(30), 89–93.

DEBENAY, J.P., 2000, Foraminifers of tropical paralic environments. ***Micropaleontology***, **46**(1): 153-160.

DEBENAY, J.P.; GUILLOU, J.J.; REDOIS, F. & GESLIN, E., 2000. Distribution trends of foraminiferal assemblages in paralic environments. Environmental micropaleontology Topics in Geobiology. ***Kluwer Academic***, **15**: 39–67.

DEBENAY, J.P.; GESLIN, E.; EICHLER, B.B.; DULEBA, W.; SYLVESTRE, F. & EICHLER, P. 2001. Foraminiferal assemblages in a hypersaline lagoon Araruama (RJ) Brazil, ***Journal of Foraminiferal Research***, **31**:133–151.

DEBENAY, J.P.; DULEBA, W.; BONETTI, C.; MELLO, E.; SOUZA, S.H. & EICHLER, B.B., 2001. Pararotalia cananeaensis n.sp.: indicator of marine influence and water circulation in Brazilian coastal and paralic environments. ***Journal of Foraminiferal Research***, **31**(2), 152–163.

DEBENAY, J.P.; MILLET, B. & ANGELIDIS, M.O., 2005. Relationships between foraminiferal assemblages and hydrodynamics in the Gulf of Kalloni, Greece, ***Journal of Foraminiferal Research***, **35**: 327–343.

DEBENAY, J.P. & FERNANDEZ, J.M. 2009. Benthic foraminifera records of complex anthropogenic environmental changes combined with geochemical data in a tropical bay of New Caledonia (SW Pacific). ***Marine Pollution Bulletin***, **59**: 311-322.

DULEBA, W.; PETRI, S. & COIMBRA, J.C.S., 2003. Foraminíferos, Tecamebas e Ostracodes Subrecentes e Fósseis do Quaternário do Brasil. ***Revista do Instituto de Geociências***, USP – Publicação Especial, 24p.

EICHLER, B.B; DEBENAY, J.P.; BONETTI, C. & DULEBA, W. 1995. Répartition des foraminifères dans la zone Sud-Ouest du système laguno-estuarien d'Iguape-Cananéia (Brésil). ***Boletim do Instituto Oceanográfico***, **43**(1):1-17.

EICHLER, P.B., CASTELÃO, G.P., PIMENTA, F.M. & EICHLER, B.B. 2006. Avaliação da saúde do sistema estuarino de laguna (SC) baseado nas espécies de foraminíferos e tecamebas. ***Instituto de Geociências***, **33**(1): 101-115.

ELLIS, B.F. & MESSINA, A.R. 1940-et seq. Catalogue on Foraminifera, 2006 The Micropaleontology Project, Inc.: http://www.micropress.org/e_m.html.

EMILIANI, C., 1955. Pleistocene Temperatures, *J. Geol.*, **63**(6), 538-578.

EPSTEIN, S; BUCHSBAUM, R; LOWENSTAM, H.A. & UREY, H.C. 1953. Revised carbonate-water isotopic temperature scale. ***Bulletin of the Geological Society of America***, **64**: 1315–1326.

FAURE, G. 1986. ***Principles of isotopes geology***. 2^a ed. New York: Wiley. 598 p.

FERNANDES, L.D.F., 2001. ***Transporte de poluentes em estuários***. Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, 41 p.

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

FIDEM. 1980. ***Estudo geológico-ambiental do estuário do rio Timbó, município de Igarassu***. 60 f. Recife, Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife.

FIDEM. 1987. ***Proteção de Áreas Estuarinas de Pernambuco***. 78 f. Recife, Série Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente.

FIDEM. 2001. *Carta de Nucleação Norte: Região Metropolitana do Recife*. 35 f. Recife, Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife.

FIGUEIRA, B.O., 2006. *Foraminíferos em sedimentos da Baía de Guanabara e lagoa de Itaipu, Rio de Janeiro: variações ecológicas e dos níveis de poluição durante o Holoceno final e período pré-histórico*. 160 f. **Dissertação de Mestrado** (Programa de Pós-graduação em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FIGUEIRA, B.O.; VILELA, G.G. & BAPTISTA NETO J.A., 2007. Avaliação da poluição antrópica usando padrão de distribuição de espécies de foraminíferos provenientes de testemunhos da baía de Guanabara. **Anuário do Instituto de Geociências**, **30**(1): 141-153.

FIGUEIREDO J.A., MENOR E.A., NORIEGA C.E.D., BRANCO E.S. & MONTES M.J.F., 2007. Evolução físico-química de águas do estuário do rio Timbó: um caso de reavaliação ambiental (1984-2003). Recife, **Estudos Geológicos**, **17**(1): 85-104.

FRITZ, P. & POPLAWSKI, S., 1974. ^{18}O and ^{13}C in the shells of freshwater mollusks and their environments. **Earth and Planetary Science Letters**, **24**: 91–98.

FROST, S.H. & LANGENHEIM JR, R.L., 1974. Cenozoic Reef Biofacies: Northern Illinois University Press, De Kalb, 388 p.

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

GILLIKIN, D.P.; LORRAIN, A.; BOUILLON, S.; WILLENZ, P. & DEHAIRS, F., 2006. Stable carbon isotopic composition of *Mytilus edulis* shells: relation to metabolism, salinity, $\delta^{13}\text{C}$ and phytoplankton. **Organic Geochemistry**, **37**: 1371–1382.

GISCHLER, E. 2003. Holocene development in the isolated carbonate platforms off Belize. **Sedimentary Geology**, **159**: 113–132.

GISCHLER, E.; HAUSER, I.; HENRICH, K. & SCHEITEL, U. 2003. Characterization of depositional environments in isolated carbonated platforms based on Benthic foraminifera, Belize, Central America. **Palaïos**, **18**: 236–255.

GOODWIN, D.H., GILLIKIN, D.P., ROOPNARINE, P.D. 2013. Preliminary evaluation of potential stable isotope and trace element productivity proxies in the oyster *Crassostrea gigas* **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.03.034>

HALLOCK, P. & GLENN, E.C. 1986. Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies: **Palaïos**, **1**: 55-64.

HERZ, R. 1991. **Manguezais do Brasil**. Sao Paulo. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 227 p.

HICKSON, J.A.; JOHNSON, A.L.A.; HEATON, T.H.E. & BALSON, P.S., 1999. The shell of the Queen Scallop *Aequipecten opercularis* (L.) as a promising tool for paleoenvironmental reconstruction: Evidence and reasons for equilibrium stable-isotope incorporation. ***Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology***. **154**: 325–337.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. Taxa da população absoluta do município do Paulista-PE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 30 set. de 2013.

JORISSEN, F.J.; WITTLING, I. & PEIYPOUQUETE, J.P. 1998. Live Foraminiferal Faunas off Cape Blanc, NW Africa; Community structure and microhabitats. ***Deep Sea Research***, **45**: 2157-2188;

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

KENNETT, J.P., 1980. Paleooceanographic and biogeographic evolution of the Southern Ocean during the Cenozoic, and Cenozoic microfossil datums. ***Paleoceanography Paleoclimatology Paleoeecology***. **31**: 123-152

KILLINGLEY, K.S. & BERGER, W.H, 1979. Stable isotopes in a mollusc shell: detection of upwelling events. *Science*, **205**: 186–188;

KITAZATO, H. 1994. Foraminiferal microhabitats in four marine environments around Japan. ***Marine Micropaleontology***, **24**: 29-41.

KRANTZ, D.E.; WILLIAMS D.F. & JONES D. S.1987. Ecological and paleoenvironmental information using stable isotope profiles from living and fossil molluscs. ***Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology***. **58**:249–266.

LAUT, L.L.M.; SANTOS-LEAL, F.O.; SILVA, F.S. & LAUT, V.M.; 2009. Foraminíferos Recentes da Baía de Guanabara, RJ. In: IV Congresso Argentino do Cuaternário y Geomorfologia XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário II Reunión sobre el Cuaternário de América del Sur. **Anais...**

LÊ CADRE, V. & DEBENAY, J. P. 2006. Morphological and cytological responses of Ammonia (foraminifera) to copper contamination: Implications for the use of foraminifera as bioindicators of pollution. ***Environmental Pollution***, **143**:304 – 317.

LIMA FILHO, M.F., 1996. Correlação da Bacia Cabo com as bacias do oeste africano. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 39, Salvador, *Anais*, SBG, **5**: 347-349.

LIMA FILHO, M.F., 1998. *Análise estratigráfica e estrutural da Bacia Pernambuco*. 180 f. **Tese de Doutorado**, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIMA, E.A.M., 2008. *Avaliação da qualidade dos sedimentos e prognóstico geoquímico ambiental da zona estuarina do rio Botafogo, Pernambuco*. 172 f. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

LINDH, U. 2005. Biological functions of the elements. *In: Essentials of Medical Geology*. SELILNUS, O, ALLOWAY, B., CENTENO, J.A., FINKELMAN, R. B, FUGE, R., LINDH, U. P. Smedley (eds.). Amsterdam, **Elsevier**, p. 115-156.

LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M. & BENDER, E.P., 2002. Utilização das algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica de Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul, **Edunisc**, 1:1-127.

LOEBLICH JR, A.R. & TAPPAN, H., 1988. *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1728 p

LOEBLICH JR, A.R. & TAPPAN, H. 1994. *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. **Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication 31**, 661 p.

LORRAIN, A.; PAULET, Y.M.; CHAUVAUD, L.; DUNBAR, R.; MUCCIARONE, D. & FONTUGNE, M., 2004. $\delta^{13}\text{C}$ variation in scallop shells: increasing metabolic carbon contribution with body size? **Geochimica et Cosmochimica Acta**, 68:3509–3519.

LUCZKOWSKA, E., 1974. Miliolidae (Foraminiferida) from Miocene of Poland. **Acta Paleontologica Polonica**, 17:341-377.

LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F., 1988. *Statistical ecology*. A primer on methods and computing. John Wiley, New York, 340 p.

LUNA, J.P. 2010. *O Trabalho reconfigurado e a nova condição do trabalho informal e precário: a saga dos trabalhadores de moto-táxi em campina grande*. 207 f. **Tese de Doutorado** (Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. In:< <http://www.ufcg.edu.br/~ppgcs/wp-content/uploads/2012/10/TESE-JUCELINO-PPGCS-UFCG.pdf>>. Acesso em: 10 de jul. de 2014.

MABESOONE J.M. & ALHEIROS M.M., 1988. Origem da Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba. São Paulo, **Rev. Brasil. Geoc.**, 18(4): 476-482.

MACÊDO, S.J.; MONTES, M.J.F. & LINS, I., 2000. Características abióticas da Área. In: H.M. Barros, E. Eskinazi-Leça, S.J. Macedo, T. LIMA (eds.); Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais. Recife, *Ed. Universitária UFPE*, p. 7-25.

MACEDO, M.C. 2009. Foraminíferos Bentônicos na Baía de Guanabara nos Anos de 1999, 2005 e 2008: Análise da Degradação Ambiental e a Resposta da Microfauna. 109 f. **Dissertação de Mestrado** (Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MACEDO, M.C.; VILELA, C.G. & BAPTISTA NETO, J.A. 2013., Registro da Influência Marinha Através da Distribuição de Foraminíferos Bentônicos na Baía de Guanabara, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**. Disponível em: <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S0101-97592013000200012&script=sci_arttext> em 24 de janeiro de 2015.

MAGURRAN, A.E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 179 p.

MAGURRAN, A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*, Blackwell Publishing, Oxford. 256 p.

MANSO, V.A.V.; LIMA FILHO, M.F.; OLIVEIRA, A.T.; MEDEIROS, A.B.; PEDROSA, F.J.; MARTINS, M.H.A.; MENEZES, M.O.B.; CHAVES, N.S.; KATER, K.; COUTINHO, P.N.; LIRA, A.R.A. & OLIVEIRA, L.A., 1992. *Macrozoneamento costeiro do litoral de Pernambuco - Folha Itamaracá (SB. 25-Y-C-VII)*. 45 f, **Relatório Técnico**, UFPE/CPRH.

MARGALEF, R., 1958. **Perspectivas de la Teoria Ecológica**. Editora Blume, Barcelona, 110p.

MARTINS, V.; FERREIRA DA SILVA, E.; SEQUEIRA, C.; ROCHA, F. & DUARTE, A.C., 2010. Evaluation of the ecological effects of heavy metals on the assemblages of benthic foraminifera of the canals of Aveiro (Portugal). **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, **87**: 293–304.

MARTINS, V.; YAMASHITA, C.; MARTINS, S.H.M.; SOUSA, S.H.M.; MARTINS, P.; LAUT, L.L.M.; FIGUEIRA, R.C.L.; MAHIQUES, M.M.; FERREIRA DA SILVA, E.; ALVEIRINHO DIAS, J.M. & ROCHA, F. 2011. The response of benthic foraminifera to pollution and environmental stress in Ria de Aveiro (N Portugal). **J. Iberian Geol.**, **37**(2): 231–246.

MARTINS, V.A.; FRONTALINI, F.; TRAMONTE, K.M.; FIGUEIRA, R.C.L.; MIRANDA, P.; SEQUEIRA, C.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, S.; DIAS, J. A.; YAMASHITA, C.; RENÉ, R.; LAUT, L.L.M.; SILVA, F.S.; RODRIGUES, M.A.C.; BERNARDES, C.; NAGAI, R.; SOUSA, S.H.M.; MAHIQUES, M.; RUBIO, B.; BERNABEU, A.; REY, D. & ROCHA, F. 2013. Assessment of the health quality of Ria de Aveiro (Portugal): Heavy metals and benthic foraminifera. **Marine Pollution Bulletin**, **70**:18–33.

MARSHALL, J.D. 1992. Climatic and oceanographic isotopic signals from the carbonate rock record and their preservation. **Geol. Mag.** **129**:143–160.

- MARTINS, M.V. .; DIAS, J.A.; MAHIQUES, M.M. & FIGUEIRA, R.C.L., 2010. Prediction of sediments toxicity using consensus based sediment quality guidelines and benthic foraminifera in the Rio de Aveiro (Portugal). In: *WORKSHOP ANTROPICOSTA IBEROAMERICANA, Anais...* Cananéia, São Paulo.
- MARTINELLI, L.A.; OMETTO, J.P.H.B.; FERRAZ, E.S.; VICTORIA, R.L.; CAMARGO, P.B. & MOREIRA, M.Z., 2009. *Desvendando Questões Ambientais com Isótopos Estáveis*. Oficina de Textos, 144 p.
- MASLIN, M.A. & SWANN G.E.A. 2006. Isotopes in Marine Sediments. In: *Isotopes in Palaeoenvironmental Research*. Ed. Springer. 227-290p.
- McCONNAUGHEY, T. A. & GILLIKIN, D.P.; 2008. Carbon isotopes in mollusk shell carbonates. *Geo-marines Letters*, **28**:287-299.
- McKEE, E.D.; CHRONIC, J. & LEOPOLD, E.B., 1959. Sedimentary belts in lagoon of Kapingamarangi Atoll. *Bulletin American Association Petroleum Geologists*, **43**: 501-562.
- MIRANDA, L.B., CASTRO, B.M. & KJERFVE, B., 2002. *Princípios de oceanografia física de estuários*. São Paulo, EDUSP, 414p.
- MOOK, W.G. & VOGEL, J.C., 1968. Isotopic equilibrium between shells and their environment. *Science*, **159**: 874–875.
- MOZETO, A.A., 2004. Sedimentos e particulados lacustres: amostragem e análises biogeoquímicas. In: C.E.M. Bicudo & D.C. Bicudo (orgs.). *Amostragem em Limnologia*. São Carlos, RIMA Editora, p. 295-341.
- MURRAY, J.W. 1991. Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera: *Longman scientific & Technical*, Bath, 397p.
- NIMER, E. 1979. Pluviometria e recursos hídricos dos Estados de Pernambuco e Paraíba. Rio de Janeiro, IBGE, 128p.
- NORDHAUS, I.; WOLFF, M. & DIELE, K., 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **67**: 239-250.
- ODUM, W.E.; McIVOR, C.C. & SMITH, T.J. 1982. *The ecology of mangroves of South Florida: A community profile*. Washington D.C., US Fishing Wildlife Service, 144p.
- OLIVEIRA, D.H. 2007. Caracterização biofaciológica e paleoambiental com base em foraminíferos do Quaternário superior da Bacia de Campos, sudeste do Brasil. 108 f. **Dissertação de Mestrado** (Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco) Recife.

OLIVEIRA, D.H. 2012. *Sedimentação Biogênica da Plataforma Continental Interna e Média de Pernambuco com Base na Distribuição de Foraminíferos e Fauna Associada*. 94 f. **Tese de doutorado** (Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco) Recife.

PETRI, S. 1971 - O gênero *Ammonia* e as correlações dos sedimentos da parte superior do Cenozoico da faixa litorânea brasileira. **Anais Acad. Bras. Ciénc, Simp. Bras. Paleont.** **43**: 557 - 575.

PHLEGER, F.B., 1960, Sedimentary patterns of microfaunas in northern Gulf of Mexico, in Shepard, F.P., Phleger, F.B., and Van Andel, T.H., eds., Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico: **American Association of Petroleum Geologists**, 267–301p.

RICHARDSON C.A. 2001. Molluscs as archives of environmental change. *Oceanography and Marine Biology*. **39**: 103–164.

RODRIGUES, G.B. & FAUTH, G., Isótopos estáveis de carbono e oxigênio em ostracodes do Cretáceo: metodologias, aplicações e desafios. **Terrae didática**. **9**:34–49.

ROHLING, E.J. & COOKE, S., 1999. Stable oxygen and carbon isotopes in foraminiferal carbonate shells. In: K. BARUN & S. GUPTA. Modern foraminifera. Dordrecht, **Kluwer Acad. Publ.**, 239-258p.

SANTOS, P.T., 2008. *Histórico Ambiental da Baía de Guanabara no Holoceno, com base em Foraminíferos Bentônicos, Análises Geoquímicas e Ecologia Numérica*. 158 f. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SCHAEFFER – NOVELLI, Y. 1995. (coord.) Manguezais: Ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: **Caribbean Ecological Research**.

SCHRÖDER-ADAMS, C. 2006. Estuaries of the past and present: a biofacies perspective. **Sedimentary Geology**, **190**: 289-298.

SAUNDERS, J.B. & MULLER-MERZ, E. 1982. The genus *Pseudononion* in relationship with *Nonion*, *Nonionella*, and *Nonionellina*. **Journal of Foraminiferal Research**, **12**(3): 261-275.

SEIGLE, G.A. 1968. Foraminiferal as indicators of high organic carbon content in sediment and of polluted waters. **The American Association of Petroleum Geologist Bulletin**, **52**: 2231-2241.

SEMENSATTO-JR., D.L. 2003. Aplicação de índices de diversidade em estudos envolvendo associações entre foraminíferos e tectamebas recentes: uma breve

discussão. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9, **Anais** (publicação em CD-ROM), Recife.

SEMENSATTO-JR, D.L. 2006. *O sistema estuarino do delta do Rio São Francisco (SE): análise ambiental com base no estudo de foraminíferos e tectamebas*. 223 f. **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-graduação em em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SEN GUPTA, B.K., 1999. Systematics of Modern Foraminifera. In: B.K. Sen Gupta (ed.): *Modern Foraminifera*. Dordrecht, **Kluwer Acad. Publ.**, p. 7-36.

SEN GUPTA, B.K.; TURNER, R.E. & RABALIS, N.N. 1996. Seasonal oxygen depletion in continental-shelf waters of Louisiana: Historical record of benthic foraminifers. **Geology**, **3**: 227-230

SEN GUPTA, B.K. & KILBOURNE, R.T. 1974. Diversity of benthic foraminifera on the Georgia continental shelf. **Geological Society of America Bulletin**, **85**: 969-972.

SEYVE, C. 1990. **Introdução à micropaleontologia**. Angola, Elf Aquitaine Angola, 231p.

SHANNON, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, **27**: 379-423.

SMEDLEY, P. & KINNIBURGH, D.G. 2005. Arsenic in groundwater and the environment. In: *Essentials of Medical Geology*. O. Selilnus, B. Alloway, J.A. Centeno, R.B. Finkelman, R. Fuge, U. Lindh, P. Smedley (eds.). Amsterdam, **Elsevier**, p. 263-295.

SMOL, J.P. 2008. *Pollution of Lakes and Rivers: A Paleoenvironmental Perspective*. **Wiley-Blackwell Publishing**, Oxford. 383 p. (2ª edição.)

STREETER, S.S. 1963. *Foraminiferal distribution in the sediments of the Great Bahama Bank (Andros Lobe)*. 228 f. **Dissertation**, Columbia University, New York.

SCHULTZ, S. 2008. *Diversity, Distribution and Geochemistry of Benthic Foraminifera in Holocene Lagoons of Carbonate Platforms (Belize, Central America)*. 108 f. **Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften vorgelegt beim Fachbereich Geowissenschaften Goethe-Universität in Frankfurt**. Frankfurt.

SUGUIO, K. 2008. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 222 p

SUGUIO, K., 2003. **Geologia sedimentar**. 400 f. São Paulo, Edgar Blücher.

TANAKA, T.; ISHIKAWA, K. & OGATA, K. 1986. On the sequence homology of the ribosomal proteins, *Escherichia coli* S11, yeast rp59 and Chinese hamster S14. **FEBS Lett.** **202**(2): 295-7

TINOCO, I.M. 1858. *Foraminíferos Quaternários de Olinda, estado de Pernambuco*. 61 f. **Monografia**, Departamento Nacional de Divisão Mineral – Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro.

TINOCO, I.M. 1971. Distribuição dos foraminíferos na plataforma continental do Norte-Nordeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**. Rio de Janeiro, Vol. Liv.: 93-97p.

THOMAS, E.; GAPOTCHENKO, T.; VAREKAMP, J.C.; MECRAY, E.L. & BUCHHOLZ TEN BRINK, M.R. 2000. Benthic foraminifera and environmental changes in Long Island Sound. **Journal of Coastal Research**, **16**: 641-655.

UREY, H.C., 1947. The thermodynamic properties of isotopic substances. **Journal of the Chemical Society**, 562–581p.

UREY, H.C.; LOWENSTAM, H.A.; EPSTEIN, S.R. & MCKINNEY, C.R. 1951. Measurements of paleotemperatures and temperatures of the Upper Cretaceous of England, Denmark and the Southeastern United States. **Geological Society of America Bulletin**, **62**:399–416.

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

VANNUCCI, M. 1999. **Os manguezais e nós**. São Paulo, **EDUSP**, 233p.

VIEIRA, G.S. 2010. Decadência e expansão no litoral norte de Olinda (1654 – 1710). **Dissertação de Mestrado**. Recife, **UFPE/Programa Pós-Graduação em Arqueologia**, 139 p.

VILELA, C.G. 1995. Ecology of Quaternary benthic foraminiferal assemblages on the Amazon shelf, northern Brazil. **Geo-Marine Letters**, **15**: 199-203.

VILELA, C.G.; SANJINES, A.E.S.; GHISELLI JR, R.O.; MENDONÇA FILHO, J.G.; BAPTISTA NETO, J.A. & BARBOSA, C.F., 2003. Search for Bioindicators os pollution in the Guanabara Bay: Integrations of ecology patterns. **Anuário do Instituto de Geociências**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, **26**: 25-35.

VILELA, C.G.; BATISTA, D.S.; BAPTISTA-NETO, J.A.; CRAPEZ, M. & McALLISTER, J.J. 2004. Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niterói Harbor (Guanabara Bay), Rio de Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **76**(1): 161-171.

VILELA, C.G.; FIGUEIRA, B.O. & BAPTISTA-NETO, J.A. 2007. Ecology and paleoecology in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, during the last 6000 years based in benthic foraminifera assemblages variations. In: CARVALHO, I.S.; CASSAB, R.C.T.; SCHWANKE, C; CARVALHO, M.A.; FERNANDES, A.C.S.; RODRIGUES, M.A.C.; CARVALHO, M.S.S.; ARAI, M. & OLIVEIRA, M.E.Q (Eds.). ***Paleontologia: Cenários da Vida***, Editora Interciências, **2**:345-361.

VILELA, C.G.; FIGUEIRA, B.O.; MACEDO, M.C. & BAPTISTA NETO, J.A. 2014. Late Holocene evolution and increasing pollution in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, SE Brazil. ***Marine Pollution Bulletin***, **79**: 175 – 187

VILELA, C.G. & KOUTSOUKOS, E.A.M., 1992. Miliolina (Foraminiferida) em sedimentos recentes da foz z do Amazonas: uma resposta comportamental a um ambiente dinâmico. In: XXXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, São Paulo, *Anais...* Brasil, p. 92-93.

ZERFASS, G.S.A & ANDRAE, E.J. 2008. Foraminíferos e Bioestratigrafia: uma abordagem didática*. ***Terrae didática***, **3**(1):18-35. Disponível em <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>> Acesso em: 01 de janeiro de 2015.

WALLACE, R.J. & SCHAFERSMAN, S.D., 1977. Patch-reef ecology and sedimentology of Glovers Reef Atoll, Belize: *in* Frost, S.H., Weiss, M.P., and Saunders, J.B., eds., *Reefs and Related Carbonates: American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology*, **4**:37-53p.

WANTLAND, K. F. 1975. Distribution of Holocene benthonic foraminifera on the Belize shelf: *in* Wantland, K.F., and Pusey, W.C., III, eds., *Belize Shelf—Carbonate Sediments, Clastic Sediments, and Ecology: American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology*, **2**: 332-39p.

WARD, J.N.; POND, D.W. & MURRAY, J.W. 2003. Feeding of benthic foraminifera on diatoms and sewage-derived organic mater: an experimental application of lipid biomarker techniques. ***Marine Environmental Research***, **56**: 515-530p.

WEFER, G.; BERGER, W.H.; BIJMA, J. & FISCHER, G., 1999. Clues to Ocean History: a Brief Overview of Proxies. In: G. FISCHER, G. WEFER (Ed.); *Use of Proxies in Paleoceanography: Examples from the South Atlantic*. Berlin, ***Springer-Verlag***, 1-68p.

YAMANO, H.; KAYANNE, H.; MATSUDA, F. & TSUJI, Y., 2002. Lagoonal facies, ages, and sedimentation in three atolls in the Pacific. ***Marine Geology***, **185**:233-247.

YANKO, V.; KRONFELD, J. & FLEXER, A., 1994. Response of benthic foraminifera to various pollution sources: implications for pollution monitoring. ***Journal of Foraminiferal Research***, **4**(1): 1-17.

YANKO, V. & ARNOLD, A.J. & PARKER, W.C. 1999. **Effects of marine pollution on benthic foraminifera**. In: Sen Gupta, B.K. (ed), 217-235.

ESTAMPAS

ESTAMPA 1

Fig. 1. *Textularia conica* (d'Orbigny, 1839): vista lateral.

Fig. 2. *Cibicides pseundoungeriana* (Cushman, 1931): vista umbilical.

Fig. 3. *Spirillina vivipara* Ehrenberg, 1843: vista dorsal.

Fig. 4. *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny, 1839: vista lateral.

Fig. 5. *Bulimina marginata* d'Orbigny, 1826: vista lateral.

Fig. 6. *Ammonia* sp. Brönnich, 1772 : vista dorsal.

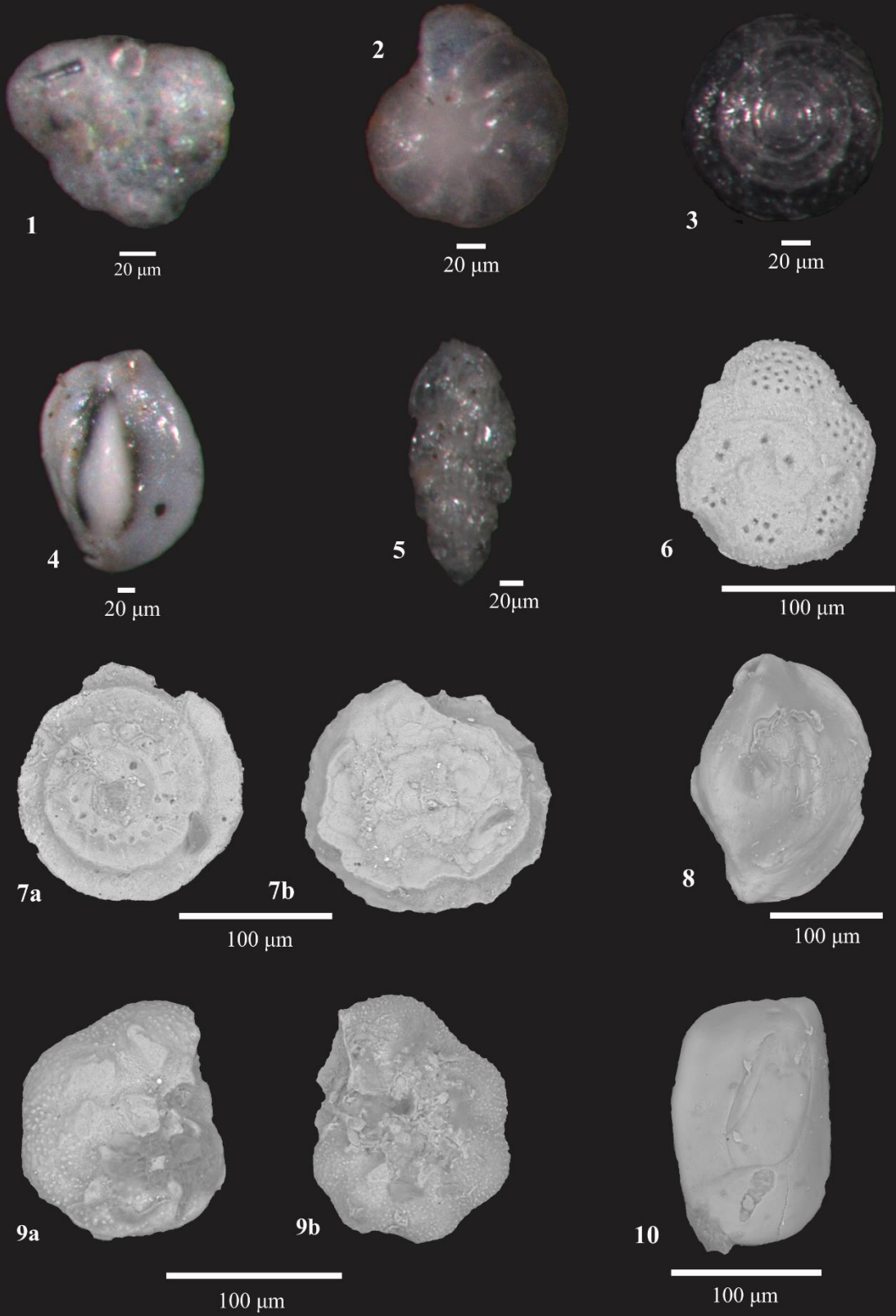
Fig. 7a-b. *Spirillina obconica* Brady, 1879: **a.** vista umbilical; **b.** vista dorsal.

Fig. 8. *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny: vista lateral.

Fig. 9a-b. *Ammonia tepida* (Cushman, 1926): **a.** vista dorsal; **b.** vista umbilical.

Fig. 10. *Pseudotriloculina* cf. *P. microdon* Reuss, 1850: vista lateral.

ESTAMPA 1



ESTAMPA 2

ESTAMPA 2

Fig. 1a-b. *Buliminella* sp. Cushman, 1911: **a.** vista lateral; **b.** vista apertural.

Fig. 2a-b. *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny, 1839: **a.** vista lateral; **b.** detalhe da região apertural.

Fig. 3a-b. *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny, 1839: **a.** vista lateral direita; **b.** vista lateral direita.

Fig. 4a-b. *Cibicides kullebergi* Parker, 1953: **a.** vista umbilical; **b.** vista dorsal.

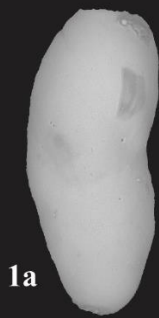
Fig. 5a-b. *Cassidulina subglobosa* Brady, 1881: **a.** vista umbilical; **b.** vista dorsal.

Fig. 6. *Discorbis* sp. Lamarck, 1804: vista umbilical.

Fig. 7a-b. *Discorbis floridana* Cushman, 1922 **a.** vista dorsal; **b.** vista umbilical.

Fig. 8. *Bolivina tortuosa* Brady, 1881: **a.** vista lateral apertural; **b.** vista lateral.

ESTAMPA 2



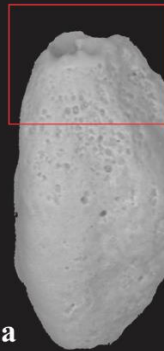
1a

100 µm



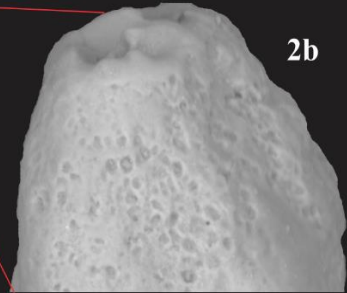
1b

50 µm



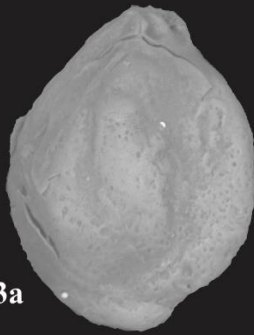
2a

100 µm



2b

50 µm



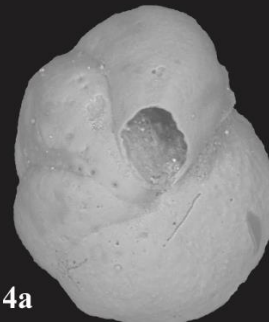
3a

100 µm



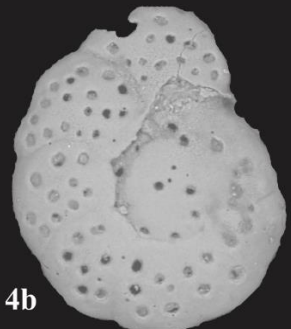
3b

100 µm



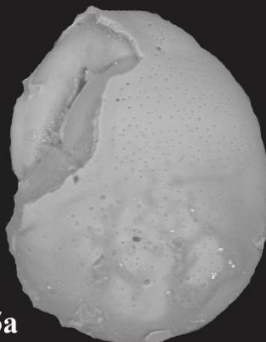
4a

100 µm



4b

100 µm



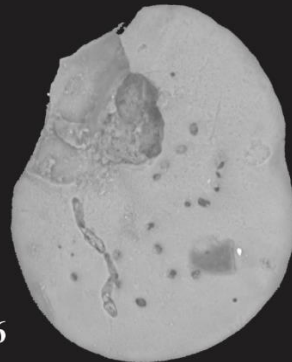
5a

100 µm



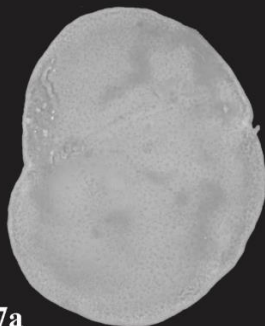
5b

200 µm



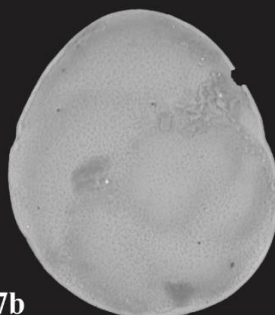
6

100 µm



7a

100 µm



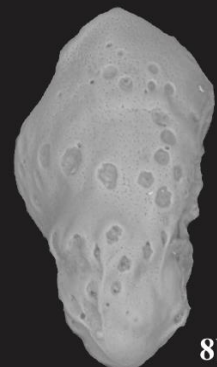
7b

100 µm



8a

100 µm



8b

100 µm

ANEXOS

Anexo a. Índice Alfabético de Espécies

Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839)

Ammonia spp. Brönnich, 1772

Ammonia tepida (Cushman, 1926)

Amphistegina radiata (Fichtel & Moll, 1798)

Amphistegina sp. d'Orbigny, 1826

Articulina articuloides Gerke & Issaeva, 1952

Articulina multilocularis Brady, Parker & Jones, 1888

Articulina pacifica Cushman, 1944

Articulina spp. d'Orbigny, 1826

Bolivina cf. *B. crenulata* Loetterle, 1937

Bolivina cf. *B. rhomboidales* Millett, 1899

Bolivina hastata Phleger & Parker, 1951

Bolivina lowmani (Phleger and Parker, 1951)

Bolivina marginata (Cushman, 1930)

Bolivina minima Phleger & Parker, 1951

Bolivina pulchella (d'Orbigny, 1839)

Bolivina robusta Brady, 1881

Bolivina simplex Phleger & Parker, 1951

Bolivina sphaatulata (Williamson, 1858)

Bolivina spp. d'Orbigny, 1839

Bolivina striatula Cushman, 1936

Bolivina subaenariensis Cushman, 1922

Bolivina tortuosa Brady, 1881

Bolivina translucens Phleger & Parker, 1951

Bolivina variabilis (Williamson, 1858)

Bulimina marginata d'Orbigny, 1826
Buliminella paralela Cushman et Parker, 1952
Buliminella spp. Cushman, 1911
Cassidulina crassa d'Orbigny, 1839
Cassidulina subglobosa Brady, 1881
Cibicides kullenbergi Parker, 1953
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob, 1798)
Cibicides pseundogeriana (Cushman, 1931)
Cibicides spp. Montford, 1808
Cornuspira cf. *C. carinata* (Costa, 1856)
Cornuspira involvens (Reuss, 1850)
Cornuspira planorbis Schultze, 1853
Criboelphidium sp. Cushman & Brönnimann, 1948
Cycloforina contorta (d'Orbigny, 1839)
Cycloforina lachesis (Karrer, 1868)
Cycloforina spp. Luczkowska, 1972
Cycloforina suturata (Smigielska, 1957)
Discorbis assulata Cushman, 1933
Discorbis bertheloti (d'Orbigny, 1839)
Discorbis candeiana Cushman & Ponton, 1932
Discorbis floridana Cushman, 1922
Discorbis mira Cushman, 1922
Discorbis nitida (Williamson, 1858)
Discorbis orbicularis (Terquem, 1875)
Discorbis parisienses (d'Orbigny, 1826)
Discorbis pustulata (Heron-Allen & Earland, 1913)
Discorbis spp. Lamarck, 1804

Discorbis stachi (Asano, 1951)
Discorbis valvulata (d'Orbigny, 1839)
Discorbis williamsoni Chapman & Parr, 193
Elphidium articulatum (d'Orbigny, 1839)
Elphidium bartletti Cushman, 1933
Elphidium lindoensi Cushman, 1936
Elphidium tumidum Natland, 1938
Elphidium poeyanum (d'Orbigny, 1826)
Elphidium spp. Montfort, 1808
Elphidium strattoni (Applin, Ellisor, Kniker, 1925)
Elphidium translucens Natland, 1938
Eponides exigua (Brady, 1884)
Eponides frigida (Cushman, 1922)
Eponides sp. Montfort, 1808
Eponides tumidulus (Brady, 1884)
Fissurina cf. *F. marginata* (Montagu, 1803)
Fissurina sp. Reuss, 1850
Fursenkoina sp. Loeblich & Tappan, 1961
Gaudryina sp. d'orbigny, 1839
Gumbelina sp. Egger, 1899
Haynesina germanica (Ehrenberg, 1840)
Loxostomum truncatum Phleger & Parker, 1951
Massilina sp. Schlumberger, 1893
Miliolinella labiosa (d'Orbigny, 1839)
Miliolinella spp. Wiesner, 1931
Miliolinella suborbicularis (d'Orbigny, 1839)
Miliolinella subrotunda (Montagu, 1803)

- Nonion affine* (Reuss, 1851)
- Nonion chapapotense* Cole, 1928
- Nonion depressulum* (Walker & Jacob, 1798)
- Nonion dingdeni* Cushman, 1936
- Nonion dollfuri* Cushman, 1936
- Nonion galeatum* Cushman, 1934
- Nonion granosum* (d'Orbigny, 1846)
- Nonion hummelincki* Pijpers, 1939
- Nonion ibericum* (Cushman, 1936)
- Nonion lamarcki* (D'orbigny, 1826)
- Nonion montereyanum* Cushman and Galliher, 1934
- Nonion nicobarense* Cushman, 1936
- Nonion orbicularis* (Brady, 1881)
- Nonion pizzarrense* (Cushman & Plainpell, 1934)
- Nonion* spp. Montfort, 1808
- Nonion tuberculatum* (D'orbigny, 1846)
- Nonionella chiliensis* Cushman and Kellett, 1932
- Nonionella cretacea* Cushman, 1936
- Nonionella frankei* Cushman, 1936
- Nonionella hantkeni* Cushman, 1931
- Nonionella reussana* Cushman, 1939
- Nonionella robusta* (Plumer, 1931)
- Nonionella* sp. Cushman, 1926
- Parafissurina lateralis* (Cushman, 1913)
- Pararotalia cananeaensis* Debenay, Duleba, Bonerri de Melo e Souza & Eichler, 2001
- Patellina corrugata* Williamson, 1858

Patellina sp. Williamson, 1858
Peneroplis sp. de Montfort, 1808
Pseudononion sp. Asano, 1936
Pseudotriloculina cf. *P. microdon* Reuss, 1850
Quinqueloculina angulata (Williamson, 1858)
Quinqueloculina atlantica (Boltovskoy, 1957)
Quinqueloculina bosci d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina bradyana Cushman, 1917
Quinqueloculina candeiana d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina carinastriata (Wiesner, 1923)
Quinqueloculina cf. *Q. regularis* Reuss, 1850
Quinqueloculina contorta d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina costata d'Orbigny, 1878
Quinqueloculina crassa d'Orbigny, 1850
Quinqueloculina intricata Terquem, 1878
Quinqueloculina lamarckiana d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina leavigata d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina miletti (Wiesner, 1912)
Quinqueloculina oblonga (Montagu, 1803)
Quinqueloculina poeyana d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina polygona d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)
Quinqueloculina seminulum (Linnaeus, 1758)
Quinqueloculina spp. (D'Orbigny, 1826)
Quinqueloculina tricarinata d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina venusta Karrer, 1868
Rectobolivina euzebioi Tinoco, 1958

Rectobolivina sp. Cushman, 1927
Reussela spinulosa (Reuss, 1850)
Rosalina globularis (d'Orbigny, 1826)
Rosalina spp. d'Orbigny, 1826
Sigmoilina sp. Schlumberger, 1887
Siphonina pulchra Cushman, 1919
Siphonina reticulara (Czjzek, 1884)
Siphonina sp. Reuss, 1850
Siphonina tubulosa Cushman, 1924
Sorites marginalis (Lamarck, 1816)
Spirillina lataseptata (Terquem, 1875)
Spirillina limbata Brady, 1884
Spirillina obconica Brady, 1879
Spirillina spp. Ehrenberg, 1843
Spirillina vivipara Ehrenberg, 1843
Spiroloculina ornata d'Orbigny, 1839
Spiroloculina spp. d'Orbigny, 1826
Textularia candeiana d'Orbigny, 1839
Textularia conica (d'Orbigny, 1839)
Textularia gramen d'Orbigny, 1846
Textularia spp. DeFrance, 1824
Triloculina cf. *T. tricarinata* d'Orbigny, 1826
Triloculinella sp. Riccio, 1950
Triloculina linneiana d'Orbigny, 1839
Uvigerina auferiana d'Orbigny, 1839
Uvigerina atwilli Cushman and Simonson, 1944
Uvigerina cf. *U. canariensis* Heron-Allen & Earland, 1924

Uvigerina spp. d'Orbigny, 1826

Anexo b. Número de amostras em que cada espécie ocorreu; abundância absoluta (AA).

Espécies	RT 01	RT03	RT05	RT07	RT09	RT11	RT13	RT15	RT17	RT19	RT21	RT23	RT25	RT27	RT29
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	4	6	5	4	5	6	8	10	16	2	3	15	15	25	10
<i>Ammonia</i> sp.	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammonia</i> spp.	5	0	0	0	0	0	2	0	5	0	6	4	2	5	3
<i>Ammonia tepida</i>	14	2	6	1	6	3	3	4	8	2	4	6	5	8	7
<i>Amphistegina radiata</i>	3	2	2	3	2	2	4	0	5	2	2	4	5	6	1
<i>Amphistegina</i> sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Articulina articuloides</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Articulina multilocularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Articulina pacifica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Articulina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Articulina</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Bolivina</i> cf. <i>B. crenulata</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Bolivina</i> cf. <i>B. rhomboidales</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina hastata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bolivina lowmani</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bolivina marginata</i>	1	0	2	2	0	2	0	3	0	0	0	0	0	1	0
<i>Bolivina minima</i>	3	0	0	1	0	1	3	0	3	0	0	0	2	0	0
<i>Bolivina pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Bolivina robusta</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina simplex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Bolivina</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

<i>Bolivina</i> sp.1	0	0	3	0	2	0	2	1	3	0	0	0	0	0	2
<i>Bolivina</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina</i> <i>spathulata</i>	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina</i> spp.	0	6	0	3	3	0	2	0	3	3	3	0	4	6	6
<i>Bolivina</i> <i>striatula</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	4
<i>Bolivina</i> <i>subaenariensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bolivina</i> <i>tortuosa</i>	1	5	1	1	4	4	3	1	3	4	0	0	1	6	3
<i>Bolivina</i> <i>translucens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Bolivina</i> <i>variabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Bulimina</i> <i>marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Buliminella</i> <i>paralela</i>	0	1	0	1	2	1	0	2	4	0	1	2	4	1	0
<i>Buliminella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Buliminella</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cassidulina</i> <i>crassa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0
<i>Cassidulina</i> <i>subglobosa</i>	0	0	0	0	2	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1
<i>Cibicides</i> <i>kullenbergi</i>	1	1	4	1	0	4	6	4	6	2	0	5	2	11	4
<i>Cibicides</i> <i>lobatulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cibicides</i> <i>pseudogeriana</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	5	5	3
<i>Cibicides</i> sp.	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
<i>Cibicides</i> sp.1	3	0	0	2	0	1	1	2	1	0	0	1	0	1	0
<i>Cibicides</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cibicides</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cibicides</i> sp.4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cornuspira</i> cf. <i>C. carinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cornuspira</i> <i>involvens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
<i>Cornuspira</i> <i>planorbis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Criboelphidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

<i>Cycloforina contorta</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cycloforina lachesis</i>	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cycloforina</i> sp.	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0
<i>Cycloforina</i> sp.1	2	0	2	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Cycloforina suturata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
<i>Discorbis assulata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Discorbis bertheloti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Discorbis candeiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1
<i>Discorbis floridana</i>	5	6	2	2	0	3	4	0	14	2	0	12	11	23	15
<i>Discorbis mira</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Discorbis nitida</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1
<i>Discorbis orbicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	0	1
<i>Discorbis parisiensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Discorbis pustulata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Discorbis</i> sp.	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Discorbis</i> sp.1	4	9	2	4	0	2	0	0	2	0	0	0	0	3	2
<i>Discorbis</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Discorbis</i> spp.	0	0	0	4	2	0	3	5	9	4	0	5	9	2	12
<i>Discorbis stachi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Discorbis valvulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Discorbis williamsoni</i>	1	0	0	2	0	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1
<i>Elphidium articulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Elphidium bartletti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Elphidium lindoensi</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium poeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Elphidium</i> sp.	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Elphidium</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Elphidium</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0

<i>Nonion granosum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3	2	2
<i>Nonion hummelincki</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Nonion ibericum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonion lamarcki</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Nonion montereyanum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Nonion nicobarense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Nonion orbicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Nonion pizzarense</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Nonion</i> sp.	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Nonion</i> sp.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Nonion</i> spp.	2	0	0	0	0	3	0	0	0	4	4	5	5	8	3
<i>Nonion tuberculatum</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonionella chillensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonionella cretacea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Nonionella frankei</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonionella hantkeni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Nonionella reussana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Nonionella robusta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonionella</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parafissurina lateralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pararotalia cananeaensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Patellina corrugata</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Patellina</i> sp.	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peneroplis</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudononion</i> sp.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudotriloculina</i> cf. <i>P. microdon</i>	0	4	7	1	1	11	7	8	11	7	7	12	9	10	4
<i>Quinqueloculina angulata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0

<i>Quinqueloculina atlantica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0
<i>Quinqueloculina boschiana</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	0
<i>Quinqueloculina bradyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	5	0
<i>Quinqueloculina candeiana</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Quinqueloculina carinatastriata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Quinqueloculina cf. Q. regularis</i>	1	2	1	5	0	0	1	4	0	7	4	14	8	7	3
<i>Quinqueloculina contorta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina costata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	1
<i>Quinqueloculina crassa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina intricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	1	4	2	2	4	4	6	5	10	3	10	8	6	12	4
<i>Quinqueloculina leavigata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
<i>Quinqueloculina miletii</i>	0	0	0	0	0	1	3	4	2	0	0	0	4	0	0
<i>Quinqueloculina oblonga</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Quinqueloculina poligona</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Quinqueloculina seminula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	1	1	2	0	0	1	1	2	2	0	2	7	2	2	3
<i>Quinqueloculina sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Quinqueloculina sp.1</i>	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3	1
<i>Quinqueloculina sp.2</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1
<i>Quinqueloculina sp.3</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	1	1	3	1
<i>Quinqueloculina sp.4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	5	1
<i>Quinqueloculina sp.5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1
<i>Quinqueloculina spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	11	13	20	1
<i>Quinqueloculina tricarinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Quinqueloculina venusta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1

<i>Rectobolivina euzebioi</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rectobolivina</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Reussela spinulosa</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina globularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2
<i>Rosalina</i> sp.	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Rosalina</i> sp.1	2	4	2	0	0	0	3	1	4	0	2	7	0	11	2
<i>Rosalina</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Rotalia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sigmoilina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Siphonina pulchra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Siphonina reticulara</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Siphonina</i> sp.	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Siphonina tubulosa</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sorites marginalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Spirillina lataseptata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Spirillina limbata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Spirillina obconica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Spirillina</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
<i>Spirillina</i> sp.1	0	0	0	2	0	0	2	2	1	0	0	0	1	0	1
<i>Spirillina vivipara</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	0
<i>Spiroloculina ornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Spiroloculina</i> sp.	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Spiroloculina</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Textularia candeiana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia conica</i>	0	1	0	1	0	1	1	2	1	1	0	1	1	0	2
<i>Textularia gramen</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia</i> sp.	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
<i>Textularia</i> sp.1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

<i>Textularia</i> sp.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Textularia</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triloculina</i> cf. <i>T. tricarinata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triloculinella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Triloculina linneiana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uvigerina auberiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>Uvigerina atwilli</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uvigerina</i> cf. <i>U. canariensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uvigerina</i> sp.	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
<i>Uvigerina</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>Wiesnerella auriculata</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	3	0
Indeterminados	24	25	34	34	26	28	31	26	101	23	27	48	53	119	52

Anexo c. Número de amostras em que cada espécie ocorreu; abundância relativa (%).

Espécies	RT01	RT03	RT05	RT07	RT09	RT11	RT13	RT15	RT17	RT19	RT21	RT23	RT25	RT27	RT29
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	4,04	6,00	5,26	3,54	6,58	5,41	5,97	9,52	5,33	2,35	2,56	6,55	6,64	6,39	4,74
<i>Ammonia</i> sp.	-	1,00	1,05	-	-	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammonia</i> spp.	5,05	-	-	-	-	-	1,49	-	1,67	-	5,13	1,75	0,88	1,28	1,42
<i>Ammonia tepida</i>	14,14	2,00	6,32	0,88	7,89	2,70	2,24	3,81	2,67	2,35	3,42	2,62	2,21	2,05	3,32
<i>Amphistegina radiata</i>	3,03	2,00	2,11	2,65	2,63	1,80	2,99	-	1,67	2,35	1,71	1,75	2,21	1,53	0,47
<i>Amphistegina</i> sp.	1,01	-	-	0,88	-	-	-	-	-	1,18	-	0,44	-	-	-
<i>Articulina articuloides</i>	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Articulina multilocularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	-	-
<i>Articulina pacifica</i>	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,85	-	0,44	-	-
<i>Articulina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	0,44	0,26	0,47
<i>Articulina</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	0,26	-
<i>Bolivina</i> cf. <i>B. crenulata</i>	-	-	-	-	-	0,90	0,75	-	-	-	-	-	-	0,51	-
<i>Bolivina</i> cf. <i>B. rhomboidales</i>	-	-	-	-	-	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bolivina hastata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	-	-
<i>Bolivina lowmani</i>	-	-	-	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	-	-
<i>Bolivina marginata</i>	1,01	-	2,11	1,77	-	1,80	-	2,86	-	-	-	-	-	0,26	-
<i>Bolivina minima</i>	3,03	-	-	0,88	-	0,90	2,24	-	1,00	-	-	-	0,88	-	-
<i>Bolivina pulchella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	-	0,95
<i>Bolivina robusta</i>	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bolivina simplex</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95
<i>Bolivina</i> sp.	-	-	-	-	-	0,90	-	0,95	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bolivina</i> sp.1	-	-	3,16	-	2,63	-	1,49	0,95	1,00	-	-	-	-	-	0,95
<i>Bolivina</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	1,49	-	0,67	-	-	-	-	-	-

<i>Bolivina</i> sp.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bolivina</i> <i>spatulata</i>	0,00	0,00	1,05	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bolivina</i> spp.	0,00	6,00	0,00	2,65	3,95	0,00	1,49	0,00	1,00	3,53	2,56	0,00	1,77	1,53	2,84
<i>Bolivina</i> <i>striatula</i>	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	1,90
<i>Bolivina</i> <i>subaenariensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
<i>Bolivina</i> <i>tortuosa</i>	1,01	5,00	1,05	0,88	5,26	3,60	2,24	0,95	1,00	4,71	0,00	0,00	0,44	1,53	1,42
<i>Bolivina</i> <i>translucens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Bolivina</i> <i>variabilis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Bulimina</i> <i>marginata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,47
<i>Buliminella</i> <i>paralela</i>	0,00	1,00	0,00	0,88	2,63	0,90	0,00	1,90	1,33	0,00	0,85	0,87	1,77	0,26	0,00
<i>Buliminella</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,47
<i>Buliminella</i> sp.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Cassidulina</i> <i>crassa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	1,02	0,00
<i>Cassidulina</i> <i>subglobosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	0,00	0,75	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Cibicides</i> <i>kullenbergi</i>	1,01	1,00	4,21	0,88	0,00	3,60	4,48	3,81	2,00	2,35	0,00	2,18	0,88	2,81	1,90
<i>Cibicides</i> <i>lobatulus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Cibicides</i> <i>pseudogeriana</i>	0,00	1,00	1,05	0,00	0,00	0,90	0,75	0,00	0,33	0,00	0,85	0,00	2,21	1,28	1,42
<i>Cibicides</i> sp.	0,00	1,00	1,05	0,00	1,32	0,90	0,75	0,00	0,33	1,18	0,85	0,44	0,00	0,26	0,47
<i>Cibicides</i> sp.1	3,03	0,00	0,00	1,77	0,00	0,90	0,75	1,90	0,33	0,00	0,00	0,44	0,00	0,26	0,00
<i>Cibicides</i> sp.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Cibicides</i> sp.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Cibicides</i> sp.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cornuspira</i> cf. <i>C. carinata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Cornuspira</i> <i>involvens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	1,31	0,00	0,00	0,00
<i>Cornuspira</i> <i>planorbis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Criboelphidium</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cycloforina</i> <i>contorta</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cycloforina</i> <i>lachesis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

<i>Elphidium tumidum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Eponides exigua</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
<i>Eponides frigida</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Eponides</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
<i>Eponides tumidulus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Fissurina</i> cf. <i>F. marginata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Fissurina</i> sp.	0,00	1,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Fursenkoina</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Gaudryina</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gumbelina</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95
<i>Haynesina germanica</i>	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juvenil	1,01	0,00	0,00	0,88	0,00	0,90	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,44	0,44	0,26	0,47
<i>Loxostomum truncatum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
<i>Massilina</i> sp.	0,00	0,00	0,00	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Miliolinella labiosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	1,33	0,26	0,00
<i>Miliolinella</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,95	0,00	1,18	0,00	0,44	0,00	0,26	0,47
<i>Miliolinella</i> sp.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	1,71	0,44	0,00	0,26	0,00
<i>Miliolinella</i> sp.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,26	0,00
<i>Miliolinella suborbicularis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Miliolinella subrotunda</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Nonion affine</i>	0,00	0,00	1,05	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
<i>Nonion chapapotense</i>	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion depressulum</i>	0,00	1,00	0,00	0,88	0,00	0,90	2,24	0,00	2,00	2,35	0,00	1,75	0,00	0,51	1,42
<i>Nonion dinadeni</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion dollfuri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion galeatum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion granosum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	1,33	0,51	0,95
<i>Nonion hummelincki</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00

<i>Nonion ibericum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion lamarcki</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
<i>Nonion montereyanum</i>	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Nonion nicobarense</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion orbicularis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion pizzarrense</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion</i> sp.	0,00	1,00	0,00	0,88	1,32	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonion</i> sp.1	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,51	0,00
<i>Nonion</i> spp.	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	0,00	4,71	3,42	2,18	2,21	2,05	1,42
<i>Nonion tuberculatum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonionella chillensis</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonionella cretacea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
<i>Nonionella frankei</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonionella hantkeni</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,47
<i>Nonionella reussana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,47
<i>Nonionella robusta</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nonionella</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parafissurina lateralis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
<i>Pararotalia cananeiaensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Patellina corrugata</i>	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Patellina</i> sp.	1,01	0,00	1,05	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Peneroplis</i> sp.	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pseudononion</i> sp.	0,00	1,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pseudotriloculina</i> cf. <i>P. microdon</i>	0,00	4,00	7,37	0,88	1,32	9,91	5,22	7,62	3,67	8,24	5,98	5,24	3,98	2,56	1,90
<i>Quinqueloculina angulata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,88	0,26	0,00
<i>Quinqueloculina atlantica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00
<i>Quinqueloculina bosciana</i>	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,44	1,02	0,00

<i>Quinqueloculina bradyana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,85	0,44	0,00	1,28	0,00
<i>Quinqueloculina candeiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Quinqueloculina carinatastriata</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Quinqueloculina</i> cf. <i>Q. regularis</i>	1,01	2,00	1,05	4,42	0,00	0,00	0,75	3,81	0,00	8,24	3,42	6,11	3,54	1,79	1,42
<i>Quinqueloculina contorta</i>	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Quinqueloculina costata</i>	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,44	0,44	0,77	0,47
<i>Quinqueloculina crassa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Quinqueloculina intricata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	1,01	4,00	2,11	1,77	5,26	3,60	4,48	4,76	3,33	3,53	8,55	3,49	2,65	3,07	1,90
<i>Quinqueloculina leavigata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00
<i>Quinqueloculina miletti</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	2,24	3,81	0,67	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00
<i>Quinqueloculina oblonga</i>	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	2,02	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,26	0,47
<i>Quinqueloculina poligona</i>	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,26	0,00
<i>Quinqueloculina seminula</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	1,01	1,00	2,11	0,00	0,00	0,90	0,75	1,90	0,67	0,00	1,71	3,06	0,88	0,51	1,42
<i>Quinqueloculina</i> sp.	1,01	1,00	1,05	0,88	1,32	0,90	0,75	0,95	0,33	1,18	0,85	0,44	0,44	0,26	0,47
<i>Quinqueloculina</i> sp.1	0,00	1,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,75	0,95	0,33	1,18	0,85	0,44	0,44	0,77	0,47
<i>Quinqueloculina</i> sp.2	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,33	1,18	0,85	0,44	0,44	0,51	0,47
<i>Quinqueloculina</i> sp.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	1,00	1,18	0,85	0,44	0,44	0,77	0,47
<i>Quinqueloculina</i> sp.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	1,18	0,85	0,87	0,44	1,28	0,47
<i>Quinqueloculina</i> sp.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,44	0,44	0,26	0,47
<i>Quinqueloculina</i> spp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	4,80	5,75	5,12	0,47
<i>Quinqueloculina tricarinata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Quinqueloculina venusta</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,44	0,44	0,51	0,47

<i>Rectobolivina euzebioi</i>	1,01	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rectobolivina</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Reussella spinulosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rosalina globularis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,95
<i>Rosalina</i> sp.	1,01	0,00	0,00	0,88	1,32	0,90	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,44	0,44	0,26	0,00
<i>Rosalina</i> sp.1	2,02	4,00	2,11	0,00	0,00	0,00	2,24	0,95	1,33	0,00	1,71	3,06	0,00	2,81	0,95
<i>Rosalina</i> sp.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,16
<i>Rotalia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Sigmoilina</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Siphonina pulchra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
<i>Siphonina reticulara</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,44	0,26	0,00
<i>Siphonina</i> sp.	1,01	1,00	0,00	0,88	1,32	0,00	0,75	0,00	0,33	0,00	0,00	0,44	0,44	0,00	0,00
<i>Siphonina tubulosa</i>	1,01	1,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sorites marginalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Spirillina lataseptata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00
<i>Spirillina limbata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Spirillina obconica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
<i>Spirillina</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	0,95	0,33	0,00	0,85	0,44	0,44	0,00	0,47
<i>Spirillina</i> sp.1	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	1,49	1,90	0,33	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,47
<i>Spirillina vivipara</i>	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,26	0,00
<i>Spiroloculina ornata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Spiroloculina</i> sp.	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,75	0,95	0,33	0,00	0,85	0,00	0,44	0,26	0,47
<i>Spiroloculina</i> sp.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,26	0,47
<i>Textularia candeiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Textularia conica</i>	0,00	1,00	0,00	0,88	0,00	0,90	0,75	1,90	0,33	1,18	0,00	0,44	0,44	0,00	0,95
<i>Textularia gramen</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Textularia</i> sp.	1,01	1,00	0,00	0,88	1,32	0,90	0,00	0,00	0,33	0,00	0,85	0,44	0,44	0,00	0,47
<i>Textularia</i> sp.1	1,01	0,00	2,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,47

<i>Textularia</i> sp.2	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,47
<i>Textularia</i> sp.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Triloculina</i> cf. <i>T. tricarinata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Triloculinella</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Trilocullina linneiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Uvigerina auberiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,47
<i>Uvigerina atwilli</i>	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Uvigerina</i> cf. <i>U. canariensis</i>	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Uvigerina</i> sp.	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,44	0,44	0,26	0,26	0,47
<i>Uvigerina</i> sp.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Wiesnerella auriculata</i>	0,00	1,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,77	0,77	0,00
Indeterminados	24,24	25,00	35,79	30,09	34,21	25,23	23,13	24,76	33,67	27,06	23,08	20,96	23,45	30,43	30,43	24,64

Anexo d. Número de amostras em que cada espécie ocorreu; frequência de ocorrência (FO).

Espécies	Nº Amostras	FO (%)
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	15	100
<i>Ammonia</i> sp.	3	20
<i>Ammonia</i> spp.	8	53,33
<i>Ammonia tepida</i>	15	100
<i>Amphistegina radiata</i>	14	93,33
<i>Amphistegina</i> sp.	4	2,67
<i>Articulina articuloides</i>	1	6,67
<i>Articulina multilocularis</i>	1	6,67
<i>Articulina pacifica</i>	3	20
<i>Articulina</i> sp.	4	26,67
<i>Articulina</i> sp.1	2	13,33
<i>Bolivina</i> cf. <i>B. crenulata</i>	3	20
<i>Bolivina</i> cf. <i>B. rhomboidales</i>	1	6,67
<i>Bolivina hastata</i>	1	6,67
<i>Bolivina lowmani</i>	2	13,33
<i>Bolivina marginata</i>	6	40
<i>Bolivina minima</i>	6	40
<i>Bolivina pulchella</i>	2	13,33
<i>Bolivina robusta</i>	1	6,67
<i>Bolivina simplex</i>	1	6,67
<i>Bolivina</i> sp.	2	13,33
<i>Bolivina</i> sp.1	6	40
<i>Bolivina</i> sp.2	2	13,33
<i>Bolivina</i> sp.3	1	6,67
<i>Bolivina spathulata</i>	2	13,33
<i>Bolivina</i> spp.	10	66,67
<i>Bolivina striatula</i>	4	26,67
<i>Bolivina subaenariensis</i>	1	6,67
<i>Bolivina tortuosa</i>	13	86,67
<i>Bolivina translucens</i>	1	6,67
<i>Bolivina variabilis</i>	1	6,67
<i>Bulimina marginata</i>	2	13,33
<i>Buliminella paralela</i>	10	66,67
<i>Buliminella</i> sp.	2	13,33
<i>Buliminella</i> sp.1	1	6,67
<i>Cassidulina crassa</i>	2	13,33
<i>Cassidulina subglobosa</i>	4	26,67
<i>Cibicides kullenbergi</i>	13	86,67
<i>Cibicides lobatulus</i>	1	6,67

<i>Cibicides pseudogeriana</i>	9	60
<i>Cibicides</i> sp.	11	73,33
<i>Cibicides</i> sp.1	8	53,33
<i>Cibicides</i> sp.2	2	13,33
<i>Cibicides</i> sp.3	2	13,33
<i>Cibicides</i> sp.4	1	6,67
<i>Cornuspira</i> cf. <i>C. carinata</i>	1	6,67
<i>Cornuspira involvens</i>	2	13,33
<i>Cornuspira planorbis</i>	1	6,67
<i>Criboelphidium</i> sp.	1	6,67
<i>Cycloforina contorta</i>	2	13,33
<i>Cycloforina lachesis</i>	2	13,33
<i>Cycloforina</i> sp.	8	53,33
<i>Cycloforina</i> sp.1	5	33,33
<i>Cycloforina suturata</i>	2	13,33
<i>Discorbis assulata</i>	1	6,67
<i>Discorbis bertheloti</i>	2	13,33
<i>Discorbis candeiana</i>	3	20
<i>Discorbis floridana</i>	12	80
<i>Discorbis mira</i>	1	6,67
<i>Discorbis nitida</i>	5	33,33
<i>Discorbis orbicularis</i>	3	20
<i>Discorbis parisiensis</i>	1	6,67
<i>Discorbis pustulata</i>	2	13,33
<i>Discorbis</i> sp.	2	33,33
<i>Discorbis</i> sp.1	8	53,33
<i>Discorbis</i> sp.2	1	6,67
<i>Discorbis</i> spp.	10	66,67
<i>Discorbis stachi</i>	2	13,33
<i>Discorbis valvulata</i>	1	6,67
<i>Discorbis williamsoni</i>	12	80
<i>Elphidium articulatum</i>	2	13,33
<i>Elphidium bartletti</i>	1	6,67
<i>Elphidium lindoensi</i>	1	6,67
<i>Elphidium poeyanum</i>	1	6,67
<i>Elphidium</i> sp.	10	66,67
<i>Elphidium</i> sp.1	3	20
<i>Elphidium</i> sp.2	2	13,33
<i>Elphidium strattoni</i>	1	6,67
<i>Elphidium translucens</i>	1	6,67
<i>Elphidium tumidum</i>	1	6,67
<i>Eponides exigua</i>	1	6,67
<i>Eponides frigida</i>	1	6,67
<i>Eponides</i> sp.	2	13,33
<i>Eponides tumidulus</i>	1	6,67
<i>Fissurina</i> cf. <i>F. marginata</i>	1	6,67

<i>Fissurina</i> sp.	4	26,67
<i>Fursenkoina</i> sp.	1	6,67
<i>Gaudryina</i> sp.	1	6,67
<i>Gumbelina</i> sp.	1	6,67
<i>Haynesina germanica</i>	2	13,33
Juvenil	8	53,33
<i>Loxostomum truncatum</i>	1	6,67
<i>Massilina</i> sp.	3	20
<i>Miliolinella labiosa</i>	3	20
<i>Miliolinella</i> sp.	6	40
<i>Miliolinella</i> sp.1	4	26,67
<i>Miliolinella</i> sp.2	2	13,33
<i>Miliolinella suborbicularis</i>	2	13,33
<i>Miliolinella subrotunda</i>	2	13,33
<i>Nonion affine</i>	3	20
<i>Nonion chapapotense</i>	1	6,67
<i>Nonion depressulum</i>	9	60
<i>Nonion dinadeni</i>	1	6,67
<i>Nonion dollfuri</i>	1	6,67
<i>Nonion galeatum</i>	1	6,67
<i>Nonion granosum</i>	5	33,33
<i>Nonion hummelincki</i>	2	13,33
<i>Nonion ibericum</i>	1	6,67
<i>Nonion lamarcki</i>	1	6,67
<i>Nonion montereyanum</i>	2	13,33
<i>Nonion nicobarense</i>	1	6,67
<i>Nonion orbicularis</i>	1	6,67
<i>Nonion pizarrense</i>	1	6,67
<i>Nonion</i> sp.	4	26,67
<i>Nonion</i> sp.1	3	20
<i>Nonion</i> spp.	8	53,33
<i>Nonion tuberculatum</i>	2	13,33
<i>Nonionella chillensis</i>	1	6,67
<i>Nonionella cretacea</i>	2	13,33
<i>Nonionella frankei</i>	1	6,67
<i>Nonionella hantkeni</i>	2	13,33
<i>Nonionella reussana</i>	2	13,33
<i>Nonionella robusta</i>	1	6,67
<i>Nonionella</i> sp.	2	13,33
<i>Parafissurina lateralis</i>	1	6,67
<i>Pararotalia cananeaensis</i>	1	6,67
<i>Patellina corrugata</i>	4	26,67
<i>Patellina</i> sp.	3	20
<i>Peneroplis</i> sp.	1	6,67
<i>Pseudononion</i> sp.	2	13,33
<i>Pseudotriloculina</i> cf. <i>P. microdon</i>	14	93,33

<i>Quinqueloculina angulata</i>	4	26,67
<i>Quinqueloculina atlantica</i>	2	13,33
<i>Quinqueloculina bosciana</i>	4	26,67
<i>Quinqueloculina bradyana</i>	4	26,67
<i>Quinqueloculina candeiana</i>	2	13,33
<i>Quinqueloculina carinatastriata</i>	2	13,33
<i>Quinqueloculina</i> cf. <i>Q. regularis</i>	12	80
<i>Quinqueloculina contorta</i>	1	6,67
<i>Quinqueloculina costata</i>	6	40
<i>Quinqueloculina crassa</i>	1	6,67
<i>Quinqueloculina intricata</i>	1	6,67
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	15	100
<i>Quinqueloculina leavigata</i>	2	13,33
<i>Quinqueloculina miletti</i>	5	33,33
<i>Quinqueloculina oblonga</i>	1	6,67
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	5	33,33
<i>Quinqueloculina poligona</i>	3	20
<i>Quinqueloculina seminula</i>	1	6,67
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	12	80
<i>Quinqueloculina</i> sp.	15	100
<i>Quinqueloculina</i> sp.1	11	73,33
<i>Quinqueloculina</i> sp.2	9	60
<i>Quinqueloculina</i> sp.3	8	53,33
<i>Quinqueloculina</i> sp.4	7	46,67
<i>Quinqueloculina</i> sp.5	5	33,33
<i>Quinqueloculina</i> spp.	4	26,67
<i>Quinqueloculina tricarinata</i>	1	6,67
<i>Quinqueloculina venusta</i>	5	33,33
<i>Rectobolivina euzebioi</i>	3	20
<i>Rectobolivina</i> sp.	3	20
<i>Reussela spinulosa</i>	2	13,33
<i>Rosalina globularis</i>	2	13,33
<i>Rosalina</i> sp.	8	53,33
<i>Rosalina</i> sp.1	10	66,67
<i>Rosalina</i> sp.2	1	6,67
<i>Rotalia</i> sp.	1	6,67
<i>Sigmoilina</i> sp.	2	13,33
<i>Siphonina pulchra</i>	1	6,67
<i>Siphonina reticulara</i>	3	20
<i>Siphonina</i> sp.	8	53,33
<i>Siphonina tubulosa</i>	3	20
<i>Sorites marginalis</i>	1	6,67
<i>Spirillina lataseptata</i>	1	6,67
<i>Spirillina limbata</i>	1	6,67
<i>Spirillina obconica</i>	1	6,67
<i>Spirillina</i> sp.	7	46,67

<i>Spirillina</i> sp.1	6	40
<i>Spirillina vivipara</i>	4	26,67
<i>Spiroloculina ornata</i>	1	6,67
<i>Spiroloculina</i> sp.	9	60
<i>Spiroloculina</i> sp.1	3	20
<i>Textularia candeiana</i>	1	6,67
<i>Textularia conica</i>	10	66,67
<i>Textularia gramen</i>	1	6,67
<i>Textularia</i> sp.	10	66,67
<i>Textularia</i> sp.1	4	26,67
<i>Textularia</i> sp.2	3	20
<i>Textularia</i> sp.3	1	6,67
<i>Triloculina</i> cf. <i>T. tricarinata</i>	1	6,67
<i>Triloculinella</i> sp.	1	6,67
<i>Triloculina linneiana</i>	1	6,67
<i>Uvigerina auberiana</i>	3	20
<i>Uvigerina atwilli</i>	2	13,33
<i>Uvigerina</i> cf. <i>U. canariensis</i>	1	6,67
<i>Uvigerina</i> sp.	6	40
<i>Uvigerina</i> sp.1	3	20
<i>Wiesnerella auriculata</i>	5	33,33
Indeterminados	15	100
