



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOLOGIA AMBIENTAL,
HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS.**

TESE DE DOUTORADO

**HIDROLOGIA E PALEOHIDROLOGIA DA LAGOA DO
BOQUEIRÃO – RN INFERIDA POR *PROXIES*
BIOHIDROGEOLÓGICOS.**

POR

CLÁUDIA FERREIRA DA CRUZ

SALVADOR - BAHIA

Junho / 2010

**HIDROLOGIA E PALEOHIDROLOGIA DA LAGOA DO
BOQUEIRÃO – RN INFERIDA POR *PROXIES*
BIOHIDROGEOLÓGICOS.**

Por

CLÁUDIA FERREIRA DA CRUZ

Bióloga (Universidade Católica do Salvador), 1999

Mestra em Geologia (Universidade Federal da Bahia), 2004

TESE DE DOUTORADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de

DOUTOR (A) EM CIÊNCIAS

GEOLOGIA

à

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

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Lafayette Dantas Luz – Orientador / UFBA

Dr. José Maria Landim Dominguez – Membro Interno / UFBA

Dr^a Facelucia Barros C. Souza – Membro Interno / UFBA

Dr^a Alcina Magnólia Franca Barreto – Membro Externo / UFPe

Dr. Francisco Hilário R. Bezerra – Membro Externo / UFRN

Data de aprovação: 02/06/2010

Grau conferido em: 02/06/2010

-
- C957 Cruz, Cláudia Ferreira da.
Hidrologia e Paleohidrologia da Lagoa do Boqueirão – RN inferida por *proxies*
Biohidrogeológicos / Cláudia Ferreira da Cruz _ Salvador, 2010.
154 f.: il.
- Orientador: Prof. Dr. Lafayette Dantas Luz.
Tese (doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2010.
1. Paleoambiente – Brasil – Rio Grande do Norte. 2. Paleontologia. 3.
Hidrogeologia 4. Isótopos. 5. Química da água. 6. Radioisótopos. I. Luz, Lafayette
Dantas. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 551.583.7(813.2)

“A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem que ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade”.

(Koichiro Matsuura)

EDUCAÇÃO

Educa o terreno e terás o pão farto
Educa a árvore e receberás a bênção da fartura.
Educa o minério e obterás a utilidade de alto preço.
Educa a argila e plasmará o vaso nobre.

Educa a inteligência e atingirás a sabedoria
Educa as mãos e acentuarás a competência.
Educa a palavra e colherás simpatia e cooperação.
Educa o pensamento e conquistarás a ti mesmo.

Sem o alfabeto anoitece o espírito.
Sem o livro falece na cultura.
Sem o mérito da lição a vida seria animalidade.
Sem a experiência e a abnegação dos que ensinam, o homem não romperia as
faixas da infância.
Em toda parte, vemos a ação da Providência Divina, no aprimoramento da
Alma Humana.

Aqui é o amor que edifica.
Além, é o trabalho que aperfeiçoa.
Mais adiante é a dor que regenera.

Emmanuel – Francisco Cândido Xavier

*Aos meus amores, **Nanda (Minha filha)** e **Docinho (Meu Marido)**,
que partilharam, partilham e partilharão sempre da edificação e educação do meu amor.
Amo vocês dois e a todos aqueles que eu merecer terem próximos a mim para formar a nossa
família...*

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são sem dúvida a parte mais agradável de escrever em uma tese. É quando recordamos os bons momentos vividos e as dificuldades superadas. Muitas pessoas que auxiliaram a manter o equilíbrio necessário entre a razão e emoção para desenvolver esse trabalho científico e por isso faz necessário os agradecimentos, que são mais que justos. Talvez pouco signifique para os leitores, mas tudo que se passou foi essencial e de grande valia para todo meu aprendizado...

Em primeiro lugar, a *Deus*, “*O Grande Biólogo*”, que permitiu que eu chegasse até aqui. Obrigada Sr. por cada experiência vivida, pela força doada, todas serviram para meu crescimento pessoal e profissional;

Em segundo lugar, aos “*Anjos de Luz*”, que me acompanham e me guiam sempre para o caminho que tenho seguir, para viver todas as experiências que devo viver e para cumprir o meu papel na Terra;

Aos meus dois amores, *Docinho e Nanda*, que foram os meus maiores estímulos para acabar logo com essa etapa para tê-los integralmente ao meu lado. *Docinho!* Eu sei que você detestava quando ouvia que queria ser totalmente livre... Mais... Enfim! Estamos livres... Depois eu falo, o enfim sós!...;

A toda a minha família... Simplesmente, a base de tudo. Obrigada pelo aprendizado;

Aos *Guerreiros da Paz*, muito mais que uma família espiritual, a luz do meu caminho no meu aprendizado diário constante e a certeza que o melhor está por vir, sempre. Grande Ítalo e todos os irmãos! Obrigada pela existência e ensinamentos de cada um;

Ao Prof. Luiz Rogério Leal, diretor do IGEO, eu tenho que agradecer muito por ter auxiliado no momento decisivo da caminhada profissional;

Ao Prof. Manoel Jerônimo M. Cruz, coordenador do curso de Pós-Graduação em Geologia da UFBA, eu não só tenho que agradecer por o exemplo de profissional que o Sr. é, bem como, por ter tido a honra de conviver e assimilar um pouco do seu profissionalismo e ética. Muito obrigada é insignificante para expressar a minha gratidão;

Ao Prof. Lafayette D. Luz, muito mais que orientador, um grande amigo. Não tenho como agradecer por ter aceitado desenvolver esse trabalho juntos. Por suas orientações acadêmicas, que me levaram a conclusão deste trabalho.

À Profa. Dr. Ana Luiza S. Albuquerque, responsável direta pelas amostras, muito grata por ter cedidos os dados e amostras para serem analisados;

Ao Conselho Nacional de Ensino e Pesquisa (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Institutut de Recherche Pour La Developpement (IRD-França) pelo auxílio financeiro;

Aos amigos Eron, Vaninha (D. Iaiá, Rodrigo, Janaína), Ioná (Matheus, Luquinha), Viola (Luíza), Deinha (Vicente), Drica (Leleco), Pat, Cris (Biel e Vivi), Fran, Thiago (Lívia), Niltinho (Tonha), Nea (Edgar, Edgarzinho, Lore), Nana, Juca, Maroca, Aline, Lene (Marina), D. Maria, Flechinha, Ana d’O e todos aqueles que fizeram parte da minha jornada, só tenho que agradecer por tudo, pelas informações acadêmicas e não acadêmicas, pelo o apoio na hora que mais precisei. “*Graças ao bom Deus*” tive e tenho vocês no meu caminho;

Aos profs. Ângela Leal, Simone Cruz, Johildo Barbosa, Osmário Leite, Felix Farias, Bruno Turq e Abdel Sifedine, eu tenho que agradecer, não só pela torcida para o desenvolvimento do meu trabalho, bem como, o apoio em momentos importantes;

Ao Joaquim e Olívia (Arthur) muito obrigada por tudo, principalmente pelo estímulo e a amizade de vocês;

A todo um grupo que apoiou *Meu Docinho* nas horas mais difíceis dessa jornada, meus sinceros agradecimentos. Sem vocês eu não poderia seguir adiante, pois deixaria pessoa tão cara para mim sozinha. Confesso que não teria coragem para fazer isso;

Aos irmãos de alma Saulo (Soninha, Matheus, Arthurzinho) e Rian (Tica, Marcelinho, Clarinha, Pedrinho) obrigada por tudo, embora distante, eu sei que vocês foram quem mais torceram para que tudo acabasse bem, em todos os sentidos, cada local que passei senti as energias vindas de cada um. Agora tudo vai se resolver pode ter certeza;

Ao Prof. Doriedson Gomes (Angélica), você também é um irmão de alma, só que sem você nada poderia ter acontecido. Muito obrigada de coração por tudo, pelo apoio, discussões, pelos dados cedidos e principalmente por sua amizade. Cada troca foi de fundamental importância;

Aos Biólogos filhos-amigos, Amorim e Lucinaldo, embora vocês tenham aparecidos no momento de loucura da minha vida devido às muitas mudanças necessárias, muito obrigada pelo aprendizado que vocês me proporcionaram. A maior lição que a UCSal nos ensina é a garra e a ética. Tenho certeza que vocês aprenderam essa lição;

Ao Prof. Cícero Paixão, Profa. Vânia Campinho e o Prof. Paulo Milhomem muito obrigada pelo auxílio para o desenvolvimento do trabalho, informação e experiências trocadas;

À Plama (Carleci, Lana, Aline, Robson, Fábio, Danilo, Fernando, Mêre, Heberly, Kelen, Samanda, Lucas e Eduardo) meus mais sinceros agradecimento pelo aprendizado ao longo da nossa convivência;

Ao Drº Fernando (Sofia, Iuri, Laurinha e Alvinho. Não esquecendo de Clarinha) obrigada pelos momentos de apoio e aprendizado que você me permitiu. Hoje tenho uma nova visão do ambiente;

À Samanda, minha filha mais velha, tenho aprendido muito com você. Muito obrigada por tudo;

Aos estudantes da Área 1 de Engenharia Ambiental e funcionários (colocar o nome de todos é impossível) meu muito obrigada pelo aprendizado;

Ao Prof. Sato muito obrigada pelo auxílio e pela torcida também. Sempre soube que o Sr. foi quem mais torceu para que todas nos adquiríssemos asas e fossemos seguir os nossos caminhos;

A todos aqueles que tentaram atrapalhar o meu caminho (Prometo que não vou citar nomes...), pois vocês foram fundamentais para que eu fosse em busca da conclusão desse trabalho. O **não** estimula muito mais do que o sim, principalmente para minha pessoa. Meus mais sinceros agradecimentos;

Ao Instituto de Biologia – UCSal, todos os componentes, meus mais sinceros agradecimentos. Com todos os defeitos observáveis, vocês são estímulos para seguirmos adiante. Referência de profissionalismo, ética e garra, qualidades em extinção nas Instituições do país;

A todos aqueles, que direta e indiretamente, contribuíram de alguma forma para a conclusão desse trabalho meus mais sinceros agradecimentos.

A Lagoa do Boqueirão (34° W – 36° W; 4° S – 6° S) é um reservatório d'água superficial exorreico, de forma alongada, no sentido NE – SW, com cerca de 6 Km de extensão e largura média de aproximadamente 200 m, localizado no curso médio do rio Boqueirão, nas proximidades do município de Touros, Rio Grande do Norte, Brasil. A bacia hidrográfica do Boqueirão, que cobre uma área de 220 Km², é, entretanto, descrita em associação com as Bacias Punau e Maxaranguape cuja superfície total é de cerca de 1605 Km². Esta área foi escolhida para o presente estudo, devido a sua complexidade ambiental. Nela, ações antrópicas vêm promovendo estresse diminuindo a oferta hídrica natural de um reservatório de água natural presente na região e promovendo degradação da matéria orgânica que compõe a camada nefelóide. A distribuição das Arcellans como indicadores do estresse ambiental foi discutida a partir da análise de amostras coletadas na camada nefelóide da lagoa. As amostras foram conservadas com a adição de formol. Foram determinadas as densidades de Arcellans, por volume de sedimento, identificando as espécies. E calculando o índice de diversidade, a equitatividade, a riqueza, a quantificação e qualificação dos estados de preservação das testas, análises dos parâmetros físico-químicos e análises sedimentológicas. Foram identificados 21 gêneros e 42 espécies de Arcellans na camada nefelóide. Os testemunhos foram datados $\delta^{13}\text{C}\%$ e $\delta^{14}\text{C}\%$. As datações do testemunho LB 02/01 variam de 1569 – 1585 a 3975 – 4292 A.P, no testemunho LB 02/03 variam de 1280 – 1396 a 3595-3912 A.P. Nas amostras de testemunho foram identificadas zonas de abrangências distintas para dois taxa. Os dois taxa identificados foram as Arcellans e os Foraminíferos. O taxon das Arcellans pode ser citado as espécies *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis marsupiformis*, *Centropyxis constricta*, *Diffugia protaeiformis* e *Diffugia pyriformis*. O taxon dos Foraminíferos pode ser citado os gêneros *Ammonia*, *Elphidium* e *Ammotium*. As zonas de abrangências estão localizadas em segmentos distintos dos testemunhos indicando desta forma variação paleoambiental.

Palavras Chaves: Lagoa, Arcellans, Matéria Orgânica, Complexidade Ambiental.

ABSTRACT

The Boqueirão lagoon (34° W – 36° W; 4° S – 6° S) is a surface exoreic water reservoir, elongated shape, in order NE - SW, with about 6 km in length and average width of approximately 200 m, located in the middle course of the river Boqueirão in near the township of Touros, Rio Grande do Norte, Brazil. The hidrographic basin of the Boqueirão, which covers an area of 220 km², is, however, described in association with the Punau and Maxaranguape basins whose total area is about 1605 km². This area was chosen for this study because of its environmental complexity. Here, human actions have been promoting stress reducing water supply from a natural reservoir of water in this region and promoting degradation of organic matter that make up the layer nepheloid. The distribution of Arcellans as indicators of environmental stress was discussed from the analysis of samples collected in nepheloid layer of the lagoon. The samples were preserved with the addition of formalin. The density of Arcellans was determined by the volume of sediment collected, and the was calculated their diversity index, evenness and richness. It was also investigated the condition of the Arcellans tests. Sedimentological analyses were performed in order to classification sediment types in each selected profile. It was determined of physical and chemical parameters analysis. They have identified 21 genera and 42 species of Arcellans in nepheloid layer. The testimonies were dated $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ e $\delta^{14}\text{C}\text{‰}$. The testimony of datation LB 02/01 vary from 1569 – 1585 to 3975 – 4292 A.P, in testimony LB 02/03 vary, 1280 – 1396 to 3595-3912 AP. In samples of evidence were identified wide-ranging zone to two different rate. The two rate identified were Arcellans and Foraminíferos. The taxon of the Arcellans can be said of the species *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis marsupiformis*, *Centropyxis constricta*, *Diffugia protaeiformis* and *Diffugia pyriformis*. The taxon of the foraminiferos can be said of the genera *Ammonia*, *Elphidium* and *Ammotium*. Wide-ranging zone are located in different segments of testimony indicating palaeo variation in this way.

Key Words: lagoon, Arcellans, organic matter, environmental complexity.

SUMÁRIO

	Agradecimentos	i
	Resumo	ii
	Abstract	iii
1	INTRODUÇÃO	19
2	OBJETIVOS & JUSTIFICATIVA	22
3	HIPÓTESES	24
3.1	Hipóteses: Amostra da Camada Nefelóide	24
3.2	Hipóteses: Amostra dos Testemunhos	25
4	ÁREA DE ESTUDO	26
4.1	Clima	26
4.2	Geologia	27
4.2.1	Geologia do Neógeno (Pleistoceno/Holoceno)	29
4.3	Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos	31
5	VARIÁVEIS AMBIENTAIS	36
5.1	Variáveis Ambientais da Camada Nefelóide	36
5.1.1	Análise Granulométrica	36
5.1.2	Granulometria da Camada Nefelóide	38
5.1.3	Parâmetros Físico-Químicos	41
5.1.4	Geoquímica da Camada Nefelóide	47
5.2	Variáveis Ambientais dos Testemunhos	51

5.2.1	Fácies Sedimentares dos Testemunhos	51
5.2.2	Mudança Paleoambiental	54
6	HISTÓRICO TEÓRICO	56
6.1	<i>Arcellas</i>	56
6.1.1	Bioestratigrafia	57
6.1.2	<i>Arcellas</i> como <i>PROXIES</i> Bio-Geológicos	58
6.2	Bioindicadores	61
6.3	Estudos Paleoambientais	64
6.4	Processos Geológicos da Área de Estudo	66
6.4.1	Eventos Tectônicos	66
6.4.2	Paleodunas Brasileiras	66
6.4.3	Variações do Nível Relativo do Mar no Holoceno	68
6.4.4	Variações do Nível Relativo do Mar no Holoceno ao Longo da Costa Brasileira	69
6.4.5	Variações do Nível Relativo do Mar no Holoceno no Estado do Rio Grande do Norte	73
7	ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ASSEMBLÉIAS RECENTES DAS <i>ARCELLAS</i>	75
7.1	Metodologia	76
7.1.1	Procedimentos de Campo	76
7.1.2	Procedimentos de Laboratório	78
7.1.2.1	Procediemnto para análise da área	79
7.1.3	Análises das Assembléias de <i>Arcellas</i>	80
7.1.4	Tratamento das Dados	80
7.1.4.1	Frequência Relativa (%)	81
7.1.4.2	Frequência de Ocorrência (%)	81
7.1.4.3	Índices de Diversidade (H'), Riqueza (S) e Equitatividade (J')	82
7.1.4.4	Correlação	83
7.1.4.5	Análise Multivariada	84
7.2	Resultados	85
7.2.1	Hidro-Sedimentologia da Camada Nefelóide	85

7.2.2	Assembléias de <i>Arcellas</i>	87
7.2.3	Principais espécies de <i>Arcella</i> - Frequência Relativa (%)	88
7.2.4	Distribuição das <i>Arcella</i> na lagoa - Frequência de Ocorrência (%)	89
7.2.5	Diversidade de <i>Arcella</i> - Índices de Diversidade (H'), Riqueza (S) e Equitatividade (J') das <i>Arcellas</i>	89
7.2.6	Sistemática das <i>Arcella</i> e <i>Foraminíferos</i>	90
7.2.7	Correlação	96
7.2.7.1	Fatores ecológicos na distribuição das assembléias de <i>Arcella</i> - Correlação de <i>Pearson</i>	97
7.2.7.1.1	Fatores ecológicos na distribuição das assembléias de <i>Arcella</i> - Correlação de <i>Spearman</i>	97
7.2.7.1.2	Fatores ecológicos na distribuição da <i>Centropyxis marsupiformes</i> - Correlação de <i>Spearman</i>	98
7.2.8	Associações de espécies de <i>Arcella</i> - Cluster	99
7.2.9	Ecotonos	100
7.3	Discussão	101
7.4	Conclusões Parciais	110
8	ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DAS ARCELLAS	112
8.1	Metodologia	114
8.1.1	Procedimento de Campo	114
8.1.2	Procedimento de Laboratório	115
8.1.3	Procedimento de Análises	115
8.1.3.1	Quanto aos Organismos	115
8.1.3.2	Quanto aos Registros Fotográficos	116
8.2	Resultados	116
8.2.1	Distribuição das Arcelas e Foraminíferos nos testemunhos	116
8.2.2	Ecozonas – Bioestratigrafia / Biozonas	120
8.2.3	Aspectos Paleo-ecológicos das <i>Arcella</i> - Biocronologia das <i>Arcellas</i>	123
8.2.4	Bioindicadores dos Testemunhos LB 02/01 e LB 02/03	123
8.3	Discussão	124

8.4	Conclusões Parciais	130
9	MODELO EVOLUTIVO	131
10	CONCLUSÕES GERAIS	137
11	RECOMENDAÇÕES	138
12	REFERÊNCIAS	139
13	ANEXOS	170
13.1	ANEXOS 01	171
	Transectos	171
13.2	ANEXOS 02	177

INDICES DE FIGURAS

Figura 01	Histograma de hipóteses utilizadas para o desenvolvimento e análises dos resultados das amostras da camada nefeloide.	24
Figura 02	Histograma do desenvolvimento e análises dos resultados das amostras de testemunho.	25
Figura 03	Localização da bacia da Lagoa do Boqueirão (RN). Retirado de Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2001 (Modificado por Cláudia Cruz).	26
Figura 04	Geologia simplificada do Nordeste do Brasil (Barreto et al 2002).	27
Figura 05	Geologia localizando os depósitos do Pleistoceno e Holoceno (Barreto et al 2002).	28
Figura 06	Geologia do Neógeno (Pleistoceno e Holoceno) costeiro do Rio Grande do Norte. Setor Natal a oeste de Touros (Barreto et al 2004).	30
Figura 07	Distribuição dos principais sistemas aquíferos do país (Zoby & Oliveira 2005).	33

Figura 08	Batimetria na Lagoa do Boqueirão – RN (Gomes 2007).	35
Figura 09	Homogeneizador das amostras, procedimento realizado antes da leitura. Laboratório de Sedimentologia da UFF (FOTO: Cláudia Cruz 2005).	37
Figura 10	Aparelho utilizado para análise granulométrica. Laboratório de Sedimentologia da UFF (FOTO: Cláudia Cruz 2005).	37
Figura 11	Granulometria predominante na lagoa do Boqueirão. Cada segmento colorido representa a granulometria de uma amostra específica. O gráfico objetiva demonstrar a predominância do diâmetro do grão em cada amostra. (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005a).	38
Figura 12	Fácies sedimentares e as datações dos testemunhos LB 02-01 e LB 02-03 (Os dados das fácies sedimentares e de datações, não calibradas (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007a e b).	52
Figura 13	Mudanças Paleoambientais dos testemunhos LB 02-01 e LB 02-03 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007c).	55
Figura 14	Representação gráfica de vários estudos que citam as variações Máximas do Nível do Mar (Ângulo et al. 2007).	69
Figura 15	Representação gráfica das diversas Curvas dos Níveis do Mar para outras regiões Brasileiras. Os símbolos representados nas curvas são níveis máximos identificados em cada região (Suguio & Martin 1978).	70
Figura 16	Representação gráfica das diversas Curvas dos Níveis do Mar para a Região da Bahia.(Suguio & Martin 1978)	71
Figura 17	Representação Gráfica da Curva da Variação do Nível do Mar (Martin et. al. 1986).	73
Figura 18	Representação Gráfica da Curva da Variação do Nível do Mar para o Rio Grande do Norte (Bezerra et al. 2003 apud Ângulo et. al 2007).	74
Figura 19	Pontos de coletas das amostras da camada nefelóide.	77
Figura 20	Profundidade da camada nefelóide.	78
Figura 21	Setorização da lagoa do Boqueirão - RN	80

Figura 22	Granulometria predominante na lagoa do Boqueirão. Cada segmento colorido representa a granulometria de uma amostra específica.	86
Figura 23	Distribuição granulométrica de sedimentos arenosos na lagoa do Boqueirão.	87
Figura 24	Superfamílias de <i>Arcellas</i> da área de estudo.	88
Figura 25	Frequência relativa das espécies de <i>Arcella</i> .	88
Figura 26	Frequência ocorrência das <i>Arcella</i> na área de estudo	89
Figura 27	Distribuição dos índices de diversidade, riqueza e equitatividade de <i>Arcella</i> na lagoa do Boqueirão/ jan/2004.	90
Figura 28	Análise Multivariada de dissimilaridade das assembléias identificadas.	99
Figura 29	Ecotonos da área de estudo determinados por presença e ausências dos organismos.	101
Figura 30	Localização dos testemunhos	114
Figura 31	Frequência das espécies de <i>Arcelas</i> encontradas no testemunho 02/01.	117
Figura 32	Frequência das espécies de foraminíferos encontradas no testemunho 02/01.	117
Figura 33	Frequência das espécies de <i>Arcelas</i> encontradas no testemunho 02/03.	118
Figura 34	Frequência das espécies de foraminíferos encontradas no testemunho 02/03.	119
Figura 35	Espécies de foraminíferos identificadas na área de estudo. 1) <i>Elphidium excavatum</i> ; 2) <i>Ammonia tépida</i> ; 3) <i>Ammonia parquisoniana</i> ; 4) <i>Ammontium salsum</i> .	119
Figura 36	Gêneros de foraminíferos identificados na área de estudo: 5) <i>Quinqueloculina sp.</i> ; 6) <i>Elphidium sp.</i> ; 7) <i>Fursenkoina sp.</i> ; 8) <i>Pseudononion sp.</i>	120
Figura 37	Distribuição dos organismos sub-recentes ao longo do testemunho 02 – 01 com datação calibrada.	121

Figura 38	Distribuição dos organismos sub-recentes ao longo do testemunho 02 – 03 com datação calibrada	122
Figura 39	Relação entre a razão C/N e a razão isotópica $\delta^{13}\text{C}$ (Meyers 1994) modificado por Cláudia Cruz. Valores da razão isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ e C/N (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b).	127
Figura 40	Relação entre as razões isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ (Meyers 1994) modificado por Cláudia Cruz. (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b).	128
Figura 41	Curva da Variação do Nível do Mar para o Rio Grande do Norte (Bezerra et al. 2003 apud Ângulo et. al 2007) modificada por Cláudia Cruz inserindo os dados das assembléias identificadas neste estudo.	129
Figura 42	Distribuição das assembléias de foraminíferos e arcas nos testemunhos LB 02/01 e LB 02/03 com datações calibradas.	133
Figura 43	Estrutura da lagoa do Boqueirão para a primeira ecozona.	134
Figura 44	Estrutura da lagoa do Boqueirão para a segunda ecozona	135
Figura 45	Estrutura da lagoa do Boqueirão para a terceira ecozona.	135
Figura 46	Mudanças Paleoambientais dos testemunhos LB 02-01 e LB 02-03 sugeridas Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b). As etapas 1, 2, 3 e 4 são modificações na figura sugeridas por Cláudia Cruz, devido presença dos organismos no paleoambiente.	136

INDICES DE TABELAS

Tabela 01	Características gerais dos principais sistemas aquíferos na área de estudo.	34
-----------	---	----

Tabela 02	Os dados granulométricos (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005a).	39
Tabela 03	Os dados parametros físicos químicos (abióticos) (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004).	44
Tabela 04	Os dados geoquímicos da camada nefeloide (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005b).	48
Tabela 05	Razões isotópicas e datações não calibradas (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007a e b).	53
Tabela 06	Razões isotópicas representados nesta tabela, com datações calibradas pelo Prof. PhD Dr. Francisco Hilário Bezerra.(Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007a e b).	53
Tabela 07	BIOCRONOLOGIA DA <i>Arcella</i> . Elaborada por Cláudia Cruz (2004) com base em: Loeblich & Tappan 1964; Mediolli & Scott 1988; Porter & Knoll 2000.	59
Tabela 08	Importância Ambiental e Paleoambiental de algumas espécies de foraminíferos, encontradas na Baía de Iguape, que podem ser usadas como bioindicadoras em ambientes parálisos (Cruz 2004):	62
Tabela 09	Importância Ambiental e Paleoambiental de algumas espécies de <i>Arcella</i> , encontradas na Baía de Iguape, que podem ser usadas como bioindicadoras em ambientes parálisos (Cruz 2004):	64
Tabela 10	Indices de correlação das assembléias de <i>Arcellas</i> e os parâmetros abióticos	97
Tabela 11	Indices de correlação das assembléias de <i>Arcellas</i> e os parâmetros abióticos.	97
Tabela 12	Indices de correlação dos números de <i>Centropyxis marsupiformis</i> e os parâmetros abióticos.	98
Tabela 13	Especies autóctones da lagoa do Boqueirão / RN	100
Tabela 14	Identificação dos gêneros predominantes na área de estudo para os testemunhos 02/01 e 02/03.	123

INDICES DE QUADROS

Quadro 01	Varição Fluviométrica a jusante da Lagoa do Boqueirão. Fonte Melo, 1987 e 1988 para a Fundação CEPA e SERHID, 1998. Citado por Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos,	32
-----------	--	----

Unidade Estadual de Gerenciamento do Proágua 2001
(Modificado por Cláudia Cruz).

INDICES DE PRANCHAS

Estampas 01	Especies de foraminíferos identificadas na área de estudo. 1) <i>Elphidium excavatum</i> ; 2) <i>Ammonia tépida</i> ; 3) <i>Ammonia parquisoniana</i> ; 4) <i>Ammontium salsum</i> .	119
Estampas 02	Gêneros de foraminíferos identificados na área de estudo: 5) <i>Quinqueloculina sp.</i> ; 6) <i>Elphidium sp.</i> ; 7) <i>Fursenkoina sp.</i> ; 8) <i>Pseudononion sp.</i>	120

I. INTRODUÇÃO

Lagoa é um corpo aquático de águas tranqüilas, situados no continente, cercado de terra por todos os lados. A lagoa apresenta profundidades tais que as suas porções centrais não podem ser invadidas pelas vegetações marginais (macrófitas). Embora a distinção não seja muito clara, a designação lago parece ser mais apropriada para lagoas de menores dimensões (Sugiuo 1998).

A evolução morfodinâmica do sistema lagunar envolve características ambientais locais e geralmente constitui uma zona de transição entre o continente e o mar (Silva et al. 2004). Segundo Cooper (2004), as lagoas costeiras são feições efêmeras associadas à elevação do nível do mar, cuja evolução sedimentar se processa muito rapidamente ao longo do período geológico, em decorrência de atividades tectônicas e de uso do solo (ação antrópica), abrangendo desde os períodos geológicos passado até os dias atuais.

Nichols & Allen (1981) identificaram quatro tipos principais de lagoas, baseando-se nos processos dominantes: lagoas estuarinas, lagoas abertas, lagoas parcialmente fechadas e lagoas fechadas. A Lagoa do Boqueirão, em relação a esta classificação, é considerada aberta por apresentar dois canais de comunicação.

A grande dinâmica dos ecossistemas aquáticos continentais os torna ecossistemas fundamentalmente estruturados pelo regime climático e pelo ambiente físico (luz, temperatura, corrente) e químico (carbono orgânico e inorgânico, oxigênio, nutrientes) com os quais interagem com as comunidades biológicas que são partes componentes destes sistemas (Silveira 2004).

O ecótono é descrito como uma zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes com uma série de características definidas exclusivamente por escala espacial, temporal e pela intensidade das interações entre sistemas ecológicos adjacentes (Holland 1988). Segundo Kolasa & Zalewshi (1995), o estudo de ecótonos deve envolver os componentes estruturais e funcionais do ecossistema aquático. Nas interfaces dos ecossistemas aquáticos continentais, vários são os tipos de ecótonos que o compõem (Henry 2003).

Embora seja do senso comum que o ambiente abiótico (fatores físicos e químicos) controla as atividades dos organismos, nem todos se dão conta que os organismos também influenciam e controlam o ambiente abiótico por diversas formas relevantes. A natureza física e química dos materiais inertes está sendo sempre mudada pelos organismos, que devolvem ao ambiente novos compostos e fontes de energia. A ação dos organismos aquáticos determina, em grande parte, o conteúdo da água e do sedimento da camada nefelóide (Ryding & Rast 1989).

Manzoli et. al. 2006 relatam que a camada nefelóide é a interface sedimento – coluna d'água, variando de 50 cm a 0 cm do bentos, local em que concentra-se a matéria orgânica (MO) e regeneração da mesma, conseqüentemente, o ciclo dos nutrientes e regeneração bêntica (RB) acontecem em grande parte nesta interface. A regeneração bêntica (RB) é controlada por fatores físicos, químicos e biológicos, relacionando a decomposição da MO com as condições físico-químicas do sedimento, além da temperatura, da quantidade e qualidade da MO sedimentada, da ressuspensão desta para camada eufótica, do potencial de oxi-redução, da granulometria, da porosidade do sedimento. Os arcelinídeos que compõem esse microambiente foram amplamente estudados neste na lagoa do Boqueirão.

Os microorganismos têm papel ecológico muito importante em ambientes naturais, bem maior do que aparentemente sugere seu reduzido tamanho. Assim, microorganismos são os principais componentes dos ciclos biogeoquímicos globais, regulam suprimento e demanda de carbono orgânico, ciclagem de nutrientes e balanço de gás carbônico e oxigênio dentro dos e entre os ecossistemas (Raí & Hill 1980). Além disso, estão envolvidos na fixação e na regeneração dos principais constituintes orgânicos como: carbono, nitrogênio, enxofre e fósforo (Brock et. al., 1994).

Nas ultimas décadas confirmou-se o papel fundamental que os microorganismos desempenham nas interações que ocorrem nos ecossistemas aquáticos. Sendo que os processos microbianos são parte integrante das redes alimentares e não atuam apenas como remineralizadores da matéria orgânica (Gilbert et al. 1998). A cadeia alimentar dos metazoários é sustentada, nos ambientes aquáticos, pela cadeia alimentar dos microorganismos (unicelulares procariontes e eucariontes, autotróficos e heterotróficos). Fluxos de carbono e energia estão fortemente acoplados dentro da comunidade de microorganismos (Southerland & Stribling 1995).

Os organismos bentônicos também têm um papel importante na manutenção dos processos ecológicos de produção, consumo e decomposição de matéria orgânica (Callisto & Gonçalves Júnior 2002; Callisto 2004). Devido a esse fato esses organismos são utilizados como bioindicadores em um determinado ambiente para inferir dados em relação à variação do mesmo (Bonetti 1995). Em cada espécie existe um ponto ótimo para o seu desenvolvimento em relação aos fatores abióticos (salinidade, pH, concentração de O₂, sedimento, e.g.). São valores numéricos diferenciados, variando de espécie para espécie. As oscilações desses fatores abióticos podem elevar modificações estruturais das espécies ou modificações nas assembléias existentes (Zucon & Loyola e Silva 1992; Duleba 1997, Duleba et al 1997 a , 1999a ; Cruz 2004).

Ho (1979) relata que os fatores que influenciam a diversidade de espécies podem ser classificados como ambientais e biológicos. Os fatores ambientais incluem a heterogeneidade e a estabilidade das assembléias, enquanto o segundo grupo inclui a predação e a competição intra-específica. Os fatores ambientais limitam o número de espécies existentes em certos habitats e as interações interespecíficas determinam abundância relativa das espécies coexistentes nesse habitat.

As modificações no nível fluviométrico provocam alterações nas características físicas, químicas, ambientais e, conseqüentemente. O biota responde com adaptações morfológicas, fisiológicas ou etológicas, ou ainda, alterando a estrutura das comunidades (Junk et al. 1989; Neiff 1990; Alves 2006). Conttenie et al. 2001 afirmaram que ambientes próximos e mesmo conectados podem ser distintos em relação à estrutura dessa comunidade e essas diferenças estão correlacionadas com as diferenças das interações bióticas presentes nos ambientes (Walter & Lages 1980). Devido à grande relevância das distribuições dos organismos para alguns autores, neste trabalho foram estudados os arcelinídeos recentes e sub-recentes evidenciando a sua aplicabilidade para interpretação ambiental e paleoambiental.

II. OBJETIVOS & JUSTIFICATIVAS

A Lagoa do Boqueirão, localizado no município de Touros (RN), mostra-se um sítio importante para estudos ambientais e paleoambientais, pois apresenta o potencial de ser um bom registrador das possíveis variabilidades limnológicas, hidrogeológicas e biológicas. A presente pesquisa tem por objetivo entender os padrões de distribuição espacial das assembléias recentes das *arcellas*, e posteriormente aplicar este conhecimento visando à reconstrução paleoambiental da lagoa do Boqueirão ao longo dos últimos 5000 anos Cal PB, determinando sua variabilidade paleohidrológica, bem como o modelo evolutivo daquele sítio.

Especificamente, o estudo em questão se propõe a:

- I. Determinar a composição faunística atual de protozoários *sarcodineos* (*Arcella*) na área de estudo e compará-la com a de outras lagoas da costa brasileira;
- II. Correlacionar os parâmetros físico-químicos da área de estudo com a distribuição atual das assembléias de *Arcella*, atualmente, determinando os principais fatores limitantes na sua distribuição;
- III. Investigar a distribuição das assembléias de *Arcella*, nos últimos 5000 anos, a partir da análise de testemunhos, tentando relacionar as mudanças biológicas à história evolutiva do sistema;
- IV. Inferir as flutuações no nível da Lagoa do Boqueirão durante o Holoceno médio através da aplicação conjunta dos *proxies* biohidrogeológicos, as quais serão interpretadas como variações ambientais ocorridas ao longo deste período;
- V. Inferir um modelo evolutivo para a Lagoa do Boqueirão ao longo dos 5000 A.P.;
- VI. Discutir os dados obtidos a luz dos demais registros paleoambientais do Brasil.

Reconhecendo a importância de se estudar os eventos passados para o entendimento do presente e projeção do futuro e de posse do conhecimento adquirido pelos estudos hidrológicos e paleohidrológicos no Brasil, este projeto se justifica na medida em que propiciará um entendimento de um paleoambiente que está inserido no semi-árido nordestino, uma vez que o mesmo vem sofrendo várias modificações na sua estrutura ambiental. O padrão de distribuição de organismos aquáticos é resultado da interação entre os parâmetros bióticos e físico-químicos, indicando desta forma, que a biozona da distribuição das assembléias-proxies está associada às zonações ambientais que exibem progressivas mudanças devido às variações desses parâmetros ao longo do tempo (Whitton 1975; Merrit & Cummins 1996; Murphy & Salvador 2003). Outro aspecto relevante deste projeto é aumentar a base de dados paleohidrológicos da América do Sul. Segundo Baker (2000), os paleohidrologos da América do Sul têm a oportunidade única de entender esses padrões a partir de observações de campo e, então, entender de forma mais abrangente no ambiente.

III. HIPÓTESES

3.1 HIPÓTESES: AMOSTRAS DA CAMADA NEFELÓIDE

Objetivando identificar e descrever em detalhe a estrutura das assembléias dos protozoários (*Arcelinideos*) da camada nefeloide foram elaboradas hipóteses para cada etapa do trabalho. As seguintes questões foram propostas, que foram representadas a seguir: i) Há influências dos fatores abióticos nas assembléias de identificadas; ii) A diversidade das assembléias estão relacionadas com as variações dos parâmetros abióticos; e, iii) Quais os parâmetros abióticos que são fatores limitantes para a distribuição das assembléias (Fig. 01). Desta forma foi possível desenvolver o histograma abaixo a partir de cada etapa conclusa.

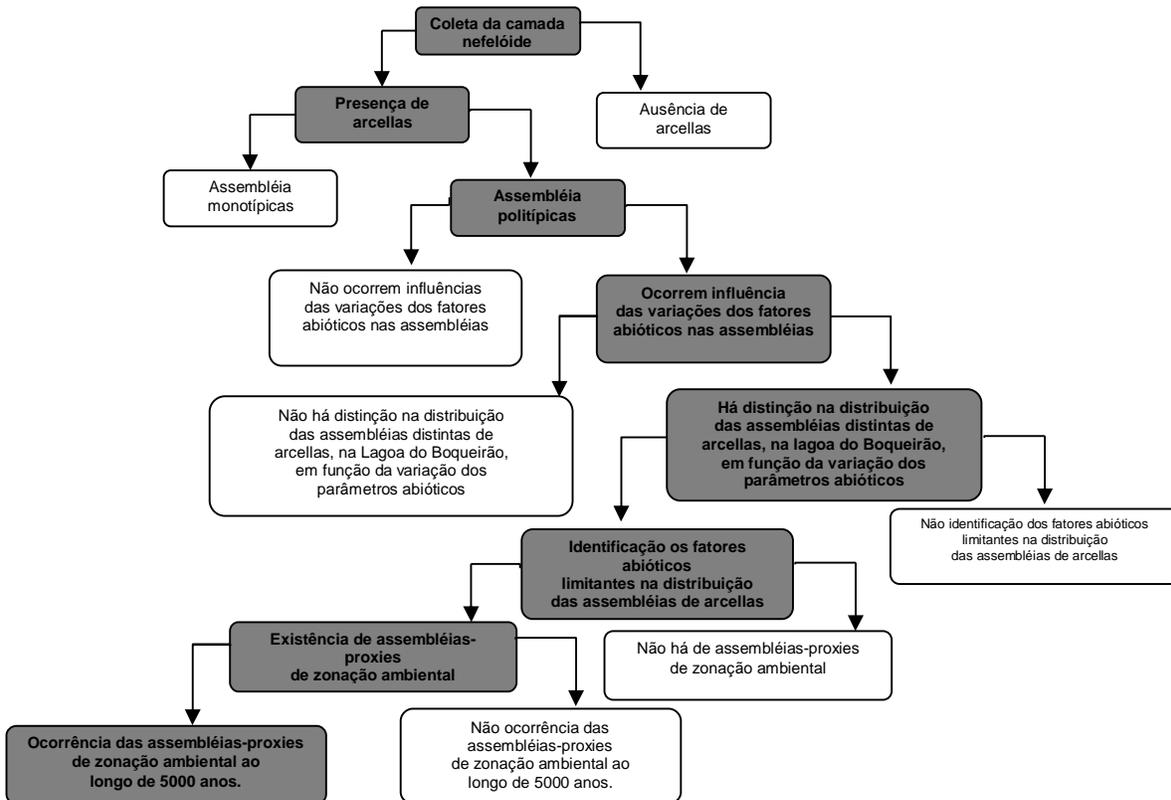


Fig 01: Histograma de hipóteses utilizadas para o desenvolvimento e análises dos resultados das amostras da camada nefeloide.

3.2 HIPÓTESES: AMOSTRAS DOS TESTEMUNHOS

A análise das amostras de testemunhos foram realizadas objetivando identificar e descrever a estrutura das assembléias de protozoários sarcodíneos (*Arcellinideos*) e determinar um padrão de distribuição ao longo do mesmo. Com a identificação das assembléias foi possível ir formulando questões, explicitadas a seguir: i) são espécies idênticas as atuais?; ii) Existe zonação das assembléias ao longo do testemunho?; iii) Existindo zonação pode haver ocorrência de paleoambientes distintos? (Fig.02). Desta forma foi possível desenvolver de forma o histograma para inferência dos possíveis ambientes indicados pelas assembléias.

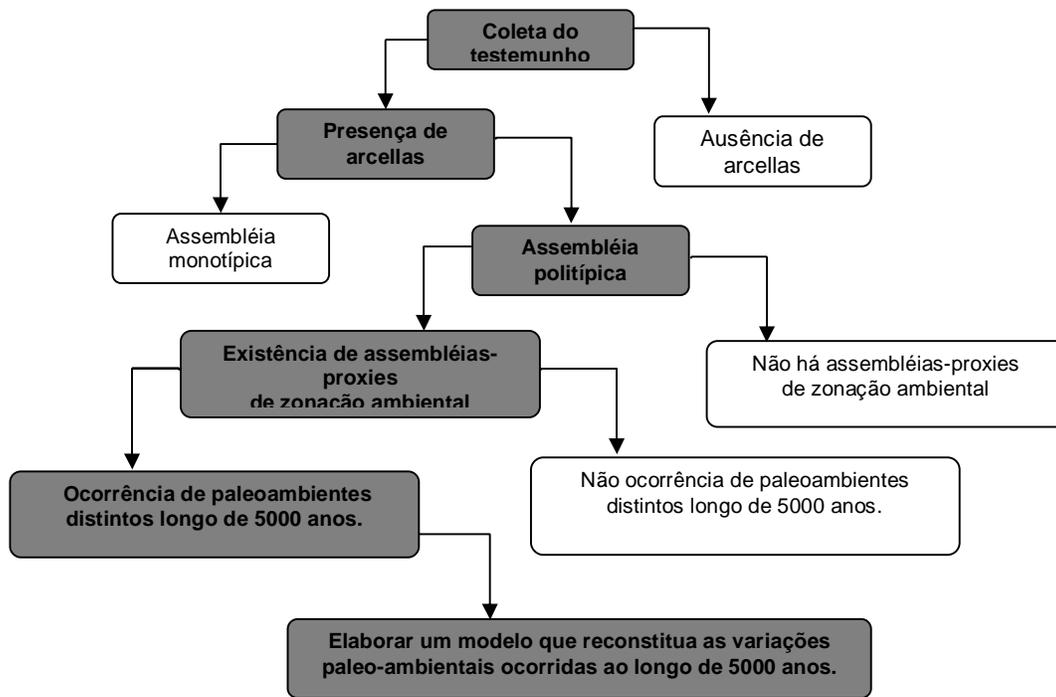


Fig. 02: Histograma do desenvolvimento e análises dos resultados das amostras de testemunho.

Em vista da presença de assembléia de foraminíferos em amostras da camada nefelóide, bem como, nas de testemunho, e a ausência de *Arcellinideos* procedeu à identificação específica dos mesmos, para interpretação ecológica nas referidas biozonas e determinando paleoambientes. Entretanto, deixando claro que, esses organismos não fizeram parte dos objetivos desse estudo.

IV. ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa do Boqueirão é um reservatório d'água superficial exorreico, de forma alongada, no sentido NE – SW, com cerca de 6 Km de extensão e largura média de aproximadamente 200 m, localizado no curso médio do rio Boqueirão, no Rio Grande do Norte, entre as coordenadas (34° W – 36° W; 4° S – 6° S) conforma a figura 03. A bacia hidrográfica do rio Boqueirão, que cobre uma área de 220 Km², é, entretanto, descrita em associação com as Bacias Punau e Maxaranguape cuja superfície total é de cerca de 1605 Km² (EngeSoft 2001; Cassab 2003). A bacia hidrográfica do Boqueirão não é descrita de forma individual.

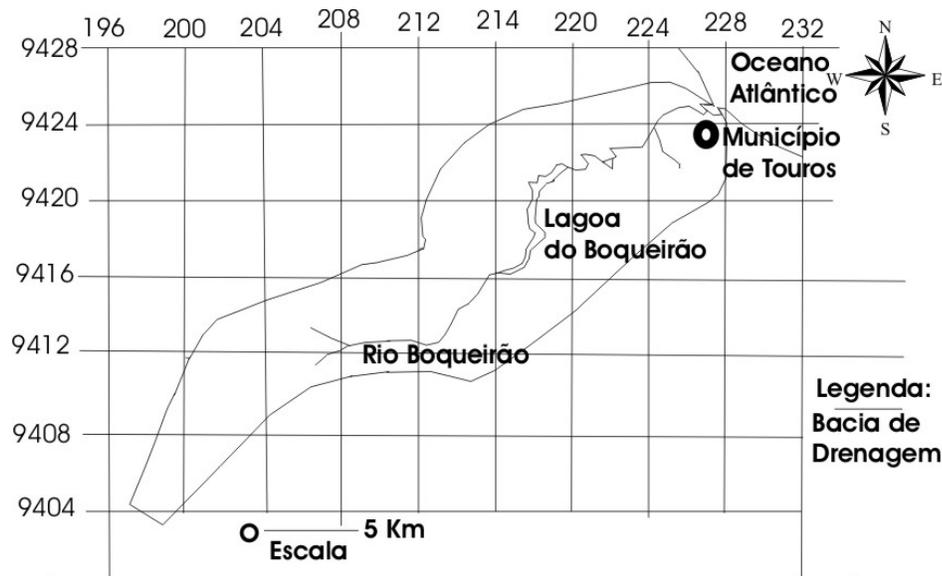


Fig. 03. Localização da bacia da Lagoa do Boqueirão (RN). Retirado de Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2001 (Modificado por Cláudia Cruz).

4.1 CLIMA

De acordo com a classificação de Köpper, o clima dominante na bacia é do tipo As', ou seja, um clima tropical chuvoso, com verão seco e estação chuvosa se atrasando para o outono. Já pela classificação de Thornthwaite, o clima do trecho correspondente aos cursos médio é do tipo sub-úmido, enquanto que no alto curso predomina o tipo úmido-seco. As precipitações médias anuais

variam de 1100 mm, na faixa litorânea, a 700 mm nas nascentes do rio, com as isoietas decrescentes paralelamente à costa (SERH – UEGP 2001).

A pluviometria mensal da região é caracterizada por índices pluviométricos que variam de 6 mm a 210 mm mensais. Na bacia do Boqueirão existem dois postos pluviométricos próximos com série histórica relativamente boa, sendo o posto de Touros com pluviometria anual em torno de 1090 mm e o posto de Cana Brava, com 792 mm (ANA 2007).

4.2 GEOLOGIA

Geologicamente, a área em questão, é constituída por embasamento cristalino Pré-cambriano, por rochas sedimentares Cretáceas da Bacia Potiguar e por depósitos terrígenos Miocênicos e Pliocênicos do Grupo Barreiras. Recobrimdo estas unidades, ocorrem os depósitos marinhos, praiais, eólicos e aluviais do Quaternário (Barreto *et. al.* 2004). Na região da Lagoa do Boqueirão / RN, município de Touros, há depósitos do Mesozoico e Cenozoico (Barreto *et. al.* 2002) como pode ser observado na figura 04 a seguir.

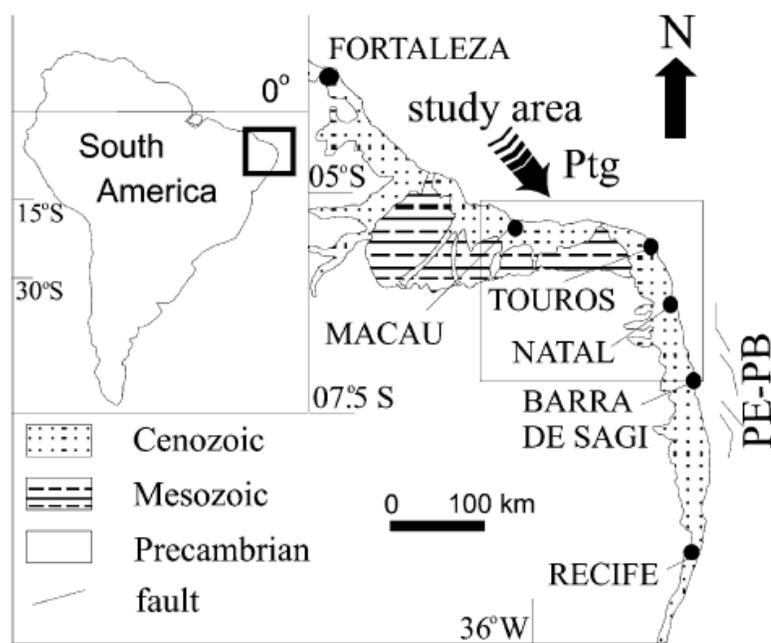


Fig 04: Geologia simplificada do Nordeste do Brasil (Barreto et al 2002).

A Bacia Potiguar localiza-se na interseção da Margem Continental Equatorial com a Margem Continental Leste Brasileira, ocupando a metade setentrional do Rio Grande do Norte e a região nordeste do Ceará. Sua área total está estimada em 60.000 km² (Araripe & Feijó 1994; Caldas 1998), dos quais 21.000 km² estão na parte emersa. Abrange uma área estimada entre 39.000 Km² na plataforma e talude continental (Bertani *et al.* 1990).

Barreto et al (2002) relatam que importantes unidades litoestratigraficas ocorrem ao longo da costa, próximo a região de Touros, que são elas: as formações Jandaíra e Açú. Sendo que, a formação Jandaíra com estruturas rochosas Cretáceas com fósseis marinhos, e, a Açú com rochas siliciclasticas. Os depósitos siliciclasticos continental Mioceno-Plioceno da Formação Barreiras (Suguio & Nogueira 1999), são capeados por depósitos Quaternário marinho, eólicos e aluviais. Os depósitos do terraço marinho são encobertos por depósitos eólicos e aluviais (Figura 05).

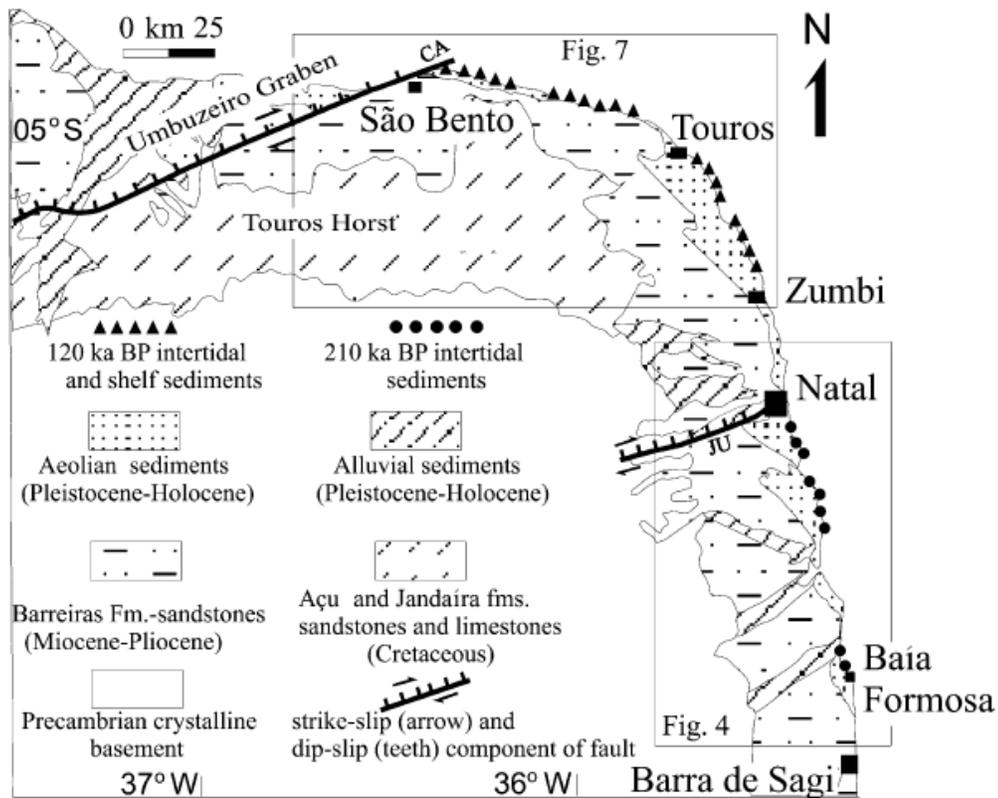


Fig 05: Geologia localizando os depósitos do Pleistoceno e Holoceno (Barreto et al 2002).

Barreto et al (2004) relatam que geomorfologicamente, a área do litoral do Rio Grande do Norte, é caracterizada pela constante presença dos depósitos sedimentares da Formação Barreiras, que formam uma superfície mais ou menos plana (tabuleiro), dissecada pela drenagem atual e suavemente inclinada para o oceano. Os afloramentos da Formação Barreiras separam a região costeira da sublitorânea e terminam, próximo ao mar, em falésias muitas vezes ativas (*vivas*). As planícies litorâneas de cristas praias são pouco desenvolvidas ou inexistentes, o que denota mais tendência à erosão que à sedimentação. Esta erosão é evidenciada pela presença constante de falésias de rochas mais antigas, com até 30 - 40 m de altura, não somente da Formação Barreiras, mas também de depósitos de paleopraias quaternárias, na forma de terraços de construção marinha e de paleodunas. O retrabalhamento de sedimentos praias por processos eólicos é marcante, a amplitude de marés é de mesomaré (2 a 4 m) e a tectônica quaternária tem sido ativa na região Bezerra *et al.* (1998) e Bezerra & Vita-Finzi (2000).

4.2.1 GEOLOGIA DO NEÓGENO (Pleistoceno / Holoceno)

Nos depósitos recentes, no setor ao sul da Lagoa do Boqueirão, os sedimentos Barreiras estão recobertos por uma expressiva ocorrência de paleoaglomerados com seixos de quartzo, sílex e fragmentos líticos, matriz areno-argilosa avermelhada. Nos limites norte e leste da área ocorrem areias quaternárias bem selecionadas, amareladas, inconsolidadas ou parcialmente consolidadas, que constituem as paleodunas (Bezerra et. al. 1998).

Os sedimentos quaternários (Pleistoceno/Holoceno), na área de estudo, mapeados compreendem depósitos eólicos (dunas ativas e inativas e lençóis de areia inativos), e marinhos (depósitos regressivos pleistocênicos, rochas de praias holocênicas e depósitos de maré atual) (Barreto et al. 2004). Usando critérios morfológicos, sedimentológicos e biológicos caracterizaram as dunas como: ativas, inativas nítidas, inativas tênues e lençóis de areia inativos (Barreto et al. 2004). As dunas inativas apresentaram idades de ~400.000 anos a poucas dezenas de anos. As idades mais antigas neste domínio coincidem aproximadamente com máximo nível relativo do mar (NRM) holocênico na costa do nordeste. As idades mais novas corresponderiam a porções recentemente expostas ou reativas destas paleodunas (Fig. 06).

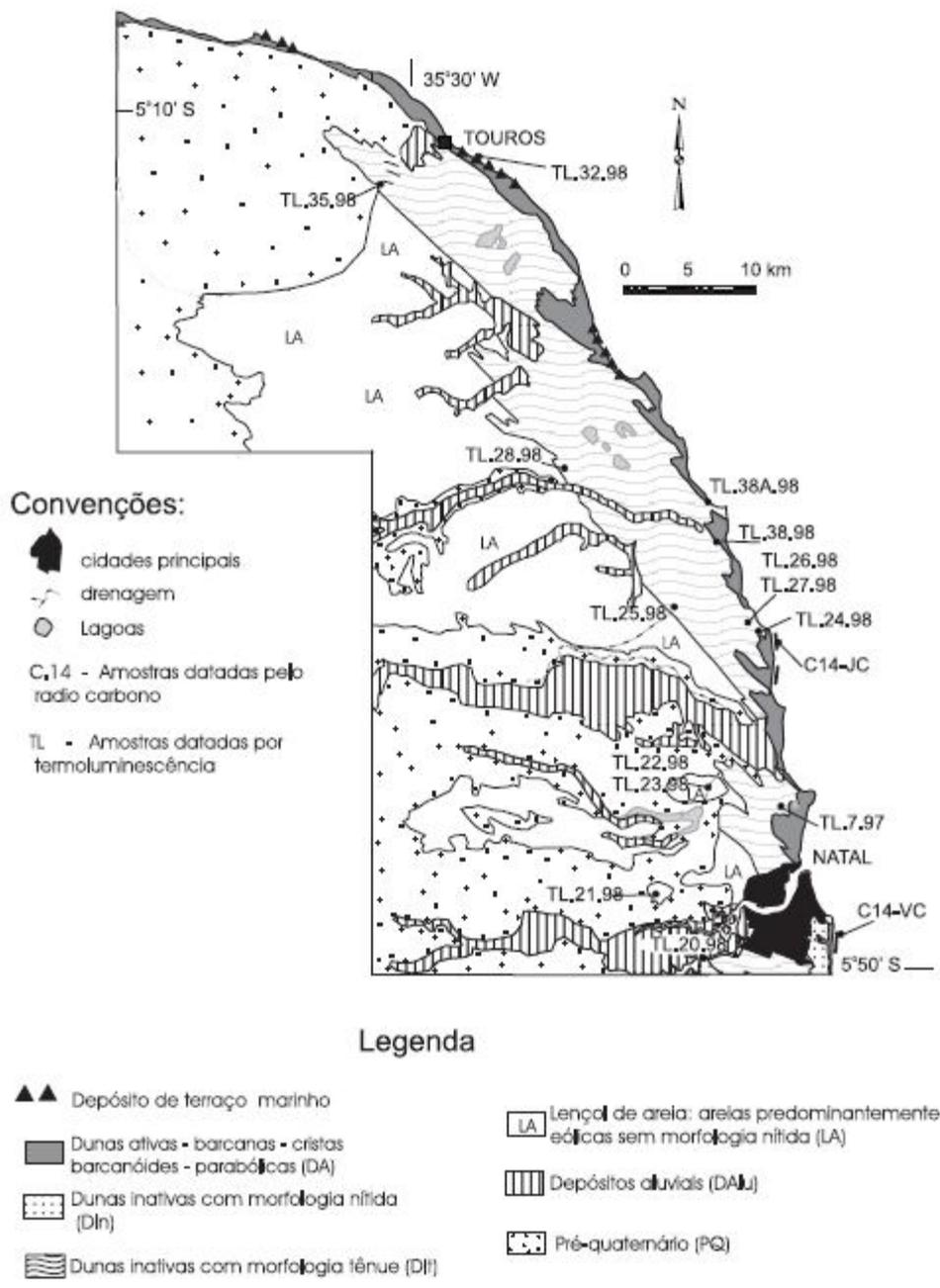


Fig 06: Geologia do Neógeno (Pleistoceno e Holoceno) costeiro do Rio Grande do Norte. Setor Natal a oeste de Touros (Barreto et al 2004).

As dunas, formadas no Quaternário, teriam resultado da acumulação de areias vindas tanto das praias, quanto das planícies costeiras ou aluviais expostas. A contribuição da Formação Barreiras como rocha-fonte deve ter variado em função direta do grau de exposição e dissecação. Dados texturais e mineralógicos demonstram que esta Formação teria atuado como fonte

principalmente em momentos de nível mais baixo que o atual, durante os períodos glaciais (Giannini *et. al.* 2001; Barreto *et. al.* 2004).

Os sedimentos marinhos cartografados, próximos a área de estudo, compreendem os depósitos de intermarés e inframarés pleistocênicos que afloram na forma de falésias que apresentam tipos litológicos distintos, depósitos de intermarés e inframarés holocênicos (rochas de praias) e depósitos de planície de maré atual (Barreto *et al.* 2002; Barreto *et al.* 2004).

4.3 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

A Lagoa do Boqueirão está disposta na área sobre os sedimentos dunas / Barreiras. Constitui um corpo d'água superficial alimentando à montante do Rio Boqueirão e drenado a jusante por este mesmo rio. As informações existentes indicam que existe um aporte considerável de água subterrânea para a Lagoa do Boqueirão no próprio domínio da mesma próximo a Formação Jandaíra. Essa Formação possui sedimentos cársticos que contém pequenas exposições no extremo superior da Bacia Hidrográfica do Boqueirão (SERH – UEGP 2001).

Este excedente de água tem sido referido como um aporte de origem profunda, que pode ser dos calcáreos Jandaira ou até mesmo do aquífero Barreiras, via falhamento e/ou fraturamentos. Ressaltando que a lagoa está situada no domínio do Alto de Touros, provavelmente delimitado por falhamentos antigos reativos (Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte 1998).

A água armazenada constitui um reservatório. Os reservatórios ganham água pelos influxos, como o pluvial e o fluvial, e a perdem pelos defluxos, como evaporação e o defluxo fluvial. Se o influxo é igual ao defluxo, o volume do reservatório permanece constante. Esses fluxos implicam a permanência, no reservatório, de uma dada quantidade de água durante certo tempo médio, chamado de tempo de residência. Em estado de equilíbrio, o reservatório de água subterrânea e a superfície permanecem constantes, mesmo quando a água está continuamente percolando através dos aquíferos. No estado de desequilíbrio os níveis de defluxos são maiores que os de influxos ocorrendo assim um processo de redução no nível da lagoa, bem como, a redução no seu perímetro (Press *et al.* 2006). Há na lagoa do Boqueirão uma situação equilibrada entre o influxo e o defluxo do aquífero. Este fato pode ser comprovado devido à manutenção em seu tamanho e permanência de defluxo fluvial.

As medições de descarga d'água do Rio Boqueirão na entrada e saída da lagoa em anos anteriores indicam uma oferta hídrica representativa (Quadro 01). Em 2001, as descargas obtidas, na saída da lagoa, foram de 120 e 125 l/s, portanto, bem inferiores daquelas obtidas em anos anteriores e sem aporte de água subterrânea significativo no domínio da lagoa (SERH – UEGP 2001)

Quadro 01: Variação Fluviométrica a jusante da Lagoa do Boqueirão. Fonte Melo, 1987 e 1988 para a Fundação CEPA e SERHID, 1998. Citado por Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, Unidade Estadual de Gerenciamento do Proágua 2001 (Modificado por Cláudia Cruz).

DATA	ENTRADA	SAÍDA	MÉTODO	EXCESSO
OUT / 1987	170 l/s	600 l/s	FLUTUADORES	430 l/s
JAN / 1988	237 l/s	632 l/s	MOLINETE	395 l/s
JUL / 1998	212 l/s	669 l/s	MOLINETE	475 l/s

A qualidade da água foi estabelecida por padrões técnicos de qualidade, isto é, a máxima concentração de elementos ou compostos que poderiam estar presentes na água, de modo a ser compatível com a sua utilização para determinadas finalidades (Tucci 2004). Em relação à qualidade das águas da Lagoa do Boqueirão, as amostras de água coletadas em maio de 1997, para as análises de contaminação não indicam a presença de contaminação por metais pesados e substâncias organocloradas e organofosforadas, no entanto, apresenta em seu entorno atividades agrícolas. Quanto aos sólidos dissolvidos totais seus valores são inferiores a 100 mg/L (SERH – UEGP 2001).

AQUÍFEROS

Na Lagoa do Boqueirão - RN a vazão de saída de água é maior que a de entrada. Possivelmente, essa descarga maior de água pode estar ligada com a presença de aquíferos que permitem a elevação da vazão no curso superficial. Na área de estudo existe a presença de dois aquíferos que são representados na figura 07, descritos a seguir e caracterizado hidrogeologicamente na tabela 01.



Fig 07: Distribuição dos principais sistemas aquíferos do país (Zoby & Oliveira 2005).

SISTEMA AQUÍFERO AÇU

O sistema aquífero Açú ocupa área de 3.764 km². Ele é um aquífero confinado pelos calcários da Formação Jandaíra e pertence à Bacia Sedimentar Potiguar.

Segundo Zoby & Oliveira (2005) a qualidade química das águas do aquífero Açú é boa. As águas são cloretadas sódicas e mistas, com valores de sólidos totais entre 928 e 2.247 mg/L, com média de 1.618 mg/L (Diniz Filho *et al.*, 2000). Foi observada uma tendência de aumento da condutividade elétrica das águas nas proximidades do contato com o embasamento cristalino, indicando um aumento da salinidade em profundidade (Carvalho Júnior & Melo 2000). A salinidade cresce linearmente com a idade das águas, indicando dissolução de sais no aquífero, com uma taxa de 36 µS/cm ou 23 mg/L a cada 1000 anos (Santiago *et al.*, 2000). De acordo com o diagrama SAR (*Sodium Adsorption Ratio*) de classificação das águas para irrigação, o sistema aquífero Açú apresenta algumas classes de água menos favoráveis à irrigação (Diniz Filho *et al.*, 2000).

Os principais usos das águas são os abastecimentos doméstico, industrial e irrigação. Merece destaque a região de Mossoró (RN) explorado em projetos de irrigação.

SISTEMA AQUÍFERO JANDAÍRA

Segundo Zoby & Oliveira (2005) o sistema aquífero Jandaíra tem natureza cárstico-fraturada com uma área de recarga de 11.589 km², que corresponde a partes dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, no contexto da Bacia Sedimentar Potiguar. Ele é intensamente utilizado para a irrigação na região da chapada do Apodi, especialmente na região de Baraúna (RN). A fim de definir um regime de exploração compatível com a recarga anual do sistema na região de Baraúna (RN), foi iniciado o monitoramento sistemático mensal do nível das águas e semestral da qualidade das águas subterrâneas do sistema aquífero Jandaíra (Castro *et al.*, 2004).

Além do uso para irrigação, as águas do Jandaíra são utilizadas para o abastecimento doméstico. Existem algumas limitações para o uso das águas na irrigação, indústria (Diniz Filho *et al.*, 2000) e humano. As suas águas são predominantemente cloretadas mistas e subordinadamente cloretadas sódicas, com sólidos totais dissolvidos entre 1.551 e 2.436 mg/L, e média de 2.168 mg/L (Diniz Filho *et al.*, 2000). O processo de salinização no aquífero ocorre, preferencialmente, pela dissolução da calcita e dolomita, minerais principais que compõe a matriz rochosa, e da bischofita, encontrada como mineral traço (Mendonça *et al.*, 2002).

Tabela 01: Características gerais dos principais sistemas aquíferos na área de estudo.

Sistema Aquífero	Tipo¹	Região Hidrográfica dominante	Área de recarga (Km²)
Jandaíra	CF	Atl. NE Ori.	11.589
Açu	P / C		3.674

LEGENDA: P: Poroso; L: Livre; C: Confinado; F: Fraturado; CF: Cárstico-fraturado. **FONTE:** Zoby & Oliveira (2005) - ANA.

Callisto *et al.* (2003) relatam que a retirada da vegetação marginal na margem fluvial elimina as barreiras naturais que impedem o carreamento de fertilizantes e herbicidas, expõe as margens, facilita o transporte de sedimento e assoreamento do leito fluvial. Além disso, aumenta o fluxo da correnteza, reduz a capacidade de retenção e infiltração de água no solo e aumenta os efeitos das enchentes e inundações. O Rio Boqueirão está sendo afetado pelas atividades antrópicas, principalmente desmatamentos e acúmulos de lixo, o que pode estar contribuindo para o

abaixamento do nível da água subterrânea especialmente nos locais de ressurgência de águas subterrâneas e influenciando na vazão superficial. O desmatamento pode ter gerado pontos erosivos promovendo carreamento de sedimentos originando ambientes fluviais assoreados que reduzem o nível batimétrico do leito do rio (SERH – UEGP 2001) e da lagoa do Boqueirão como o demonstrado na Figura 08. Partes mais rasas principalmente na área que apresenta ligação com o rio Boqueirão, as profundidades mais representativas estão no lado do canal de comunicação com o oceano.

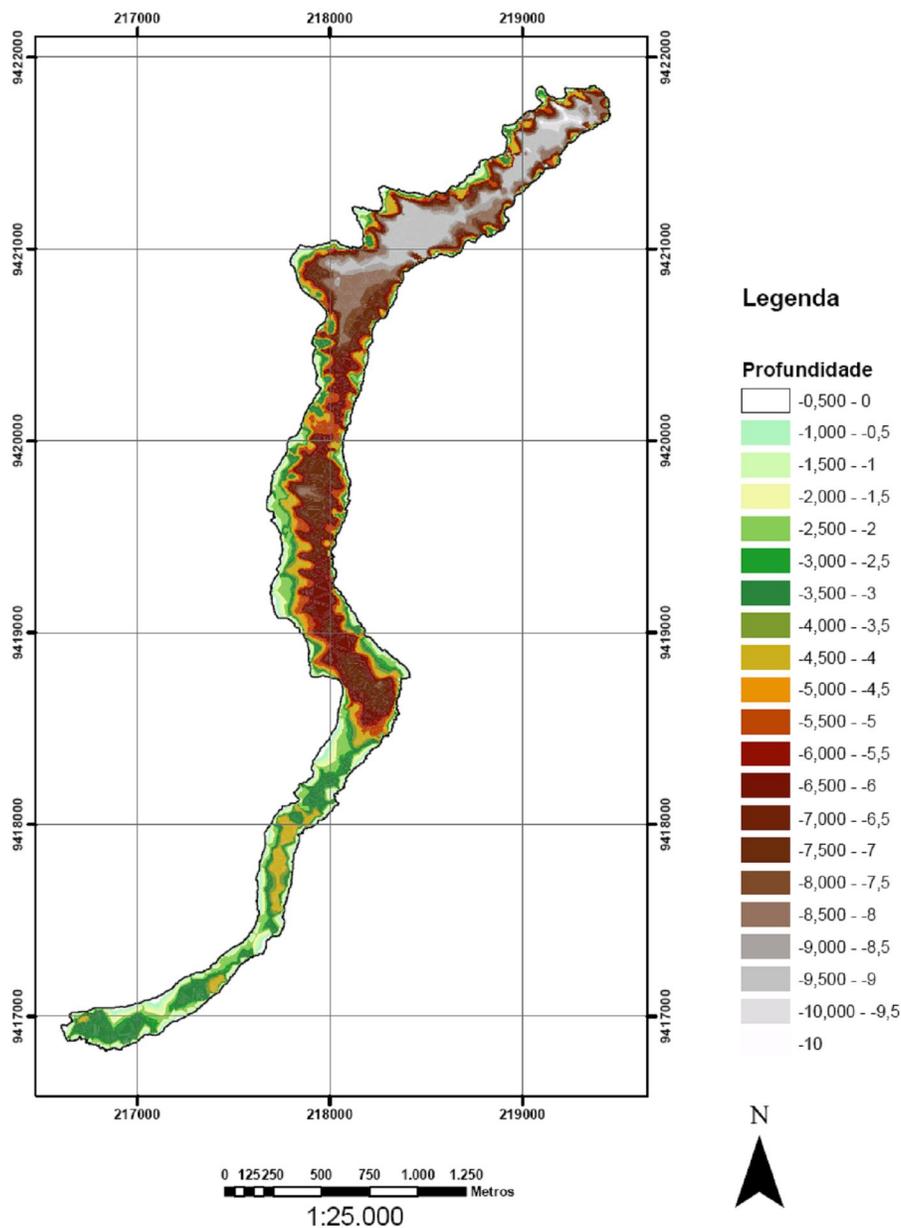


Fig. 08: Batimetria na Lagoa do Boqueirão – RN (Gomes 2007).

V. VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Embora de grande relevância para discussão nesta tese, os dados apresentados foram cedidos por um dos responsáveis pelo laboratório de Paleoambiente / UFF, a profa PhD Dr^a Ana Luiza Spadano Albuquerque. As variáveis apresentadas aqui neste capítulo pertencem ao grupo que representa o Laboratório de Paleoambientes / UFF, representados pelos pesquisadores, citados a seguir: PhD Dr^a Ana Luiza Spadano Albuquerque, PhD Dr^o Bruno Turq e PhD Dr^o Abdel Sifeddine, nos anos de 2004, 2005a, 2005b, 2007a, 2007b e 2007c. Desta forma, qualquer discussão envolvendo os dados será referenciada com os sobrenomes dos mesmos e ano de obtenção dos resultados e as descrições constam na referência.

5.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS DA CAMADA NEFELÓIDE

5.1.1. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

As análises granulométricas das amostras foram realizadas de acordo com as técnicas sedimentológicas padrões, segundo a escala Wentworth. De cada amostra foi retirada uma sub-amostra, de 3ml, para formar uma solução formada de pirofosfato, água deionizada e sedimento que apresentou um volume total final de 10 ml. A solução foi colocada em recipiente adequado para ser fixado e homogeneizado por um período de 24 horas (Fig.09).



Figura 09: Homogeneizador das amostras, procedimento realizado antes da leitura. Laboratório de Sedimentologia da UFF (FOTO: Cláudia Cruz 2005).

Após o tempo de homogeneização foi retirada uma sub-amostra de 3 ml para ser colocada no recipiente de leitura. Nesta sub-amostra foi adicionada mais 7 ml de água deionizada para ocorrer uma maior diluição da solução. A solução diluída sofre rotação para promover uma melhor mistura do material.



Figura 10: Aparelho utilizado para análise granulométrica. Laboratório de Sedimentologia da UFF (FOTO: Cláudia Cruz 2005).

A rotação ocorre no período de 5 minutos, diminuindo gradativamente para que seja realizada a leitura óptica da solução. Análise granulométrica em analisador automático a laser CILAS (Fig.

10). A quantificação das diversas frações do sedimento foi realizada através de análise estatística em gradistat.

5.1.2 GRANULOMETRIA DA CAMADA NEFELÓIDE:

O sedimento pode ser considerado como o resultado da integração de todos os processos que ocorrem em um ecossistema aquático. Do ponto de vista de ciclagem da matéria e fluxo de energia, o sedimento é um dos compartimentos mais importantes dos ecossistemas aquáticos continentais. Nele ocorrem processos biológicos, físicos e / ou químicos, que influenciam o metabolismo de todo o sistema. Além disso, o sedimento, através de sua composição química e biológica, é de fundamental importância no estudo da evolução histórica de ecossistemas aquáticos, dos ecossistemas terrestres adjacentes e das formas dos impactos ocorridos aos quais tiveram submetidos esses ambientes (Tucci 2004 a; Poletto 2008). Em cada amostra a porcentagem dos tipos de grãos diferem umas das outras como pode ser observado na figura 11 a seguir.

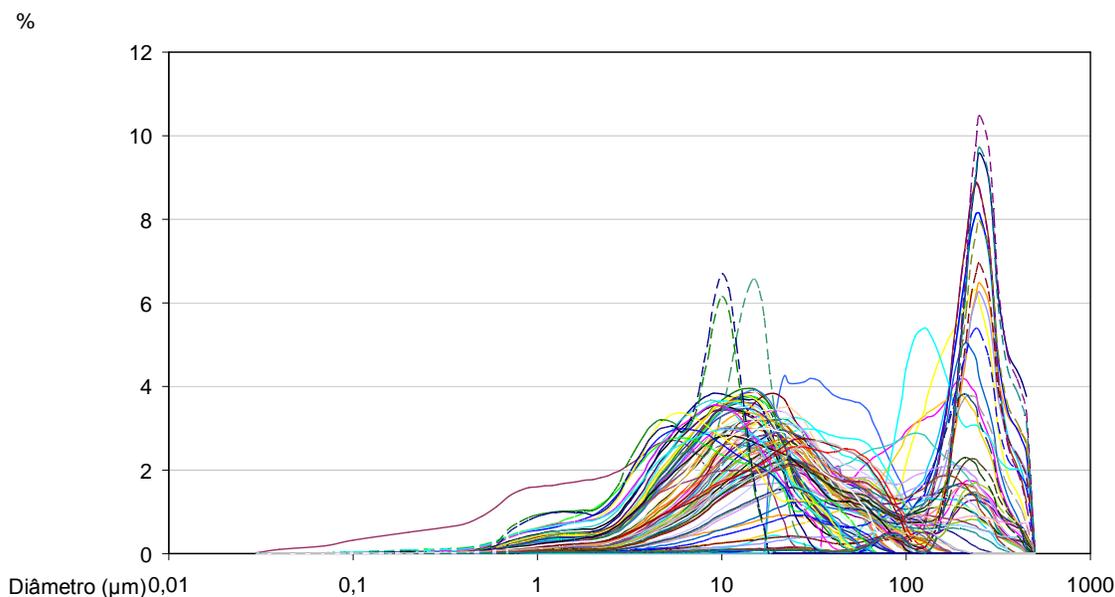


Fig. 11: Granulometria predominante na lagoa do Boqueirão. Cada segmento colorido representa a granulometria de uma amostra específica. O gráfico objetiva demonstrar a predominância do diâmetro do grão em cada amostra. (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005a).

O sedimento é um componente multifatorial, pois a textura, o grau de compactação (ou a quantidade de espaço intersticial), a granulometria e a área de superfície podem atuar na regulação

da composição e abundância das espécies (Minshall & Minshall 1977 apud Kikuchi 1996). As velocidades de corrente, em ambientes aquáticos continentais (determinando ambientes lentícos e lóticicos), apresentam um papel relevante, pois são carreadores sedimentológicos. Isto propicia a formação de diferentes microhabitats e a retenção de diferentes tipos de detritos (como por exemplo: folhas, galhos, cascalhos, areia) que são explorados pelos mais diversos tipos de microorganismos, de acordo com suas necessidades alimentares, mecanismos de fixação e abrigos (Silveira 2004).

Os sedimentos analisados da lagoa do Boqueirão - RN ocorre predominância de sedimento silteoso (81,1 % das amostras), o sedimento areia (18,9 % das amostras) ocorre pontualmente ao longo de toda a área concentrando-se um pouco mais nas extremidades da mesma como pode ser observado na tabela 02 a seguir.

TABELA 02: Os dados granulométricos (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005a).

Dados Granulométricos da área de estudo.				
	Frequência (%)			
	areia grossa	areia fina	silte	argila
	2-0,2mm	0,2-0,063mm	0,063-0,002mm	<0,002mm
Pontos	2000-200um	200-63um	63-2um	<2um
LB 001	86,82	12,45	0,11	0,61
LB 002	31,12	53,31	15,57	0,00
LB 003	50,73	48,19	1,08	0,00
LB 004	0,00	9,75	87,22	3,03
LB 005	12,08	23,09	59,32	5,51
LB 006	71,64	22,88	4,13	1,36
LB 007	14,20	13,45	68,89	3,46
LB 008	14,00	11,02	70,25	4,73
LB 009	14,90	16,85	64,85	3,40
LB 010				
LB 011	0,00	17,01	80,60	2,39
LB 012	66,11	32,84	1,05	0,00
LB 013	12,03	46,30	41,67	0,00
LB 014	0,00	0,70	83,71	15,59
LB 015	0,00	7,06	88,71	4,23
LB 016	14,00	27,43	53,27	5,30
LB 017	0,00	4,50	81,37	14,13
LB 018	0,08	25,13	74,79	0,00
LB 019	12,03	46,30	41,67	0,00
LB 020	6,72	18,76	67,49	7,03
LB 021	27,58	49,09	21,39	1,94
LB 022	57,19	15,55	22,68	4,58
LB 023	0,00	1,81	85,49	12,70

LB 024	0,00	5,18	80,21	14,61
LB 025	0,00	1,55	88,24	10,21
LB 026	0,00	0,69	86,25	13,06
LB 027	0,00	0,00	82,46	17,54
LB 028	8,55	17,73	69,01	4,71
LB 029	0,00	3,20	87,60	9,20
LB 030	0,00	0,09	86,96	12,95
LB 031				
LB 032	0,00	0,00	46,61	53,39
LB 033	0,00	0,10	84,70	15,20
LB 034	0,00	0,00	79,09	20,91
LB 035	0,00	0,00	83,46	16,54
LB 036	0,00	6,79	85,55	7,66
LB 037	0,00	0,11	86,70	13,19
LB 038	69,50	26,38	2,31	1,81
LB 039	0,00	6,92	85,56	7,52
LB 040	0,00	3,94	89,49	6,57
LB 041	32,93	57,23	6,67	3,17
LB 042	0,00	3,59	90,02	6,39
LB 043	0,00	0,00	86,73	13,27
LB 044	0,00	0,00	81,73	18,27
LB 045	0,00	6,99	85,52	7,49
LB 046	12,66	9,40	72,44	5,50
LB 047	10,90	23,18	62,02	3,90
LB 048	0,00	3,88	83,16	12,96
LB 049	0,00	5,11	84,45	10,44
LB 050	69,29	19,33	9,80	1,58
LB 051	6,65	16,03	72,24	5,08
LB 052	0,00	3,35	87,43	9,22
LB 053	0,00	3,32	89,96	6,72
LB 054	0,00	0,09	82,52	17,39
LB 055	11,72	15,20	68,60	4,48
LB 056	37,60	28,91	32,08	1,41
LB 057	7,91	25,27	64,14	2,68
LB 058	1,17	15,22	78,96	4,65
LB 059	0,00	3,79	82,64	13,57
LB 060	0,00	0,00	84,61	15,39
LB 061	0,00	0,10	84,93	14,97
LB 062	73,56	22,04	3,30	1,10
LB 063	76,63	11,72	10,20	1,44
LB 064	3,37	11,79	80,92	3,92
LB 065	47,66	28,88	21,88	1,58
LB 066	6,40	17,61	71,41	4,58
LB 067	4,31	11,87	79,78	4,04
LB 068	0,00	2,71	88,08	9,21
LB 069	10,96	19,16	66,43	3,45
LB 070				
LB 071	6,79	14,28	75,66	3,27
LB 072	10,90	15,92	68,47	4,71

LB 073	15,99	32,72	49,42	1,87
LB 074	0,10	8,38	86,87	4,65
LB 075	0,00	0,08	87,84	12,08
LB 076	0,00	0,00	78,23	21,77
LB 077	15,79	10,89	68,64	4,68
LB 078	0,00	0,00	82,92	17,08
LB 079				
LB 080	0,00	3,41	89,30	7,29
LB 081	0,00	9,80	82,39	7,81
LB 082	0,00	10,77	82,98	6,25
LB 083				
LB 084	33,32	23,57	41,07	2,04
LB 085	28,54	27,35	41,92	2,19
LB 086	0,00	0,00	85,92	14,08
LB 087	17,39	21,58	57,84	3,19
LB 088	19,95	17,09	59,21	3,75
LB 089	9,19	27,36	59,96	3,49
LB 090	0,00	13,13	74,50	12,37
LB 091	0,00	0,84	84,82	14,34
LB 092	0,00	4,49	81,94	13,57
LB 093	0,00	2,39	87,03	10,58
LB 094	0,00	13,09	78,73	8,18
LB 095	0,00	0,22	69,00	30,78
LB 096	0,00	1,06	70,16	28,78
LB 097	0,00	0,00	72,04	27,96
LB 098	0,00	0,00	74,73	25,27
LB 099	0,00	0,00	74,87	25,13
LB 100	0,00	11,38	79,89	8,73
LB 101	0,00	0,00	67,31	32,69
LB 102	0,00	0,00	70,78	29,22
LB 103	82,73	13,17	3,03	1,07
LB 104	84,83	11,64	2,45	1,08
LB 105	85,93	10,80	2,27	1,00
LB 106	0,12	18,75	73,71	7,42

5.1.3. PARÂMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

Em lagos de regiões tropicais, os fenômenos de estratificação dos parâmetros abióticos da massa de água ocorrem de maneira diferenciada daqueles das regiões temperadas. Nestes lagos, o mais comum é a ocorrência de estratificação e desestratificação diária ou estratificação durante a primavera, verão e outono, com desestratificação no inverno dos parâmetros físicos e químicos (Braga et al 2005).

O sucesso de um organismo, de um grupo ou de uma comunidade biótica inteira depende de um complexo de condições. Qualquer condição que se aproxime ou exceda os limites de tolerância é chamada de condição limitante ou fator limitante. Sob condições estáveis, o constituinte essencial disponível em valores que mais se aproxima da necessidade mínima tende a ser um limitante, um conceito chamado de lei do mínimo de Liebig. O conceito é menos aplicável sob condições transitórias, quando as quantidades e, portanto, os efeitos de muitos constituintes estão modificados rapidamente. Não somente algo de menos pode ser um fator limitante, como proposto por Liebig (1840), mas também algo demais. Assim, os organismos têm um mínimo e o máximo ecológico: a amplitude entre esses dois representa os limites de tolerância. O conceito do efeito limitante máximo, assim como o mínimo, de constituintes foi incorporado à lei de tolerância de Shelford (Shelford 1913).

A profundidade, registrada na área, durante o estudo, variou de 0,5 a 10,2 m; o pH variou de 4,2 a 7,74; a condutividade variou de 0,304 a 0,537 (ms/cm); o oxigênio dissolvido (OD) variou de 4,32 a 7,5 (mg/l), e, a temperatura variou de 27, 4 a 29,9 ° (°C) (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004). Os valores dos parâmetros físico-químicos são representados na tabela 03.

TEMPERATURA

A temperatura é um fator de grande importância na estruturação da comunidade em ecossistemas aquáticos, pois sua variação anual é provavelmente responsável pela maior parte da variação geográfica e pela presença e/ou ausência de microorganismos, como também fundamentais na explicação do padrão de circulação das massas de águas (Ward & Stanford 1982; Esteves 1998). Alguns importantes fatores fisiográficos estão diretamente relacionados com a estruturação da comunidade como: latitude, altitude, gradiente longitudinal do ambientes fluviais e sombreamento da mata ciliar (Beschta et. al. 1987).

A temperatura atua diretamente na regulação das características químicas, físicas e bióticas dos ambientes aquáticos continentais (Azevedo & Bonecker 2003). A ausência da vegetação ripária (margens das lagoas e rios) há um aumento da temperatura da água, diminuindo a capacidade de solubilidade do oxigênio. De acordo com Karr & Schlosser (1978), em elevadas temperaturas, a capacidade dos corpos aquosos metabolizar produtos orgânicos sem reduzir a concentração de

oxigênio é diminuída. A elevação da temperatura também aumenta a taxa em que os nutrientes aderidos aos sólidos suspensos são convertidos em formas (solúveis) prontamente disponíveis, como é o caso do fósforo. Isto tem implicações sobre o processo de eutrofização, pois com a maior oferta de nutrientes para os produtores primários (fitoplâncton), maior será o seu crescimento e taxa de consumo de oxigênio (através dos processos metabólicos), provocando um aumento da matéria orgânica e a queda da concentração de oxigênio dissolvido na água (Schönborn 1962).

OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O.D.)

A concentração do oxigênio dissolvido na água é resultante de fatores físicos, químicos e biológicos. A água, como solvente, tem a capacidade de dissolver gases atmosféricos, como o nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono e outros gases nobres. Parte do oxigênio dissolvido na água provém da atmosfera, onde a capacidade d'água para absorver o oxigênio depende da pressão atmosférica, da temperatura e da salinidade. Somente uma pequeníssima quantidade do oxigênio dissolvido reage com a água (Ramos & Silva 2004).

A solubilidade do oxigênio na água, como de todos os gases, depende de dois fatores principais: temperatura e pressão. Assim, com a elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorre redução e solubilidade do oxigênio na água. Portanto, para se obter a saturação de oxigênio, que é expressa em porcentagem, deve-se sempre relacionar os teores absolutos de oxigênio dissolvido com a temperatura e pressão atmosférica. Entende-se saturação de oxigênio como sendo a quantidade máxima de oxigênio que pode ser dissolvida na água em determinada pressão e temperatura (Raí 1976 a).

O teor de oxigênio dissolvido é considerado para ser um parâmetro não conservativo da água. É um parâmetro comumente determinado na água, como a salinidade e a temperatura. Atua como um traçador das massas d' águas e é um indicador sensível para os processos biológicos e químicos (Ramos & Silva 2004).

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

É importante ressaltar que as medições de pH são importantes em estudos ambientais envolvendo as águas naturais. O pH, por exemplo, é importante na geoquímica do sistema CO₂ e

atua como um indicador dos processos envolvendo a produção biológica e a processos metabólicos. O equilíbrio ácido-base e as taxa das reações químicas são também dependentes do pH. O pH é também uma variável magistral para descrever a especiação de metais em sistemas aquáticos. Desta forma, é imperativo que o pH esteja correlacionado, de forma clara e exata, com o equilíbrio envolvido (Ramos & Silva 2004). Na área estudada, o pH sofre pouca variação entre os valores neutros e ácidos. A presença de valores ácidos pode esta relacionada com a concentração da matéria orgânica que faz parte do ambiente.

CONDUTIVIDADE

A condutividade representa a concentração de sais dissolvidos na água, é usualmente expressa como “salinidade”. Ramos & Silva 2004 relatam que as grandes diferenças entre valores de salinidade nos ecossistemas aquáticos continentais é resultante de vários fatores; dentre estes, destacam-se:

- A intensidade diferenciada de intemperização e composição das rochas e solos da bacia de drenagem;
- O grau de influência e composição das águas subterrâneas;
- A precipitação atmosférica;
- O grau de influência marinha (através do lençol freático, aerosol marinho “spray marinho” etc.);
- Balanço entre a evaporação e a precipitação.

Nem sempre a salinidade dos corpos d`água está associada a altas concentrações de íons sódio e cloreto. Em regiões áridas ou semi-áridas, onde a precipitação não é suficiente para formar um sistema hidrográfico superficial capaz de carrear os sais para o mar, pode haver a salinização de rios e lagoas. Esta, por sua vez, é geralmente diferenciada qualitativamente daquela originada por influência marinha. Os principais íons responsáveis pela salinidade das águas interiores sem influência marinha são: nitratos, sulfatos, bicarbonatos, cloretos, potássio e sódio (Brum & Souza 1985).

TABELA 03: Os dados parametros físicos químicos (abióticos) (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004).

Parâmetros Abióticos da Área de Estudo						
Pontos	Bat. / real	Bat. / coleta	pH	Condutividade (ms/cm)	OD (mg/l)	Temp (°C)
LB 001	1,7	1,5	6,4	0,385	6,93	29,90

LB 002	10	9,5	6,97	0,386	5,70	27,7
LB 003	0,5	0,5	4,20	0,388	7,00	29,7
LB 004	4,2	4	7,20	0,386	7,20	28,4
LB 005	7,8	7,5	6,98	0,386	5,10	27,8
LB 006	9	9	6,83	0,386	6,38	27,7
LB 007	9	9	6,46	0,386	6,21	27,7
LB 008	8,5	8,5	6,07	0,386	6,07	27,8
LB 009	0,5	0,5	4,95	0,384	6,72	28,7
LB 010	7,7	7,5	6,61	0,386	6,28	27,9
LB 011	8,5	8,5	6,35	0,386	6,03	27,8
LB 012	1	1	5,85	0,386	6,98	28,4
LB 013	8	8	6,51	0,386	5,90	27,8
LB 014	9,2	9	5,65	0,386	4,77	27,6
LB 015	9,1	9	5,50	0,386	4,32	27,7
LB 016	9,2	9	5,32	0,386	4,37	27,7
LB 017	7,2	7	6,30	0,386	4,47	27,8
LB 018	0,5	0,5	6,92	0,4	6,96	28,3
LB 019	9,2	9	6,44	0,386	6,02	27,8
LB 020	6,8	6,5	7,01	0,385	7,07	28,1
LB 021	1	1	7,67	0,386	6,71	28,4
LB 022	7,2	7	6,97	0,386	7,40	28,2
LB 023	8,2	8	6,99	0,386	6,70	28,3
LB 024	9	8,5	6,35	0,385	5,63	27,9
LB 025	8,2	8	7,05	0,386	6,75	28,2
LB 026	7,6	7,5	6,87	0,384	6,83	28,2
LB 027	7,4	7	6,65	0,386	6,12	28,2
LB 028	1	1	6,21	0,384	6,05	28,5
LB 029	6,8	6,5	5,41	0,394	4,72	27,4
LB 030	7,8	7,5	6,07	0,386	5,61	27,9
LB 031	7,3	7	6,71	0,386	5,66	28,0
LB 032	0,5	0,5	7,42	0,386	7,2	29,0
LB 033	7,5	7	6,88	0,386	5,94	28,0
LB 034	7,2	7	6,54	0,385	5,97	28,0
LB 035	7,2	7	6,21	0,386	5,98	28,0
LB 036	6,8	6,5	7,16	0,386	6,48	28,2
LB 037	6,3	6	7,54	0,385	6,36	28,4
LB 038	0,5	0,5	7,35	0,385	6,36	29,6
LB 039	7,1	7	6,91	0,304	6,31	28,1
LB 040	6,3	6	7,23	0,385	6,25	28,2
LB 041	1	0,5	7,70	0,386	7,05	29,0
LB 042	4,2	4	7,73	0,385	7,05	29,0

LB 043	5,1	5	7,45	0,385	6,71	28,3
LB 044	6,2	6	7,47	0,385	6,36	28,2
LB 045	6,3	6	7,09	0,385	6,40	28,2
LB 046	5	5	7,42	0,385	6,71	28,3
LB 047	1	0,5	7,39	0,385	6,20	28,9
LB 048	6,3	6	7,35	0,386	6,56	28,2
LB 049	5,6	5	7,34	0,386	7,30	28,4
LB 050	1	0,5	7,35	0,386	6,72	29,2
LB 051	4,2	4	6,65	0,386	5,70	28,3
LB 052	6,3	6	6,69	0,386	6,20	28,3
LB 053	7,1	7	6,63	0,385	6,18	28,1
LB 054	7,4	7	6,98	0,385	5,91	28,2
LB 055	6,5	6,5	7,28	0,384	5,30	28,2
LB 056	2,6	2,5	7,22	0,389	6,78	28,3
LB 057	1	0,5	7,33	0,384	5,70	28,2
LB 058	7,1	7	6,73	0,537	X	X
LB 059	7,5	7,5	7,07	0,385	5,29	28,3
LB 060	7	7	7,28	0,385	5,53	28,3
LB 061	5,6	5,5	7,46	0,384	6,71	28,6
LB 062	0,5	0,5	7,39	0,386	6,83	29,5
LB 063	2,4	2	7,46	0,383	7,30	28,8
LB 064	3,5	3,5	7,45	0,384	7,50	28,8
LB 065	4	4	7,65	0,383	7,23	28,9
LB 066	5,9	5,5	7,55	0,383	6,71	28,8
LB 067	6,5	6,5	7,34	0,382	6,19	28,4
LB 068	6,7	6,5	7,66	0,383	6,08	28,5
LB 069	6,7	6,5	7,22	0,384	5,98	28,3
LB 070	1,5	0,5	7,74	0,385	6,81	28,8
LB 071	6,4	6	7,69	0,384	6,55	28,4
LB 072	6,3	6	7,61	0,383	6,46	28,4
LB 073	6,3	0,5	7,14	0,385	6,42	28,9
LB 074	5,7	5,5	6,70	0,383	6,48	28,2
LB 075	6,8	6,5	6,84	0,383	6,75	28,2
LB 076	7,2	7	7,01	0,383	6,50	28,1
LB 077	7,5	7,5	7,18	0,384	6,50	28,1
LB 078	7,3	7	7,30	0,383	6,81	28,1
LB 079	6,7	6,5	7,45	0,383	6,16	28,1
LB 080	4,6	4,5	7,32	0,383	6,42	28,2
LB 081	1,5	0,5	7,38	0,385	6,80	28,5
LB 082	6,7	6,5	7,30	0,385	6,01	28,2
LB 083	3,8	3,5	7,44	0,386	6,77	28,5

LB 084	3,2	2,5	7,30	0,386	7,21	28,6
LB 085	3,2	3	7,14	0,386	6,65	28,7
LB 086	1	0,5	7,29	0,386	6,81	29,7
LB 087	3	2,5	7,09	0,386	6,65	29,2
LB 088	4,3	4	7,44	0,386	6,83	28,4
LB 089	3,5	3,5	7,60	0,386	7,20	28,4
LB 090	2	0,5	7,54	0,385	6,79	29,0
LB 091	4,5	4,5	6,95	0,386	6,04	28,5
LB 092	3,9	3,5	6,97	0,386	6,03	28,5
LB 093	4,2	4	6,90	0,386	5,76	28,4
LB 094	1,5	0,5	7,29	0,378	5,55	28,7
LB 095	3,1	2,5	6,58	0,385	5,61	28,3
LB 096	2,4	2	6,55	0,390	5,22	28,4
LB 097	1,6	1	6,85	0,393	5,30	28,5
LB 098	3,4	3	6,62	0,392	5,63	28,6
LB 099	3,8	3,5	6,20	0,384	4,41	28,6
LB 100	1,3	0,5	6,75	0,385	4,84	28,7
LB 101	2,6	2	6,89	0,392	5,73	28,9
LB 102	2,8	2,5	6,91	0,393	5,72	28,8
LB 103	0,5	0,5	7,02	0,394	5,45	29,0
LB 104	3,8	3,5	6,66	0,398	5,41	28,8
LB 105	0,6	0,6	6,73	0,379	6,11	29,2
LB 106	1,5	0,5	6,79	0,399	5,83	29,3

Os parâmetros mensurados na camada nefelóide são valores amplamente citados em diversos trabalhos de ambientes tropicais.

5.1.4 GEOQUÍMICA DA CAMADA NEFELÓIDE

A geoquímica do ambiente é controlada, em primeiro lugar, pelos processos naturais, geológicos, pedológicos, climáticos e biológicos. Em relação a camada nefelóide a geoquímica se comporta da mesma forma. Na investigação dos relacionamentos geográficos da distribuição de elementos químicos com as feições naturais e as alterações antrópicas, a geoquímica multielementar apresenta-se como instrumento de grande capacidade de discriminação (BoniLicht 2002). A coleta e a análise multielementar da água e dos sedimentos ativos (camada nefelóide) permitem uma melhor caracterização da área e embasamento para estudos pretéritos. Os valores dos parâmetros geoquímicos da camada nefelóide sofreram variação, como são mencionados a seguir: o percentual de carbono (%C) variou de 0,187 a 25,632; o percentual de enxofre (% S) variou de 0,114 a 6,356, e

o percentual de nitrogênio (% N) variou de 0,122 a 3,446 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005b). Os valores geoquímicos, enxofre, nitrogênio e carbono, da área de estudo, são representados na tabela 04.

NITROGÊNIO

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Esta importância deve-se principalmente à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. As principais fontes de nitrogênio podem ser: a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio lago.

CARBONO

A variabilidade do carbono dissolvido nas águas naturais é grande e depende de contribuições alóctones e autóctones, período de seca e precipitação, além de processos internos em lagos (Tundisi & Tundisi 2008).

ENXOFRE

O enxofre não atua como fator limitante na produção de ecossistemas lacustres. Somente alguns lagos tropicais, localizados na região da Amazônia (Braun 1952) e na África, como os Lagos George e Vitória (Beauchamp 1953), o enxofre foi apontado como possível fator limitante.

TABELA 04: Os dados geoquímicos da camada nefeloide (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005b).

Dados Geoquímicos			
	% C	% S	% N
Pontos			
LB 001	0,211	0,242	0,157
LB 002	18,454	2,695	1,689
LB 003	0,497	0,114	0,122
LB 004	5,479	0,868	0,665

LB 005	8,099	1,863	0,754
LB 006	8,4	1,308	0,817
LB 007	8,726	0,753	0,879
LB 008	14,242	3,965	1,455
LB 009	10,983	1,981	0,985
LB 010	6,919	0,7	0,755
LB 011	12,188	6,356	0,976
LB 012	0,372	0,196	0,125
LB 013	1,232	0,401	0,238
LB 014	8,025	0,731	0,875
LB 015	20,193	5,131	1,658
LB 016	15,444	2,884	1,286
LB 017	8,157	0,869	0,768
LB 018	3,252	1,088	0,524
LB 019	6,161	0,999	0,648
LB 020	0,403	0,785	0,237
LB 021	10,125	0,784	1,004
LB 022	3,050	0,349	0,315
LB 023	19,016	1,858	1,762
LB 024	10,172	0,817	0,998
LB 025	5,620	0,340	0,573
LB 026	13,584	2,990	1,303
LB 027	0,749	0,117	0,173
LB 028	8,959	0,776	0,928
LB 029	4,771	1,029	0,428
LB 030	0,898	0,125	0,201
LB 031	9,781	1,030	0,905
LB 032	12,528	1,435	1,285
LB 033	0,322	0,718	0,306
LB 034	0,187	0,390	0,202
LB 035	0,212	0,309	0,797
LB 036	8,577	0,840	0,291
LB 037	1,947	0,265	0,348
LB 038	3,176	0,337	1,155
LB 039	10,640	2,147	0,538
LB 040	1,319	0,534	1,089
LB 041	11,125	1,003	0,556
LB 042	4,938	0,379	1,369
LB 043	12,535	1,324	0,586
LB 044	5,982	0,608	0,881
LB 045	7,417	0,518	1,470
LB 046	14,567	1,501	0,622
LB 047	6,381	0,737	0,347
LB 048	2,458	1,482	1,313
LB 049	13,029	1,089	0,086
LB 050	0,377	0,110	1,435
LB 051	13,550	1,145	1,233
LB 052	10,426	1,174	1,145
LB 053	12,101	1,116	1,167

LB 054	12,067	0,958	1,741
LB 055	15,491	1,185	1,440
LB 056	18,850	1,192	1,881
LB 057	21,094	1,079	1,199
LB 058	13,475	0,936	1,295
LB 059	13,198	1,114	1,080
LB 060	11,869	0,961	1,282
LB 061	11,364	1,286	0,231
LB 062	0,332	0,502	0,109
LB 063	0,236	0,216	0,526
LB 064	4,330	0,584	0,401
LB 065	3,654	1,722	0,840
LB 066	8,875	0,801	1,148
LB 067	12,680	0,911	1,391
LB 068	12,509	1,078	1,321
LB 069	13,724	1,126	2,048
LB 070	23,553	0,978	2,211
LB 071	24,160	1,003	1,452
LB 072	14,651	0,836	1,523
LB 073	16,707	1,143	1,322
LB 074	12,618	1,216	2,159
LB 075	22,099	1,572	0,990
LB 076	9,662	0,677	1,708
LB 077	18,617	1,692	0,874
LB 078	9,727	0,820	1,315
LB 079	15,382	1,371	2,051
LB 080	25,313	1,852	1,136
LB 081	12,478	1,182	1,315
LB 082	16,285	1,685	2,051
LB 083	18,188	1,937	1,136
LB 084	20,091	2,188	1,909
LB 085	11,833	3,060	1,514
LB 086	16,128	2,171	1,289
LB 087	17,785	1,488	1,628
LB 088	18,840	4,659	1,643
LB 089	15,218	2,219	1,395
LB 090	23,534	2,020	2,111
LB 091	10,194	1,050	0,955
LB 092	10,298	2,816	1,070
LB 093	25,632	2,528	2,507
LB 094	9,794	1,471	1,057
LB 095	9,308	1,620	1,251
LB 096	9,686	1,047	1,313
LB 097	8,705	0,892	0,948
LB 098	8,255	0,597	0,881
LB 099	8,909	0,752	0,955
LB 100	6,880	0,473	0,822
LB 101	9,149	0,746	1,070
LB 102	4,501	0,420	0,561

LB 103	1,028	0,158	0,138
LB 104	5,902	0,678	0,695
LB 105	10,077	1,079	1,322
LB 106	2,818	2,795	3,446

Os parâmetros geoquímicos mensurados na camada nefelóide são valores amplamente citados em diversos trabalhos de ambientes tropicais. Entretanto, vale destacar, que os valores da % de carbono são mais elevados, provavelmente devido à matéria orgânica presente nesta parte da coluna de água.

5.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS DOS TESTEMUNHOS

5.2.1. FÁCIES SEDIMENTARES DOS TESTEMUNHOS

As fácies sedimentares e datações realizadas a lagoa do Boqueirão (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007) mostram as variações de deposições sedimentares ao longo do tempo geológico. No testemunho LB 02/03, situado na margem esquerda da lagoa, apresenta duas fácies: areia lamosa orgânica, com 9 cm de espessura situada na base; lama orgânica, com 157 cm de espessura. No LB 02/ 01, situado na calha principal da lagoa, possui a seguinte sequencias de fácies a partir da base: areia quartzosa (6 cm), areia lamosa orgânica (15 cm), lama orgânica de 79 a 0 cm, com porção laminada de 14 cm (figura 14).

As fácies sedimentares são formadas devido aos eventos de erosão, transporte e sedimentação. Estes são processos interdependentes que se alteram com o decorrer do tempo em função da velocidade do fluxo de água (Sugiuo & Bigarella 1979). A erosão provê a carga a ser transportada por um rio e compreende não apenas o material sólido carreado no fundo, mas também as partículas em suspensão e o material em solução. Este material em solução e suspensão abrange a chamada camada nefelóide.

Entre os testemunhos LB 02/03 e 02/01 há uma diferenciação na base do testemunho. A fácies areia e areia lamosa orgânica refletem um período que podem estar relacionados ao

barramento e tectonismo ocorridos na área citados anteriormente. A lama orgânica auxiliou na colonização dos protozoários identificados neste estudo.

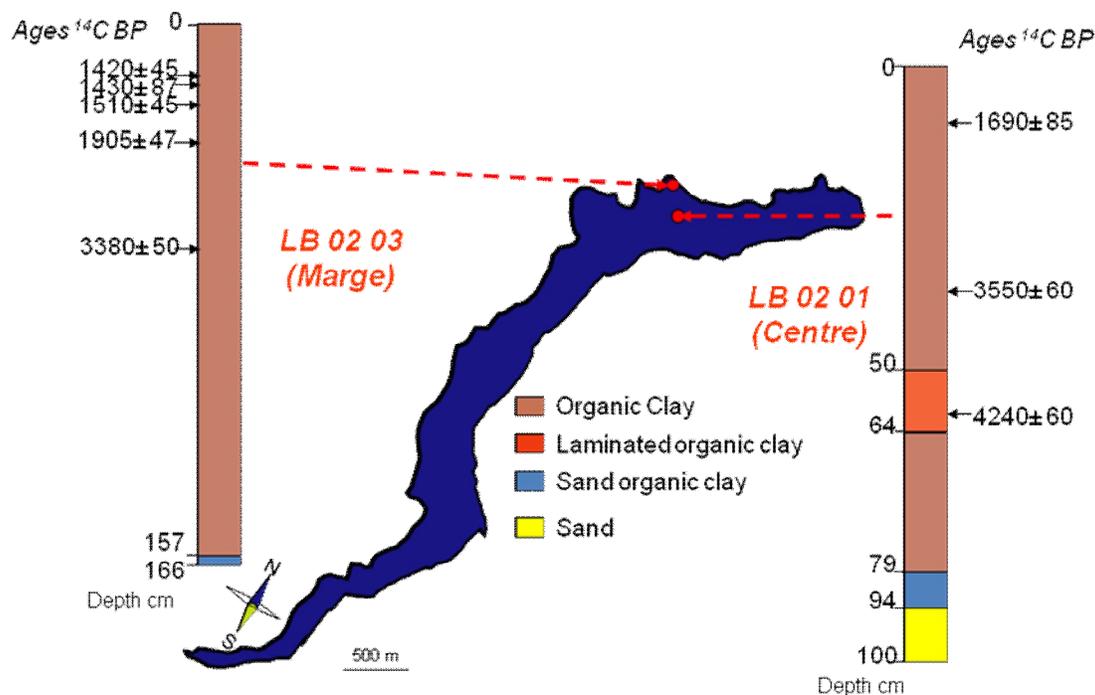


Fig 12: Fácies sedimentares e as datações dos testemunhos LB 02-01 e LB 02-03 (Os dados das fácies sedimentares e de datações, não calibradas (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007a e b).

Craig (1953), Wickman (1952), Wicknam et. all. (1951) foram os primeiros a descreverem com detalhes as variações do carbono na natureza. Seus resultados demonstraram que os carbonatos de origem marinha apresentam uma faixa de variação na razão isotópica ¹³C/ ¹²C diferente da apresentada pelos carbonatos de origem continental. Portanto, é de se esperar, para organismos lagunares, um valor característico intermediário dos de água doce e marinho, para a razão ¹³C/ ¹²C de seus carbonatos.

As razões isotópicas e datações não calibradas, da lagoa do Boqueirão representadas na tabela 05, foi realizada no IRD – França (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007a e b).

TABELA 05: Razões isotópicas e datações não calibradas (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007a e b).

Datações dos testemunhos 02-01 e 02-03 - Lagoa do Boqueirão - RN

N° cible	référence demandeur	Depth (cm)	$\delta C13$	pMC	incertitude	age BP	incertitude
000843	LB - 02 - 01 (12 -14)	13	-24,2	80,1	0,5	1780	45
000845	LB - 02 - 01 (36 - 38)	37	-28,1	65,9	0,4	3350	50
000846	LB - 02 - 01 (59 - 61)	60	-27,7	61,6	0,4	3895	50
002074	LB- 02- 01- 70,7 cm	70,7				3760	50
002075	LB- 02- 03- 32,4cm	32,4				1420	45
000848	LB - 02 - 03 (36 - 38)	37	-20,8	82,0	0,5	1595	45
002076	LB- 02- 03- 43,6cm	43,6				1510	45
000849	LB - 02 - 03 (64 - 66 cm)	65	-21,7	77,7	0,4	2030	45
002077	LB- 02- 03- 112,8cm	112,8				3380	50

A idades foram calibradas pelo prof. Phd Dr. Francisco Hilário Rego Bezerra, em junho de 2010, no laboratório da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, laboratório de Tectonismo e Sedimentologia – UFRN. As datações calibradas dos testemunhos indicam datações entre de 1569 – 1585 a 3975 – 4292 para o LB 02 /01 e de 1280 – 1396 a 3595-3912 para o LB 02/03 (tabela 06). Esse período corresponde à formação da lagoa, durante o Holoceno.

TABELA 06: Razões isotópicas representados nesta tabela, com datações calibradas pelo Prof. PhD Dr. Francisco Hilário Bezerra.(Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007a e b).

Datações dos testemunhos 02-01 e 02-03 - Lagoa do Boqueirão - RN								
N° cible	référence demandeur	Depth (cm)	$\delta C13$	pMC	incertitude	age BP	incertitude	Idade Calibrada 2 δ (anos antes do Presente AP)*
000843	LB - 02 - 01 (12 - 14 cm)	13	-24,2	80,1	0,5	1780	45	1569 - 1585
000845	LB - 02 - 01 (36 - 38 cm)	37	-28,1	65,9	0,4	3350	50	3462 - 3697
000846	LB - 02 - 01 (59 - 61 cm)	60	-27,7	61,6	0,4	3895	50	4154 - 4209

002074	LB- 02-01- 70,7 cm	70,7				3760	50	3975 - 4292
002075	LB- 02-03 (32,4 cm)	32,4				1420	45	1280 - 1396
000848	LB - 02 - 03 (36 – 38 cm)	37	-20,8	82,0	0,5	1595	45	1380-1569
002076	LB- 02-03- (43,6 cm)	43,6				1510	45	1313-1447
000849	LB - 02 - 03 (64 - 66 cm)	65	-21,7	77,7	0,4	2030	45	1890-2114
002077	LB- 02-03- (112,8 cm)	112,8				3380	50	3595-3912

*Calibração das idades realizada pelo Prof. PhD Dr. Francisco Hilário Bezerra.

5.2.2 MUDANÇAS PALEOAMBIENTAL

Para os testemunhos os valores de COT variaram de 0 a 23 % no LB 02-01 e 0 a 19 % no LB 02-03; o $\delta^{13}\text{C}$ variaram para LB 02/01 de -17% a -28 ‰ e para LB 02/03 -20% a -28%, sendo que predominantemente na faixa de -20% a 28 %; o C/N variaram de 13,5 a 18,5 % no LB 02-01 e 13 a 16,5 no LB 02-03; e, o $\delta^{15}\text{N}$ variaram de 0 a 4‰ no LB 02-01 e de -0,5 a + 5,5 ‰ no LB 02-03 representados na figura 13 a seguir (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007).

As ações do clima sobre as rochas e os sedimentos da superfície da Terra resultam em modificações biológicas, físicas e químicas das mesmas que deixam marcas claras na estruturas que a compõem. Cada tipo de clima resulta em feições geomorfológicas e geológicas características. Um dos problemas de interpretação paleoclimática baseada em evidências geológicas e geomorfológicas é que a erosão e meteorização posteriores podem destruir parcial ou totalmente as evidências. Porém, para o Quaternário essas marcas ainda não foram erodidas ou destruídas o que permite uma boa reconstrução do ambiente físico do Quaternário Tardio (Salgado- Labourian *et. all.* 1997; Salgado- Labourian 2007). As modificações geomorfológicas da área de estudo são aqui representadas na figura 13 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007) que interpretam as variações

ambientais como elevação e redução da profundidade, e localização das macrofitas na margem da lagoa.

As variações apresentadas pelos parâmetros mensurados indicam mudanças paleoambientais ao longo dos últimos 4000 anos que diferem dos dados apresentados nesta volume de tese. As modificações geomorfológicas da área de estudo são aqui representadas na figura 13.

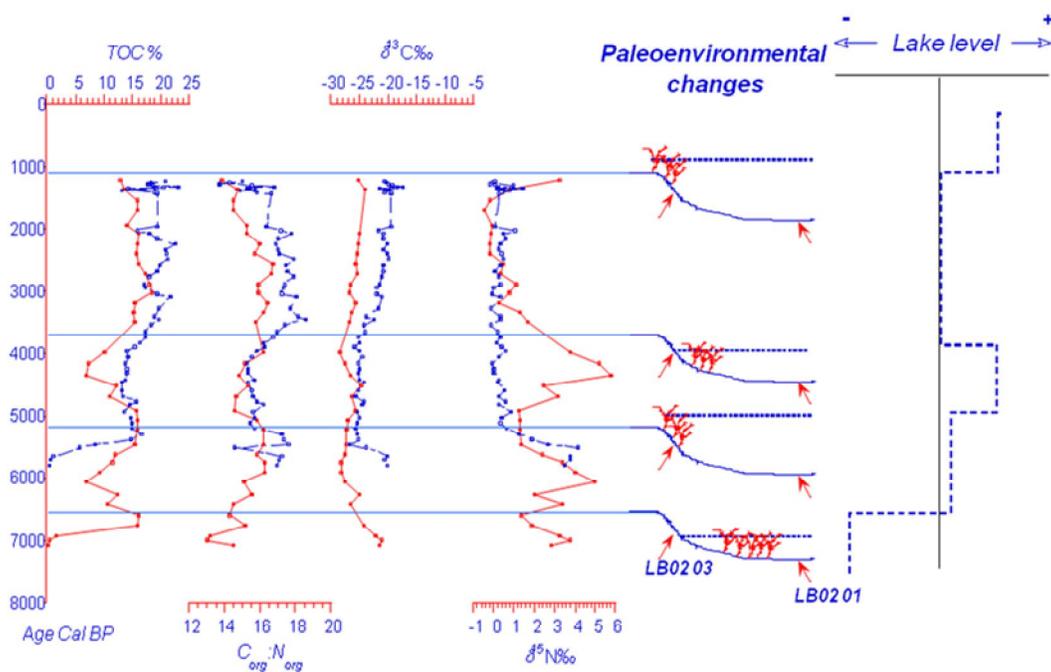


Fig. 13: Mudanças Paleoambientais dos testemunhos LB 02-01 e LB 02-03 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007c).

VI. HISTÓRICO TEÓRICO

6.1 ARCELLAS

Tecamebas (*Arcellas*) é um termo informal que caracteriza um "grupo" de protozoários com testas, pertencentes ao subfilo Sarcodina (Mediolli & Scott 1988). Estes organismos podem ser encontrados em todos os corpos aquosos que apresentem água doce (lagos, lagoas, rios, esgotos e tanques temporários), assim como em musgos, terras úmidas, casca de árvores e, em alguns casos, em água salgada (Schönborn 1962) e em ambientes mixohalinos (Cruz 2004).

A característica comum de toda *Arcella* é a presença de uma testa muito simples e unilocular, com uma única abertura (piloma) para a extrusão de pseudópodes. Em muitos casos, isto é muito semelhante ao de alguns foraminíferos que apresentam uma única câmara (Mediolli et al. 1997; Mediolli & Scott 1988). Os gêneros *Lagenodifflugia* e *Pontigulasia* aparentam ter uma segunda câmara que consiste em um colarinho, que pode ser secretada ou aglutinada pelo organismo e apresenta constituição química como: proteináceas (cimento protéico), silíceas (placas de sílica), aglutinantes (grãos de areia ou fragmentos de frústulas de diatomáceas aderidas) ou, raramente, calcárias. Apresentam o hábito planctônico, sésil (fixa por um filamento) e incrustante (aderida em fragmentos de quartzo e/ou madeira). A reprodução pode ser por divisão binária ou em alguns casos pode ocorrer reprodução sexual (Mediolli et. al. 1987; Mediolli & Scott 1988; Mediolli et. al. 1990; Beyens & Meisterfeld 2001; Cruz 2004).

Em condições ambientais não favoráveis para seu desenvolvimento pode ocorrer o encistamento. Quando em processo de encistamento, pode ser transportada pelo vento e permanecer em ambientes secos dormentes até retornar ao ambiente aquoso, voltando a desenvolver suas atividades metabólicas (Deflandre 1953 *apud* Mediolli & Scott 1988). Sua alimentação consiste em outros protistas, diatomáceas, algas verdes unicelulares e fragmentos de líquens (Mediolli et. al. 1987; Mediolli & Scott 1988).

Este grupo taxonômico foi estudado ao longo do último século, contudo os pesquisadores só reconheceram sua utilidade como indicadores ambientais e paleo-ambientais nos últimos dez anos (Arndt 1993; Kumar & Dalby 1998; Patterson & Kumar 2002). Foi possível, ao longo desse período, estabelecer que várias espécies de arcellaceans habitam, preferencialmente, ambientes específicos que apresentem fatores abióticos ideais para o seu desenvolvimento, devido ao fato de serem sensíveis à variações de fatores físico-químicos (Closs & Madeira 1962, 1971; Green 1975; Walter 1982; Bonetti 1995; Escobar & Martinez 2002). Esses protozoários são abundantes na maioria dos ecossistemas aquáticos continentais, possuem uma alta variação de características que os tornam ferramentas importantes nas abordagens ecológicas, apresentam grande produção de biomassa. O seu tamanho e tempo de geração permitem investigações sobre processos demográficos, tanto em escala espacial, quanto temporal (Schönborn 1973; Collins et al. 1990; Zucon & Loyolla e Silva 1992; Velho 1996 a, 1996 b; Hardoim & Heckman 1996, Hardoim 1997).

6.1.1 BIOESTRATIGRAFIA:

A estratigrafia baseia-se nos princípios de sobreposição, princípios de horizontalidade original e princípio de inclusão. O princípio de sobreposição diz que, numa seqüência de deposição de sedimentos que não foi alterada, os sedimentos mais profundos são os mais velhos e os mais à superfície os mais novos. Com este princípio é possível conceber uma seqüência cronológica para a formação das camadas sedimentares, dando uma relação de tudo o que for encontrado nas mesmas, permitindo a associação de componentes inclusos em diferentes camadas. O princípio foi criado pelo geomorfólogo dinamarquês Nicolas Steno (Dutch et al. 1998), que observou durante a ocorrência de cheias em um processo de deposição sedimentar. Observou que a mesma se processava por assentamento de camadas de sedimentos, umas sobre as outras, onde vários organismos eram soterrados pela deposição sedimentar das cheias, criando assim um registro fóssil e geológico.

O segundo princípio diz respeito à horizontalidade original, e define que a deposição inicial de sedimentos é sempre horizontal, sendo que qualquer inclinação é produzida por deslocamentos posteriores. O princípio de inclusão diz respeito ao fator de inclusões ou fragmentos de rochas contidos por outras rochas serem sempre mais novas que as rochas que os contém. Outra técnica ligada à datação estratigráfica é a “datação cruzada”, onde se tira partido de afinidades em estratigrafias de diferentes partes de um sítio, entre diferentes sítios, objetos ou estratos com uma

cronologia relativa conhecida. Uma especialização da “datação cruzada” chamada **bioestratigrafia** usa fósseis para fazer associações entre sítios e camadas estratigráficas (Dutch et al. 1998).

A bioestratigrafia apresenta uma classificação específica com base no conteúdo fóssilífero presente nos estratos sedimentares. Com base na divisão hierárquica apresentada por estudos bioestratigráficos foi utilizado para desenvolver esse trabalho a unidade de zona de abrangência – táxon. Para utilização desta unidade foi adotado que: i) os limites de uma zona de abrangência de táxon são bio-horizontes, que marcam os limites externos de ocorrência conhecida, em cada seção local, dos espécimes cuja abrangência está representada pela zona. O limite de uma zona de abrangência de táxon em uma seção específica são os horizontes inferior e superior de ocorrência estratigráfica do táxon especificado naquela seção (Murphy & Salvador 2003). Para determinação dos paleoambientes da Lagoa do Boqueirão – RN foram utilizados os princípios bioestratigráficos, e, concomitantemente para a fauna em questão, os princípios da sucessão faunística e do atualismo. Desta forma, é possível inferir as variações ocorridas ao longo do tempo. As zonas de abrangências podem ser denominadas biozonas, que posteriormente podem determinar paleoambientes. Esses paleoambientes apresentam ecozonas.

6.1.2 ARCELLAS COMO PROXIES BIO - GEOLÓGICOS:

As mudanças passadas podem ser inferidas a partir de vários indicadores indiretos, os chamados **proxies**. Esta pesquisa seguiu esta metodologia, pois considera a junção de indicadores geoquímicos, limnológicos e biológicos como a maneira mais produtiva de entender as mudanças ambientais passadas e atuais. De posse do registro desses **proxies** é possível estabelecer a variabilidade das modificações ambientais.

Oliveira (1999) relata que as Arcellas podem ser consideradas indicadoras de condições limnológicas em sedimentos pelo fato de, frequentemente, serem encontradas em grande quantidade em pequenas amostras de sedimentos, viverem em ambientes específicos e serem cosmopolitas (Schönborn 1973; Madeira- Falcetta 1974; Bonecker et. al. 2000; Costa et. al. 2004). Walter & Lages (1980) e Patterson *et al.* (1996) evidenciaram o potencial desse grupo como indicadores de poluição através da sua quantificação e qualificação. Seus fósseis são indicadores de sedimentos modernos quaternários e holocênicos (Duleba 1997; Duleba et. al. 1997; Eichler- Coelho et. al. 1997; Barbosa & Suguio 1999; Duleba & Debenay 2003). No entanto, Porter & Knoll (2000)

relatam que esses organismos surgiram em ambiente marinho no Pré-Cambriano (Tabela 07). Os estudos paleontológicos com Arcelas apresentam dificuldades por ter a taxonomia pouco difundida e a identificação errônea do grupo que pode ser confundido com Tintínídeos, Calpionelídeos e Foraminíferos (Mediole et al. 1990; Oliveira 1999; Beyens & Meisterfeld 2001).

TABELA 07: **BIOCRONOLOGIA DA *Arcella***. Elaborada por Cláudia Cruz (2004) com base em: Loeblich & Tappan 1964; Medioli & Scott 1988; Porter & Knoll 2000.

ERA	PERÍODO	SERIES/ ÉPOCA	Milhões de anos atrás	Gêneros de arcellas	
Cenozoico	Neogeno	Holoceno	0.011430 ± 0.00013		
		Pleistoceno	1.806 ± 0.005 *	<i>Pseudodifflugia</i> ; <i>Amphitrema</i> ; <i>Archerrella</i>	
		Plioceno	5.332 ± 0.005 *	<i>Silicoplacentina</i>	
		Mioceno	23.03 ± 0.05 *	<i>Cyclopyxis</i> ; <i>Tracheleuglypha</i>	
	Paleogeno	Oligoceno	33.9±0.1 *		
		Eoceno	55.8±0.2 *	<i>Euglypha</i> ; <i>Pontigulasia</i>	
		Paleoceno	65.5±0.3 *		
	Mesozoico	Cretáceo	Superior	65.6±0.9 *	
			Inferior	145.5 ± 4.0	
Jurássico		Superior	161.2 ± 4.0		
		Médio	175.6 ± 2.0 *		
		Inferior	199.6 ± 0.6		
Triássico		Superior	228.0 ± 2.0		
		Médio	245.0 ± 1.5		
		Inferior	251.0 ± 0.4 *		
Paleozoico		Permiano	Lopingiano	260.4 ± 0.7 *	
	Guadalupiano		270.6 ± 0.7 *		

		Cisuraliano	299.0 ± 0.8 *		
	Carboníferous/ Pennsylvaniano	Gzheliana	306.5 ± 1.0		
		Kasimoviana	311.7 ± 1.1		
		Moscoviana/Bashkiriano	318.1 ± 1.3 *	<i>Prantlitina</i>	
	Carboníferous/ Mississippiano	Serpukhoviana	326.4 ± 1.6		
		Viseana	345.3 ± 2.1		
		Tournaisiana	359.2 ± 2.5 *		
	Devoniano	Superior	385.3 ± 2.6 *		
		Médio	397.5 ± 2.7 *		
		Inferior	416.0 ± 2.8 *		
	Siluriano	Pridoli	418.7 ± 2.7 *		
		Ludlow	422.9 ± 2.5 *		
		Wenlock	428.2 ± 2.3 *		
		Llandovery	443.7 ± 1.5 *		
	Ordoviciano	Superior	460.9 ± 1.6 *		
		Médio	471.8 ± 1.6		
		Inferior	488.3 ± 1.7 *		
	Cambriano	Superior	501.0 ± 2.0 *		
		Médio	513.0 ± 2.0		
		Inferior	542.0 ± 0.3 *		
	Neo- proterozóico	Ediacarano		630+5/-30 *	<i>Meganocyrrillum;</i> <i>Trigonocy;</i> <i>Bonniea;</i> <i>Paleoarcella</i>
		Criogeniano		850	
		Toniano		1000	

Lena & Zaidenweg (1975) e Duleba et. al. (2004) acreditam que a presença de *Arcella* no plâncton deva ser atribuída apenas aos processos hidrodinâmicos, como arrastes de organismos do sedimento e vegetação marginal. Entretanto, estudos têm mostrado que pelo menos parte de seu ciclo de vida deve ocorrer em ambiente planctônico de forma a garantir o sucesso dessas populações (Velho et al. 1999, 2003). Esses mesmos autores, afirmam que a hidrodinâmica possui maior importância na determinação da estrutura das assembléias de Arcelas que a variabilidade temporal.

6.2 BIOINDICADORES

Os bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a importância de impactos ambientais em um ecossistema aquático e em sua bacia de drenagem. Podem, dessa forma, ser utilizados como ferramentas ecológicas que avaliam a saúde ambiental, integridade ecológica, qualidade ambiental e preservação de ecossistemas aquáticos (Callisto 2004).

A idéia de que os organismos podem indicar as principais características de seu habitat é amplamente conhecida e bem aceita. Todavia, os termos “bioindicadores” ou “espécies detectoras” podem ser interpretados de diversas formas. Nesta pesquisa este conceito está sendo empregado para designar os organismos que têm limites de tolerância para determinados parâmetros ambientais já conhecidos ou estimados. Assim, sua presença em determinadas áreas pode fornecer informações sobre os intervalos de variação destes parâmetros no local (Hellowell 1986). Esta é também a definição adotada por Boltovskoy (1978) para descrever os indicadores ecológicos. Segundo esse autor quanto mais estreito esses limites de tolerância à categoria taxonômica adotada, maior será a eficiência de um taxa como indicador ecológico.

Embora, a princípio, qualquer organismo possa ser considerado como indicado de algum parâmetro, o limitado conhecimento disponível sobre a autoecologia da maioria das espécies nos restringe a selecionar como bioindicadores apenas os grupos melhor estudados. Assim, a escolha de indicadores ecológicos tem se baseado na presença de pelo menos algumas das seguintes características: 1. distribuição cosmopolita; 2. facilidade de amostragem e abundância; 3. limites ambientais bem definidos; 4. capacidade de acumulação de substâncias poluentes; 5. ser adaptável

ao cultivo em laboratório; 6. ser facilmente identificável e apresentar pouca variabilidade genética; 7. ter ciclo de vida compatível com o tempo de resposta desejada (Bonetti 2000).

Os organismos bentônicos também têm um papel importante na manutenção dos processos ecológicos de produção, consumo e decomposição de matéria orgânica (Callisto & Gonçalves Júnior 2002). Devido à esse fato esses organismos são utilizados como bioindicadores em um determinado ambiente para inferir dados em relação à variação do mesmo. Em cada espécie existe um ponto ótimo para o seu desenvolvimento em relação aos fatores abióticos (salinidade, pH, concentração de O₂, sedimento, etc.), são valores numéricos diferenciados, variando de espécie para espécie. As oscilações desses fatores abióticos podem elevar modificações estruturais das espécies (Duleba et al 1999a).

Esses organismos podem apresentar modificações em curto espaço de tempo, já que os períodos reprodutivos para algumas espécies podem levar dias e/ou meses, dependendo também de espécie para espécie. As novas gerações podem apresentar pequenas e/ou grandes alterações morfológicas, dependendo do agente atuante na biota e o tempo de duração da sua variação.

A utilização de bioindicadores bentônicos que mantenham-se preservados ao longo das camadas sedimentares buscam investigar os mecanismos de evolução da impactação em áreas marinhas abrigadas. Neste sentido, trabalhos realizados com foraminíferos e Arcelas têm demonstrado que as associações ou populações de espécies detectoras (e/ou índice) que se sucedem ao longo da coluna sedimentar podem refletir as variações ambientais promovidas por intervenção antrópica nos sistemas naturais, sendo importantes marcos da ruptura ou restauração do equilíbrio ecológico desta área (Schafer & Smith 1983; Alve 1991 a,b; Bonetti *et. al.* 2001). Nas tabelas 08 e 09 é listado alguns foraminíferos e Arcelas que são utilizados como bioindicadores ambiental e paleoambiental.

TABELA 08; Importância Ambiental e Paleoambiental de algumas espécies de foraminíferos, encontradas na Baía de Iguape, que podem ser usadas como bioindicadoras em ambientes parálisos (Cruz 2004):

Significado Ambiental	Espécies de Foraminíferos	Referências
Resistentes ao pH (ácido)	<i>Trochammina inflata</i> ; <i>Reophax nana</i> .	Bonetti <i>et al.</i> (2001); Duleba (1997); Goldstein & Harben (1993);Loubere <i>et al.</i> (1993); Boltovskoy (1991); Denne & Sen Gupta <i>et al.</i> (1989)

Indicadores de manguezais	<i>Trochaminídea</i> (Espécies: <i>Miliammina fusca</i> ; <i>Trochammina inflata</i>)	Eichler & Bonetti (1995); Bonetti <i>et al.</i> (2001)
Indicadores de canais estuarinos rasos	<i>Lituolídea</i> (Espécies: <i>Ammobaculites exiguus</i> ; <i>Ammobaculites sp.</i> ; <i>Ammotium salsum</i> ; <i>Ammotium cassis</i> ; <i>Ammonoastuta salsa</i>)	Bonetti <i>et al.</i> (2001)
Indicadores de ambiente mixohalinos	<i>Ammonia tepida</i> ; <i>Ammonia parkinsoniana</i> ; Gênero: <i>Ammotium</i> ; <i>Elphidium excavatum</i> ; <i>Arenoporrrella mexicana</i> ; <i>Trochammina inflata</i> ; <i>Miliammina fusca</i> ; <i>Ammonoastuta inepta</i> ;	Closs (1962); Closs & Madeira (1967); Boltovskoy (1978); Loyola e Silva & Zucon (1993); Cann <i>et al.</i> (2000)
Indicador de ambiente ligeiramente ácido	Gênero: <i>Elphidium</i>	Chappel & Wang (2001)
Indicador de ambientes com predominância de sedimentos finos	Gênero: <i>Textularia earlandi</i> ; <i>Ammotium cassis</i> ; Gêneros: <i>Ammonia</i> ; <i>Bolivina</i> ;	Closs (1962); Murray (1991)
Indicador de águas salobras	Gênero: <i>Miliammina</i> ; <i>Trochammina inflata</i> ;	Boltovskoy (1978); Medioli & Scott (1988) Bonetti <i>et al.</i> (2001); Chappel & Wang (2001)
Indicador do aumento na taxa de turbidez	Gênero: <i>Ammotium</i> .	Duleba (1994;1997); Bonetti <i>et al.</i> (2001);
Indicam influência marinha constante	<i>Bolivina striatula</i> ;	Boltovskoy (1978)
Indicam alto teor orgânico	<i>Trochammina inflata</i> ;	Bonetti <i>et al.</i> (2001)
Indicam alta concentração de materiais em suspensão	Gênero: <i>Ammotium</i>	Duleba (1997) Bonetti <i>et al.</i> (2001);
Indicador de áreas rasas (planícies de lama)	<i>Ammotium salsum</i>	Duleba (1997); Bonetti <i>et al.</i> (2001);
Indicam aporte fluvial constante	<i>Miliammina fusca</i> ;	Boltovskoy (1978); Bonetti <i>et al.</i> (2001);
Indicam ambiente anóxicos	<i>Quinqueloculina seminulum</i>	Sen Guptan & Machain Castilho (1992)
Indicam ambiente de baixa energia (lêntico)	Gêneros: <i>Ammonia</i> ; <i>Bolivina</i> ; <i>Fursenkoina</i> ; <i>Ammotium</i> ; <i>Bigenerina</i> .	Murray (1991)

TABELA 09; Importância Ambiental e Paleoambiental de algumas espécies de *Arcella*, encontradas na Baía de Iguape, que podem ser usadas como bioindicadoras em ambientes parálisos (Cruz 2004):

Significado Ambiental	Espécies de <i>Arcella</i>	Referências
Indicadores de ambiente mixohalinos	Gêneros: <i>Centropyxis</i> e <i>Difflugia</i>	Closs (1962); Loyola e Silva & Zucon (1993); Cann <i>et al.</i> (2000)
Indicador de águas salobras	<i>Arcella atava</i>	Medioli & Scott (1988)
Indicam aporte fluvial constante.	<i>Tecameba</i> ; (<i>Cochliopodium pellucidum</i> ; <i>Chlamydamoeba tentaculifera</i>)	Boltovskoy (1968); Loeblich & Tappan (1968 e 1978); Bonetti <i>et al</i> (2001);
Indicam ambientes lóticos	Gênero: <i>Difflugia</i>	Giovanoni & Ferreira (2002)
Indicam ambientes lênticos	Gênero: <i>Centropyxis</i> e <i>Nebela</i>	Giovanoni & Ferreira (2002)
Indicadores de pH (<6,2)	Gêneros: <i>Cyclopyxis</i> ; <i>Difflugia</i> e <i>Nebela</i>	Smol, Birks, & Last (2001)
Indicadores de pH (>6,2)	Gênero: <i>Centropyxis</i> ; espécie: <i>Cyclopyxis kahli</i>	Smol, Birks, & Last (2001)

6.3 ESTUDOS PALEOAMBIENTAIS

Os efeitos destas mudanças climáticas produziram um registro geológico marcante nos sedimentos depositados sob diferentes condições ambientais. Assim, a busca por evidências das variações ambientais mais completas direcionou as pesquisas no campo da estratigrafia deposicionais para os depósitos sedimentares, nos quais os registros destes eventos estão mais bem representados. Desde então, são inúmeros os trabalhos realizados através de testemunhos utilizando especialmente indicadores de natureza biológica para melhor caracterizar o posicionamento cronoestratigráfico dos eventos geológicos (Barbosa & Suguio 1999 b; Vicalvi 1999; Wanderley 2001; Rios-Netto 2001; Portilho Ramos & Rios-Netto 2002)

O nosso conhecimento das condições ambientais predominantes na fase anterior à história registrada vem de fontes indiretas de evidência na crosta terrestre. Tais evidências de ambientes passados são muitas e variadas. Contudo, elas podem ser agrupadas em três categorias amplas, a saber, biológicas, litogenéticas e morfológicas (Ayoade 1983). Dentre as várias ferramentas utilizadas para a reconstrução de paleoambientes temos a reconstrução das flutuações do nível da água dos lagos e lagoas que está ligada diretamente com as variações climáticas existentes.

Em muitas regiões áridas, as lagoas são importantes repositórios que podem revelar padrões de longo tempo na intensidade, duração e frequência das secas (Silva *et. al.* 2004). Como a seca é uma característica natural e recorrente do clima, que tem impactos dramáticos sobre o ambiente, a

economia e o tecido social nas civilizações modernas e antigas, é importante entender os padrões da variabilidade natural deste fenômeno. Contudo, os registros climáticos instrumentais mais antigos se estendem apenas nos dois últimos séculos, na Europa e América do Norte (Fritz et al. 1999), sendo que, no Brasil, os registros são mais recentes. Desta forma, fica claro a importância de se entender as variações ambientais do passado com o intuito de entender o presente e se fazer estimativas para o futuro.

Os estudos paleoclimáticos no território brasileiro foram resultados de duas linhas de pesquisas distintas, que são elas sítios localizados no continente ou sítios localizados na plataforma continental. São aqui relatados apenas estudos, realizados com testemunhos continentais subaquáticos coletados em lagoas, já que esta pesquisa utilizou testemunhos da Lagoa do Boqueirão. Estes estudos são baseados, predominantemente, em perfis palinológicos (Ledru 1993; Colinvaux et al. 1996; Ledru et al. 1996; Behling 1997; Salgado-Labouriau et al. 1997; Behling 1998; De Oliveira et al. 1999; Barberi et. al. 2000; Colinvaux et. al. 2000; Ledru et. al. 2001), exceto o trabalho de estratigrafia de depósitos aluvionares de Turcq et al. (1997), as diatomáceas utilizadas por Nascimento et al. (2001) para inferir as flutuações na Lagoa do Caçó e o estudo de Turcq et. al. (2002) que se valeram de dados de geoquímica para os estudos paleohidrológicos e paleoclimáticos. A junção de parâmetros geoquímicos e biológicos em estudos paleoclimáticos foi utilizada por Sifeddine et. al. (2001), considerando os autores que a comparação dos resultados de diferentes abordagens permite uma melhor caracterização dos processos na bacia de captação e fornece um conhecimento mais amplo das variações climáticas, numa escala temporal.

De uma maneira geral há concordância entre os registros paleoambientais do Pleistoceno Tardio até o Holoceno Médio colhidos na região Nordeste (De Oliveira 1999), no Sudeste (Ledru 1991; Ledru 1993; Ledru et al. 1996; De Oliveira 1992 *apud* De Oliveira 1999), no Brasil Central (Salgado-Labourian et al. 1996; Ferraz-Vicentino 1994 *apud* De Oliveira 1999; Barberi 2000) e no Maranhão (Ledru 2001). Contudo, a cerca de 5000 anos A.p. até o presente, o clima da região Nordeste apresenta uma tendência de aridez, que se contrapõe à tendência de um clima mais úmido apresentado pelos registros obtidos no Brasil Central, na região Sudeste e no extremo norte do Nordeste.

6.4 PROCESSOS GEOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO

O avanço e recuo da linha de costa, através da ação das ondas, marés, correntes marinhas e ventos, associados aos efeitos das mudanças do nível do mar, em contato com uma diversidade de conjuntos morfológicos e ecodinâmicos existentes em ambientes continentais, mistos e marinhos, produziram como resultado extensas planícies costeiras ao longo do litoral brasileiro (Meireles & Serra i Ravendo 2002).

6.4.1 EVENTOS TECTÔNICOS:

O padrão de drenagem e a morfologia dominante na área são controlados fortemente por tectonismo ativo determinando assim falhas na região (Bezerra et al 2001). Essas falhas formam declividades que permitem o acúmulo de água originando assim lagos e lagoas. O tectonismo ativo foi estabelecendo falhas paralelas entre si e perpendiculares à linha da costa.

Lagos podem ser formados por movimentos da crosta terrestre, como falhas que ocorrem em depressões. Formam-se nas fossas tectônicas (graben). Os movimentos tectônicos podem ocorrer pela emergência ou subsidência (elevação ou afundamento) de áreas com alterações no nível do mar. A formação dos lagos ocorre a partir do isolamento do oceano; a exemplo de alguns que eram antigos fiordes e formaram-se com o fechamento de sua comunicação com o mar (Tundisi & Tundisi 2008).

6.4.2 PALEODUNAS BRASILEIRAS

As dunas arenosas se formam ao longo das praias oceânicas ou ao longo das margens de grandes lagoas. Certas dunas são encontradas em planícies de inundação arenosas de grandes rios, em regiões áridas e semi-áridas. As mesmas só são formadas em locais onde há suprimento de areia solta disponível: praias arenosas ao longo da costa, depósitos arenosos de barras ou de planície de inundação em vales fluviais e substratos compostos de formação de arenitos em desertos (Giannini et al. 2005).

As paleodunas, também designadas dunas fixas ou inativas, têm sido descritas em associação com a maioria dos campos de dunas transgressivas brasileiras (Giannini et al. 2005). As dunas

inativas são mais importantes na faixa que se estende do Município de Touros (região onde está localizada a lagoa do Boqueirão) até o limite da Paraíba e se distribuem desde a linha de praia atual (nas regiões de maior erosão) até 15 – 20 Km continente a dentro (Barreto et al. 2004).

Barreto et al. 2004 relataram que a partir de observações de campo, como, na região supracitada, ocorre o contato abrupto entre dunas supostas como de gerações distintas em vista de seus contrastes de textura e coloração, foram estabelecidas possíveis discordâncias entre depósitos eólicos. Posteriormente, os hiatos de tempo entre esses depósitos foram evidenciados pelos resultados de datações por termoluminescência. As idades obtidas por Barreto et al. 2004 apontaram para pelo menos seis fases de atividades eólicas, seguidas de fixação: de 390.000 a 326.000 anos A.p. ; de 270.000 a 240.000 anos A.p. ; de 210.000 a 150.000 anos A.p. ; de 63.000 a 24.000 anos A.p. ; de 11.000 a 9.000 anos A.p. ; e de 6.500 anos A.p. até hoje.

De acordo com as idades apresentadas em Barreto et al. 2004, a geração de dunas eólicas teria ocorrido durante o contexto de Nível Relativo do Mar (NRM) alto (Período Inter - Glacial), como nos de Nível Relativo do Mar (NRM) baixo (Período Glacial). Com base nos resultados granulométricos e de proveniência de minerais pesados obtidos por Giannini et. al. (2001a) para as mesmas amostras (Região da Lagoa do Boqueirão – Município de Touros) submetidas à datação por Barreto et al. (2004), interpreta-se que os sedimentos eólicos depositados em contexto de mar baixo teriam sido influenciados pela erosão mais efetiva da Formação Barreiras, o que pode ser atribuídos ao rebaixamento do nível de base de erosão. As dunas deste contexto seriam formadas a partir do retrabalhamento de areias da planície exposta na regressão forçada. A maior importância da Formação Barreiras como rocha-fonte imediata nos períodos de nível do mar mais baixo do que o atual explicaria a presença de dunas de coloração mais avermelhada e de granulação mais grossa nesses períodos.

Silva (2002) relata que os campos de dunas, que ocupam a porção terminal da pós-praia, formados pelo acúmulo de areia transportada pelo vento e que se elevam formando vários cumes arenosos. O campo de dunas tem características migratórias e estacionárias, que são diferenciadas pelo tipo de vegetação. As dunas migratórias mostram ausência de vegetação, ou em recobrimento parcial, o que facilita, assim, a sua mobilidade; já as estacionárias possuem recobrimentos arbóreos arbustivos, bem consolidados, evitando assim, a ação eólica. A migração de dunas pode ocasionar problemas de soterramento e assoreamento nas zonas litorâneas brasileiras, bem como o desvio do curso natural de rios próximos à costa (Goldsmith 1978; Reineck & Sing 1980; Mckee 1983). No

caso da região estudada, houve um somatório de eventos que auxiliaram no barramento natural do leito fluvial originando assim a Lagoa do Boqueirão. Entre os eventos que se somaram podem ser citadas as atividades eólicas, modificação tectônica e a variação do nível do mar, pois as presenças de dunas ativas permitiram a remobilização do sedimento fazendo com que houvesse uma distribuição dos mesmos. O estabelecimento das dunas inativas e a sedimentação praial foram moldando o estreitamento do canal que possuía comunicação com o mar. Todos os processos, somados à variação de nível de mar alto e nível de mar baixo, contribuíram para o estabelecimento do ambiente da lagoa do Boqueirão que permanece até os dias atuais. Vale ressaltar que a mesma apresenta uma angulação perpendicular à linha da costa, isso também pode ser um indício do barramento natural pelo transporte sedimentar.

6.4.3 VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO HOLOCENO

A relação entre a variação do nível do mar e a mudança global do clima fornece uma excelente ilustração das interações dentro dos geossistemas do clima. À medida que a superfície terrestre aquece ou esfria, o volume de gelo cresce ou se retrai, afetando diretamente o volume dos oceanos (*Dominguez, comunicação verbal*).

Durante a época pleistocênica, quanto mais água ficava retida nas geleiras continentais, menor era a quantidade de água nos oceanos. À medida que as geleiras continentais cresciam, o nível do mar caía em todas as partes do globo (Teixeira et. al. 2003). A acumulação de uma grande quantidade de gelo ocorreu durante a máxima extensão da última glaciação, ocorrida há 18 mil anos, quando o nível do mar desceu cerca de 130m. Os continentes ficaram um pouco maiores do que hoje, pois as plataformas continentais ao seu redor ficaram expostas aos agentes de erosão, devido ao rebaixamento do nível do mar (Souza et. al. 2005). Os rios estenderam os seus cursos sobre essas regiões originalmente submersas e cortam vales na planície costeira recém-exposta. Quando o nível do mar sobe, alagando as terras pós-praia, os vales dos rios são afogados, os sedimentos marinhos são depositados em áreas anteriores continentais e a erosão é substituída pela sedimentação (Teixeira et. al. 2003; Souza et. al. 2005).

6.4.4 VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO HOLOCENO AO LONGO DA COSTA BRASILEIRA

Vários autores se dispuseram em interpretar a variação do nível do mar com indicadores distintos. Esse processo ocasiona uma interpretação unilateral. Em processos ambientais há uma necessidade de interpretação multidisciplinar, pois vários fatores inter - relacionados precisam ser observados e analisados no contexto que se apresenta. Em relação à variação do nível do mar, a diversidade geomorfológica da costa brasileira induz a necessidade de uma análise mais apurada em relação aos indicadores existentes.

Ângulo et al. (2007) relatam a importância em observar corretamente os processos costeiros e os oceânicos, tais como taxas da sedimentação, os volumes líquidos do transporte do sedimento, a erosão, a progradação do litoral. Bem como são essenciais para o desenvolvimento correto dos modelos de variação de curvas do nível do mar as observações das variações das paisagens litorâneas (barreiras, estuários e recifes corais). Como também se faz necessário somar-se a todos esses processos a descrição nas amostras dos *proxies biológicos*. O ambiente não separa as estruturas que o compõem. As características geológicas, físicas, químicas e biológicas estão correlacionadas entre si, determinando desta forma uma complexibilidade no momento da interpretação. Segundo os mesmos autores a variação do nível do mar na Costa Brasileira sofreu variações diferenciadas para cada região, apresentando o nível máximo com 5 m acima do atual e o nível mínimo com 2m acima do atual (Fig. 14). Convém observar que as variações citadas são de regiões distintas que apresentam características geomorfológicas e climáticas totalmente diferenciadas permitindo desta forma ter gerado variações diferenciadas para cada região.

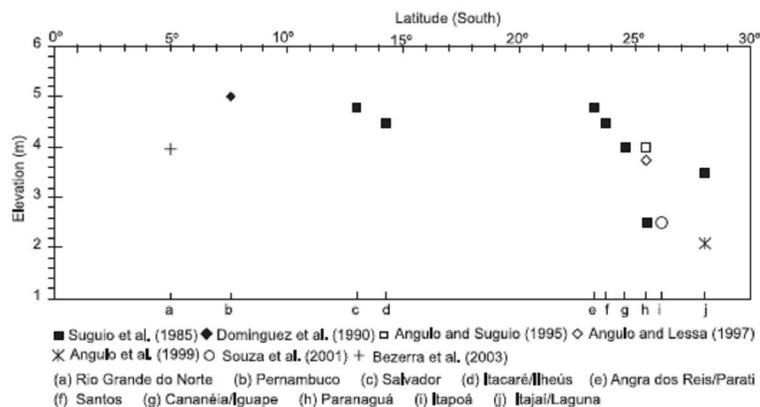


Fig. 14: Representação gráfica de vários estudos que citam as variações Máximas do Nível do Mar (Ângulo et al. 2007).

Embora as curvas se apresentem com níveis máximos distintos, não se pode deixar de observar que em todas elas a regressão marinha se apresenta de forma decrescente igualitária (Fig. 15). Algo bem mais significativo fez com que essa regressão se processasse desta forma. As variações climáticas holocênicas podem ter contribuído para essa redução gradual do nível do mar e um aumento da região continental.

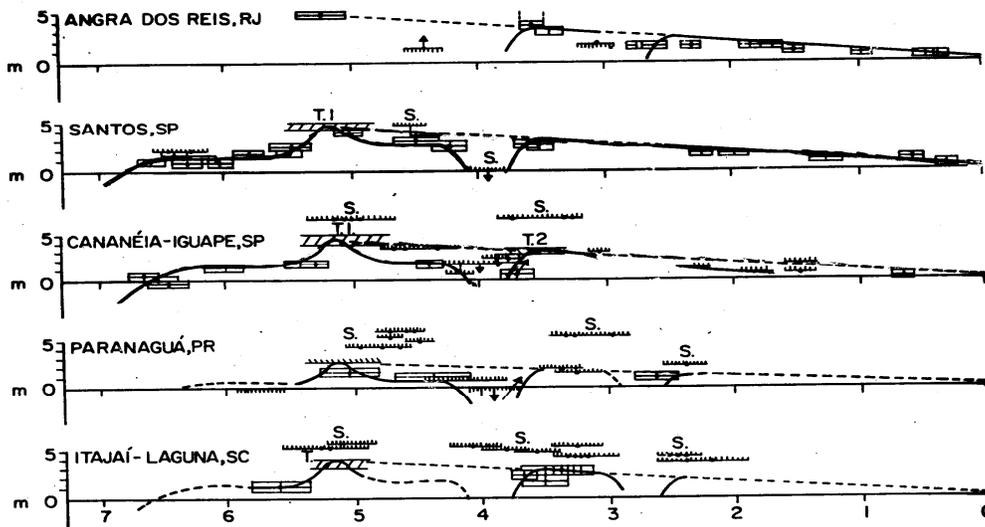


Fig. 15: Representação gráfica das diversas Curvas dos Níveis do Mar para outras regiões Brasileiras. Os símbolos representados nas curvas são níveis máximos identificados em cada região (Suguio & Martin 1978).

A curva de variações relativa do nível médio do mar nos últimos 7.000 anos para a costa do Estado da Bahia, usualmente denominada como curva de Salvador indica que esta costa sofreu a influência de três fases de elevação e queda do nível relativo do mar ((Suguio & Martin 1978; Martin et. al. 1979) (Fig. 16).

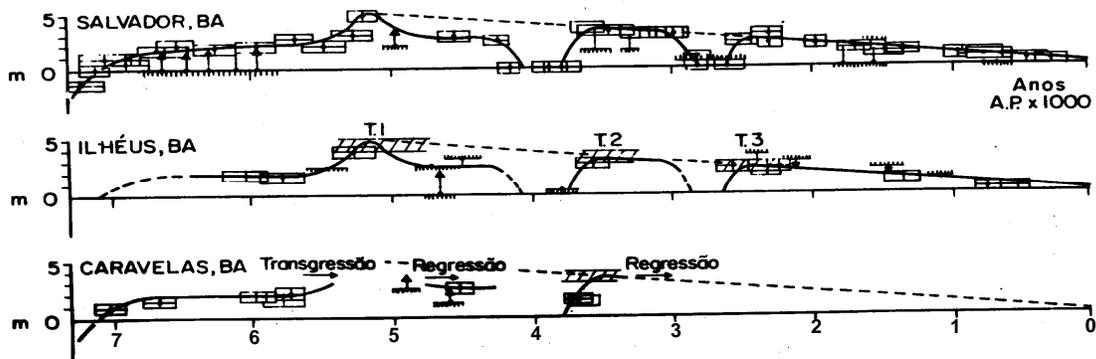


Fig. 16: Representação gráfica das diversas Curvas dos Níveis do Mar para a Região da Bahia.(Suguio & Martin 1978)

Os períodos de elevação foram identificados como sendo entre 7.000 – 5.100, 3.800 – 3.500 e 2.700 – 2.500 anos A.p. e atingiram o máximo de $4,7 \pm 0,5$ m, 3,0 m e 2,5 m, respectivamente, acima do nível médio atual. O nível médio atual (zero) foi cortado pela primeira vez há cerca de 7.000 A. p.. As fases de descida correspondem aos períodos 5.100 – 3.800, 3.500 – 2.700 e 2.500 anos A. p. até o presente (Heron et. al. 1984; Suguio et. al. 1985; Baptista Neto et. al. 2004). Ao final dos dois primeiros eventos o nível médio do mar pode ter atingido mínimos inferiores ao nível médio atual.

Massad et. al. (1996) e Carvalho (2000), relatam que:

“O nível atual foi ultrapassado pela primeira vez durante o Holoceno em torno de 7.800 e 6.500 anos cal A. P.;”

Em torno de 5.600 anos cal A. P., o nível relativo do mar passou por um máximo situado a $4,7 \pm 0,5$ m acima do nível atual;

Depois desse máximo, o nível relativo do mar baixou rapidamente até 5.300 anos cal A. P., lentamente até 4.400 anos cal A. P. e de novo rapidamente até 4.200 anos cal A. P.. Nessa época o nível do mar passou por um mínimo situado perto do nível atual;

Há aproximadamente 3.900 anos cal A.P. , o paleonível médio relativo do mar deve ter estado entre 1,5 e 2m abaixo do atual;

Em 3.500 anos cal A. P., o nível relativo do mar baixou lentamente;

Há cerca de 3.000 anos cal A. P., o paleonível do mar ascendeu entre 2 e 3m acima do atual;

Em 2.800 anos cal A. P., o nível relativo do mar baixou lentamente e, rapidamente, depois de 2.800 anos cal A. P.. Em torno de 2.600 anos cal A. P. o nível relativo do mar passou por um segundo mínimo situado perto do nível atual;

Depois de 2.300 anos cal A. P. o nível relativo do mar subiu rapidamente e alcançou um terceiro máximo situado a $2,5 \pm 0,5$ m acima do nível atual, em torno de 2.100 anos cal A. P.; e

Desde essa época o nível relativo do mar baixou regularmente até chegar à sua posição atual. “A precisão das medidas não é suficiente para saber se nas últimas décadas o nível sofreu uma elevação.”

Os indicadores utilizados na reconstrução do nível relativo do mar no período de 7.000 – 5.000 anos A. P. foram originários de bancos de arenitos. Estes bancos constituem uma marcante feição geomórfica na costa leste-nordeste do Brasil, sendo algumas delas remanescentes de antigas ilhas-barreiras. Estas teriam migrado em direção ao continente em resposta à elevação do nível relativo do mar, teriam sido retrabalhadas, incorporadas a sedimentos e conchas lagunares e cimentadas (Dominguez 1987). As idades destas conchas, segundo este autor, refletem a idade dos sedimentos lagunares mais antigos.

Uma reiteração dos dados utilizados na reconstrução da curva de variação do nível relativo do mar é feita por Ângulo e Lessa (1997) para a região costeira do Estado do Paraná e sul do Estado de São Paulo. Os autores sugerem a inexistência das oscilações secundárias no Holoceno e uma elevação máxima do nível relativo do mar de 3,5 m acima do nível médio atual. Segundo esses autores, a utilização de conchas, principalmente de sedimentos estuarinos, não é confiável enquanto indicadora de paleoníveis marinhos, devido à possibilidade destes sedimentos sofrerem compactações e ressecamento em função da sua própria sobrecarga. Além disso, observam que as datações de vermetídeos constantes da literatura apontam uma descida homogênea do nível relativo do mar após o máximo da Última Transgressão, em 5.100 anos A.P., alegando que tais referências “... não apontam para a existência de oscilações secundárias ou no mínimo de oscilações com magnitude de 4 – 5 m” de altura para a costa brasileira.

Na curva de Salvador as oscilações secundárias do nível relativo do mar são indicadas por paleoindicadores encontrados em arenitos próximos a Arembepe. Lessa e Ângulo (1998) discutem problemas de interpretação em quatro destas amostras e sugerem que estas são, na realidade, indicações de um nível relativo do mar 1,5 m acima do nível médio atual.

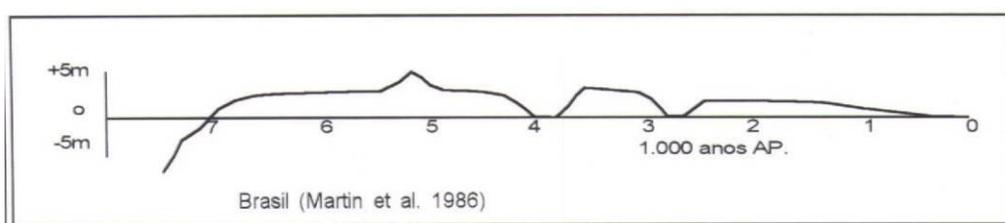


Fig. 17: Representação Gráfica da Curva da Variação do Nível do Mar (Martin et. al. 1986).

As oscilações de alta frequência posteriores ao máximo da Última Transgressão são mantidas por Martin et al. (1996), com base em dados geomorfológicos, arqueológicos e isotópicos que, segundo estes autores, confirmam a existência dos dois períodos de baixo nível do mar (Fig. 17).

6.4.5 VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO HOLOCENO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

A geologia dos sedimentos quaternários costeiros do Estado do Rio Grande do Norte foi realizada com descrição de depósitos eólicos e marinhos baseados em critérios sedimentológicos e geomorfológicos (Barreto et. al. 2004). Os primeiros estudos relacionados aos depósitos eólicos litorâneos já aventavam a hipótese de existência de diferentes gerações de dunas eólicas no estado (e. g. Gomes et al. 1981; Nogueira et al. 1975) e esboçavam sucessões de idades relativas e inferências paleoclimáticas (Perring & Costa 1982) baseadas em contrastes de coloração de areia, de posição relativa à linha de costa atual e de feições morfológicas.

Os estudos sobre os depósitos marinhos quaternários deste trecho da costa brasileira foram iniciados no começo do século passado. Eles enfocaram as rochas de praia e sedimentos de intermarés (e.g. Branner 1904; Srivastava & Corsino 1984; Lucena 1997), bem como os depósitos lagunares e/ou lacustres (e.g. Melo 2000). Entretanto as primeiras idades absolutas só foram obtidas a partir da década de 1990 em rochas de praias (Oliveira et al. 2000; Bezerra et. al. 1998; Bezerra & Vita-Finzi 2000) e depósitos deltaicos (Silva 1991).

Segundo Bezerra et al. (2003) a curva do nível do mar para a área do Rio Grande do Norte descreve uma ascensão relativa do nível do mar entre ~ 6100 - 4700 BP e aproximadamente 5000 BP apresentando a altura de 2.5 - 4.0 m. O nível de mar caiu imediatamente e elevou-se outra vez aproximadamente 2000 BP -1700 BP, tendo em 1100 BP um segundo recuo litoral no Holoceno

(Fig. 18). No entanto, os autores relatam que a região em questão apresenta fatores específicos que podem ter atuado diretamente nesta curva, podendo ser citado: o tectonismo local, atividades eólicas e a variação climática.

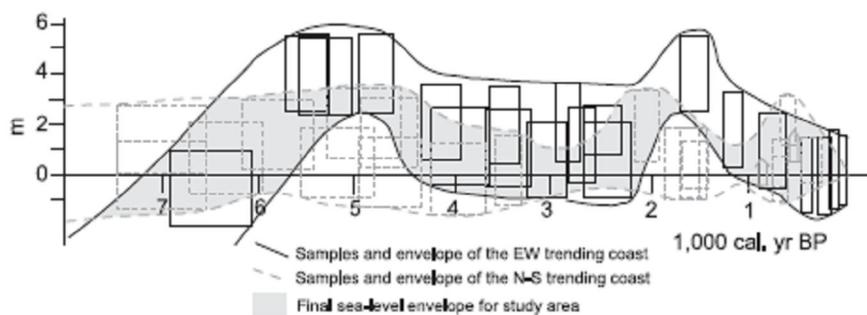


Fig. 18: Representação Gráfica da Curva da Variação do Nível do Mar para o Rio Grande do Norte (Bezerra et al. 2003 apud Ângulo et. al 2007).

VII. ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ASSEMBLÉIAS RECENTES DAS ARCELLAS

Neste microambiente, a camada nefelóide, assembléias específicas de organismos podem ser identificadas auxiliando na inferência das alterações ambientais naturais e antrópicas. Este microambiente compõem a coluna d'água nos centímetros mais próximos ao bentos. Local que permite a estruturação para a ciclagem orgânica, possibilitando o reaproveitamento dessas substâncias para o meio.

O estudo das relações entre Arcelas e parâmetros abióticos ainda é pouco explorado. Esses organismos são considerados bons indicadores de aporte fluvial em regiões estuarinas e úteis em estudos de mudanças nos parâmetros limnológicos em ambientes com diferentes níveis de poluição (Hamam 1990; Patterson, et al. 1996; Eichler-Coelho et. al. 1997; Reinhardt et al. 1998; Kliza & Schröder-Adams 1999; Dalby et al. 2000). São considerados como fatores ambientais controladores da distribuição de Arcelas o conteúdo de oxigênio, temperatura, teor de nitrogênio, teor de carbono, pH e tipo de substrato (Patterson et al., 1985; Medioli et al. 1990; Collins et al. 1990; McCarthy et al. 1995). Todavia, Petri (1979), Eichler & Bonetti (1995), Bonetti & Eichler (1997) e Duleba & Debenay (2003) consideram salinidade, velocidade de corrente e temperatura os principais fatores controladores nos padrões de distribuição desses organismos.

Nos sistemas costeiros, as alterações hidrográficas são frequentes, tornando mais complexa a compreensão das inter-relações entre parâmetros físicos, químicos e biológicos (Ribeiro 1970; Robinson 1972; Ruzicka 1982). Vários parâmetros abióticos desempenham um papel importante na distribuição das espécies de Arcelas, no que se refere à sua importância na reconstrução paleoambiental (Medioli & Scott, 1988; Asioli et al. 1996; Schmidt et al. 2004), reprodução e mortalidade (Fernandez-Leborans & Zaldumbide, 2000).

Asioli et al. (1996) e Reinhardt et al. (1998) observaram variações morfológicas dentro de muitas espécies de arcellaceans (*Arcella*). Tais linhagens têm desenvolvido respostas diferentes aos ambientes que podem ser estressados e/ou com presença de poluentes químicos no substrato.

Devido ao fato deste grupo possuir grande poder de adaptação ao meio, novas linhagens vão sendo descritas (Chardez & Lambert 1981).

Os fatores físico-químicos estão relacionados diretamente com o ambiente. Este quando sofre variação atua no biota permitindo desta forma registros das variações ocorridas. A quantificação do ácido húmico sofre variação, no ambiente, conforme a oscilação entre o clima seco e o úmido. Ellison (1995) relatou mudanças paleo-climáticas em represa, através da correlação entre as diferentes assembléias de *Arcelas* e a diferente concentração de ácido húmico.

As *Arcelas* permitem inferir uma caracterização climática, indicando mudanças rápidas das condições de umidades, devido à variação da diversidade das assembléias e número de indivíduos (Barber 1981; Korhola 1995; Hugues et al. 2000; Hendon et al. 2001). Schintchen et al. (2003) demonstraram através das análises do qualitativo e quantitativo de *Arcelas* as mudanças paleoclimáticas e paleohidrológicas de lagoas em períodos secos e úmidos por essas apresentarem assembléias distintas. As variações climáticas podem se tornar nítidas, pois há uma diferenciação nas concentrações de ácido húmico para cada período. Em períodos de clima seco a matéria orgânica sofre decomposição. Esse fato resulta em valores altos de ácido húmico no ambiente. No entanto, em períodos de clima úmido, a matéria orgânica é transportada por fluxo aquoso, diminuindo a concentração de ácido húmico. Neste período ocorre um aumento significativo das assembléias planctônicas de *Arcelas* (McCarthy et al. 1995).

7.1 METODOLOGIA

7.1.1 PROCEDIMENTO DE CAMPO

Foram coletadas triplicatas de sedimentos superficiais em fase de sedimentação (camada nefelóide) ao longo de transectos perpendiculares ao eixo maior da lagoa (Fig. 19).

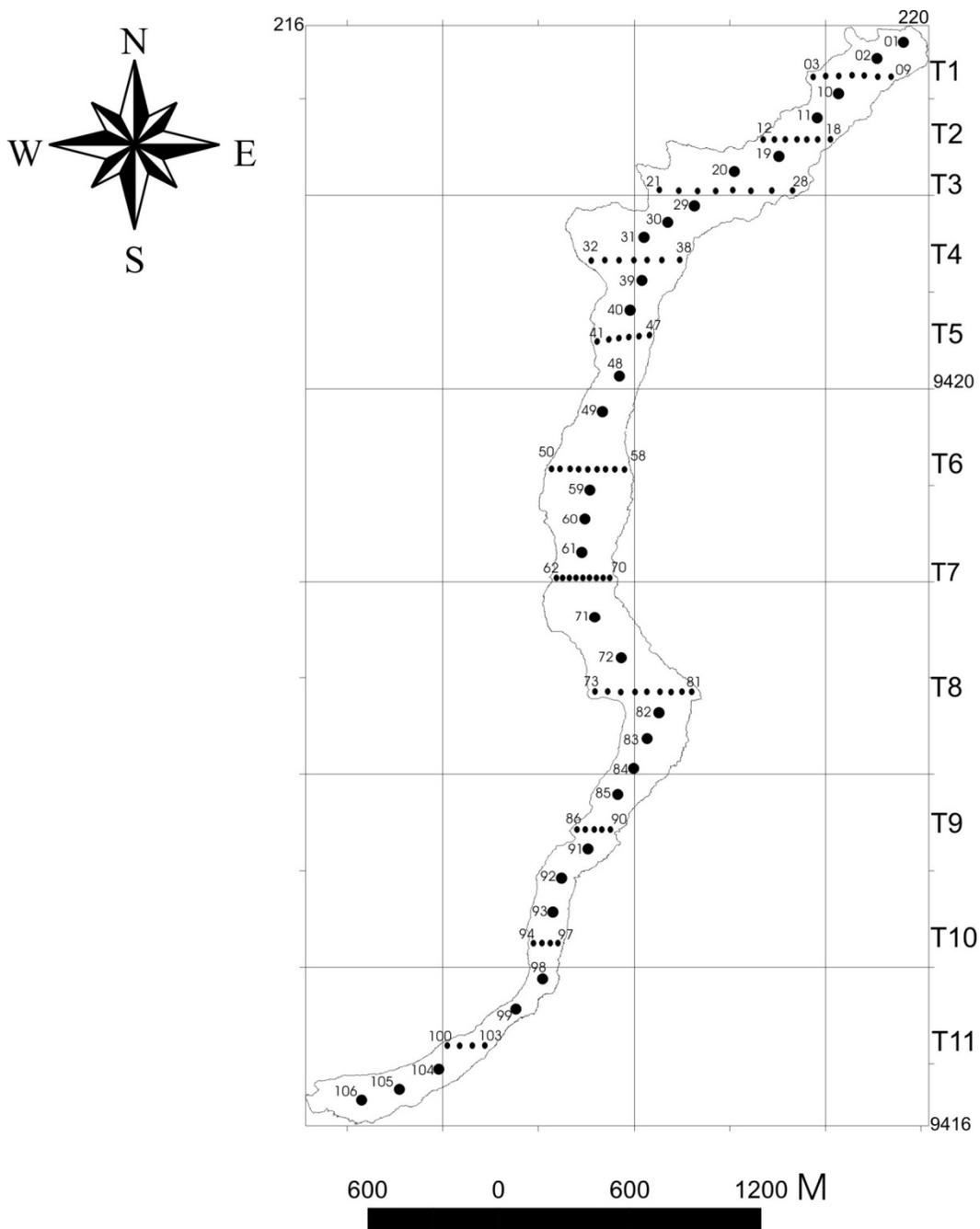


Fig. 19: Pontos de coletas das amostras da camada nefelóide.

A coleta foi realizada em duas etapas distintas para propiciar a retirada de dois tipos de amostragem. No primeiro tipo de amostragem, em profundidade acima de 4 m, foi utilizada uma draga de Ekman com forma cúbica (Bicudo & Bicudo 2004) Esse tipo de aparelho somente é utilizado em massas d'água cujo fundo é formado de lodo ou sedimento muito finos, não se

adaptando perfeitamente à sedimentos de natureza arenosa ou pedregosa, sendo amplamente utilizada para coleta de camada nefelóide (Brinkhurst 1974); o segundo tipo de amostragem, com profundidades menores que 4 m, foram coletadas em apneia. A profundidade de coleta na camada nefelóide variou ao longo da área de amostragem como pode ser observado na figura 20. As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos, sendo adicionado formol a 4% tamponado com Bórax.

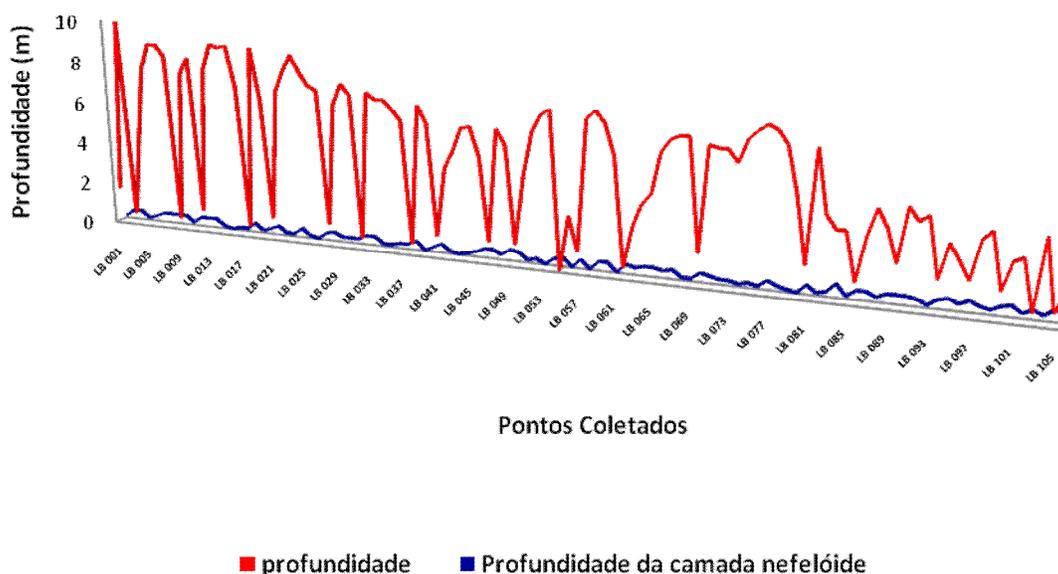


Fig. 20: Profundidade da camada nefelóide.

7.1.2 PROCEDIMENTO DE LABORATÓRIO

Em laboratório, foi retirada de cada amostra uma sub-amostra com 20 cm³ de sedimento úmido. As sub-amostras foram lavadas com água destilada para retirar o formol e, posteriormente, em água corrente para eliminação excesso de sedimento finos, ambas as lavagens em peneira com malha de 0,032 mm a 0,045 mm, pois as amostras foram coletadas em área tropical que apresenta elevação na temperatura do corpo hídrico, esse fator promove nos organismos o amadurecimento sexual precoce permitindo o encurtamento entre as gerações e formação de testa com tamanhos reduzidos, desta forma a utilização da peneira com malha 0,062 mm não é adequada para região

tropicais a não ser que a região apresente influencia de massas de águas frias o que permite um aumento no tamanho das testas (Medioli & Scott 1988; Sen Gupta 1999).

Em seguida, colocadas para secar em temperatura ambiente, pois a secagem em estufa destrói o protoplasma das formas vivas impedindo assim a sua catalogação (Cruz 2004). Após a secagem, realizou-se a contagem do número total de *Arcella* (Tecamebas) presentes, com posterior identificação de todos os indivíduos triados, fazendo uso do microscópio estereoscópio (lupa binocular). A opção de triagem e identificação de todos os indivíduos da sub-amostra é um procedimento comum adotado para aplicação dos índices estatísticos nos dados biológicos, a limitação do número de indivíduos na triagem promove uma distorção nos resultados estatísticos permitindo desta forma possíveis interpretações errôneas (Samensato et al. 2003; Duleba et. al. 2004; Cruz 2004).

Nesta pesquisa não foram utilizadas as substâncias como Bromoformio ou Tetracloreto de Carbono, para que ocorresse a flutuação das testas dos organismos e a retirada do sobrenadante, por dois motivos distintos, que são eles: i) As duas substâncias promovem a flutuação das testas dos organismos de hábito planctônico, no entanto, as *Arcelas* que apresentam o hábito sésil e encrustante teriam, com a utilização desta metodologia, comprometimento na sua quantificação, pois estariam fixos nos fragmentos de sedimento que não flutuariam; ii) As substâncias supracitadas são altamente tóxicas e cancerígenas (Cruz 2004).

7.1.2.1 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DA ÁREA

Para melhor compreensão da apresentação dos dados a lagoa do Boqueirão foi dividida em setores obedecendo às características naturais: setor A, compreende a abertura que comunica a lagoa a zona costeira formado pelas amostras de 1 a 40; setor B, corresponde a parte intermediária da lagoa compreendendo das amostras 41 a 84; e, setor C, parte que é a parte mais elevada da lagoa, mais continental que recebe o fluxo fluvial que possui as amostras 85 a 106 diferenciando-se pela profundidade apresentada (Figura 21).

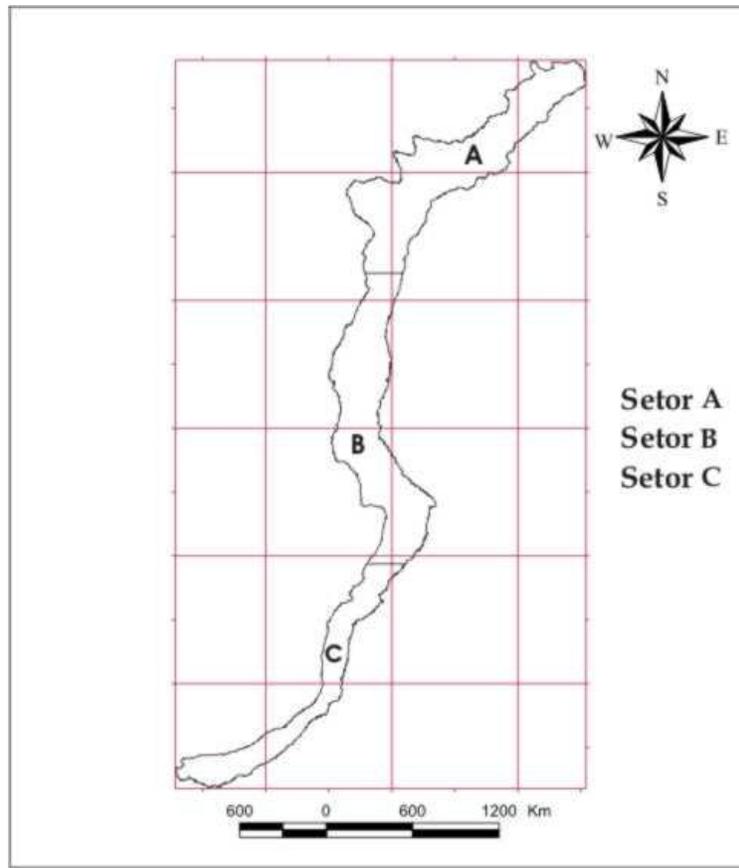


Fig. 21: Setorização da lagoa do Boqueirão - RN.

7.1.3 ANÁLISES DAS ASSEMBLÉIAS DE ARCELLAS

Para a determinação da diversidade faunística das Arcelas, nas estações amostradas, realizou-se sob estereoscópio (lupa bilocular) o isolamento e armazenamento em lâminas de *Franke*, de todas as Arcelas encontradas. Os organismos, retirados de cada amostra, foram identificadas com base principalmente nos trabalhos que estão citados nos resultados.

7.1.4 TRATAMENTO DOS DADOS:

A partir dos dados obtidos com a análise da fauna de *Arcella* (números de indivíduos por espécies) (Tabela III – Anexo I), e seguido a metodologia proposta por Dajoz (1983), Tinoco

(1989), Ab'Saber *et al.* (1997), Clarke & Warwick (1994), Valentin (2000), Samensatto (2003), Samensatto *et. al.* (2004) e Cruz (2004) foram realizadas as seguintes análises:

7.1.4.1 Freqüência relativa (%):

A partir dos dados de freqüência absoluta foram realizados cálculos de freqüência relativa (F), que é a razão entre o número de indivíduos de uma determinada espécie (n) com relação ao número total de indivíduos da amostra (T) (Ab'Saber *et al.* 1997).

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

Estes valores foram utilizados na confecção da Tabela III (Anexo I) e na elaboração de gráficos referentes à freqüência relativa das espécies. Freqüência Relativa (referente ao total de indivíduos encontrados na área):

- RARA: inferior a 0,2%
- POUCO FREQUÊNTE: 0,2 a 1,0%
- FREQUÊNTE: 1 a 5%
- ABUNDANTE: 5 a 10%
- DOMINANTE: 10%

7.1.4.2 Freqüência de ocorrência (%):

Segundo Tinoco (1989), freqüência de ocorrência (FO) é a relação entre o número de amostras onde a espécie ocorreu (p), e o número total de amostras analisadas (P):

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

De acordo com os valores de freqüência de ocorrência, as espécies podem ser agrupadas nas seguintes categorias (Dajoz 1983):

- Espécies constantes: presentes em mais de 50% das amostras;
- Espécies acessórias: presentes em 25% a 50% das amostras;

- Espécies acidentais: presentes em menos de 25% das amostras.

Os dados referentes ao percentual de espécies constantes, acessórias e acidentais em cada amostra encontram-se plotados na Tabela III (anexo I).

7.1.4.3 Índices de diversidade (H'), riqueza (S) e equitatividade (J'):

A partir dos dados biológicos obtidos foi calculado o Índice de Diversidade (H') de Shannon (1948), que pode ser definido como a riqueza em espécies de uma determinada comunidade, excluindo-se as espécies consideradas raras. Segundo Clarke & Warwick (1994) dois diferentes aspectos estruturais contribuem na análise de diversidade de uma comunidade.

A riqueza das espécies (S) está relacionada ao número total de espécies presentes (S_0) e ao número total de indivíduos (N) (Clarke & Warwick 1994). Em geral utiliza-se o Índice de Margalef (1958), o qual propõe-se a medir riqueza de espécies em uma comunidade independente do tamanho da amostra.

$$S = (S_0 - 1) / \log N$$

A equitatividade (J) está relacionada com a uniformidade em que os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies (Clarke & Warwick 1994). A equitatividade pode ser calculada a partir da fórmula:

$$J' = H' / H_{max} = (H' / \log_2 S)$$

Onde H' é a diversidade de espécies e H_{max} a diversidade sob condições de máxima equitatividade, expresso como $\log_2 S$. Frequentemente utiliza-se o índice de Pielou (1984).

Com base nestas informações, o índice de diversidade pode ser calculado, levando-se em consideração a seguinte fórmula:

S

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

$$I = 1$$

Onde S é o número total de espécies e p_i é a proporção de indivíduos da espécie i (n_i) para o número total de indivíduos (N), ou seja :

$$p_i = n_i / N$$

Em trabalhos onde a diversidade é calculada a partir de logaritmo na base 2 utiliza-se a unidade “bit por indivíduo” (Andrade 1997).

Os valores obtidos a partir dos cálculos de Riqueza, Equitatividade e Diversidade foram plotados na Tabela I (Anexo I) e utilizados na confecção de gráficos.

7.1.4.4 Correlação

PEARSON

O resultado da correlação é representado por um coeficiente de correlação ou r^2 (coeficiente de determinação), este representa a proporção da variação comum nas duas variáveis (isto é, vigor ou magnitude da relação) (Spiegel 1977). Mede o grau da correlação entre duas variáveis de escala métrica linear.

O tipo mais usado de coeficiente de correlação é o r de Pearson, também chamado produto-momento ou linear da correlação. Os valores do coeficiente podem variar de $-1,00$ a $+1,00$. O valor de $+1,00$ representa uma perfeita correlação positiva, neste caso a relação entre as duas variáveis é de tal modo que os valores das duas aumentam proporcionalmente. O valor de $-1,00$ representa uma perfeita correlação negativa, neste caso a relação entre as duas variáveis é inversa, enquanto um aumenta a outra tende a decrescer proporcionalmente. Um coeficiente de valor $0,00$ representa ausência de correlação (Spiegel 1977).

Através do programa Statistic 5.5 (módulo Basic Statistic) foram calculados os coeficientes de correlação (r de Pearson) entre a *riqueza de espécimes de foraminíferos e Arcellas (total em cada amostra) e os parâmetros sedimentológicos.

*Equivale à contagem simples das testas dos dois organismos.

SPEARMAN

O resultado da correlação é representado por um coeficiente de correlação ou r_s (coeficiente de determinação), este representa a proporção da variação comum nas duas variáveis (isto é, vigor ou magnitude da relação) (Spiegel 1977).

Se não houver nenhum posto estabelecido, isto é. $\neg \exists i, j i \neq j \wedge (x_i = x_j \vee y_i = y_j)$

o ρ é dado por:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Onde:

d_i = a diferença entre cada posto de valor correspondentes de x e y, e
 n = o número dos pares dos valores.

Através do programa Statistic 6.0 (módulo Basic Statistic) foram calculados os coeficientes de correlação (*Spearman*) entre a *densidade de espécimes de Arcelas (total em cada amostra) e a densidade da espécie abundante e constante, *Centropyxis marsupiformis*, e os parâmetros abióticos.

*Equivale à contagem simples das testas dos organismos.

7.1.4.5 Análise multivariada

Os métodos de análise multivariada são caracterizados por fundamentarem-se em comparação entre duas ou mais amostras, ressaltando até que ponto estas amostras compartilham características em comum, a exemplo de espécies particulares com níveis comparáveis de abundância (Clarke & Warwick 1994). Algumas técnicas multivariadas são baseadas em

coeficientes de similaridade (como é o caso da análise de classificação), calculados entre todos os pares de amostras (Clarke & Warwick 1994).

Tendo em vista a adequação destes métodos com o tipo de trabalho realizado foram aplicadas aos dados quantitativos (abundância absoluta das espécies) as análises de classificação.

A análise de classificação ou agrupamento (*Cluster Analysis*) tem sido muito utilizada em estudos envolvendo grande número de amostras e espécies, como o presente, e consiste em reconhecer um grau de similaridade entre os objetos estudados, que permita reuni-los num mesmo conjunto (Valentin 2000). Desta forma, utilizando-se o programa MVSP (versão 3.12) esta análise foi efetuada sob um diferente modo: modo – Q (agrupamento entre espécies, considerando a abundância absoluta das espécies). Para quantificar a similaridade entre os objetos, foi utilizado o coeficiente de similaridade de Bray – Curtis.

7.2 RESULTADOS

7.2.1 HIDRO-SEDIMENTOLOGIA DA CAMADA NEFELÓIDE

O sedimento arenoso com granulometria areia grossa a fina predomina nas amostras 01 a 03, 06, 12, 22, 38, 41, 50 a 62, 63, 65 e 103 a 105. O siltooso predomina nas amostras 04 a 05, 07 a 11, 14 a 18, 20, 23 a 30, 32 a 37, 39 a 40, 42 a 49, 51 a 55, 57 a 61, 64, 66 a 69, 71 a 73, 74 a 78, 80 a 82, 86 a 102 e 106. A areia siltosa predomina nas amostras 19, 56, 65, 73, 84 e 85. Os valores granulométricos registrados na Lagoa do Boqueirão (tabela 02 e figura 22) revelam a predominância de sedimentos siltoosos nas amostras.

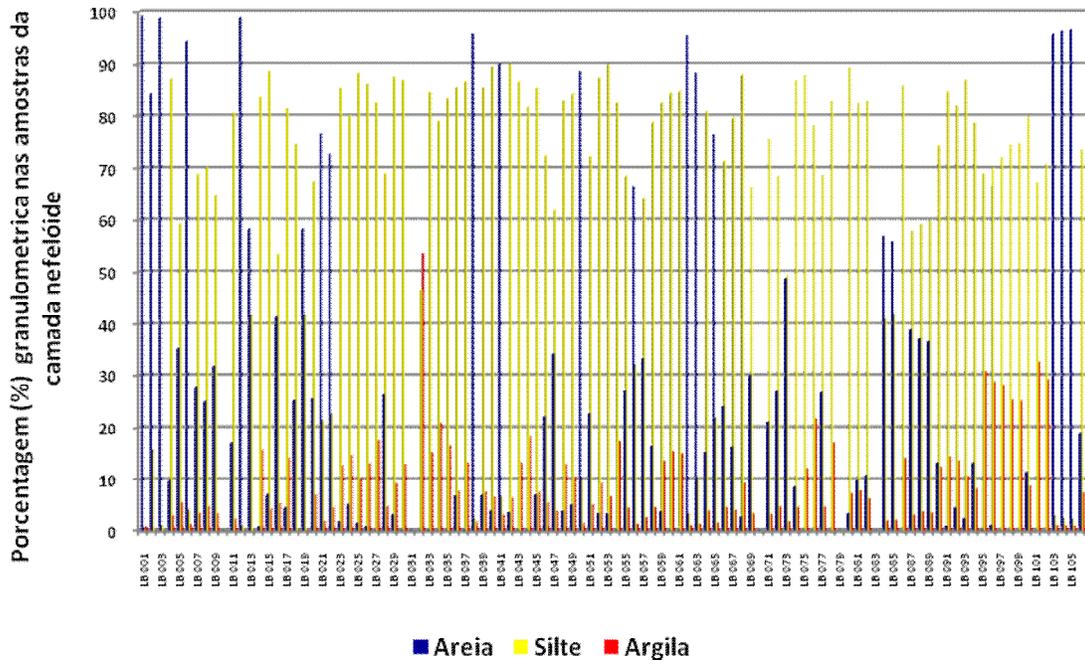


Fig. 22: Granulometria predominante na lagoa do Boqueirão. Cada segmento colorido representa a granulometria de uma amostra específica.

O setor A apresenta amostra # 25 sem organismos e granulometria silte. A amostra # 23 apresenta 03 espécimes e sedimento siltoso. A amostra # 13 com 130 espécimes e sedimento arenoso com granulometria areia fina. A amostra # 16 com 112 espécimes e sedimento siltoso.

O setor B apresenta amostras # 51, # 59 e # 60 sem organismos. A amostra # 81 com 03 espécimes e sedimento siltoso. A amostra # 78 com 98 espécimes e sedimento siltoso.

O setor C apresenta amostra # 88 sem organismos. A amostra # 101 com 03 espécimes e sedimento siltoso. A amostra # 97 com 87 espécimes e sedimento siltoso.

As amostras # 03 e # 103 apresentam o maior numero de espécies, com 12 e 14 respectivamente. Em ambas as amostras o sedimento arenoso e granulometria areia grossa e profundidade de 0,5 m. A primeira localizada no setor A e a segunda no setor C.

Nos sedimentos analisados, na lagoa do Boqueirão, ocorrem predominância de sedimento siltoso (81,1 % das amostras), o sedimento areia (18,9% das amostras) ocorre pontualmente ao longo de toda a área concentrando-se nas margens da mesma (figura 23).

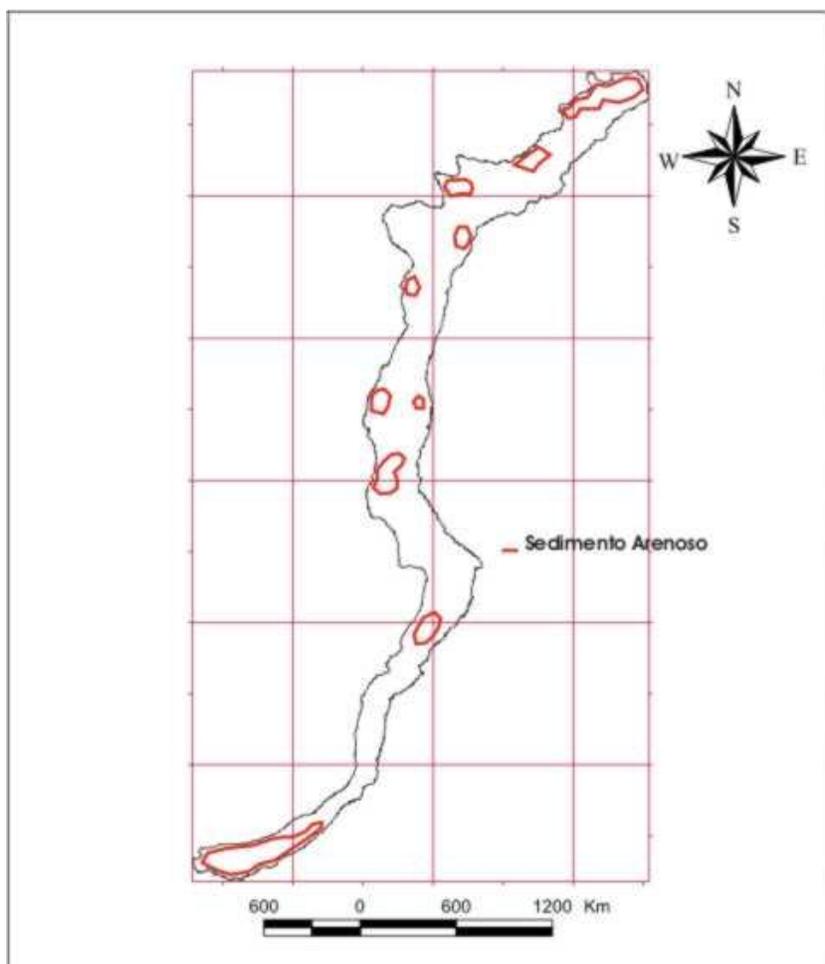
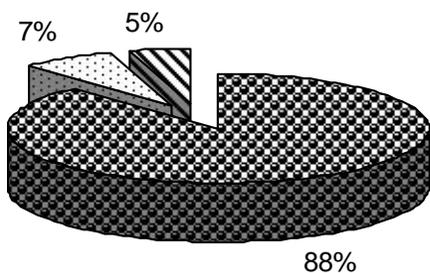


Fig. 23: Distribuição granulométrica de sedimentos arenosos na lagoa do Boqueirão.

7.2.2 ASSEMBLÉIAS DE ARCELLAS

A fauna bentônica presente em 106 amostras, foi composta por 42 espécies, compreendendo 21 gêneros e 3 superfamílias (Fig. 24). Dentre as superfamílias encontradas, a superfamília Arcellacea (88%) apresentou os maiores números de espécies, seguida pela superfamília Cryptodiffugiacea (7%) e Euglyphacea (5%).



■ Arcellacea □ Cryptodiffugiacea ■ Euglyphacea

Fig. 24: Superfamílias de *Arcellas* da área de estudo.

7.2.3 Principais espécies de *Arcella* - FREQUÊNCIA RELATIVA (%)

Dos 3795 espécimes foram identificados um total de 42 espécies. Destaca-se na área de estudo 7% de espécies dominantes, 5% de espécies abundantes, 19% de espécies freqüentes, 33% de espécies pouco freqüentes e 36% de espécies raras (Fig. 25).

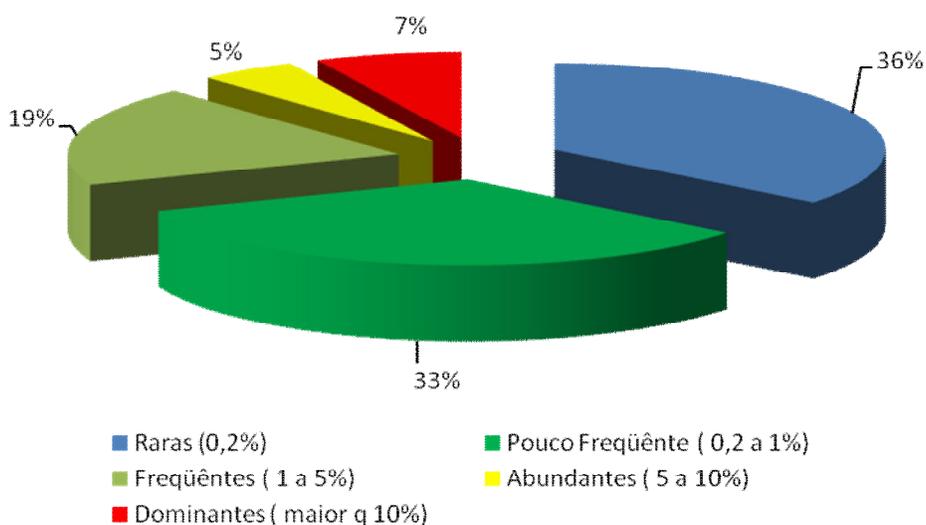


Fig. 25: Freqüência relativa das espécies de *Arcella*.

Dos 3795 espécimes identificados, destacam-se como espécies dominantes: *Centropyxis marsupiformis* (28,56%), *Diffugia copeolata* (11,41%), *Diffugia pyriformis* (10,36%); e abundantes, *Diffugia protaeiformis* (7,59%), *Puntigulasia sp.* (6,22%) e *Centropyxis aculeata* (6,06%) (Anexo II, Quadro 02).

7.2.4 Distribuição das Arcella na lagoa - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%)

As 42 espécies de arcelas presentes na lagoa foram identificadas como: (i) uma espécie constante (2%); (ii) 3 espécies acessórias (7%) e (iii) 39 espécies acidentais (91%) (figura 26, Anexo II, Quadro 02).

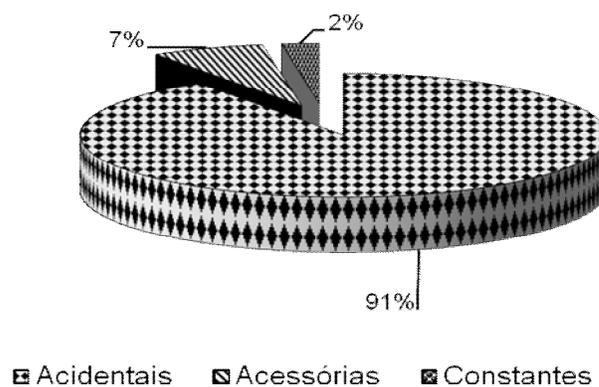


Fig. 26: Frequência ocorrência das Arcella na área de estudo.

7.2.5 Diversidade de Arcella - ÍNDICES DE DIVERSIDADE (H'), RIQUEZA (S) E EQUITATIVIDADE (J')

O número de espécies identificadas em todas as amostras apresentaram-se bastante variadas, com ausência de espécies em cinco amostras (# 25, # 51, # 59, # 60, # 88), e o máximo de 14 espécies em uma (amostra 103) (Anexo II, Quadro 01).

Os índices de diversidade (H'), riqueza (S) e equitatividade (J') analisados mostram os seguintes valores máximo e mínimo, respectivamente: a diversidade de 2,43 (amostra 103) e 0,17 (amostra

44); a riqueza de 3,23 (amostra 103) e 0,27 (amostra 15), e; a equitatividade de 0,96 (amostra 34) e 0,26 (amostra 44).

Portanto, na localidade da amostra 103 apresenta maior índice de diversidade e riqueza sendo considerado um ambiente propício para seu desenvolvimento a esse grupo de protozoários estudados, e na localidade da amostra 44 ocorre o oposto.

A distribuição desses índices, na lagoa estudada, (figura 27) mostra que as variações se mantem homogêneas. A diversidade se mantem em toda área.

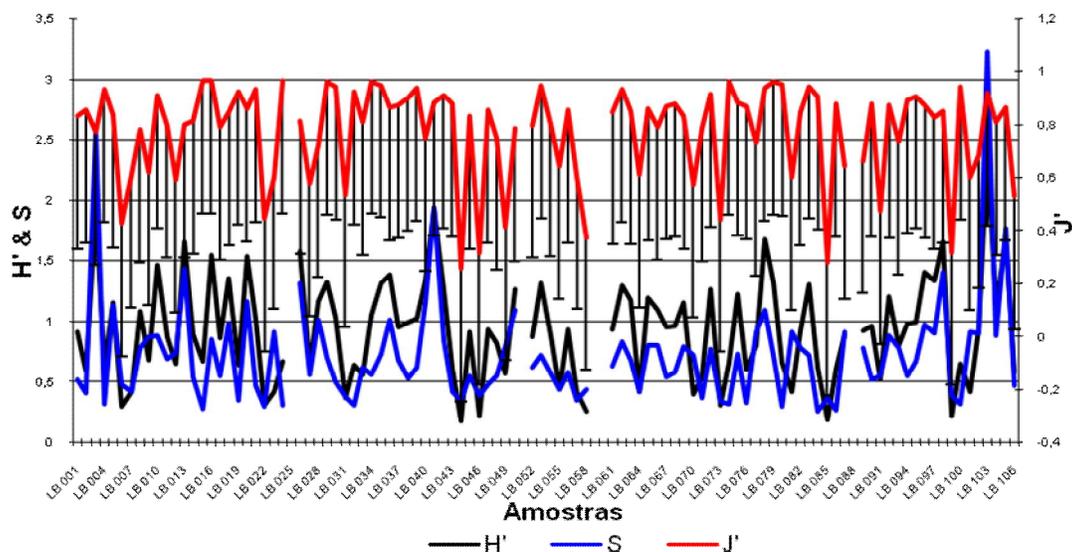


Fig. 27: Distribuição dos índices de diversidade, riqueza e equitatividade de *Arcella* na lagoa do Boqueirão/ jan/2004.

7.2.6 SISTEMÁTICA DAS ARCELLA E FORAMINÍFEROS

O estudo sistemático genérico das espécies de *Arcellas* foi baseado na classificação proposta por Loeblich & Tappan (1968 e 1978); Medioli & Scott (1998, 2000); e, Sem Gupta (1999). Sendo que para a identificação de algumas espécies utilizou diversos trabalhos correlacionados com os estudos da fauna recente em diversas áreas citados nas referências deste estudo.

Reino **PROTISTA**

Sub-reino **PROTHOZOA**

Filo SARCOMASTIGOPHORA Honigberg & Balamoth, 1963

Subfilo SARCODINA Schmarda, 1871

Superclasse RHIZOPODEA von Siebold, 1845

Classe LOBOSA de Saedeleer, 1934

Ordem ARCELLINIDA Kent, 1880

Superfamília ARCELLACEA, Ehrenberg 1832

Família COCHLIOPODIIDAE Taránek, 1882

Gênero GOCEVIA Valkanov, 1932

Goevia pontica Valkanov, 1972

Gênero COCHLIOPODIUM Hertwig & Lesser, 1874

Cochliopodium pellucidum Hertwig & Lesser, 1874

Família MICROCORYCIIDAE Saedeler, 1934

Gênero MICROCORYCIA Penard, 1890

Microcorycia sp. Penard, 1890

Gênero PENARDOCHLAMYS Deflandre in Grasse, 1953

Penardochlamys sp.

Família ARCELLIDAE Ehrenberg, 1832

Gênero ARCELLA Ehrenberg, 1830

Arcella antarcella

Arcella sp. Ehrenberg, 1830

Arcella vulgaris Ehrenberg, 1830

Família CENTROPYXIDAE Deflandre, 1953

Gênero CENTROPYXIS Stein, 1859

Centropyxis aculeata Ehrenberg, 1835

Centropyxis constricta Ehrenberg, 1843

Centropyxis hirsuta Deflandre, 1929

Centropyxis lateral

Centropyxis marsupiformes Wallich, 1864

Família TRIGONOPYXIDAE Loeblich & Tappan 1968

Gênero TRIGONOPYXIS Penard, 1912

Trigonopyxis arcula Leidy, 1879

Família HYALOSPHEIIDAE Schulze, 1877

Gênero NEBELA Leidy, 1874

Nebela collaris Ehrenberg, 1848

Nebela sp. Leidy, 1874

Gênero CURCUBITELLA Penard, 1902

Curcubitella sp. Penard, 1902

Curcubitella tricuspis Carter, 1856b

Família LESQUEREUSIIDAE Jung, 1942

Gênero LESQUEREUSIA Schlumberger, 1845

Lesquereusia sp. Schlumberger, 1845

Gênero QUADRUDELLA Penard, 1890

Quadrudella sp. Cockerell, 1909

Família DIFFLUGIDAE Stein, 1859

Gênero DIFFLUGIA Leclerc in Lamarck, 1816

Difflugia copreolata Penard, 1902

Difflugia corona Wallich, 1864

Difflugia lobistoma Leidy, 1879

Difflugia mitriformis Wallich, 1962

Difflugia protaeiformis Lamarck, 1816

Difflugia pyriformis Perty, 1852

Difflugia sp. Leclerc in Lamarck, 1816

Difflugia urceolata Carter, 1874

Diffflugia urens Patterson, Mackinnon, Scott & Mediolli, 1985

Gênero LAGENODIFFLUGIA Leidy, 1874

Lagenodifflugia vas Leidy, 1874

Lagonodifflugia sp. Leidy, 1874

Gênero PONTIGULASIA Rhumbler, 1895

Pontigulasia compressa Rhumbler, 1896

Pontigulasia sp. Carter, 1864

Superfamília CRYPTODIFFLUGIACEA Loeblich & Tappan, 1964

Família CRYPTODIFFLUGIIDAE Jung, 1942

Gênero CRYPTODIFFLUGIA Jung 1942

Cryptodifflugia oviformes

Família PLAGIOPYXIDAE Bonnet, 1959

Gênero PLAGIOPYXIS Penard, 1910

Plagiopyxis sp. Penard, 1910

Família PHRYGANELLIDAE Jung, 1942

Gênero PHRYGANELLA Penard, 1902

Phryganella nidulus Penard, 1902

Classe RETICULARIA Lankester, 1885

Subclasse FILOSIA Leidy, 1879

Ordem GROMIDA Clarède & Lachmann, 1859

Superfamília EUGLYPHACEA Wallich, 1864

Família EUGLYPHIDAE Wallich, 1864

Gênero EUGLYPHA Dujardin, 1840

Euglypha sp. Dujardin, 1840

Euglypha tuberculata Dujardin, 1841

Subclasse LOBOSA

Ordem FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Subordem MILIOLINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília MILIOLACEA Ehrenberg, 1839

Família HAUERINIDAE Schultze, 1876

Subfamília HAUERININAE Schultze, 1876

Gênero QUINQUELOCULINA d'Orbigny, 1826

Subordem ROTALIINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília ROTALIACEA Ehrenberg, 1839

Família ROTALIIDAE Ehrenberg 1839

Subfamília AMMONIINAE Saidova, 1981

Gênero AMMONIA Brünnich, 1772

Família **ELPHIDIDAE** Galloway, 1933
Subfamília **ELPHIDIINAE** Galloway, 1923

Gênero ELPHIDIUM de Montfort, 1808

Superfamília **NONIONACEA** Schultze, 1854
Família **NONIONIDAE** Schultze, 1854
Subfamília **NONIONINAE** Schultze, 1854

Gênero PSEUDONONION Asano, 1936

Superfamília **FURSENKOINACEA** Loeblich & Tappan, 1961
Família **FURSENKOINIDAE** Loeblich & Tappan, 1961

Gênero FURSENKOINA Loeblich & Tappan, 1961

Subordem **HAPLOPHRAGMIINA** Wedekind, 1937
Superfamília **LITUOLACEA** de Blainville, 1827
Família **LITUOLIDAE de Blainville, 1827**
Subfamília **AMMOMARGINULININAE** Podobina, 1978

Gênero AMMOTIUM Loeblich & Tappan, 1953

7.2.7 CORRELAÇÃO

O teste não paramétrico de correlação proposto por Spearman (Elliott 1997) foi aplicado a fim de pesquisar a existência de correlação (r_s) entre a densidade de indivíduos das assembléias e a densidade da espécie *Centropyxis marsupiformes* e os parâmetros abióticos (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004). Bem como, o teste métrico linear de correlação r de Pearson (Spiegel 1977).

7.2.7.1 Fatores ecológicos na distribuição das assembléias de *Arcella* - CORRELAÇÃO DE Pearson

As variáveis ambientais são determinantes para a distribuição dos organismos. Com base neste fato, foram correlacionados os parâmetros físicos e químicos com a frequência absoluta das assembléias de *Arcella* utilizando o r de Pearson. Foi possível obter o seguinte resultado, que foram descritos a seguir na tabela 10.

TABELA 10: Índices de correlação das assembléias de *Arcellas* e os parâmetros abióticos.

Parâmetros Correlacionados	Nº de amostras	r de Pearson
<i>Arcella</i> & pH	106	- 0,1706
<i>Arcella</i> & Cond	106	- 0,0419
<i>Arcella</i> & O_D	106	-0,0208
<i>Arcella</i> & Temp	106	-0,0071
<i>Arcella</i> & %N	106	- 0,1050
<i>Arcella</i> & %S	106	-0,0744
<i>Arcella</i> & %C	106	0,1018

7.2.7.1.1 Fatores ecológicos na distribuição das assembléias de *Arcella* - CORRELAÇÃO DE Spearman

Correlacionando as assembléias identificadas com os parâmetros físicos e químicos mensurados tabela 11 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004), observa-se que é positiva para todos os parâmetros, sendo que, mais significativa para a temperatura.

TABELA 11: Índices de correlação das assembléias de *Arcellas* e os parâmetros abióticos.

Parâmetros Correlacionados	N	R	t(N-2)	ρ
<i>Arcella</i> & pH	106	-0,070486	-0,720610	0,472766
<i>Arcella</i> & Cond	106	0,076211	0,779472	0,437472
<i>Arcella</i> & O_D	106	0,083247	0,851913	0,396220

<i>Arcella</i> & Temp	106	0,044867	0,458014	0,647898
<i>Arcella</i> & Prof	106	-0,113388	-1,16384	0,247150
<i>Arcella</i> & %N	106	-0,166773	-1,69986	0,092236
<i>Arcella</i> & %S	106	-0,079973	-0,079973	0,421965
<i>Arcella</i> & %C	106	-0,236035	-2,44109	0,016383

As temperaturas na lagoa do Boqueirão variam de 22 a 27 °C, considerado águas tropicais. Esse dado confirma a literatura para ambientes lagunares.

7.2.7.1.2 Fatores ecológicos na distribuição da *Centropyxis marsupiformis* - CORRELAÇÃO DE Spearman

A espécie *Centropyxis marsupiformis* é a mais representativa na área de estudo. Classificada como abundante e constante, critério utilizado para proceder à correlação. Ela foi positiva com todos os parâmetros, e.g., pH, temperatura, profundidade, N, S, C e condutividade (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004). O oxigênio dissolvido foi o menos representativo (tabela 12).

O oxigênio dissolvido mensurado na área variou de 4,32 a 7,5 (mg/l), que está dentro dos padrões de lagoa de ambiente tropical, entretanto, a correlação apresentada parece não influenciar na distribuição da *Centropyxis marsupiformis*. O gênero *Centropyxis* é relatado com indicadores para ambientes lenticos, mixohalinos e com pH variável em função da acidez (Giovanni & Ferreira 2002; Smoll, Birks & Last 2001; Cann et al 2000; Loyola e Silva & Zucon 1993; Closs 1962).

TABELA 12: Índices de correlação dos números de *Centropyxis marsupiformis* e os parâmetros abióticos.

Parâmetros Correlacionados	N	R	t(N-2)	ρ
<i>Arcella</i> & pH	106	-0,037306	-0,380711	0,704194
<i>Arcella</i> & Cond	106	-0,018129	-0,184913	0,853658
<i>Arcella</i> & O_D	106	0,082406	0,843249	0,401025
<i>Arcella</i> & Temp	106	-0,044531	-0,454576	0,650362
<i>Arcella</i> & Prof	106	0,024261	0,247485	0,805021
<i>Arcella</i> & %N	106	0,000262	0,002633	0,997904
<i>Arcella</i> & %S	106	0,002040	0,020502	0,983683
<i>Arcella</i> & %C	106	-0,038449	-0,386695	0,699796

7.2.8 Associações de espécies de Arcella - CLUSTER

Para aplicar à análise multivariada foram selecionadas as espécies dominantes e abundantes indicadas pela frequência relativa. Foram selecionadas, logo em seguida, espécies constantes e acessórias demonstradas pelo índice de frequência de ocorrência presentes em cada amostra (Tabela III, Anexo II). A partir das espécies com maiores índices foi possível realizar a análise multivariada e a formação das respectivas associações.

Foram formadas duas associações distintas (Fig. 28). A associação A apresentou espécies constante e abundante em toda a área, que é representada pela espécie *Centropyxis marsupiformis*.

A associação B formou duas sub-associações. A sub-associação B.1. apresentou espécies acessórias e dominantes identificadas, que é representado pela espécies *Diffflugia copreolata*, *Diffflugia pyriformis*, *Diffflugia protaeiformis*, *Puntigulasia sp.*, *espécie A*, *espécie B* e *Centropyxis aculeata*. A sub-associação B.2. apresentou espécies acidentais e frequentes na área em questão.

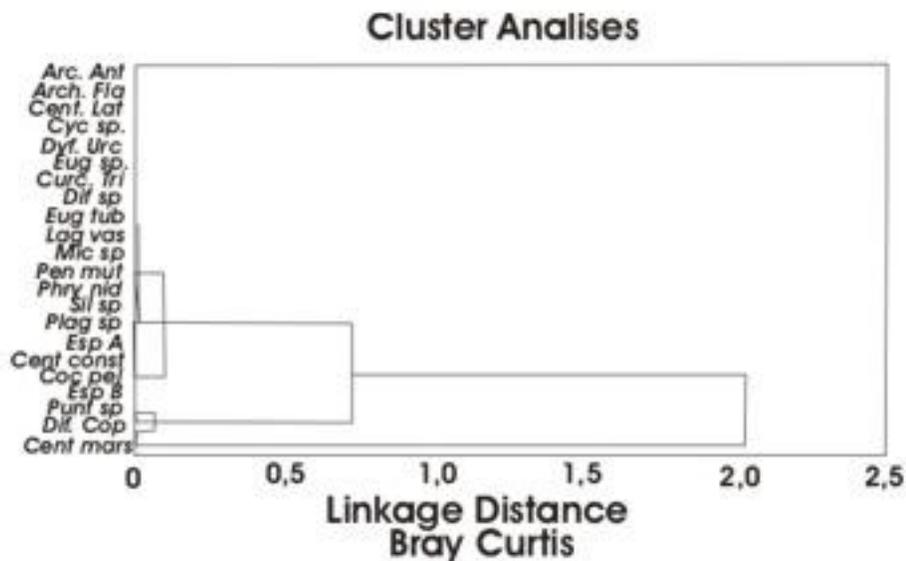


Fig 28: Análise Multivariada de dissimilaridade das assembléias identificadas.

As associações A e B.1 foram consideradas autóctones por se encontrarem com distribuição uniforme; e, a associação B.2 foi considerada alóctone para a área de estudo. Vale resaltar que, a *espécie A* e a *espécie B* foram espécies identificadas na área de estudo, entretanto, não estão

descritas na bibliografia consultada. Caso se confirme este fato, posteriormente essas espécies serão descritas e denominadas conforme suas características.

7.2.9 ECOTONOS

As espécies comuns constantes e acessórias inter-relacionadas com as espécies dominantes, abundantes e freqüentes foram consideradas como espécies autóctones (tabela 13), na área de estudo, devido sua efetiva distribuição e elevada representatividade, podendo ser citadas as seguintes espécies: *Centropyxis marsupiformis*, *Centropyxis aculeata*, *Diffflugia copeolata*, *Puntigulasia sp.*, *espécie A*, *espécie B* e *Diffflugia pyriformis*.

Tabela 13: Espécies autóctones da lagoa do Boqueirão / RN

Espécies	Nº de Amostras	Nº de indivíduos
<i>Centropyxis marsupiformis</i>	73 amostras	1084 espécimes
<i>Centropyxis aculeata</i>	35 amostras	230 espécimes
<i>Diffflugia copeolata</i>	40 amostras	433 espécimes
<i>Diffflugia pyriformis</i>	29 amostras	393 espécimes
<i>Puntigulasia sp.</i>	25 amostras	236 espécimes
<i>espécie A</i>	26 amostras	245 espécimes
<i>espécie B</i>	27 amostras	313 espécimes

As espécies acidentais (FO = 91%) podem ser consideradas alóctones, em relação à camada nefelóide, devido à baixa freqüência de ocorrência (inferior a 25%). Foram identificados ecotonos diferentes para a área de estudo, embasado na presença e ausência dos organismos, representados na figura 29 a seguir. As amostras que não apresentaram organismos são: # 25, # 51, # 59, # 60 e # 88, regiões que possivelmente apresentem fatores abióticos que não permitam a sua distribuição. Foram presentes os foraminíferos dissolvidos na área de estudo nas amostras: # 03, # 05, # 10, # 11, # 12, # 18, # 25, # 38, # 39 e # 50.

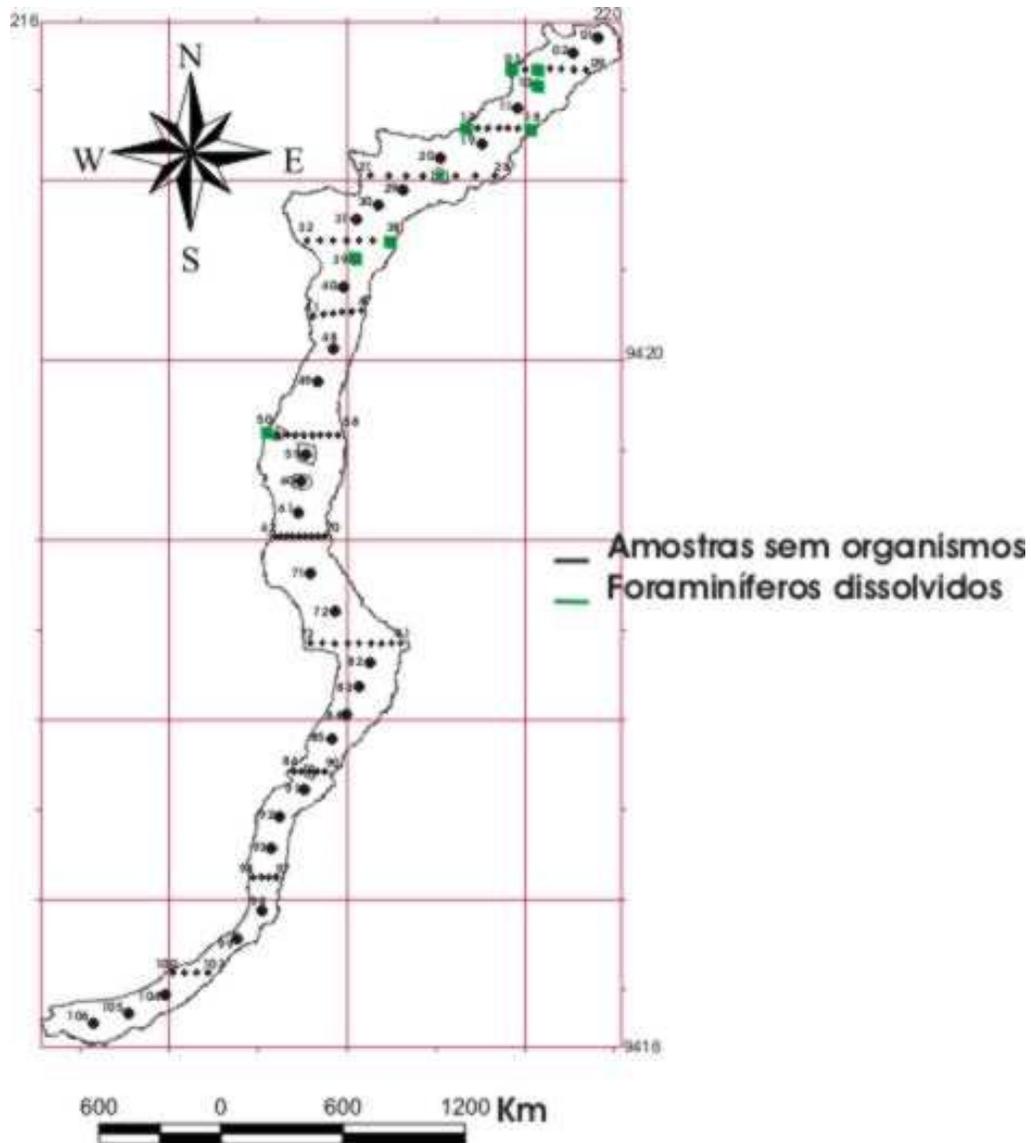


Fig. 29: Ecotonos da área de estudo determinados por presença e ausências dos organismos.

7.3 DISCUSSÃO

As *Arcelas* se apresentam bem distribuídas na área de estudo. A superfamília Arcellacea foi representada em 88%, sendo considerada desta forma significante. A Baía de Iguape – Ba, com 78% de organismos, foi considerada como muito bem representada (Cruz 2004). Na lagoa do Boqueirão podemos destacar espécies que são dominantes, sendo citadas: *Centropyxis marsupiformes*, *Centropyxis aculeata*, *Diffugia copreolata*, *Diffugia protaeiformis* e *Diffugia pyriformis*. Esses organismos são bem representados em outros ambientes continentais citados por

Velho et al. 1996 a ; Velho & Lansac-Tôha 1996; Velho et. al. 1999; Velho et. al. 2003; Azevedo & Bonecker 2003; Azevedo 2006.

Panarelli et. al. 2003 relatam que a diferença na riqueza das *Arcelas* está provavelmente relacionada com o fluxo da corrente. Muitos desses organismos vivem associados ao sedimento e em locais com maior velocidade de corrente, o próprio fluxo da água deve promover sua introdução na coluna d'água. A diversidade específica encontrada pode ser considerada baixa em relação a quantificação do táxon (23 gêneros e 42 espécies de *Arcelas*). Este pode ser um indício das condições ecológicas mais restritas existente neste ambiente. Comparando-se estes valores com os outros autores de ambientes costeiros, encontramos valores aproximados dos valores assinalados em zonas do Rio Paraná (Alves 2006) e em Lagoas Fechadas da Planície de Inundação do alto do Paraná (Azevedo 2006), ambos com valores de diversidade superiores a 50 espécies. O Rio Pojuca (Andrade 1999) apresentou uma diversidade baixa (17 espécies). Entretanto, a diversidade, com valor considerado discretamente elevado observada neste trabalho, em relação ao Rio Pojuca, pode está relacionada com outros fatores ambientais presentes na área, como por exemplo, a variação de sedimento em suspensão, salinidade, pH, dentre outros. Essas variações formam assim microambientes com condições ao desenvolvimento dessas assembléias.

Os índices de diversidades encontrados neste estudo variaram muito de uma amostra para outra: apresentando amostras com números mínimos e máximos de espécies de *Arcellas* entre 0 e 14 (índices de diversidade de SHANNON-WIENER 0 e 2,43 respectivamente). Este fato provavelmente deve-se à distribuição irregular apresentada pelas assembléias nos pontos amostrados. Esta distribuição corrobora com a sugestão da existência de microambientes diferenciados ao longo da área, que podem estar relacionados a pontos com maior ou menor taxa de nutrientes e/ou parâmetros abióticos limitantes.

Em estudo realizado no Litoral Norte do Estado da Bahia, com foraminíferos, Andrade (1997) verificou estações com números de espécies variando entre 35 e 86 (índices de diversidade de SHANNON-WIENER 3,59 e 3,86 respectivamente). A autora relaciona os valores mais altos de índices de diversidade às áreas de sedimentos finos, com influência orgânica fluvial.

Quando as espécies que constituem uma amostra possuem frequências semelhantes, significa uma alta equitatividade. Análise da equitatividade revela então que na amostra # 34 apresenta índice

superior a 0,9. Apenas na amostra # 44 apresenta equitatividade inferior a 0,3. Este fato deve-se ao predomínio neste perfil de um índice de riqueza elevado e o de diversidade pequeno.

Os índices obtidos a partir do cálculo de riqueza de MARGALEF (R) evidenciam uma riqueza variável na área. O valor mais elevado deste índice foi verificado na amostra # 103 (3,22), ao passo que o menor valor corresponde a amostra # 15 (0,27), em relação às Arcelas. Este resultado pode ser considerado como esperado, uma vez que a riqueza mantém estreita relação com o número de espécies e diversidades específicas.

De acordo com Amaral (1980) as condições ambientais de uma área podem possibilitar ou limitar o estabelecimento de espécies. De forma geral, a área estudada pode ser considerada pobre em espécies de Arcelas, haja vista a média de índice de diversidade observada, que em todas as amostras é inferior a 2,43. Na Baía de Iguape – Bahia (Cruz 2004), identificou 15 espécies na área, registrou uma amplitude deste índice de 1,83 à 0,19 e considerou a área como pobre em espécies de Arcelas. Tanto na área estudada como na Baía de Iguape - Bahia a diversidade apresentada pode ser indício da existência de condições ambientais que forneceram o estabelecimento de assembleias de Arcelas adaptadas ao ambiente. A existência de baixos índices de riqueza podem sugerir a idéia da existência, na área, de microambientes que apresentam condições desfavoráveis para o estabelecimento das Arcelas.

As análises hidrosedimentológicas da lagoa do Boqueirão / RN, na camada nefelóide, apresentaram uma predominância para a fração silte, no entanto, houve uma baixa representatividade das classes granulométricas areias, areia siltosa e silte arenoso podendo estar relacionado ao transporte eólico, bem como, fluxo hídrico que ocorre na área de estudo. O sedimento pode ser considerado como o resultado da integração de todos os processos que ocorrem em um ecossistema aquático. Do ponto de vista da reciclagem da matéria e fluxo de energia, o sedimento é um dos componentes mais importantes dos ecossistemas aquáticos continentais. Nele ocorrem processos biológicos, físicos e / ou químicos, que influenciam o metabolismo de todo o sistema. Além disso, o sedimento, através de sua composição química e biológica, é de fundamental importância no estudo da evolução histórica de ecossistemas aquáticos, dos ecossistemas terrestres adjacentes e das formas dos impactos ocorridos aos quais tiveram submetidos esses ambientes (Tucci 2004 a).

O sedimento é um componente multifatorial, pois a textura, o grau de compactação (ou a quantidade de espaço intersticial), a granulometria e a área de superfície podem atuar na regulação da composição e abundância das espécies (Minshall & Minshall 1977 apud Kikuchi 1996). As velocidades de corrente, em ambientes aquáticos continentais (determinando ambientes lenticos e lóticos), apresentam um papel relevante, pois são carreadores sedimentológicos. Isto propicia a formação de diferentes microhabitats e a retenção de diferentes tipos de detritos (Silveira 2004) permitindo assim o desenvolvimento das assembléias presentes nesta região.

O sedimento apresenta um aspecto complexo do ambiente físico, e a determinação do seu papel é mais complexa devido à tendência para interagir com outros fatores ambientais. A granulometria determina o tamanho dos espaços intersticiais que, por sua vez, influenciam o tipo de comunidade bentônica que irá se estabelecer (Ericson & Wollin 1968). Os espaços intersticiais são essenciais para o deslocamento e alimento de vários microorganismos aquáticos (Allan 1975). Como também para a percolação da água para alimentação dos aquíferos subterrâneos (Tucci 2004).

Acredita-se que as características granulométricas e composicionais do substrato exerçam certa influência na distribuição das *Arcelas*, como já relatado por alguns autores (Boltovskoy & Lena 1974; Smoll et. al. 2001). No entanto, analisando-se a ocorrência e distribuição desses organismos percebe-se que a heterogeneidade faunística é muito maior que os parâmetros texturais do sedimento (Bonetti 2000; Beyens & Meisterfeld 2001).

Petterson & Kumar (2002) e Jaworski & Eichler (2005) constataram que a espécie *Diffflugia Protaeiformis* é abundante em ambientes com elevada concentração em substrato lamoso não contaminado. Por conseguinte, Asioli et. al. (1996) identificaram a mesma espécie como boa indicadora de sedimentos acidificados e contaminados por cobre e chumbo. Cruz (2004), no entanto, relata que a ocorrência e distribuição de *Arcella* não apresentam correlação com os parâmetros texturais do sedimento. Entretanto, a espécie supracitada apresentou elevada representatividade na Baía de Iguape, local identificado por Mestrinho (1998) como reservatório de metais pesados e que o impacto de cobre e chumbo é moderado.

Há também aquelas espécies que utilizam o sedimento como substrato de fixação onde desenvolve todo o seu ciclo de vida. Cruz 2004 apresenta o *Cochliopodium pellucidum* espécie incrustante, que é uma espécie comum na Lagoa do Boqueirão em amostras com granulometria arenosa.

O sucesso de um organismo, de um grupo ou de uma comunidade biótica inteira depende de um complexo de condições. Qualquer condição que se aproxime ou exceda os limites de tolerância é chamada de condição limitante ou fator limitante. Sob condições estáveis, o constituinte essencial disponível em valores que mais se aproxima da necessidade mínima tende a ser um limitante, um conceito chamado de lei do mínimo de Liebig. O conceito é menos aplicável sob condições transitórias, quando as quantidades e, portanto, os efeitos de muitos constituintes estão modificados rapidamente. Não somente algo de menos pode ser um fator limitante, como proposto por Leibig (1840), mas também algo demais. Assim, os organismos têm um mínimo e o máximo ecológico: a amplitude entre esses dois representa os limites de tolerância. O conceito do efeito limitante máximo, assim como o mínimo, de constituintes foi incorporado à lei de tolerância de Shelford (Shelford 1913).

Com base nas leis de fatores limitantes e limites de tolerâncias, foram mensurados parâmetros físico-químicos e concomitantemente com a coleta das amostras, na área de estudo, para determinação dos fatores limitantes que atuam diretamente nas assembléias identificadas. A correlação é a relação que pode existir entre as variáveis apresentadas no meio ambiente. Essa relação se apresenta de forma quantitativa entre os parâmetros mensurados. Quando a correlação existe pode ser estabelecido assim uma relação estatística entre as mesmas (Crespo 1998). Cada parâmetro mensurado foi correlacionado com a biota local, isso para estabelecer a influencia dos mesmos sobre o biota.

Na área de estudo em questão, os valores mínimos e máximos de temperatura respectivamente são 27,4 °C a 29,9 °C (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004). A correlação entre a temperatura e as assembléias de *Arcelas* é 0,647898. Existindo correlação positiva entre este fator e as assembléias. Entretanto, Ogden & Hedley (1980) inferem que as *Arcelas* podem tolerar uma ampla faixa de temperaturas, ocorrendo dos trópicos às regiões polares. Em contrapartida, Medioli & Scott (1988) afirmam que apesar desse cosmopolitismo térmico, uma espécie se reproduzirá ao longo de 12 meses em uma região tropical, enquanto em condições polares e subpolares esse período reprodutivo será de apenas quatro semanas por ano.

O aumento da temperatura promove a elevação no metabolismo dos organismos. Este processo promove a maturação sexual precoce e reprodução que originará prole com tamanho de testas pequenas. Em temperaturas mais baixas (tendendo a zero) não ocorre essa aceleração metabólica originando a prole com testas mais desenvolvidas (Kobayashi 1997; Gilloly 2000;

Beyens & Meisterfeld 2001; Cruz 2004). As testas das *Arcelas* da Lagoa do Boqueirão são bem menores que as encontradas por Cruz 2004. Isso no que se refere às mesmas espécies, citando *Diffflugia Protaciformis* e *Cochliopodium pellucidum*.

A relação entre a temperatura e a ocorrência das *Arcelas* merece atenção. Medioli & Scott (1988) não observaram nenhuma correlação entre as assembléias e a temperatura do Erie Lake (América do Norte). Entretanto, Patterson et al. (1985), em Lagoas da Escócia, identificaram duas assembléias distintas. A primeira assembléia ocorre quando a temperatura da lagoa apresenta valores em torno de 18^o C. A segunda assembléia vivia em uma temperatura de 6^o C, neste trabalho não foram citadas as espécies. Os números dos taxos nas regiões polares são substancialmente menores do que nas regiões temperadas e tropicais (Schönborn 1984; Smith & Wilkinson 1986; Smith 1992; Beyens & Chardez 1995). Alguns pesquisadores sugerem que alguns taxos, como o gênero *Diffflugia*, apresentam certo grau de termofilia, pois refletem as mudanças climáticas depois da última deglaciação (Collins et al. 1990; McCarthy et al. 1995).

Na Lagoa do Boqueirão o valor máximo de oxigênio dissolvido apresentado é 7,5 (mg/l) e o valor mínimo é 4,3 (mg/l) indicando desta forma uma boa disponibilidade de oxigênio na área em questão (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004). Deve ser levado em conta que neste ambiente existe um bom aporte de ventilação, já que ocorre a formação de cordões litorâneos de dunas. A correlação entre o oxigênio dissolvido e as assembléias de *Arcelas* é 0,396220, não apresentando para área em questão correlação elevada. A concentração do oxigênio dissolvido na água é resultante de fatores físicos, químicos e biológicos. A água, como solvente, tem a capacidade de dissolver gases atmosféricos, como o nitrogênio, oxigênio e dióxido de carbono. Parte do oxigênio dissolvido na água provém da atmosfera, onde a capacidade d'água para absorver o oxigênio depende da pressão atmosférica, da temperatura e da salinidade (Ramos e Silva 2004).

Na área estudada, o pH sofre pouca variação, podendo citar o valor máximo e mínimo de 7,74 e 4,2 respectivamente (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004). A presença de valores ácidos pode estar relacionada com a concentração da matéria orgânica que faz parte do ambiente. É importante ressaltar que as medições de pH são importantes em estudos ambientais envolvendo as águas naturais. O pH, por exemplo, é importante na geoquímica do sistema CO₂ e atua como um indicador dos processos envolvendo a produção biológica e a processos metabólicos. O equilíbrio ácido-base e as taxa das reações químicas são também dependentes do pH. O pH é também uma variável magistral para descrever a especiação de metais em sistemas aquáticos. Desta forma, é imperativo

que o pH esteja correlacionado, de forma clara e exata, com o equilíbrio envolvido (Ramos e Silva 2004). A correlação entre o pH e as assembléias de *Arcelas* é 0,472766, apresentando para área em questão a correlação com este fator.

Embora a influência de pH, nas *Arcelas*, tenha sido questionada em literatura anterior, estudos recentes contradizem este fato (e.g., Tolonen et al. 1992; Charman & Warner 1997). Corpos aquosos, em mesma área, com pHs diferentes abrigam assembléias diferenciadas deste organismo (Beyens & Chardez 1995). Costan & Planas (1986) estudaram o efeito de acidificação artificial, num sistema de água corrente, em comunidades de *Arcellas*. Nesta experiência, foram ministradas quantidades de ácidos em um ambiente natural, e avaliando-se as primeiras 24 horas depois do primeiro tratamento ácido, o pH decaiu de 6.1 - 7.1 a 3.9 - 4.1. O resultado foi uma diminuição na abundância total deste organismo. Contudo, não foi observada uma diminuição na diversidade dos organismos. Alguns autores discutem o resultado do experimento por ter sido aplicado em período experimental curto (Beyens & Chardez 1995; Ellison 1995).

Embora alguns autores (Ellison 1995; Rhoden 1996; Hardoim 1997; Bobrov *et al.* 2004 e Leão et al. 2005) indiquem uma relação representativa entre os níveis de pH e estrutura de comunidade de *Arcelas*, outros (Costan & Planas 1986; Beyens & Chardez 1995) relatam que é provável que o efeito do pH seja indireto, devido ao fato do pH se modificar quando ocorre a decomposição da matéria orgânica, disponibilizando maior quantidade de alimento para esses organismos. Outro efeito do pH é a falta de espécies, com testas calcárias, em águas ácidas. Em águas com o pH tendendo para alcalino, organismos com testa calcária se desenvolvem satisfatoriamente, a calcita pode se precipitar e espécies como *Diffflugia limnetica* que incorpora essa substância na testa aglutinada. Tal fato sugere que, desta forma, essa espécie pode ser indicadora da precipitação de calcita e pH alcalino (Casper & Schönborn 1985; Cruz 2004).

Na área estudada a variação da condutividade máxima apresenta o valor 0,4 (ms/cm) e mínima de 0,38 (ms/cm) indicando assim pouca quantidade de sal dissolvido na água (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2004). A correlação entre a condutividade e as assembléias de *Arcelas* é 0,437472, apresentando para área em questão a correlação com este fator. Cruz (2004) relata a presença, na Baía de Iguape, assembléias distintas para ambientes oligohalinos e mixohalinos. Fato observado em outras regiões por Closs & Madeira (1962), Loyolla e Silva & Zucon 1993, Aguiar et al. 2001, Samensato Júnior 2004. Algumas espécies de *Arcelas* encontradas nos ambientes

supracitados, que indicaram aporte constante de água fluvial, foram encontradas na Lagoa do Boqueirão bem distribuídas.

Na área de estudo o nitrogênio apresenta uma variação máxima de 3,45 % e mínima de 0,11 % (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005b). Segundo a classificação utilizada por Vollenweider 1968 a, b, a Lagoa do Boqueirão pode ser classificada por predominância de porcentagens como um lago mesotrófico. No entanto, é possível observar que algumas regiões apresentam características oligotróficas. Barbosa (1981) constatou que, na Lagoa Carioca – MG, durante o período das chuvas, a distribuição de nitrogênio é praticamente homogênea em toda a coluna da água. No entanto, durante o período de estratificação térmica, observam-se concentrações variadas de nitrogênio ao longo da lagoa em questão.

A lagoa do Boqueirão pode apresentar essas duas regiões distintas, pois as coletas foram realizadas em períodos de poucas chuvas. Esse fato pode determinar a presença de ecótonos distintos para um mesmo ambiente com parâmetros abióticos diferenciados determinando assim um ambiente oligo-mesotrofico. Gilbert et al. 1998 relataram que as *Arcellas* são sensíveis às concentrações de nitrogênio fazendo com que ocorra uma redução quantitativa e qualitativa do grupo. Após identificação das assembléias em todos os pontos da área de estudo, para o ambiente recente, foi aplicado um tratamento estatístico para determinar uma possível correlação com as mesmas. A correlação apresentada para o nitrogênio e as assembléias foi de 0,092236, não existindo assim esta correlação.

Na lagoa do Boqueirão a concentração do carbono sofre variação apresentado o ponto mais elevado com de 25,6 % e o ponto mais baixo 0,19 %, respectivamente (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005b). Esta variação pode esta ligada aos processos bioquímicos que envolvem o fitoplâncton, pois o carbono desempenha um significante papel no ciclo biogeoquímico em ambientes aquáticos (Paraquetti *et all* 2008). A correlação entre o parâmetro de carbono e as *Arcellas* foi de 0,016383.

O enxofre na Lagoa do Boqueirão variou entre 0,13 a 3,45 nos pontos mínimos e máximos respectivamente (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005b). As fontes de enxofre para os ambientes aquáticos são principalmente três: decomposição de rochas, chuvas e agricultura. O valor da correlação entre o enxofre e as assembléias de *Arcellas* é 0,421965. O enxofre não atua como fator limitante na produção de ecossistemas lacustres. Somente alguns lagos tropicais, localizados na

região da Amazônia (Braun 1952) e na África, como os Lagos George e Vitória (Beauchamp 1953), o enxofre foi apontado como possível fator limitante. A espécie *Centropyxis marsupiformes* apresentou correlação positiva com todos os parâmetros, como indicado na tabela 07. Indicando desta forma que alguns parâmetros podem ser fatores limitantes para a distribuição específica dessa espécie. Podendo também ser utilizada como bioindicadora de aporte fluvial. Entretanto, a correlação do r de Pearson não ocorreu com nenhum dos parâmetros físicos e químicos da área de estudo.

A relação C/N, na Lagoa do Boqueirão – RN, caracteriza matéria orgânica bem decomposta e ambiente bem evoluído, já que os valores encontrados foram baixos, variando o valor mais baixo 0,26, e, o valor mais elevado 29,44 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2005b). Vale destacar que os pontos # 49 e # 62 apresentaram valores bem acima do normal, sendo eles 152,30 e 49,16, respectivamente. Sendo que, o ponto # 49 apresenta 5,6 m de profundidade e o # 62 apresenta 0,5 m, não sendo desta forma os pontos mais profundos da lagoa que variam em torno de 10 m. De acordo com Marius (1984) e, valores da relação C/N entre 10 e 20, indicam uma matéria orgânica bem evoluída. Esses são valores que predominam na Lagoa do Boqueirão.

O ecótono é uma zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes com uma série de características definidas exclusivamente por escala espacial e temporal e pela intensidade entre sistemas ecológicos adjacentes (Holland 1988). Em relação à coluna d'água é claramente perceptível pelas assembléias (representadas na Tabela VII do anexo 02) existentes e parâmetros físico-químicos diferenciados que a mesma apresenta ecótonos distintos. Na Lagoa do Boqueirão foram encontrados indivíduos que estão muito bem distribuídos espacialmente em todo o ambiente estudado, podendo ser citado: *Centropyxis marsupiformes*, *Centropyxis aculeata*, *Diffflugia copreolata*, *Diffflugia protaeiformis* e *Diffflugia pyriformis*. Essas espécies foram consideradas autóctones bem adaptadas devido a sua elevada representatividade. As distribuições espaciais de assembléias distintas ao longo da lagoa podem estar indicando desta forma ambientes com melhores condições para o desenvolvimento deste grupo. As zonas azóicas apresentadas, não apresentam valores extrapolados dos parâmetros físicos e químicos, possivelmente, essas áreas devem apresentar alguma característica que influencie na distribuição desses organismos.

A área em questão apresentou, em relação ao grupo de Arcelas, zonas azóicas que podem indicar micro-ambientes impróprio para o desenvolvimento deste grupo (Fig.: 31) e, apresentou áreas com a presença de foraminíferos dissolvidos (grupo que não era objeto de estudo desde trabalho) como o representado na figura 32. No entanto, a presença dos foraminíferos foi registrada, para servir como base de desenvolvimento para futuros trabalhos. Devido ao fato, que existe na região um excedente de água de um aporte profundo, que pode ser dos calcários de Jandaíra ou até mesmo do aquífero Açú. Estes organismos podem ter sido transportados via falhamento por fluxo de água das camadas internas dos depósitos geológicos.

7.4 CONCLUSÕES PARCIAIS

A lagoa do Boqueirão apresenta três setores (A, B, C) com características geomorfológicas distintas, em relação à profundidade;

As Arcellas estão bem adaptadas na área de estudo, pois das 42 espécies identificadas sendo que 61% são dominantes no microambiente da camada nefelóide. Podendo citar as espécies: *Centropyxis marsupiformes*, *Centropyxis aculeata*, *Diffflugia copreolata*, *Diffflugia protaeiformis* e *Diffflugia pyriformis*;

As distribuições das Arcelas, na Lagoa do Boqueirão, não estão correlacionadas com os parâmetros físico-químicos analisados, quando utilizado o método estatístico de correlação de *Pearson*;

As distribuições das Arcelas, na Lagoa do Boqueirão, não estão correlacionadas de forma significativa com os parâmetros físico-químicos analisados, quando utilizado o método estatístico de correlação de *Sperman*. Contudo, podemos destacar o fator temperatura para a correlação positiva com as assembléias identificadas em cada ponto amostrado tendo apresentado fator maior que ~ 0,65 de correlação;

A espécie *Centropyxis marsupiformes* apresenta correlação de *Sperman* positiva com todos os fatores, sendo possível observar que o oxigênio dissolvido apresenta um índice mais baixo (~ 0,40). Podendo desta forma, os fatores mensurados serem considerados como limitantes para esta espécie em outras áreas de estudos;

A razão C / N apresenta matéria orgânica bem evoluída, para a área em questão, devido aos valores preponderantes desta razão;

Na Lagoa do Boqueirão foram encontrados indivíduos que estão muito bem distribuídos espacialmente em todo o ambiente estudado, podendo ser citado: *Centropyxis marsupiformes*, *Centropyxis aculeata*, *Diffugia copreolata*, *Diffugia protaeiformis* e *Diffugia pyriformis*. Essas espécies podem ser consideradas autóctones, devido ao fato dos valores apresentados na frequência de ocorrência, frequência relativa e avaliação multivariada. As outras espécies foram consideradas alóctones.

VIII. ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DAS ARCELLAS

A Era Cenozóica é uma subdivisão do tempo geológico que abrange aproximadamente os últimos $\sim 65,5 \pm 0,3$ M.a. da história geológica da Terra. Este período pode ser subdividido em dois períodos, Paleógeno ($\sim 65,5 \pm 0,3$ a $23,03 \pm 0,05$ M.a.) e Neógeno ($\sim 23,03 \pm 0,05$ M.a. – Recente). Cada época apresenta-se marcada por eventos que ocasionaram grandes mudanças na distribuição da vida, em especial no ambiente aquático.

O Quaternário, que compõem as últimas duas fases do Período Neógeno, e.g. o Pleistoceno e Holoceno, caracteriza-se por profundas mudanças climáticas, os estudos referentes ao Quaternário Tardio são relativamente recentes e por isso alguns não atingiram sua completa maturidade e sistematização mais definida. No Brasil, a situação não é diferente e o país não apresenta uma literatura numerosa (Sugio 1999). As variações do nível relativo do mar, de pequena amplitude e curta duração, foram importantes no desenvolvimento das porções mais recentes das Planícies Costeiras, inclusive na instalação dos depósitos fluvio-lagunares, os quais podem intercalar sedimentos tipicamente lagunares, ricos em conchas, com sedimentos de água doce depositados em lagoas (Souza *et al* 2005).

O Holoceno é a época mais recente do Período do Neógeno, teve início ao final da última grande glaciação (Würn), há cerca de 10.000 anos. As grandes alterações climáticas ocorridas nesse intervalo caracterizam-se pelo início de uma fase interglacial na Terra (Sugio 1999). Salgado-Labourian (1997: 2007) relata que este período corresponde à presença de calor e umidade, sendo que, há uma variação abrangente ao longo do período.

Foraminíferos e arcelas são excelentes indicadores paleoambientais, sendo amplamente utilizados em estudos paleoclimatológicos (Kalia & Chowdhury, 1983; Nigan, 1986; Nigan & Rao, 1987), paleoceanográficos (Schnitker, 1974; Rühlemann *et al.*, 1999; Faul *et al.*, 2000; Igarashi *et al.*, 2001) e paleolimnológicos (Medioli *et al.*, 1990a; Patterson *et al.*, 1985; McCarthy *et al.*, 1995). Reconstituições paleoambientais, com enfoque em paleoclimatologia, paleoceanografia e paleolimnologia, podem ser obtidas por meio de: **a.** variação das associações de foraminíferos e arcelas, ao longo de testemunhos; **b.** análises morfológicas das carapaças de foraminíferos e arcelas.

Variações de espécies de foraminíferos e arcelas de faixas batimétricas distintas ou a ocorrência e o desaparecimento de espécies indicadoras permitem identificar períodos de isolamento marinho ou de água doce em lagos costeiros, bem como inferir mudanças no padrão oceânico de circulação (Schnitker, 1974; Benson, 1975; Benson *et al.*, 1985, Wrightman *et al.*, 1994; McCarthy *et al.*, 1995, Laidler & Scott, 1996; Cronin *et al.*, 1996, Carreño *et al.*, 1999; Faul *et al.*, 2000).

No Hemisfério Norte, a distribuição de determinadas espécies de foraminíferos de pântano salobro é fortemente relacionada ao nível médio do mar, permitindo a elaboração de curvas do nível do mar muito precisas (Scott & Medioli, 1978; 1980; Thomas & Varekamp, 1991; Horton *et al.*, 1999; Hippensteel *et al.*, 2000). Essas feições morfológicas têm sido utilizadas como ferramentas em estudos paleoclimáticos (Ericson *et al.*, 1964; Kalia & Chowdhury, 1983; Nigan, 1986; Nigan & Rao, 1987). Outros dados morfológicos, como tamanho das carapaças, textura, quantidade e tamanho de poros, grau de deformidade das carapaças, podem também ser utilizados para evidenciar variações paleoambientais ao longo do Quaternário (Bernhard, 1986; Caralp, 1989; Bauch 1994; Duleba *et al.*, 1999).

Além de estudos de reconstrução paleoambiental, foraminíferos e arcelas podem ser utilizados em estudos bioestratigráficos. A distribuição dos bentônicos nos sedimentos é influenciada por numerosos fatores abióticos e bióticos (*e. g.* geoquímica e granulometria intersticial, barreiras naturais do fundo, variações da salinidade, teor de oxigênio e predação). Arcellas podem ser potencialmente utilizadas em estudos bioestratigráficos (Medioli *et al.*, 1990a), contudo, até o momento nenhum estudo foi realizado (Duleba *et al.* 2003). O mito de que *Arcellas* não se preservam em sedimentos mais antigos é totalmente errôneo (q.v. Medioli *et al.*, 1990 b; Porter & Knoll, 2000). *Arcelas*, apesar de serem mais frágeis à abrasão mecânica, são muito mais resistentes em pH baixo que outros organismos (Medioli & Scott, 1988). De acordo com Medioli (1990a), as *Arcelas* resistem a preparações palinológicas. A escassez de registro fóssil das *Arcelas* deve-se mais à falta de atenção por parte dos pesquisadores do que à inexistência de material a ser encontrado (Loeblich & Tappan, 1964; Medioli *et al.*, 1990 b).

8.1 METODOLOGIA

8.1.1 PROCEDIMENTO DE CAMPO

O primeiro tipo de amostragem foi realizada para coleta das amostras da camada nefelóide, representadas no capítulo VII. No segundo tipo de amostragem foi utilizado um testemunho, cilindros de PVC, que permitem a coleta de uma coluna de substrato, objeto de estudo deste capítulo. Possuem mecanismo de fechamento na extremidade superior, que impede perda do material amostrado (Brinkhurst 1974). Os testemunhos foram coletados na região mediana e na margem esquerda da Lagoa do Boqueirão próximo a saída do canal que se direciona para a zona costeira (Fig. 30).

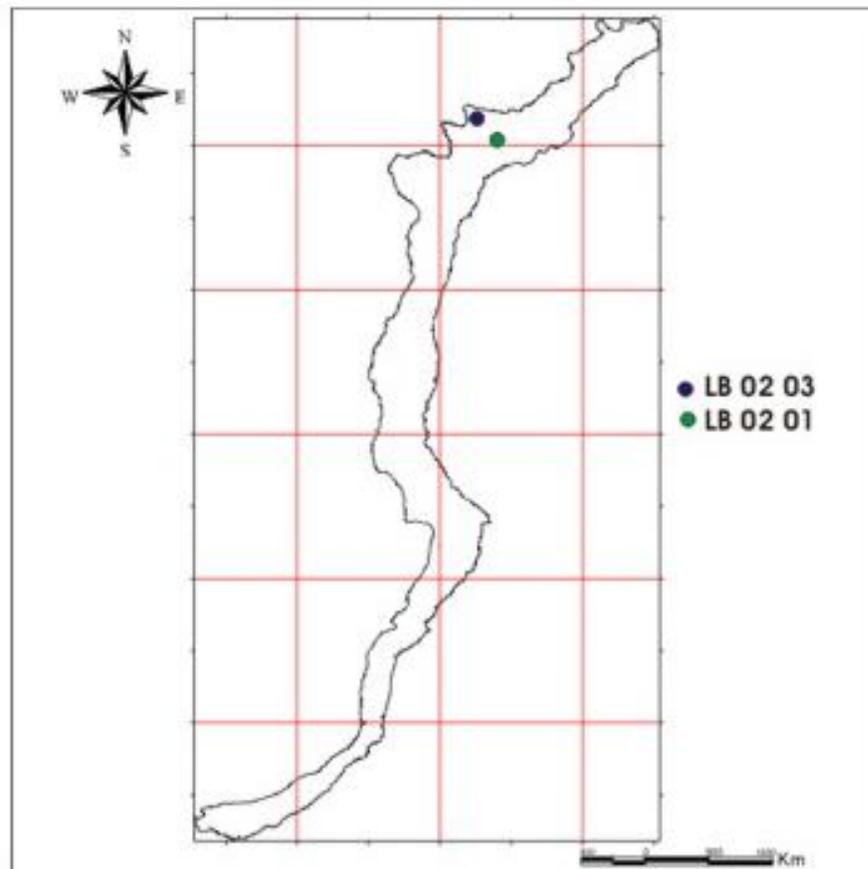


Fig. 30: Localização dos testemunhos

8.1.2 PROCEDIMENTO DE LABORATÓRIO

Em laboratório, Os testemunhos, o primeiro com 1,6 m e o segundo com 1,4 m, coletados foram cortados em seções de 1m de comprimento e abertos com uma serra circular para serem fotografados e descritos. A cor dos sedimentos foi determinada com o auxílio da tabela *Rock Color Chart*, elaborada pela *The Rock Color Chart Comitte*. A coleta de amostras ao longo dos testemunhos acompanhou as variações faciológicas, estruturais e biológicas, possíveis de serem identificadas macroscopicamente como o demonstrado na figura 06 (Ribeiro 2001).

Em laboratório, foi retirado dos testemunhos a cada centímetro sub-amostra com 2 ml de sedimento úmido e armazenado em ependofilo, aproximadamente 2 cm³ de sub-amostra. As sub-amostras foram lavadas em água corrente para eliminação excesso de sedimento finos, ambas as lavagens em peneira com malha de 0,032 mm a 0,045 mm, pois as amostras foram coletadas em área tropical que apresenta elevação na temperatura do corpo hídrico, esse fator promove nos organismos o amadurecimento sexual precoce permitindo o encurtamento entre as gerações e formação de testa com tamanhos reduzidos, desta forma a utilização da peneira com malha 0,062 mm não é adequada para região tropicais a não ser que a região apresente influencia de massas de águas frias o que permite um aumento no tamanho das testas (Medioli & Scott 1988; Sen Gupta 1999).

Em seguida, colocadas para secar em temperatura ambiente. Após a secagem, realizou-se a contagem do número total de Arcelas (*Arcella*) presentes, com posterior identificação de todos os indivíduos triados, fazendo uso do microscópio estereoscópio (lupa binocular), com o aumento de 40 X. Todas as assembléias retidas, nessa malha, em cada centímetro foram separada e posteriormente identificadas.

8.1.3 PROCEDIMENTO DE ANALISES

8.1.3.1 QUANTO AOS ORGANISMOS

Em cada centímetro de testemunho triado foram ocorrendo assembléias discordantes ao microambiente da camada nefelóide atual. Para as interpretações dessas assembléias foram levados em consideração aos seguintes itens: i) As espécies observadas nos sedimentos (tanto

planctônicos como bentônicos), as quais caracterizam a sua biofácies, podem propiciar informações sobre as condições ambientais / ecológicas onde a sedimentação se processou; ii) Para as interpretações bioestratigráficas e paleoambientais, as espécies observadas sejam contemporâneas à deposição do sedimento. Os microfósseis retrabalhados, portanto, não foram considerados, pois podem estar relacionada à erosão de depósitos mais antigos; iii) O princípio do atualismo foi utilizado para as assembléias triadas por essas apresentarem características semelhantes às espécies atuais.

8.1.3.2 QUANTO AOS REGISTROS FOTOGRÁFICOS

As fotomicrografias das espécies foram feitas em Microscópio Eletrônico de Varredura – MEV, de forma que os espécimes fotografados foram separados em grupos, sendo cada grupo posicionado em fita condutora dupla face fixada em suporte de alumínio. Em seguida foram recobertas por uma camada de ouro (Au) com espessura de aproximadamente 250 Å, através do metalizador SHIMADZU IC-50 ION COATER, durante cinco minutos a 6mA, a fim de torná-las condutoras. Foram então analisadas ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) SHIMADZU SS-550, em imagens por elétrons secundários, operando a 20 KV e com distância de trabalho de 32 mm. As imagens digitais foram obtidas através do Sistema de Análise de Imagens ORION acoplado ao MEV. As fotomicrografias foram utilizadas na confecção das estampas 1 e 2 nos resultados.

8.2 RESULTADOS

8.2.1 Distribuição das Arcelas e Foraminíferos nos testemunhos

Ao longo dos testemunhos (02/01 e 02/03) foram identificando assembléias distintas. Esses organismos permitiram análises diversificadas e inferências das variações ambientais. As variações ambientais indicadas são baseadas na presença dos organismos, somado as evidências similares a outros ambientes citados na literatura científica.

TESTEMUNHO 02 / 01(Centro da Lagoa)

Nos centímetros 14 a 24 cm foram identificadas as assembléias *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta*, *Diffflugia copreolata* e *Diffflugia pyriformis*. Essas espécies são comuns

em ambiente de rios, lagos e lagoas. O gênero *Centropyxis* é indicador de ambientes lenticos; e, o *Diffugia* indica ambientes lóticos (cap. VI, tabela 09).

Nos centímetros 26 a 32 cm apresentaram cistos de *Arcella* representados a figura 31 a seguir. Em ambiente desfavorável, os arcelinídeos apresentam-se em forma cística.

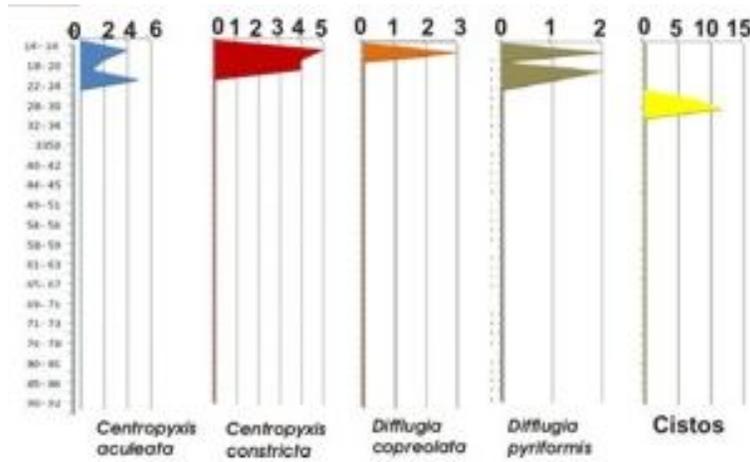


Fig. 31: Frequência das espécies de *Arcelas* encontradas no testemunho 02/01.

Nos centímetros 40 a 45 cm, 57 a 67 cm e 80 a 92 cm foram identificadas as assembléias *Ammonia tepida*, *Ammonia parquisoniana* e *Elphidium excavatum* ao longo do testemunho como representado na figura 32. Essas espécies são amplamente citadas em estudos atuais, são indicadoras de ambientes mixohalinos (cap. VI, tabela 08).

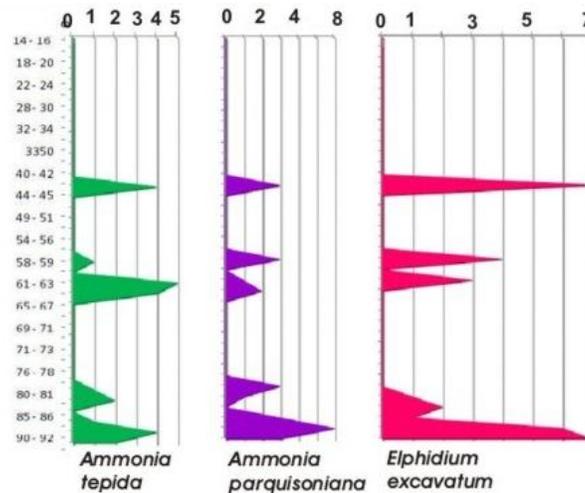


Fig. 32: Frequência das espécies de foraminíferos encontradas no testemunho 02/01.

TESTEMUNHO 02 / 03 (Margem da Lagoa)

O testemunho 02 – 03 localiza-se na região da margem esquerda ambiente com geomorfologia protegida pelos entornos da lagoa. Nos centímetros 20 a 45 cm e 60 e 67 cm foram identificadas as assembléias *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta*, *Centropyxis marsupiformis*, *Diffugia copreolata* e *Diffugia pyriformis*. Nos centímetros 61 a 69 o número de Arcelas reduziram. Essas espécies são comuns em ambientes fluviais e amplamente citados por diversos autores em estudos atuais.

Nos centímetros 39 e 45 cm e 61 a 69 cm apresentaram cistos de *Arcella* podendo ser inferido com esta presença um ambiente inóspito para o desenvolvimento desses organismos (figura 33).

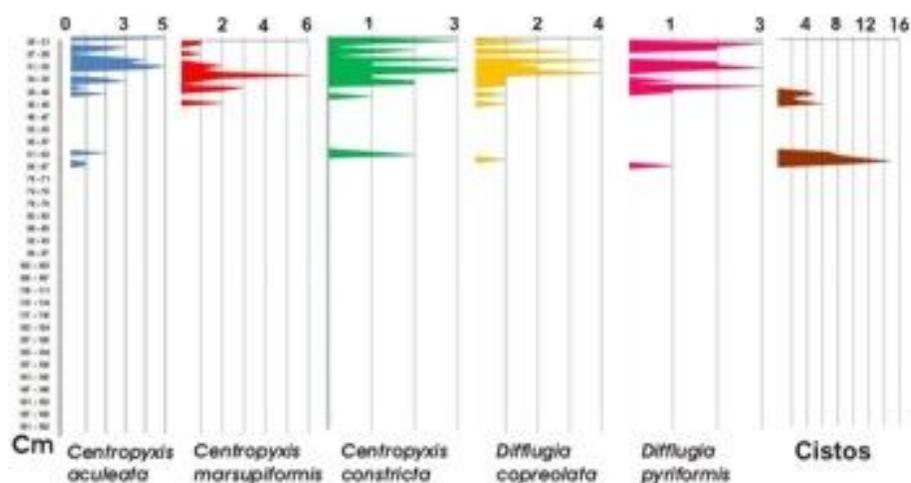


Fig. 33: Frequência das espécies de Arcelas encontradas no testemunho 02/03.

Nos centímetros 40 a 45 cm, 57 a 67 cm e 80 a 92 cm foram identificadas as assembléias *Ammontium salsum*, *Ammonia tépida*, *Ammonia parquisoniana*, *Elphidium excavatum* e espécies não identificadas (figs. 35 e 36). As espécies identificadas, a nível de gênero, apresentavam fragilidade de carapaça, por esse motivo se fez opção de fotografar para posteriormente identificar, antes consideradas como espécies não identificadas. Essas testas apresentaram-se quebradas e com marcas de dissolução. São comuns em ambiente atuais de planície de lama, mixohalinos e ligeiramente ácidos (Cap. VI, tabela 08). Essas assembléias foram registradas ao longo do testemunho como representado na figura 34.

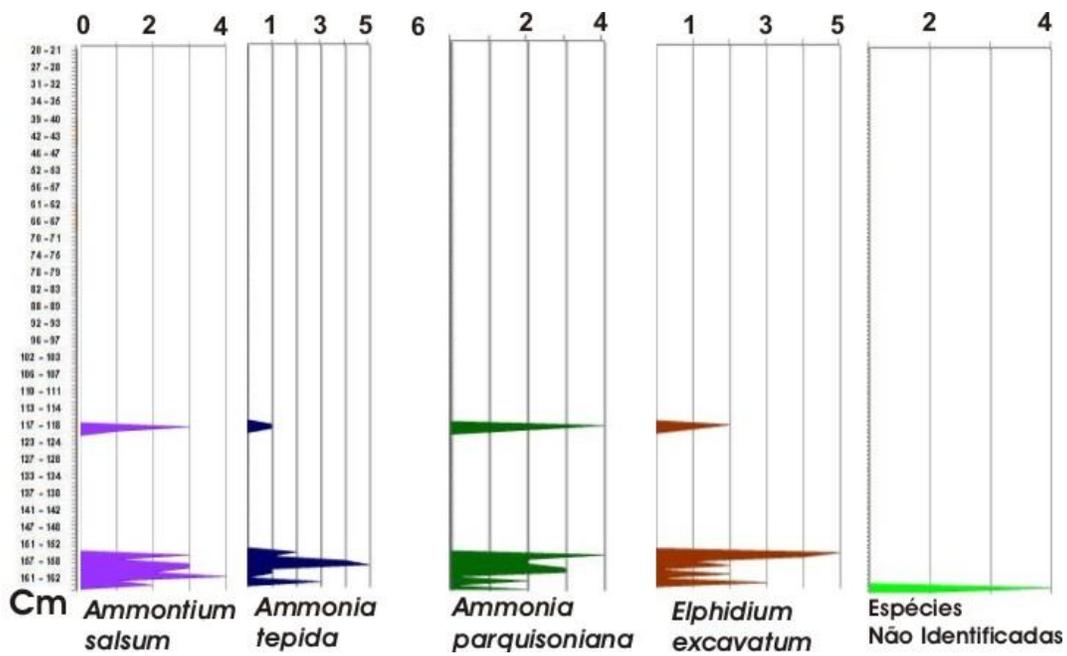


Fig. 34: Frequência das espécies de foraminíferos encontradas no testemunho 02/03.

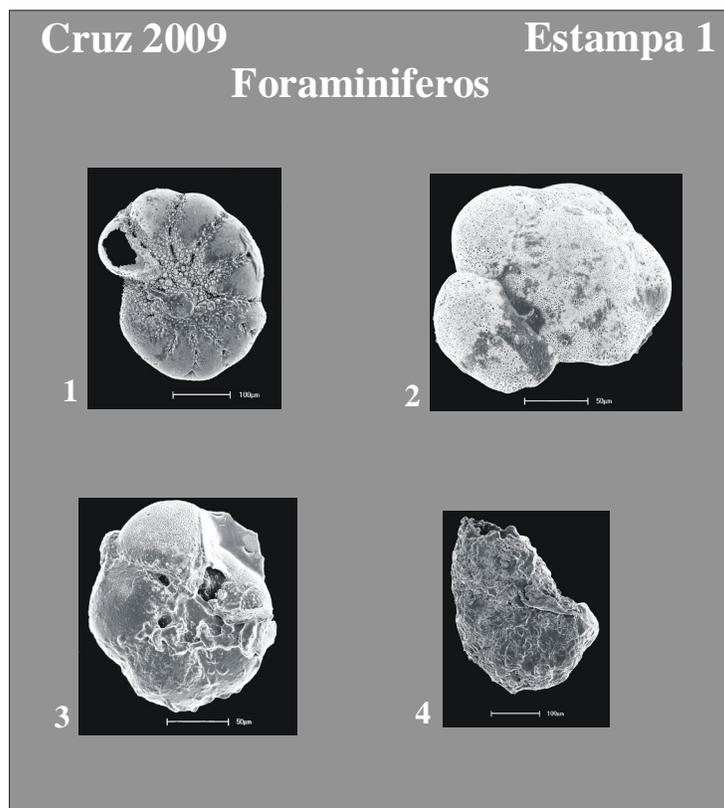


Fig. 35: Espécies de foraminíferos identificadas na área de estudo. 1) *Elphidium excavatum*; 2) *Ammonia tépida*; 3) *Ammonia parquisoniana*; 4) *Ammontium salsum*.

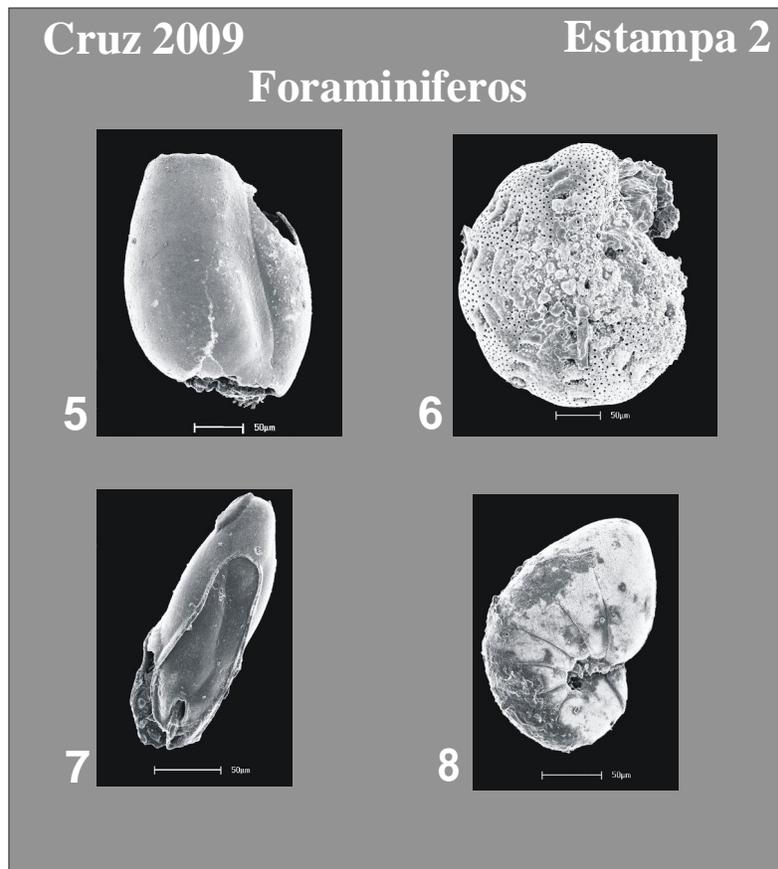


Fig. 36: Gêneros de foraminíferos identificados na área de estudo: 5) *Quinqueloculina sp.*; 6) *Elphidium sp.*; 7) *Fursenkoina sp.*; 8) *Pseudononion sp.*

8.2.2 ECOZONAS – Bioestratigrafia / Biozonas:

Ao longo dos testemunhos (02/01 e 02/03) foram identificadas ecozonas distintas devido à presença de assembléias diferentes para cada testemunho, essas ecozonas foram identificadas levando em consideração aos seguintes itens, que são eles: i) ecozona com *Arcella*; ii) ecozona com cistos de *Arcella*; e, iii) ecozona com foraminíferos.

TESTEMUNHO 02-01 (Centro da Lagoa)

O testemunho LB 02 – 01 foi amostrado na região mediana, entre as margens esquerda e direita da lagoa, próximos a segunda abertura que liga ao ambiente costeiro. As ecozonas determinadas foram devido à presença das assembléias de *Arcellas*, cistos de *Arcellas* e

Foraminíferos. As últimas zonas identificadas não correspondem às mesmas assembléias da camada nefelóide e nem as do topo do testemunho (Fig. 37).

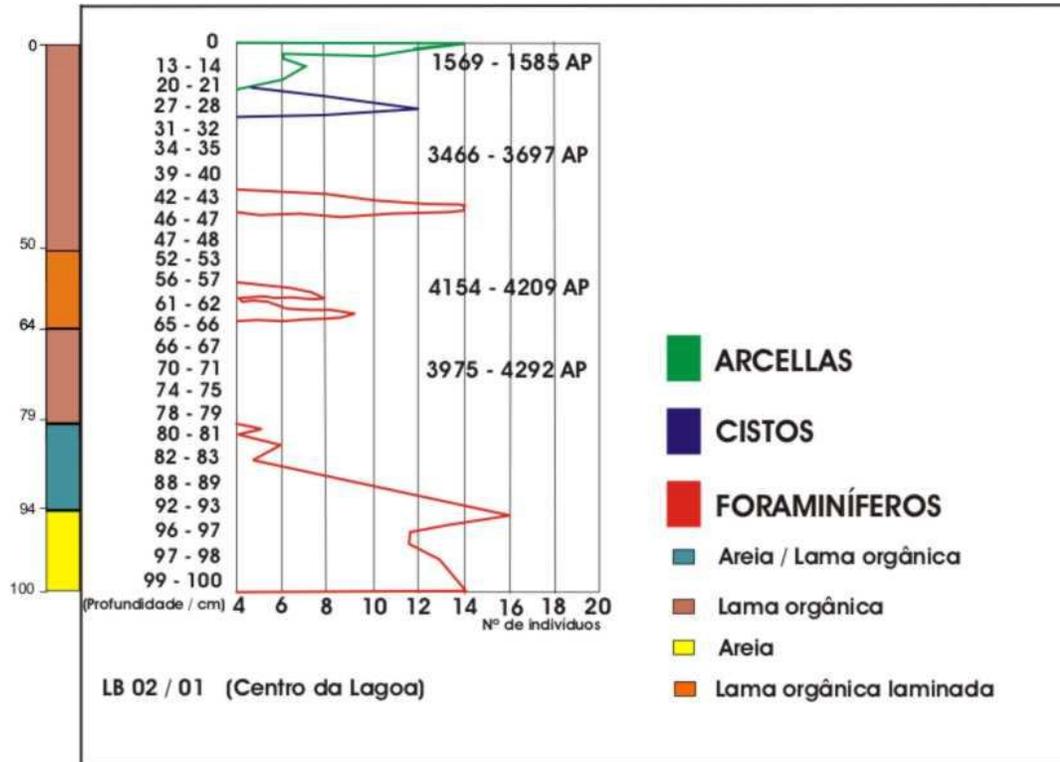


Fig 37: Distribuição dos organismos sub-recentes ao longo do testemunho 02 – 01 com datação calibrada.

TESTEMUNHO 02-03 (Margem da Lagoa)

O testemunho LB 02-03 apresenta uma menor proximidade ao canal fluvial por esse motivo deve ser um local de menor hidrodinâmica permitindo assim o maior acumulo da lama orgânica, bem como, possuir uma maior influência do material das margens. As ecozonas determinadas neste testemunho foram devido à presença das assembléias de *Arcellas*, cistos de *Arcellas* e Foraminíferos. As últimas ecozonas diferem completamente das assembléias da camada nefelóide, bem como, do topo do testemunho (Fig. 38).

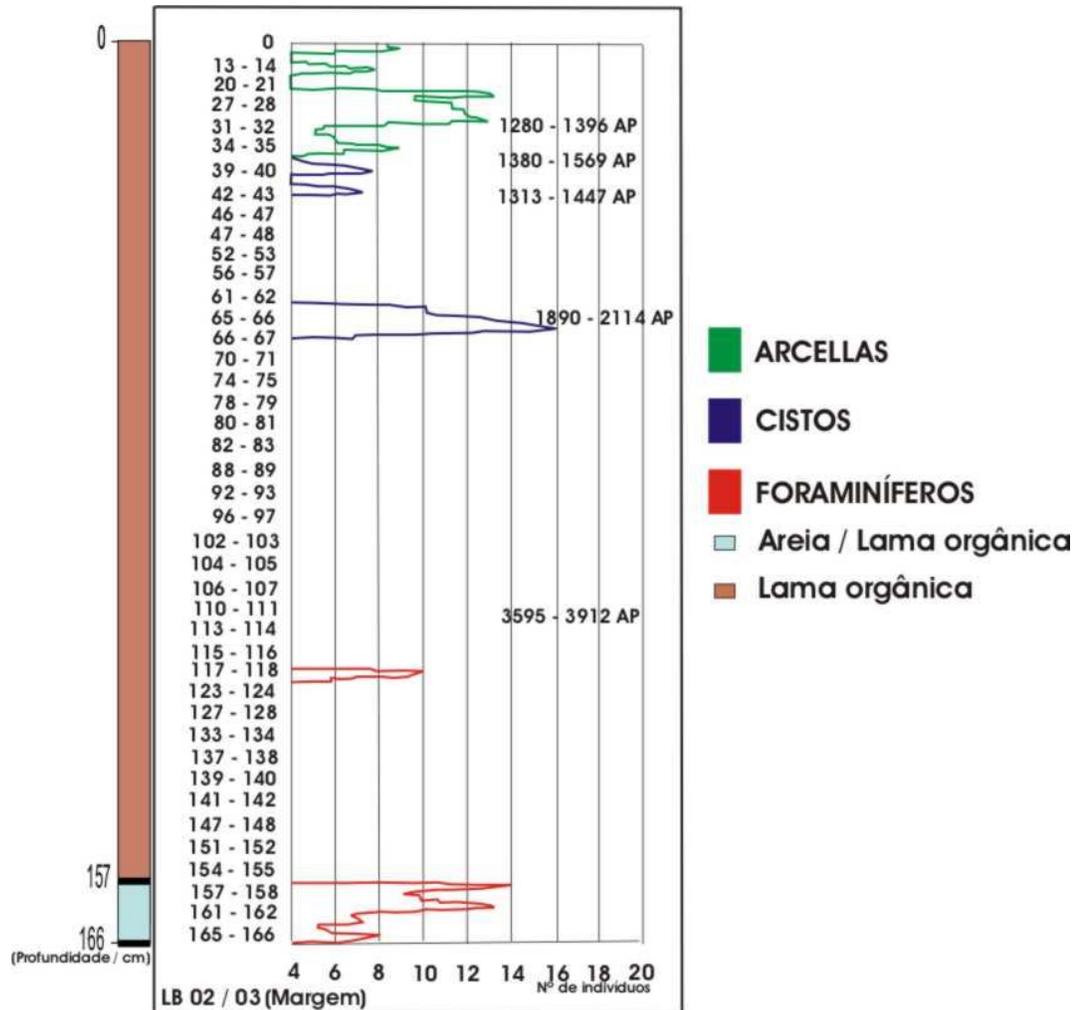


Fig 38: Distribuição dos organismos sub-recentes ao longo do testemunho 02 – 03 com datação calibrada.

Ecozonas distintas foram consideradas ao longo dos testemunhos, que são elas: **i)** A ecozona onde foram encontradas só as assembléias de *Arcella* bem distribuídas ao longo do testemunho foi considerada como ambiente semelhante ao atual, um ambiente com total influência de água doce, assembléias similares a da camada nefeloide identificadas no capítulo VII deste estudo; **ii)** A ecozona com cistos foi considerada como ambiente fluvial, no entanto, este período indica um período de ambiente inóspito para o desenvolvimento das *Arcella*, por esse motivo foi interpretado como um ambiente com redução do nível de água do ambiente fluvial, indicando assim um possível período de seca para a área de estudo; **iii)** para as ecozonas com a presença de foraminíferos foram indicadas com ambientes que apresentaram variação de salinidade, permitindo assim a inferência de um ambiente diferenciado dos identificados nas outras ecozonas, bem como variação de pH pelo estado de conservação das suas testas. Tanto para o testemunho 02 / 01 e 02 / 03. Sendo que, no testemunho 02 / 03 junto com os cistos

apresentaram uma quantidade reduzida de *Arcella*, isso também pode confirmar um ambiente inóspito para o desenvolvimento desses organismos, reduzindo assim a sua abundância absoluta.

8.2.3 Aspectos Paleo-ecológicos das *Arcella* - BIOCRONOLOGIA

Nos testemunhos foram identificados gêneros de *Arcelas* predominante. Os gêneros *Centropyxis* e *Diffflugia* são bem representados tanto nos testemunhos 02/01 e 02/03 (Tabela 14). Esses gêneros são bem representados nas assembléias atuais de diversos ambientes, e.g. lagoas, lagos, rios e estuários, bem como, nas assembléias identificadas na camada nefelóide desse estudo no capítulo VII. Essas assembléias apresentam amplamente distribuídas atualmente, motivo pelo qual foram consideradas faunas holocênicas.

TABELA 14: Identificação dos gêneros predominantes na área de estudo para os testemunhos 02/01 e 02/03.

ERA	PERÍODO	SERIES/ ÉPOCA	Milhões de anos atrás	Gêneros de arcellas
Cenozoico	Neogeno	Holoceno	0.011430 ± 0.00013	<i>Centropyxis / Diffflugia</i>
		Pleistoceno	1.806 ± 0.005 *	
		Plioceno	5.332 ± 0.005 *	
		Mioceno	23.03 ± 0.05 *	

8.2.4 BIOINDICADORES DOS TESTEMUNHOS LB 02/01 e LB 02/03:

Os bioindicadores são espécies que se desenvolve em ambientes e condições específicas. Na área de estudo foi possível determinar em ecozonas específicas permitindo assim a inferência de bioindicadores e o estabelecimento de paleoambientes.

Na ecozona das *Arcellas* foram identificadas *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta*, *Centropyxis marsupiformis*, *Diffflugia copreolata* e *Diffflugia pyriformis*. Os aspectos ecológicos, que são diversificados, dos gêneros supracitados, estão representados na tabela 09, capítulo VI deste volume.

Na ecozona dos foraminíferos foram identificadas *Ammonitium salsum*, *Ammonia tépida*, *Ammonia parquisoniana* e *Elphidium excavatum*. Os aspectos ecológicos específicos e diversificados das espécies supracitadas estão representados na tabela 08, capítulo VI deste volume.

As assembléias identificadas apresentam conformidade com a evolução da bacia, bem como, com a curva da VNM apresentada para região.

8.3 DISCUSSÃO

A reconstituição de paleoambientes (*Paleoecologia*) nos é permitida uma vez que as exigências ambientais de organismos fósseis são as mesmas de organismos atuais que lhes estão aparentados. A análise tafonômica é um importante instrumento para a correta interpretação da composição de uma associação fóssil, nomeadamente no caso corrente, onde se pretende obter uma reconstituição paleoambiental da região em estudo (Medeiros et al. 2007). As testas das *Arcellas* apresentavam boa conservação, no entanto, as de foraminíferos apresentavam fragilidade, partes quebradas e dissolvidas como pode ser observado nas figuras 35 e 36 do item 8.2. O desgaste pode ser atribuído ao transporte e a processos tafonômicos.

Nas décadas de 70 e 80, alguns trabalhos não vinculados a grandes projetos institucionais foram realizados em regiões estuarinas e de plataforma do sul e do sudeste do Brasil (*e. g.*, Petri & Suguio 1971, 1973; Carvalho 1977; Rodrigues & Carvalho-Pires 1980 a, b; Carvalho 1980; Madeira *et al.* 1980 a, b; Bertels *et al.* 1982; Boltovskoy *et al.* 1982, 1983; Madeira & Carvalho 1992). Em regiões costeiras do Atlântico Sul (*e. g.* Ubatuba, Cananéia Iguape e Lagoa de Araruama) foram realizados estudos sobre variações paleoambientais e eustáticas dos últimos 10.000 anos, baseados em variações nas associações de foraminíferos e *Arcellas* (Duleba 1997; Barbosa 1997; Duleba *et al.* 1999). Praticamente não foram realizados no Brasil estudos com *Arcellas* sub-recentes, cabendo citar Duleba (1997) e Duleba *et al.* (1997) que detectaram *Arcellas* em testemunhos localizados na região estuarina de Cananéia-Iguape. Tais organismos estariam relacionados à abertura do canal artificial do Valo Grande (1815 - 1978), que permitia o escoamento de uma parte do Rio Ribeira de Iguape.

Uma especialização da “datação cruzada” chamada *bioestratigrafia* usa fósseis para fazer associações entre sítios e camadas estratigráficas (Dutch et al. 1998). A bioestratigrafia apresenta uma classificação específica com base no conteúdo fossilífero presente nos estratos sedimentares. Com base na divisão hierárquica apresentada por estudos bioestratigráficos foi

utilizado para desenvolver esse trabalho a unidade de biozona, especificamente, um dos seus tipos a zona de abrangência. Para utilização desta unidade foi adotado que: i) os limites de uma zona de abrangência de táxon são bio-horizontes, que marcam os limites externos de ocorrência conhecida, em cada seção local, dos espécimes cuja abrangência está representada pela zona. O limite de uma zona de abrangência de táxon em uma seção específica são os horizontes inferiores e superiores de ocorrência estratigráfica do táxon especificado naquela seção (Murphy & Salvador 2003). Para determinação dos paleoambientes, da Lagoa do Boqueirão – RN, são utilizados os princípios bioestratigráficos, concomitantemente, para a fauna em questão, o princípio da sucessão faunística e o princípio do atualismo. Desta forma, é possível inferir as variações ocorridas ao longo do tempo. Para melhor interpretar o paleoambiente foi denominados de ecozonas, pois as assembléias apresentadas foram distintas.

As *Arcellas* se desenvolvem em ambientes dulciaqüícolas. A sua presença está ligada diretamente a influência fluvial. Em caso das espécies *Centropyxis constricta* e *Diffugia protaeiformis* essas suportam uma variação de salinidade, podendo ser encontradas em ambiente mixohalinos, no entanto, essas espécies citadas anteriormente não foram encontradas junto com os foraminíferos. A ausência total das espécies de *Arcellas* (forma juvenil, jovem e adulta) pode ser interpretada de três formas, que são elas:

1. Ambiente altamente degradado obstruindo o desenvolvimento das *Arcellas*, no entanto, sendo altamente degradado existiriam zonas azóicas (**sem organismos**) devido o comprometimento local e impedimento de desenvolvimento do biota;
2. Ambientes com lamina d'água com redução elevada ou profundidade reduzida, e, por esse motivo as formas adultas não estariam presentes, mas as presenças dos cistos ocorreriam naturalmente como em ecozonas anteriores, zonas desse tipo são presentes ao longo dos testemunhos;
3. Ambientes com influência marinha direta, local em que as espécies não se desenvolvem e por esse motivo ocorreu à ausência dessas espécies. A identificação de novo taxon que se desenvolve em ambiente diferente das *Arcellas* só corrobora para a inferência de um *Paleoambiente* distinto do atual.

Ao longo dos testemunhos foram identificadas ecozonas com a ausência total das *Arcellas*; No entanto, presença de foraminíferos mixohalinos, que podemos citar os gêneros *Ammonia*, *Ammontium* e *Elphidium*. Bem como, presença de gêneros de ambiente marinho, citando as *Nonionella*, *Fursenkoina* e *Quinqueloculina*. Desta forma, devido à presença desses

organismos foi possível inferir modificação do ambiente atual que é uma lagoa para um ambiente com influência marinha.

A concentração de COT é um indicador fundamental na descrição da abundância matéria orgânica nos sedimentos. Geralmente a matéria orgânica contém aproximadamente 50% do carbono, ou seja, a concentração da matéria orgânica no sedimento é equivalente ao dobro do valor de COT. Concentrações de COT são influenciadas tanto pela produção inicial da biomassa quanto pelo grau de degradação sofrida (Meyers 2003).

Em relação à Lagoa do Boqueirão os valores de COT variaram de 0 a 23 % no LB 02-01 e 0 a 19 % no LB 02-03 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b). Santos 2007 identificou valores de COT em testemunhos no estuário do Rio São Francisco de 0,02 a 3,29 %. Costa (2006) identificou valores de COT em testemunhos na Baía de Todos os Santos de 0,95 a 2,72 %. Este fato pode estar ligado ao fato do barramento natural. O estabelecimento da lagoa pode ter ocorrido um aumento no acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos pelo transporte da vegetação estabelecida em seu entorno. Como as áreas citadas apresentam um fluxo hídrico maior pode ter gerado uma diluição na concentração do carbono orgânico.

Em relação à Lagoa do Boqueirão os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram para LB 02/01 de -17% a -28 ‰ e para LB 02/03 -20% a -28%, sendo que predominantemente na faixa de -20% a 28 % (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b). Santos 2007 identificou valores das razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ em testemunhos no estuário do Rio São Francisco de -22,7% a 27,9 %. Este fato corrobora com a presença do táxon encontrado na área indicando uma paleosalinidade e variação paleoambiental. Soraes et al. 2003, em lagoa salina na região de Baixa Nhecolândia, no Rio Taquari no Pantanal Matogrossense, encontrou valores de datação, do período Holoceno, -25,48% indicando mudanças climáticas no paleoambiente.

Os valores da razão C/N entre 20 e 200 são considerados típicos para matéria orgânica de origem continental. Os sedimentos contendo matéria orgânica de fontes marinhas apresentam razão C/N variando entre 6,0 a 14,0 quando há decomposição preferencial de componentes protéicos em detritos na coluna d'água (Stein 1991). Os valores C/N de sedimentos lacustres podem ser usados para distinguir os dois principais tipos de matéria orgânica: (a) sem estrutura celulósica originária de algas e fitoplâncton, com razão entre 4 a 10, e (b) com estrutura celulósica, produzidas por plantas terrestres com razão ≥ 20 (Meyers 1994; Saia 2006)

Em relação à Lagoa do Boqueirão os valores de C/N variaram de 13,5 a 18,5 % no LB 02-01 e 13 a 16,5 no LB 02-03 como representados na figura 39 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b). Santos 2007 identificou valores de C/N em testemunhos no estuário do Rio São Francisco de 12 a 32. Costa (2006) identificou valores de C/N em testemunhos na Baía de Todos os Santos de 1,9 a 16,8. Este fato corrobora que houve uma variação paleoambiental para o ambiente estudado.



Fig. 39: Relação entre a razão C/N e a razão isotópica $\delta^{13}\text{C}$ (Meyers 1994) modificado por Cláudia Cruz. Valores da razão isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ e C/N (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b).

Os valores da razão isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ da matéria orgânica sedimentar podem ajudar na identificação da origem das fontes do lago e reconstruir taxas de produtividade (Herczeg et al. 2001). O nitrogênio orgânico ocorre abundantemente em proteínas e ácidos nucleicos, os quais são encontrados principalmente em plantas vasculares, por exemplo, fitoplâncton e bactérias. Lignina e celulose, os quais são componentes dominantes de plantas vasculares (principalmente terrestre), são pobres em nitrogênio (Talbot & Johannessen 1992; Saia 2006). McGregor et. al. 1973 constataram que o nitrogênio fixado no sedimento do lago Mendota (EUA) corresponde somente a + 5 a + 8 ‰.

Em relação à Lagoa do Boqueirão os valores da razão isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ variaram de 0 a 4‰ no LB 02-01 e de - 0,5 a + 5,5 ‰ no LB 02-03 como representado na figura 40

(Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b). Santos 2007 identificou valores de $\delta^{15}\text{N}$ em testemunhos no estuário do Rio São Francisco de + 2,47 a + 7,56 ‰. Este fato corrobora a variação paleoambiental existente na área.

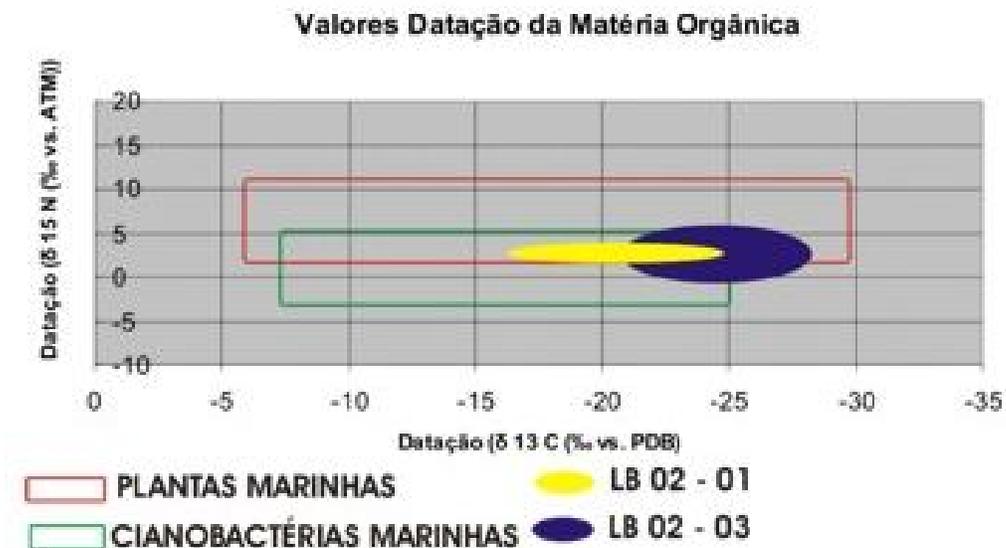


Fig. 40: Relação entre as razões isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ (Meyers 1994) modificado por Cláudia Cruz. (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b).

Esses organismos costumam viver em determinados locais, com hábitos específicos, reagindo a qualquer tipo de mudança no seu habitat e essas reações podem ser físicas, morfológicas ou até mesmo comportamentais (Ferreira 2002). Algumas espécies respondem a alterações ambientais de forma decisiva, quando a variação do fator abiótico é brusca ela se extingue, no entanto, quando a variação é gradual ela sofre adaptação ao meio. Um fator biótico ou abiótico atuando isoladamente, ou em conjunto, tendendo assim a alterar o equilíbrio de um sistema biológico, que passa a se expressar de maneira anormal (Louzada 2002).

O nível do mar é o nível de base para a sedimentação em tratos de sistemas deposicionais costeiros e marinhos. Essas variações do nível do mar podem apresentar causas distintas, que são elas: i) eustasia, que apresentam duas causas distintas, que são elas: as causas climáticas e a capacidade cúbica dos oceanos pelas variações geomorfológicas de cadeias mesoceânicas; ii) tectônica ou relativa, quando ocorre subsidência tectônica do continente promovendo elevação, quando ocorre soerguimento promovendo queda relativa (Assine & Perinotto 2001). Clemente, Duleba & Branco 2007 relataram que entre o período de 710 ± 50 a 4240 ± 50 anos A.P. ocorreu significativa elevação do nível do mar na região pela abundância de foraminíferos distribuídos ao longo do testemunho coletado na baía Sueste – PE. Para esses mesmo autores

ocorreram redução do nível do mar nos períodos entre 710 ± 50 anos A.P. até o período atual, bem como, acima de 4240 ± 50 anos A.P. devido à redução significativa das assembléias de foraminíferos.

Na Lagoa do Boqueirão foi possível inferir a variação do nível do mar devido à presença de assembléias de foraminíferos distribuídas nos testemunhos LB 02/01 e LB 02/03. As ecozonas foram inseridas na curva do nível do mar elaborada por Bezerra et al. 2003 como o demonstrado na figura 41 a seguir.

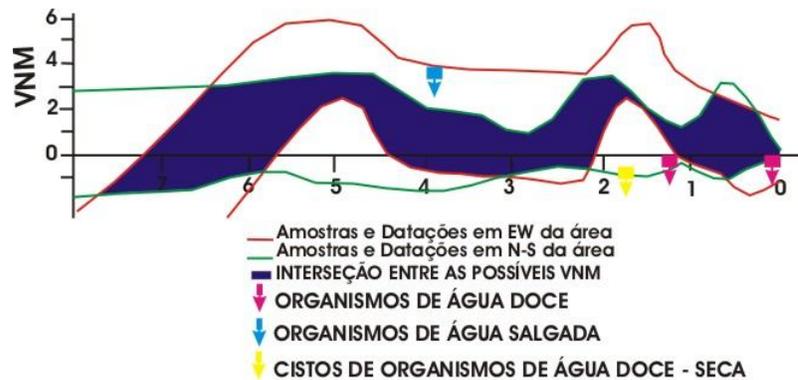


Fig. 41: Curva da Variação do Nível do Mar para o Rio Grande do Norte (Bezerra et al. 2003 apud Ângulo et. al 2007) modificada por Cláudia Cruz inserindo os dados das assembléias identificadas neste estudo.

Em micro-ambientes, bioindicadores podem ser usados para fornecer informações das condições médias físico - químicas que influenciam a distribuição da biota (Debenay et. al. 2003). Vários organismos são usados com este propósito, mas eles geralmente são usados independentemente, sem resultados combinados obtido por cada um deles. Entre eles, foraminíferos e as Arcellas podem ser usados como indicadores de mudanças ambientais associadas com elevação vertical (Scott and Medioli, 1980, 1986; Gehrels, 1994; Nydick et al., 1995; Hippensteel et al., 2002; Haslett et al., 2001), transição longitudinal (Debenay 1990, review in Debenay et al., 2000) ou uma combinação da distribuição vertical e longitudinal (Hayward and Hollis, 1994) associado com a influência da salinidade (De Rijk, 1995). Eles também podem ser usados para uma comparação entre diferentes áreas (review in Murray, 1973; Scott et al., 1990; Debenay et al., 1996).

A distribuição dos foraminíferos e *Arcella* são condicionadas por diversos fatores interrelacionados. Porém, em alguns casos, um fator pode ser mais importante que os outros. Portanto, variações em qualquer um destes fatores implicam em modificações nas associações

de foraminíferos, quer seja na variação de densidade dos organismos, no tamanho ou na morfologia das suas testas. A documentada sensibilidade dos foraminíferos e Arcelas às condições ambientais sugerem que estes organismos são capazes de fornecer dados para examinar uma mudança ambiental recente, registrada nos sedimentos costeiros, provocada tanto por mudanças naturais, como por ações antrópicas (Williams,1995).

Na ecozona das Arcellas foram identificadas *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta*, *Centropyxis marsupiformis*, *Diffugia copreolata* e *Diffugia pyriformis*. Essas espécies são comuns no período do Quaternário como relatam Escobar & Martinez 2002.

Na ecozona dos foraminíferos foram identificadas *Ammonium salsum*, *Ammonia tépida*, *Ammonia parquisoniana* e *Elphidium excavatum* indicadores de ambientes mixohalinos. O gênero *Ammonia* indicador de ambientes com predominância de sedimentos finos e ambiente de baixa energia (lêntico). A espécie *Ammonium salsum* indicador de áreas rasas (planícies de lama) e de canais estuarinos rasos. O gênero *Ammonium* indicador ambiente de baixa energia (lêntico), indicador do aumento na taxa de turbidez, indicador de ambientes com predominância de sedimentos finos, indicador do aumento na taxa de turbidez (Closs (1962); Closs & Madeira (1967); Boltovskoy (1978); Murray (1991); Loyola e Silva & Zucon (1993); Duleba (1994;1997); Cann *et al.* (2000); Bonetti *et al* (2001);).

8.4 CONCLUSÕES PARCIAIS

Na área em questão foram identificadas três biozonas distintas, que são elas: i) biozona – Arcellas; ii) biozona – Cística de Arcellas; iii) biozona – Foraminíferos;

As biozonas determinaram dentro do paleoambiente as seguintes ecozonas, que são elas: i) a ecozona – Fluvial com presença de Arcelas indicando ambiente fluvial semelhante ao atual com assembléias semelhantes; ii) a ecozona – de ambiente seco com cistos de Arcelas indicando um ambiente inóspito para o desenvolvimento desses organismos. Podendo indicar uma variação paleoclimática, um período de seca estabelecendo uma redução na coluna de água no período do Quaternário Tardio, que pode ter sido gerado por barramento eólico natural; e, iii) a ecozona – estuarina com presença de foraminíferos que permitiu inferir um paleoambiente distinto do atual. O paleoambiente indicado, pela presença de táxon específico, com presença de foraminíferos, permite inferir as variações de parâmetros ambientais distintos dos atuais. Podemos citar entre esses parâmetros: a salinidade, temperatura e pH;

IX. MODELO EVOLUTIVO

As paisagens geomorfológicas e sua evolução dependem de diversos fatores representados em diversas escalas de espaço e tempo. Desse modo, a existência de vários fatores influenciando a realização de um ou mais processos tenderia a gerar uma multiplicidade de resultados, sendo alguns mais previsíveis do que outros (Marques 2005).

O Quaternário é constituído por duas Épocas que apresentam quantidades de tempos geológicos diferenciados. O mais antigo, denominado Pleistoceno, que apresenta uma duração de 2,5 milhões de anos e vem em seguida ao Plioceno. O Holoceno é a Época mais recente e abrange os últimos 10 mil anos de história da Terra. Embora apresente um curto espaço de tempo em relação ao tempo geológico, possui uma importância abrangente devido às variações sofridas por esse período (Salgado- Labourian *et. all.* 1997).

As ações do clima sobre as rochas e os sedimentos da superfície da Terra resultam em modificações biológicas, físicas e químicas das mesmas que deixam marcas claras na estruturas que a compõem. Cada tipo de clima resulta em feições geomorfológicas e geológicas características. Um dos problemas de interpretação paleoclimática baseada em evidências geológicas e geomorfológicas é que a erosão e meteorização posteriores podem destruir parcial ou totalmente as evidências. Porém, para o Quaternário essas marcas ainda não foram erodidas ou destruídas o que permite uma boa reconstrução do ambiente físico do Quaternário Tardio (Salgado- Labourian *et. all.* 1997; Salgado- Labourian 2007).

Os estudos das oscilações climáticas e variações do nível do mar alto (NRMA – Período Inter Glacial) como do nível do mar baixo (NRMB – Período Glacial) ocorridas durante o Quaternário baseiam-se, principalmente, nas mudanças de frequências de determinados microfósseis. Vários métodos podem ser aplicados quando se utilizam estes organismos, todos eles apresentando vantagens e desvantagens (Vicalvi 1997).

Nas análises dos testemunhos coletados na Lagoa do Boqueirão – RN foram identificados três ecozonas distintas podendo assim ser inferida variações paleoambientais para a região. Para determinação desses paleoambientes foi quantificando e qualificando os taxa ao longo dos mesmos. A PRESENÇA/AUSENCIA/ABUNDÂNCIA registradas dos taxa foi possível inferir um modelo para a área de estudo.

É importante notar que não é apenas o simples critério PRESENÇA/AUSENCIA do taxon de Arcellas e/ou foraminíferos que influenciam como marcador de limites paleoambiental. Há algo mais que o quantitativo que orienta o procedimento, o reflexo dos diferentes percentuais nas amostras de algumas espécies que indicam variação ambiental. Os registros desses organismos inferem variações diferenciadas em relação aos parâmetros ambientais, pois os taxa se desenvolvem em ambientes diferenciados podendo estabelecer assim uma zonação ecológica. Dentre os parâmetros que podem ser inferidos para o paleoambiente diferenciado devido à presença do taxa, podemos citar: salinidade, pH e variação climática.

É possível observar que nas bases dos dois testemunhos apresentam uma correlação da protozoofauna identificada (Fig. 42). Bem como, no topo, também apresenta uma correlação com a fauna de ambiente fluvial, comum na atualidade. Ocorreu um período seco ao longo do tempo, devido o registro de cistos de arcelas nos dois testemunhos. Os períodos entre 3500 a 4292 AP foi quando ocorreu a presença da assembléias que bioindicam ambiente mixohalinos.

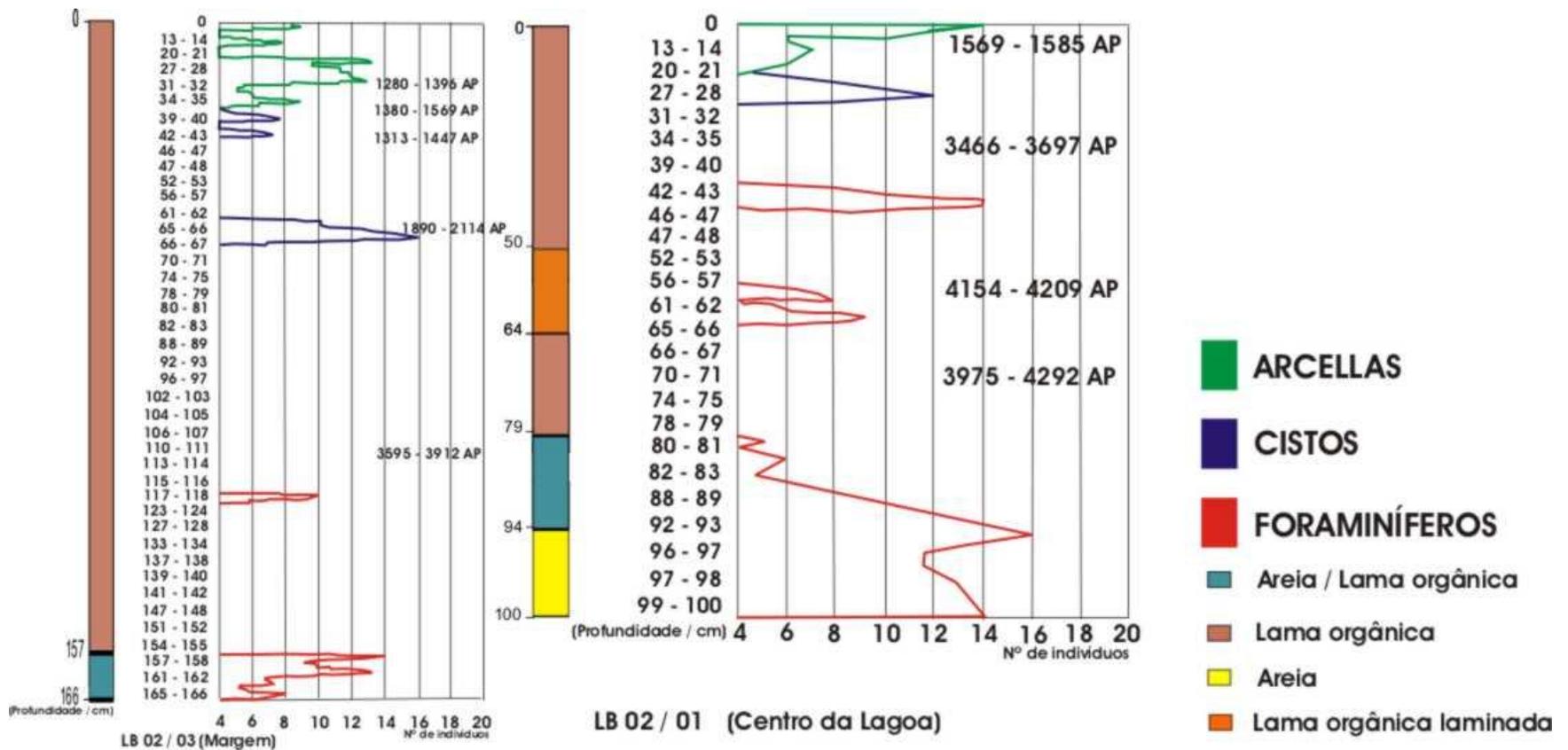


Fig 42: Distribuição das assembléias de foraminíferos e arcellas nos testemunhos LB 02/01 e LB 02/03 com datações calibradas.

As zonas ecológicas foram caracterizadas conforme o descrito a seguir:

A primeira zona ecológica, composta por a ecozona – *Arcellas*, localizada no topo do testemunho. Este período foi interpretado, para a lagoa do Boqueirão, como um ambiente fluvial semelhante ao atual (Fig. 43). Podendo desta forma, inferir pelas variações geológicas existentes na área o estabelecimento da mesma. As espécies identificadas ao longo dessa zona ecológica são idênticas as espécies que foram identificadas na camada nefeloide, podendo assim ser inferido o taxa bem distribuído ao longo do Holoceno Tardio, bem como, serem utilizadas como bioindicadores fluviais.

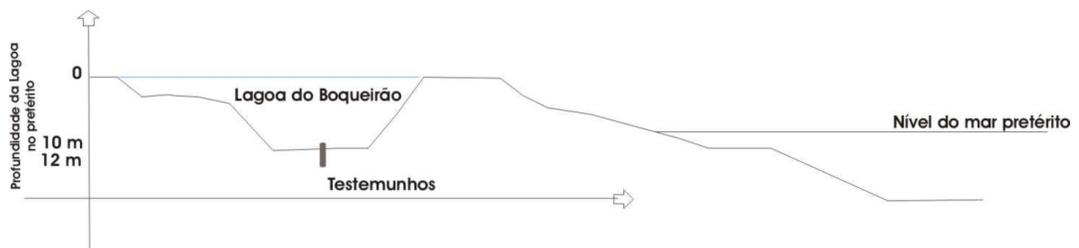


Fig. 43: Estrutura da lagoa do Boqueirão para a primeira ecozona.

A segunda zona ecológica, composta por a ecozona – *Cistica*, identificada próximo ao topo dos testemunhos. Este período foi interpretado, para a área de estudo, como um período de redução do nível de água da lagoa. Podendo ser inferido um período de clima seco para região. No testemunho 02/03 esta zona apresenta baixa representatividade de testas com tamanho reduzido de *Arcellas*, esse fato pode sugerir um ambiente inóspito para o desenvolvimento desses organismos. As *Arcellas* em ambientes de temperatura elevada apresentam morfometria das testas reduzidas. Para que isso ocorra ao longo da coluna d' água faz necessária uma redução da mesma. A redução no nível da coluna de água faz com que a temperatura se eleve alterando desta forma a fisiologia desses organismos. Desta forma, ecozonas com a representação quantitativa desse taxon com testas reduzidas são possíveis inferir a redução no nível da coluna de água e concomitantemente elevação da temperatura (Fig. 44). Outro fator que pode ser destacado para realizar essa inferência é devido ao fato que quando o nível da água sofre redução o ambiente se torna inóspito para o desenvolvimento das *Arcellas*, podendo ocorrer dessa forma um encistamento das mesmas. Esse mecanismo de defesa permite o indivíduo fique dormente por um período e quando o ambiente aquoso esta favorável restabelece as suas atividades metabólicas normais.

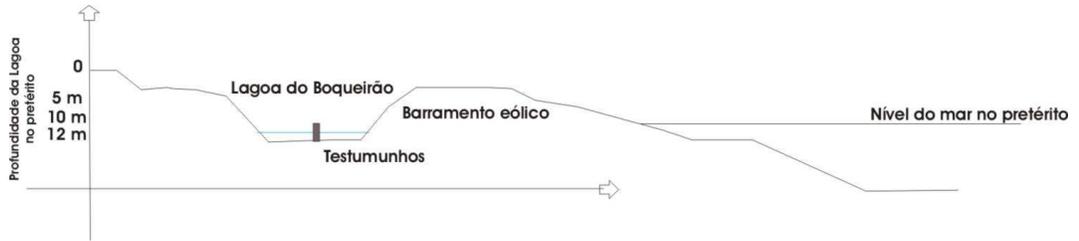


Fig. 44: Estrutura da lagoa do Boqueirão para a segunda ecozona.

A terceira zona ecológica, composta por a ecozona – Foraminífero, identificada na base de ambos os testemunhos e nos testemunho 02/01 nas regiões 40 a 46 cm e 56 a 67 cm. Estes organismos, na atualidade, estão bem adaptados ao ambiente com influência marinha, mais precisamente ambientes estuarinos (Fig. 45).

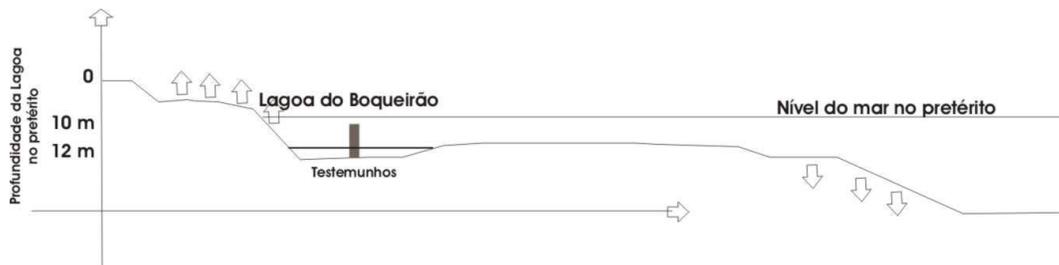


Fig. 45: Estrutura da lagoa do Boqueirão para a terceira ecozona.

No caso da região estudada, houve um somatório de eventos que auxiliaram no barramento natural do leito fluvial originando assim a Lagoa do Boqueirão. Entre os eventos que se somaram podem ser citadas as atividades eólicas, com dunas datadas por Barreto et al 2004 por períodos diversos, bem como, por atividades tectônicas como relatado por Bezerra *et al.* (1998) e Bezerra & Vita-Finzi (2000). As presenças de dunas ativas permitiram a remobilização do sedimento fazendo com que houvesse uma distribuição desse sedimento, o estabelecimento das dunas inativas.

Todos os processos somados a variação de nível de mar alto e nível de mar baixo contribuíram para o estabelecimento do ambiente da lagoa do Boqueirão que permanece até os dias atuais.

Vale ressaltar que a mesma apresenta uma angulação perpendicular à linha da costa, isso também pode ser um indicio do barramento natural. O primeiro modelo evolutivo proposto para área em questão demonstra que a área sofreu uma variação de nível de água doce, com a referência na distribuição de Macrófitas (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b). O segundo modelo proposto, baseado na distribuição do biota, demonstra que foi possível estabelecer

paleoambientes distintos, podendo citar: 1 uma ambiente de lagoa com nível de água alto e predominância fluvial; 2 um ambiente de lagoa com um nível de água baixo com predominância fluvial, indicando uma tendência de ambiente seco, podendo ser inferido o momento do barramento natural por atividades eólicas; 3 e 4 ambientes com influência de água salina. O segundo modelo em questão poderá ser demonstrado como na figura 46 a seguir. As mudanças paleoambientais propostas, conforme presença do biota, diferem do primeiro modelo descrito anteriormente devido a identificação do biota de ambientes salinos. Podendo inferir desta forma o paleoambiente de base com intrusão salina, o do terço medio do testemunho com periodo seco, e, o do topo do testemunho similar ao ambiente atual com águas fluviais permitindo o desenvolvimento das arcelas (tecamebas).

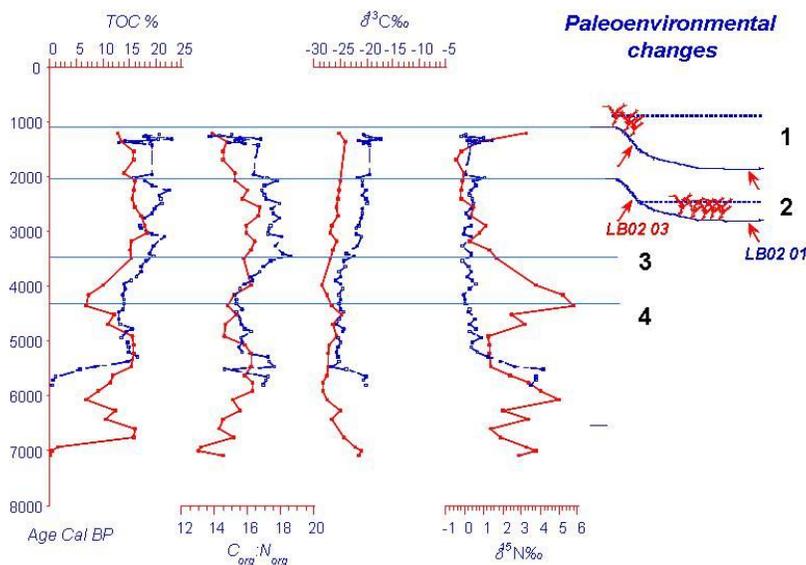


Fig. 46: Mudanças Paleambientais dos testemunhos LB 02-01 e LB 02-03 sugeridas Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007 (Albuquerque, Turq & Sifeddine 2007b). As etapas 1, 2, 3 e 4 são modificações na figura sugeridas por Cláudia Cruz, devido presença dos organismos no paleoambiente.

X. CONCLUSÕES GERAIS

As *Arcellas* foram excelentes indicadores de variações ambientais e paleoambientais. Com a sua presença foi possível determinar modificações existentes na região;

As *Arcellas* podem ser utilizadas como bioindicadores de ambiente fluvial. A espécie *Centropyxis marsupiformis* pode ser também utilizada como bioindicadora dos parâmetros pH, condutividade, temperatura, profundidade, enxofre, carbono e nitrogênio devido a correlação de Spearman positivo para todos esses fatores na área de estudo;

Com a presença e a variação das assembléias dos organismos identificados foi possível estabelecer ecozonas distintas caracterizando assim paleoambientes diferenciados, bem como, foi possível estabelecer uma zonação ecológica ao longo dos testemunhos analisados;

A lagoa do Boqueirão, ao longo do tempo, sofreu variações ambientais devido às ações de atividades tectônicas, atividades eólicas e variação do nível do mar permitindo assim o estabelecimento da sua estrutura atual;

A característica taxonômica das testas frágeis e quebradas dos foraminíferos podem inferir transporte e variação do pH que promovem a dissolução das mesmas.

XI . RECOMENDAÇÕES

Este estudo não extingue as possibilidades de novos estudos na área. A lagoa do Boqueirão antes apresentava poucos dados sobre o biota local, estudo sobre concentrações de diatomáceas. Podemos perceber com esse estudo a necessidade de aprofundamento e maiores detalhamentos em diversas linhas científicas. Faz necessário, o estabelecimento de novos estudos multidisciplinares com outros organismos.

Os estudos da camada nefelóide apresentaram dados satisfatórios para os objetivos propostos. Entretanto, há na região uma redução do fluxo de água como pode ser observado por dados relatados ao longo deste volume. Por este fato, pode ser sugerido estudos hidrológicos abrangentes na área, o que não era objetivo desse trabalho.

O estudo foi realizado na camada nefelóide. Há necessidade do estabelecimento de novos estudos no bentos, no plâncton e sobre as macrofitas para identificar amplamente a distribuição dos arcelinideos nos microambientes que compõem a lagoa do Boqueirão.

Para a área em questão, devido os dados apresentados nos estudos paleoambientais, percebe-se necessidade de outras testemunhagens, em pontos diferenciados da lagoa, para determinação de novas ecozonas distintas, bem como, possível inferência da estimativa de elevação do nível do mar com maior precisão.

XII . 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*, 2ª Ed. São Paulo, Aciesp, 352p. (Publicação 103).

ABSY, M. L. & VAN DER HAMMEN, T. 1976. Some Paleocological data from Rondônia, Southern part of Amazon Basin. *Acta Amazonônica*, V. 06, N. 03, 283- 299 p.

ABSY, M.L. 1979. A palynological study of Holocene sediments in the Amazon Basin. Amsterdam. 84 p. Thesis – University of Amsterdam.

AGUIAR, E.S.; LEIPNITZ, I.I.; ROSSI, A.R.; NOWATZKI, C.H.; LEIPNITZ, B.; OLIVEIRA, E. 2001. Foraminíferos e Arcellas (Aglutinantes) do Quaternário da Lagoa do Peixe – RS. VIII Congresso da ABEQUA (Associação Brasileira de Estudos do Quaternário). Boletim de Resumos – Mudanças Globais e o Quaternário. Mariluz, Imbé – RS, 14 a 20 de Outubro de 2001.

ALBUQUERQUE, A.L.S. ; TURQ, B. & SIFEDDINE, A. 2004 Parametros Físico-Químicos. Laboratório de Paleoambientes / UFF

ALBUQUERQUE, A.L.S. ; TURQ, B. & SIFEDDINE, A. 2005a Parametros Granulometricos. Laboratório de Paleoambientes / UFF

ALBUQUERQUE, A.L.S. ; TURQ, B. & SIFEDDINE, A. 2005b Geoquímicos da Camada Nefelóide. Laboratório de Paleoambientes / UFF.

ALBUQUERQUE, A.L.S. ; TURQ, B. & SIFEDDINE, A. 2007a Fácies Sedimentares. Laboratório de Paleoambientes / UFF

ALBUQUERQUE, A.L.S. ; TURQ, B. & SIFEDDINE, A. 2007b Datações não Calibradas. Laboratório de Paleoambientes / UFF

ALBUQUERQUE, A.L.S. ; TURQ, B. & SIFEDDINE, A. 2007c Mudanças Paleoambientais e Razões Isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$. Laboratório de Paleoambientes / UFF

ALLAN, J. D. 1975. The Distributional Ecology and Diversity of Benthic Insects in Cement Creek, Colorado. *Ecology*. V. 56. p. 1040-1053.

ALVES, G. M. 2006. Flutuações Populacionais de Espécies de Amebas Testáceas (Rhizopoda) no Plâncton de distintos ambientes da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. *Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais*, Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá – PR. 35p.

AMARAL, A. C. Z. 1980. Anelídeos poliquetas do infralitoral em duas enseadas da região de Ubatuba – I: Características abióticas das enseadas. Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo, 29, 19 – 40.

ANDRADE, E.J. 1997. Distribuição dos foraminíferos recentes na transição carbonato / siliciclasto na região da Praia do Forte, Litoral Norte do Estado da Bahia. 111p. (*Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia*).

ANA. 2007. Agência Nacional de Águas. <http://www.ana.gov.br>. Acesso em outubro / 2007.

ÂNGULO, R. J. & LESSA, G. L. 1997. The Brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. *Marine Geology*, 140: 141-166.

ÂNGULO, R.J.; LESSA, G. C. & SOUZA, M. C. 2006 A critical Review of Mid – to late-Holocene sea-level fluctuations on the Eastern Brazilian Coastline. *Quaternary Science Reviews*, v. 25, p. 486 – 506.

ARARIPE, P. T. & FEIJÓ, F. J. 1994 Bacia Potiguar. Boletim de Geociências da PETROBRÁS. Rio de Janeiro, 8 (1): 127 – 141.

ARNDT, H. 1993. A critical Review of the Importance of Rhizopods (Naked and Testate Amoebae) and Actinopods (Heliozoa) in Lake Plankton. *Mar. Microb. Food Webs* 7: 3 – 29.

ASIOLI A, MEDIOLI S & PATTERSON T. 1996. Thecamoebians as tool for reconstruction of paleoenvironments in some Italian lakes in the foothills of southern Alps (Orta, Varese, Candia). *J. Foram. Res.* 26(3): 248-265.

AYOADE, J. O. 1983. Introdução à Climatologia para os Trópicos. *Bertrand Brasil*, 4ª Ed., Rio de Janeiro, 332 p.

AZEVEDO, F. & BONECKER, C. C. 2003. Community size structure of zooplanktonic Assemblages in three Lakes on the Upper River Paraná Floodplain, PR- MS, Brazil. *Hydrobiologia* 505: 147-158.

AZEVEDO, F. 2006 Relações Ecológicas da Riqueza, Densidade, Massa Individual e Biomassa das Assembléias Zooplantônicas em Lagoas Fechadas da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná (PR – MS). Universidade Estadual de Maringá. Curso de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. *Tese de Doutorado*. 26p.

BAKER, V. R. 2000 . South American Paleohydrology: Future Prospects and Global Perspective. *Quaternary International*, 72: 3-5.

BARBERI, M. ; SALGADO-LABOURIAU, M.L. & SUGUIO, K. 2000. Paleovegetation and paleoclimate of “Veredas de Águas Emendadas”, Central do Brasil. *Journal of South American Earth Sciences*, 13: 241-254.

BARBER, K. E. 1981 – Peat Stratigraphy and Climatic Change: A Paleocological test of the Theory of Cyclic Peat Bog Regeneration. Balkema, Rotterdam.

BARBOSA, F. A. R. 1981 Variações Diurnas (24 horas) de Parâmetros Limnológicos básicos e da Produtividade Primária do Fitoplâncton na Lagoa Carioca – Parque Florestal do Rio Doce – MG – Brasil. São Carlos, DCB / UFSCar. Tese de Doutorado. 206p.

BARBOSA, C. F. & SUGUIO, K. 1999. Biossedimentary facies of a subtropical microtidal estuary – An example from Southern Brazil. *Journal of Sedimentary Research*, v. 69, p. 576 – 587.

BARRETO, A. M. F., SUGUIO, K.; BEZERRA, F. H. R. Late Pleistocene marine terrace deposits in northeastern Brazil: sea-level change and tectonic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam, v. 179, p. 57– 69, 2001a.

BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K.; ALMEIDA, J. A. C.; BEZERRA, F. H. R. A presença da icnoespécie *Ophiomorpha nodosa* Lundgren em rochas sedimentares pleistocênicas da costa

norte-riograndense e suas implicações paleoambientais. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 3, p. 17 – 23, 2001b.

BARRETO, A. M. F. ; BEZERRA, F. H. R.; SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; YEE, M. PAIVA, R.P. & MUNITA, C. S. 2002 Late Pleistocene marine terrace deposits in northeastern Brazil: sea level change and tectonic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 179, p. 57 – 69.

BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K.; BEZERRA, F. H. R.; TATUMI, S. H.; GIANNINI, P.C. 2004. Geologia e Geomorfologia do Quaternário Costeiro do Estado do Rio Grande do Norte. *Geologia USP. Série Científica - USP*, São Paulo, V. 4, n. 2, p 1 – 12.

BEAUCHAMP, R.S.A. 1953 Sulfate in African Inland waters. *Nature*, 171: 769 – 771p.

BEHLING, H. 1997. Late Quaternary Vegetation, Climate and Fire History of the Araucária forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 97: 109-121.

BEHLING, H. 1998. Late Quaternary Vegetational and Climatic Changes in Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99: 143-156.

BERTANI, R. T.; COSTA, I. G. & MATOS, R.M.D. 1990 Evolução Tectono-Sedimentar, estilo estrutural e “habitat” do petróleo na Bacia Potiguar. In: Gabaglia, G.P.R. & Milani, E.J. (eds.) *Origem e Evolução de bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro, Petrobrás, p. 291 – 310.

BESCHTA, R. L.; BILBY, R. E.; BROWN, G. W. ; HOLTBY, L. B. & HOFSTRA, T. D. 1987. Stream Temperature and Aquatic Habitat: Fishery and Forestry Interaction. In: SALO, E. O. ; CUNDY, T. W. (Ed.). *Streamside Mangement: Forestry and Fishery Interactions*. Seattle: *University of Washington, College of Forest Resources*. P. 191-232 (Contribution, 57).

BEZERRA, F. H. R.; LIMA-FILHO, F. P.; AMARAL, R. F.; CALDAS, L.H.O.; COSTA-NETO, L. X. 1998. Holocene Coastal Tectonics in NE Brazil: In: STEWART, I. ; VITA-FINZI, C. (Eds.) *Coastal Tectonics*. London. P 279-293. (*Geological Society London Special Publication, 146*).

BEZERRA, F. H. R & VITA-FINZI, C. 2000. How active is a Passive Margin? Paleoseismicity in Northeastern Brazil. *Geology*, V. 28, p. 591-594.

BEZERRA, F. H. R.; AMARO, V. E.; VITA-FINZI, C. & SAADI, A. 2001. Pliocene – Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 14 (2001) 61-75.

BEZERRA, F. H. R.; BARRETO, A. M. F. & SUGUIO, K. 2003 Holocene Sea-Level History on Rio Grande do Norte State Coast, Brazil. *Marine Geology*, V. 196, p.73-89.

BEYENS, L. & CHARDEZ, D. 1995. An Annotated list of Testate Amoebae observed in the Arctic between the Longitudes 27° E and 168° W. *Arch Protistenkd.* 146: 219-233.

BEYENS, L. & MEISTERFELD, R. 2001. Protozoa: Testate Amoebae. *Polar Biol.* 9: 121 – 153.

BICUDO, C.E.M. & BICUDO, D.C. 2004. Amostragem em Limnologia – São Carlos: *RiMa*. 317p.

BOBROV A.A. , ANDREEV A. A. , SCHIRRMESTER L. & SIEGERT C. 2004. Testate amoebae (Protozoa: Testacealobosea and Testaceafilosea) as bioindicators in the Late Quaternary deposits of the Bykovsky Peninsula, Laptev Sea, Russia. *Palaeogeography.* 150: 125-136.

BOLTOVSKOY E. & LENA H. 1974. Arcellas del Rio de La Plata. Buenos Aires: Armada *Argentina Serviço de Hidrografia Naval.* 32 p.

BONECKER, C. C.; VELHO, F. M.; COSTA, C. L.; PEREIRA, D. G.; ALVES, G. M.; MACHADO, R.A.M. & LANSAC-TÖHA, F. A., 2000 . Zooplâncton. www.Peld.uem.br/Relat2000/2_2_CompBioticoZooplancton.PDF

BONETTI, C.V.D.H.C. 1995 Associações de Foraminíferos e Arcellas indicadoras de sub-ambientes na zona estuarina do Rio Itapitangui-Cananéia, SP. *Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico.* 150p.

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

BONETTI, C.V.D.H.C. 2000 Foraminíferos como Bioindicadores do Gradiente de Estresse Ecológico em Ambientes Costeiros Poluídos. Estudo Aplicado ao Sistema Estuarino de Santos – São Vicente (SP – Brasil). SP. *Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico*. 286 p.

BONILICHT, O. A. 2002 A Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental. Identificação e Caracterização de províncias Geoquímicas Naturais, Alterações Antrópicas da Paisagem, Áreas Favoráveis à prospecção Mineral e Regiões de Risco para a Saúde no Estado do Paraná, Brasil. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 51, p. 91 – 114, Editora UFPR.

BORDOVSKIY, O. K. 1965 Accumulation of organic matter in bottom sediments. *Marine Geology*, 3: 33 – 82.

BOZELLI, R. L. 1994 . Zooplankton Community density in Relation to Water Level Fluctuation and Inorganic Turbidity in an Amazonian Lake, “Lagoa Batata”, State of Pará, Brazil. *Amazoniana*. 13: 17-32.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. 2005 Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do Desenvolvimento Sustentável, 2ª Edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall. 318 pp.

BRANNER, J. C. 1904 The Stone reefs of Brazil, their Geological and Geographical relations. *Bulletin. Museum Comparative Zoology. Geological Series 7*, v. 44.

BRAUN, R. 1952 Limnologische Untersuchungen an Einigen Seen in Amazonasgebiet. *Schweiz. Z. Hydrobiol.*, 14: 1 – 128 p.

BRINKHURT, R. O. 1974 The Benthos of Lakes. *London: MacMillan*, 190p.

BRUM, P.A.R. & SOUZA, J. C. 1985. Níveis de Nutrientes Minerais em Lagoas (“Baías” e “Salinas”) no Pantanal Sul-Matogrossense. *Pesq. Agropec. Brás.* 20: 1451-1454 p.

BURONE, L.; MUNIZ, P.; PIRES-VANIN, A.M.S. & RODRIGUES, M. 2003 Spatial distribution of organic matter in the surface sediments of Ubatuba Bay (Southeastern – Brazil), *Annals of the Brazilian Academy of Science*, 75 (1): 77 – 90.

CAIRNS, JR.J.; McCORMICK, P. V. & NIEDERLEHNER, B.R. 1993 A Proposed Framework for Developing Indicator of Ecosystem Health. *Hidrobiologia*, V. 263, p. 1 – 44.

CALDAS, L. H. O. 1998 Estudos Geológicos e Geofísicos da Falha de Carnaubais, Bacia Potiguar – RN, e Implicações Neotectônicas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica – UFRN, 43p.

CALLISTO, M. & GONÇALVES, J. F. J. 2002 A vida nas águas das montanhas. *Ciências Hoje*, São Paulo, v. 31, n. 182, p. 68-71.

CALLISTO, M. ; GONÇALVES JÚNIOR, J.F. & MORENO, P. 2003. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. *In: Navegando o Rio das Velhas das Minas Gerais. Volume 2: Estudos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. 555 – 567 p.* <http://www.fundesp.ufmg.br/homepage/cases> .

CALLISTO, M. 2004 O futuro da água no fundo dos rios. www.fundesp.ufmg.br/homepage/cases.

CARVALHO, J. B. 2000. Caracterização Morfoestratigráfica do Preenchimento Sedimentar da Baía de Iguape, Bahia – Influência das Variações Eustáticas do Nível do Mar e Atividades Tectônicas Recentes. *Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia*, 125 p.

CARTER, R. W. G. 1988. Coastal environments: an introduction to the physical ecological and cultural systems of coastlines. London, *Academic Press*, 617p.

CARVALHO JÚNIOR, E.R. & MELO, J.G. **Comportamento hidrogeológico do aquífero Açú na região de Apodi – RN.** In: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1., e CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 11., Fortaleza, 2000. Fortaleza: ABAS/AHLSUD/IAH, 2000. CD-ROM.

CASPER, S.J. & SCHÖNBORN, W. 1985. *Diffugia limnetica* (Levander) Penard (Protozoa: Testacea) as indicator organism of calcite precipitation in Lake Stechlin, GDR. *Arch. Protistenkd.* 130: 305-311.

CASTRO, V.L.L.; OLIVEIRA, W.D.; LIZÁRRAGA, G.; CARLOS, M.F.; DINIZ FILHO, J.B.; MELO, J.G. **Ações e procedimentos de gestão adotados no aquífero Jandaíra – região de**

Baraúna/RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., Cuiabá, 2004. Cuiabá: ABAS, 2004. CD-ROM.

CHARDEZ D & LAMBERT J. 1981. Tecamoebiens indicateurs biologiques (Protozoa Rhizopoda testacea). *Bull. Rech. Agron. Gembloux*. 16(3): 181- 204.

CHARMAN, D. & WARNER, B. 1997. The ecology of testace amoebae (Protozoa:Rhizopoda) in Oceanic peatlands in Newfoundland, Canada: Modelling hydrological relationships for palaeoenvironmental reconstruction. *Ecoscience* 4: 555-562.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. 1994. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. *Plymouth: Plymouth marine Laboratory*, 144p.

CLAYTON, R.N. & DEGENS, E. T. 1959 Use of Carbon Isotope Analysis for differentiating fresh-water and marine sediments. *Bull. Amer. Associ. Petrol. Geol.* V.43, p. 890.

CLEMENTE, M.F.G. & DULEBA, W. 2007 Reconstituição Paleoambiental do Quaternário Tardio do mangue do Sueste, Fernando de Noronha (PE) inferida a partir de análises sedimentológicas e de foraminíferos. Apresentação no PIBIC – Universidade Estadual de Campinas, E0372.

CLOSS, D. & MADEIRA, M. L. 1962. Arcellas e foraminíferos do Arroio Chuí (Santa Vitória do Palmar, RS). *Iheringia, série Zoologia*, Porto Alegre, v.19, p. 1-44.

CLOSS, D. & MADEIRA, M. L. 1971. Distribuição Ecológica dos Foraminíferos e Arcellas (Protozoa) nas planícies Costeiras do Sul do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, v.54, p. 31-32.

COLINVAUX, P. A. 1987. Amazon Diversity in Light of the Paleoecological Record. *Quaternary Science Reviews*, V.06, p. 63 – 114.

COLINVAUX, P. A.; DE OLIVEIRA, P. E.; MORENO, J. E.; MILLER, M. C. & BUSH, M. B. 1996. A long Pollen record from lowland Amazônia: Forest and Cooling in Glacial times. *Science*, 247: 85-88.

COLINVAUX, P.A.; DE OLIVEIRA, P. E. & BUSH, M. B. 2000. Amazonian and Neotropical plant communities on glacial time-scales: The failure of the aridity and refuge hypotheses. *Quaternary Science Reviews*, 19: 141-169.

COLLINS E, McCARTHY F, MEDIOLI S, SCOTT B & HONIG A. 1990. Biogeographic distribution of modern thecamoebians in a transect along the Eastern North American Coast. In: HEMLEBEN C., et al. (Ed.). *Paleoec, Biost, Paleoc, Tax Agglut Foram*. Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*, 783-792.

COOPER, J. A. G. 1994. Lagoon and microtidal coasts. In: Carter, R. W. G. & Woodroffe, C. D. (eds.). *Coastal Evolution. Late Quaternary Shoreline Morphodynamic*, Cambridge University, pp. 219-265.

COSTA, M.F.; NEUMANN-LEITÃO, S. & SOUZA-SANTOS, L. P. 2004. Bioindicadores da Qualidade Ambiental. In: *Oceanografia um Cenário Tropical*. Recife, p.319.

COSTAN, G. & PLANAS, D. 1986. Effects of a short-term experimental acidification on a microinvertebrate community. Rhizopoda, Testacea. *Can. J. Zool.* 64: 1224-1230.

CONTTENIE, K.; NUYTEN, N. ; MICHELS, E. & De MEESTER, L 2001. Zooplankton Community Structure and environmental conditions in a set of Interconnected ponds. *Hydrobiologia* 442: 339 – 350 p.

COSTA, A. B. 2006 Caracterização Molecular e Isotópica de Material Orgânico em Sedimentos da Baía de Todos os Santos – Ba. Tese de doutorado. Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia da UFBA. 127 p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil – SIG – 2005 FOLHA SB 25 – NATAL . ESCALA: 1:1000000.

CRAIG, H. 1953 The geochemistry of the Stable Carbon Isotopes. *Geochim. Cosmochim. Acta* 3, p. 53.

CRESPO, A. A. 1998 Estatística Fácil. Editora Saraiva. 16° Ed. p 148.

CRUZ, C. F. 2004. Foraminíferos e Arcellas (Tecamebas) Recentes na Baía de Iguape e Baixo Curso do Rio Paraguaçu: Ocorrência e Distribuição. Bahia. *Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências – UFBA* 158p.

CUNHA, A. M. 1913. Contribuição para o conhecimento da fauna de protozoários do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.5, p. 101-122.

DAJOZ, R. 1983. *Ecologia geral*. 4ª ed. Petrópolis, Vozes. 475p.

DALBY P, KUMAR A, MOORE M & PATTERSON T. 2000. Preliminary survey of Arcellaceans (Thecamoebians) as limnological indicators in tropical Lake Sentani, Irian Jaya, Indonesia. *J Foram Res* 30(2): 135-142.

DAVIES JR, R. A. 1994 Barrier island system – a geologic overview. In: DAVIES JR, R. A. (ed.), *Coastal Sedimentary Environments*, New York: Springer-Verlag, 287 -360.

DINIZ FILHO, J.B.; MELO, J.G.; BARROSO, T.T.; DUARTE, U. **Potencialidades e consumo de águas subterrâneas no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim/RN.** In: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1., e CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 11., Fortaleza, 2000. Fortaleza: ABAS/AHLSUD/IAH, 2000. CD-ROM.

DE OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F. & SUGUIO, K. 1999. Late Pleistoceno / Holoceno Climatic and Vegetational History of Brazilian Caatinga: The Fossil dunes of the São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 152: 319-337.

DOMINGUEZ, J. M. L. 1987. Quaternary sealevel changes and the depositional architecture of beach-ridge strandplains along the east coast of Brazil. Coral Gables, Florida. 288p. (*Doctor of Philosophy Thesis, University of Miami*).

DULEBA, W. 1997. Variações nas Associações de Arcellas, Foraminíferos e Ostracodes sub-recentes da Região Lagunar de Cananéia – Iguape, SP. *Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo e Laboratoire de Geologie, Université d'Angers (France)*.

DULEBA, W.; DEBENAY, J-P. & EICHLER, B. B. 1997. Temporal Changes in Holocene Lagoanal Assemblages of Foraminífera and Thecamoebian from Cananéia-Iguape, Brazil. In:

International Conference “Application of Micropaleontology in Environmental Sciences”, 1. Aviv. Abstract Book : Tel. Aviv. University. p. 53 – 54.

DULEBA W & DEBENAY J-P. 2003. Hydrodynamic circulation in the estuaries of Estação Ecológica Juréia-Itatins, Brazil, inferred from foraminifera, thecamoebian assemblages. *J. Foram. Res.* 33(1): 62-93.

DULEBA, W.; PETRI, S. & COIMBRA, J.C.S. 2004. Foraminíferos, Arcellas e Ostracodes sub-recentes e fósseis do Quaternário do Brasil. *Revista do Instituto de Geociências USP.* 1 -22 p.

DUTCH, S. I.; MONROE, J. S. & MORAN, J. M. 1998 Earth Science, West WadsWorth Publishing Inc. Belmont Ca, pp. 239 – 242.

EICHLER, B. B. & BONETTI, C.V.D.H.C. 1995 Distribuição dos Foraminíferos e Arcellas ocorrentes no manguezal do Bagaçu e suas relações com parâmetros ambientais. Cananéia – São Paulo. *Revista Pesquisas – USP*, 22 (1/2): 32-37.

EICHLER-COELHO, P. B.; DULEBA, W.; EICHLER, B. B. & COELHO-JÚNIOR, C., 1997 . Determinação do impacto ecológico do Valo Grande (Iguape,SP) a partir das associações de Foraminíferos e Arcellas. *Revista Brasil. Biol.* 57(3), 463-477.

ELLISON, R. 1995. Paleolimnological analysis of Ullswater using testace amoeba. *J. Paleolimnol.* 13: 51-63.

ERICSON, D. B. & WOLLIN, G. 1968. Pleistocene Climates and Chronology in Deep-sea Sediments. *Science*, Washington, v.162, pp. 1227 – 1234. Pereira, M.J.; Feijó, F.J. 1994. Bacia de Santos. *Boletim de Geociências da Petrobrás.* Rio de Janeiro, v.08, n.1, pp. 219 – 234.

ESCOBAR, J. H. J. & MARTINEZ, J. L. 2002 Las Arcellas como indicadores Ambientales y Paleoambientales em Águas Continentales Tropicales: Estudio Sistemático Del Embalse la Fé (Antioquia). *VIII Congreso Colombiano de Geología.*

ESTEVEZ, F. A. 1998. Fundamentos da Limnologia. 2ª ed., Rio de Janeiro: *Interciência.* P.98.

FERREIRA, F.; LEIPNTZ, I.I.; GIOVANONI, L.; LEÃO, C.J.; SILVA, J.L.L. & HANSEN, M.A.F. 2005. Arcellas do Rio Tramandaí e Lagoa do Passo, Planície Costeira Norte do Estado

do Rio Grande do Sul, Brasil. *X Congresso da ABEQUA. Boletim de resumos. Guarapari – Vitória.*

FERNANDEZ-LEBORANS G & DE ZALDUMBIDE C. 2000. Annual cycle of protozoan communities in an estuarine epibenthic sublittoral area. *An Sci Nat* 21(2): 37-48.

FREITAS, J.C.B. 1983 Estudo da Composição Isotópica do Carbono e Oxigênio em Conchas do Litoral de Salvador – Ba. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação de Geologia e Geofísica. 58 p.

FRITZ, P. & FONTES, J. C. 1980 Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, Volume 1 – The Terrestrial Environment, A, Elsevier Publications, Amsterdam – Oxford – New York.

FRITZ, S.C.; CUMMING, B.F.; GASSE, F. & LAIRD, K. R. 1999. Diatoms as indicators of hydrologic and climatic change in saline lakes. In: Stoermer, E. F. & Smol, J. P. (eds). The Diatoms: applications for the environmental and Earth Sciences. *Cambridge, Cambridge University Press*, p. 41-72.

GIANNINI, P.C.F.; BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K.; TATUMI, S.H. 2001a. Idade TL e Propriedades Sedimentológicas na Planície Costeira do Rio Grande do Norte. In: *Congresso da ABEQUA, 8, Imbé. Boletim de Resumos...*

GIANNINI, P.C.F.; ASSINE, M. L.; BARBOSA, L.M.; BARRETO, A.M.F.; CARVALHO, A.M.; CLAUDINO-SALES, V.; MAIA, L.P.; MARTINHO, C.T.; PEULVAST, J.P.; SAWAKUCHI, A. O.; TOMAZELLI, L.J. 2005 . Dunas e Paleodunas Eólicas Costeiras e Interiores. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO; K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. 2005 Quaternário do Brasil. *Editores Holo*, Ribeirão Preto 382 p.

GILBERT, D.; AMPLAD, C.; BOURDIER, G. & FRANCEZ, A-J. 1998. Short- Term Effect of Nitrogen enrichment on the Microbial Communities of a Peatland. *Hydrobiological* 373/374: 111-119.

GILLOLY, J. F. 2000. Effect of Body size and Temperature on Generation time in Zooplankton. *J. Plankton Res.* 22: 241-251.

GOMES, J. R. C.; GATTO, C.M.P.P.; SOUZA, G.M.C.; LUZ, D.S.; PIRES, J.L.; TEIXEIRA, W.; FRANÇA, F.A.B.; CABRAL, E.M.A.; MENOR, E.A.; MONTEIRO, N.; BARROS,

M.J.G.; RIBEIRO, E. G.; LIMA, E.A.; FONSECA, R. A. 1981 Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL Folha SB 24/25 Jaguaribe e Natal. Rio de Janeiro: MME, p. 27 – 300 (Levantamento de Recursos Naturais, v. 23).

GOMES, D. F. 2007. Elaboração de funções de transferência para a reconstituição de paleopropriedade na Lagoa do Boqueirão – RN – com base em diatomáceas. Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental / UFF. Tese de Doutorado. p. 152.

GREEN, J. 1975. Freshwater ecology in the Mato Grosso, Central Brazil, IV: Associations of testace Rhizopoda, *Journal of Natural History*, v.9, p.545-549.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. 2000. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: *Bertrand Brasil* 372p.

HAMAN D. 1990. Living thecamoebid distribution, biotopes and biofacies, in an upper deltaic plain lacustre subenvironment, lac des Allemands, *Louisiana. R E Mic* XXII(1):87-100.

HANSEN, M.A.F.; LEIPNITZ, I. I.; FERREIRA, F.; BASTOS, V.L.; GIOVANONI, L.; LEÃO, C. J. 2005. Influencia de algumas variáveis ambientais sobre a fauna de Arcellas das Lagoas do Marcelino e do Peixoto, Osório, RS, Brasil. *X Congresso da ABEQUA. Boletim de resumos. Guarapari – Vitória*.

HARDOIM, E. L. & HECKMAN, C. W. 1996 The Seasonal Succession of Biotic Communities in Wetlands of the wet-and-dry Climatic Zone: IV. The Free-Living Sarcodines and Ciliates of the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Internacional Reveu Hydrobiologie*, v.81, p.367 – 384.

HARDOIM, E.L. 1997. Taxonomia e Ecologia de Testacea (Protozoa: Rhizopoda) do Pantanal de Poconé - Rio Bento Gomes e Vazante Birici, Mato Grosso, Brasil. UFSCAR, *Tese de Doutorado*, 343 p.

HENDON, D.; CHARMAN, D.J. & KENT, M. 2001 – Palaeohydrological Records derived from Testate Amoebae analysis from Peatlands in Northern England: Within-Site Variability, Between – site comparability and Palaeoclimatic Implications. *The Holocene* 11: 127 – 148.

HENRY, R. 2003. Os ecótonos nas interfaces dos Ecossistemas Aquáticos: Conceito, Tipos, Processos e Importâncias. Estudo de Aplicação em Lagoas Marginais ao Rio Paranapanema na

Zona de sua Desembocadura na Represa de Jurumirim. *In: Henry, R. Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos. São Carlos: RiMa, 349 p.*

HIRATA, R. 2003 . Recursos Hídricos. *In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. 2003. Decifrando a Terra. EDITORA Oficina de Textos – USP. 2ª Reimpressão, 558pp.*

HO, S. C. 1979. Structure, species diversity and primary production of epiphytic algal communities in the Schöhsee (Holtein), West Germany. 306 p. *PhD Thesis (Doutorado) – Universidade de Kiel, Alemanha.*

HOLLAND, M. M. 1988. SCOPE/MAB Technical Consultations on landscape boundaries: report of a SCOPE/MAB Workshop on ecotones. *Biology International, Special Issue, 17: 47 – 106.*

HUGHES, P. D. M.; MAUQUOY, D.; BARBER, K. E. & LANDGDON, P. G. 2000. Mire Development Pathways and Palaeoclimatic records from a full Holocene Peat Archive at Walton Moss, Cumbria, England. *The Holocene 10: 465-479.*

IBGE 2004. Vocabulário Básico de Recursos Natural e Meio Ambiente. 106 p.

JAWORSKI, K.S. & EICHLER, B.B. 2005. Distribuição espacial de Arcellaceans (Arcellas) no sistema Estuarino Lagunar Canánea-Iguape e a Relação desta Microfauna com os Fatores Abióticos. *X Congresso da ABEQUA. Boletim de Resumos. Guarapari – Vitória.*

JENNERJAHN, T. C. & ITTEKKOT, V. 1999 Changes in organic matter from surface waters to continental slope sediments of the São Francisco River, eastern Brazil. *Marine Geology, v. 16, 129 – 140 p.*

JENNERJAHN, T. C. ; ITTEKKOT, V.; CARVALHO, C. E. V.; OVALLE, A. R. C.; REZENDE, C. E. & ERLLENKEUSER, H. 1999 Temporal variability of amino acid, hexosamine and carbohydrate fluxes on the eastern Brazilian Continental Margin related to discharge of the São Francisco River, Brazil. *Geo-Marine Letters, v. 19, 202 – 208 p.*

JENNERJAHN, T. C. & ITTEKKOT, V. 2002 Relevance of mangrove for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins. *Naturwissenschaften, v. 89, p. 23 – 30.*

JUNK, W.J. ; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian. *Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*. 106: 830 – 846 p.

KARR, J. R. & SCHLOSSER, I. J. 1978. Water Resources and the Landwater Interface. *Science*, V. 201, p. 229-234.

KEITH, M. L. & WEBER, J. N. 1964 Carbon and Oxygen Isotopic Composition and Environmental Classification of selected Limestone and fossils. *Geochim. Cosmochim. Acta* 28, 1787.

KLIZA, D.A. & SCHRÖDER-ADANS, C.J. 1999 Holocene Thecamoebians in Freshwater lakes on Bylot Island Northwest Territories, Canada. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 29, n.01, p. 26-36.

KIKUCHI, R. M. 1996. Composição e Distribuição das Comunidades Animais em um Curso de Água Corrente (Córrego Itaúna, Itatinga – SP). *Dissertação de Mestrado – UNESP – Botucatu, SP*. 134p.

KJERFVE, B.; RIBEIRO, C. H. A.; DIAS, G.T.M.; FILIPPO, A.M. & QUARESMA, V. S. 1997. Oceanographic characteristics of na impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research* 17 (13): 1609 – 1643.

KOBAYASHI, T. 1997. Associations between Environmental Variable and Zooplankton Body masses in a regulated Australian River. *Mar. Freshwat. Res.* 48: 523-529.

KOLASA, I. & ZALEWSKI, M. 1995 Notes on ecotone attributes and functions. *Hydrobiology*, 303: 1-7 p.

KORHOLA, A. 1995. Holocene Climatic variations in Southern Finland Reconstructed from Peat – Initiation Data. *The Holocene* 5: 43-58.

KREIDLER, W. L. & ANDERY, P. A. 1949. Mapa Geológico da Área Sedimentar Costeira do Estado do Rio Grande do Norte e parte do Ceará. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo. p. 86-90.

KUMAR, A. & DALBY, A. P., 1998 . Identification key for Holocene Lacustrine *Arcellacean* (*Thecamoebian*) Taxa. Ottawa-Carleton Geoscience Centre, Department of Earth Sciences, Carleton University, 1125 Colonel By Drive, Ottawa, Ontario, CANADA K1S 5B6.

LACERDA, L. D. 1994 Biogeochemistry of heavy metals in Coastal Lagoons. In: KJERFVE, B. (ed.) Coastal Lagoon Processus. Amsterdam: Elsevier, p. 243 – 286.

LANSAC- TÖHA, F. A.; LIMA, A.F.; THOMAZ, S. M. & ROBERTO, M. C. 1993. Zooplankton de uma Planície de Imundação do Rio Paraná II. Variação Sazonal e Influência dos Níveis Fluviométricos sobre a comunidade. *Acta Limnol. Brasiliensia* 6: 42-55.

LANSAC- TÖHA, F. A.; BONECKER, C.C.; VELHO, L.F.M. & LIMA, A.F., 1997 . Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. In: VAZZOLER, A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). Planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. *Maringá: EDUEM*, p. 117-155.

LESSA, G. C. & ÂNGULO, R. J. 1998. Oscillations or not oscillations, that is the question – Reply. *Marine Geology*, 150: 189 – 196.

LEÃO C. J.; LEIPNITZ I. I.; HANSEN M. A. F.; FERREIRA F.; GIOVANONI L. & SILVA J. L. L. 2005 - Amebas Testáceas (PROTOZOA: RHIZOPODA) do Capão do Leão: Um Estudo Sazonal da Fauna. Abequa 2005. *X Congresso da ABEQUA. Boletim de Resumos*. Guarapari - Vitória.

LENA, H. & ZAINDENWERG, S.J. 1975. Arcellas del Delta del Paraná (Argentina). *Revista Española de Micropaleontologia* 7 (3): 519 – 537 p.

LEDRU, M.P. 1993 Late Quaternary Environmental and Climatic Changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, 39: 90-98.

LEDRU, M. P.; BRAGA, P. I. S.; SOUBIÈS, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K. & TURQ, B. 1996. The Last 50.000 years in the Neotropics (Southern Brazil): Evolution of Vegetation and Climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 123: 239-257.

LEDRU, M. P.; CORDEIRO, R. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L.; MOURGUIART, P.; SIFEDDINE, A.; & TURQ, B. 2001. Late – Glacial Cooling in Amazônia inferred from pollen at Caçó Lagoon, Northern Brazil. *Quaternary Research*, 55: 47-56.

LIEBIG, J. BARON VON 1840 Organic Chemistry in its application to agriculture and physiology. Reprint, 1847, Chemistry in its application to agriculture and physiology, L. Playfair, Ed. Philadelphia: T. B. Peterson.

LOEBLICH, A. R. & TAPPAN, H. 1968 Sarcodine, chiefly "Thecamoebians" and "Foraminifera", in Moore, R. C. Ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Protista 2, Pt. C. Kansas Univ. Press, 900p.

LORSCHREITER, M. L. 1983. Evidence of sea oscillations of the Late Quaternary in Rio Grande do Sul, Brazil, provided by palynological studies. *Quaternary of South America and Artic Peninsula*, N. 01, p. 53 – 60.

LOYOLA e SILVA, J. & ZUCON, M. H. 1993. Distribuição Espacial de Foraminíferos e Arcellas do Estuário do Rio Piauí, Sergipe. *J. de Distribuição Espacial, Neritica*, Curitiba, V.07 (1-2), p. 57 – 69. Ed. da UFPR.

LUCAS, Y.; SOUBIÈS, F.; CHAUVEL, A. & DESJARDINS, T. 1993. Estudos do solo revelam alterações climáticas da Amazônia. *Ciência Hoje*. V. 16, N. 93, p. 36 – 39.

LUCENA, L. R. F. 1997 Unidade Barra de Tabatinga – novas evidências de um Paleodépósito Quaternário de praia no Litoral Potiguar. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 17. Fortaleza. Resumos Expandidos... Fortaleza: SBG – Núcleo Nordeste, p. 168 – 171.

MADEIRA-FALCETTA, M. 1974. Ecological distribution of thecamoebians and foraminifera associations in the mixohaline environments of the Southern Brazilian Litoral. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 46, p. 667-687.

MAHIQUES, M. M. 1998 Características da Matéria Orgânica Sediemntar da Plataforma Continental interna e média entre a Baía de Guanabara (RJ) e São Francisco do Sul (SC). Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo. Instituto de Oceanográfico. São Paulo. S.P. 86p.

MANZOLLI, R. P. ; VIEIRA, J. P. P.; FREITAS, U.; ZARZUR, S. & NIENCHESKI, L. F. H. 2006 . Regeneração Bêntica da matéria orgânica nas áreas profundas do estuário da LAGOA DOS PATOS: sua relação com o aporte antrópico e o potencial de acumulo de nutrientes no sedimento. Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC - Florianópolis, SC – Julho / 2006.

- MARGALEF, R. 1958. *Perspectivas de la Teoria Ecológica*. Editora Blume, Barcelona, 110p.
- MARQUES, J. S. 2005 Ciência Geomorfológica. In: *Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Guerra, A. J. T. & Cunha, S. B. (orgs.) Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 6^a Edição, pp. 23 – 50.
- MARTIN, I.; FLEXOR, J. M.; VILAS BOAS, G. S.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; GUIMARÃES, M. M. M. 1979. Course de variations du niveau relative de la mer au Cours des 7000 Dernières Anneés sur un secteur homogène du Littoral Brésilien (Nord de Salvador, Bahia). In: *Suguio, K.; Fairchild, R.R.; Martin, L.; Flexor, J. M. Eds. Proceedings 1979 Internacional Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary*. São Paulo, p. 264 – 274.
- MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & DOMINGUEZ, J.M.L. 1986 Neotectonic movements on a passive continental margin: Salvador region, Brazil. *Neotectonics – An International Journal of Crustal Dynamics*, v. 01, p. 87-103.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; DOMINGUEZ, J.M.L. & BITTENCOURT, A.C.S.P. 1996. Quaternary sea-level history and variation in dynamics along the Central Brazilian Coast: Consequences on Coastal plain Construction. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, V.68, p. 303-354.
- MARTINS, C. C. & FIGUEIRA, R.C.L 2008 Emprego de Colunas Sedimentares em Estudos do histórico da poluição ambiental. In: POLETO, C. 2008 Ambiente e Sedimentos. Porto Alegre : ABRH, 2008, 404 P.
- MARIUS, C. 1984 Mangrove du Sénégal et de la Gambie . Ecologie, Pédologie, Géoquimie. Mise en valeur et aménagement. Trav. Et Doc. ORSTOM, 357 p.
- MASSAD, F.; SUGUIO, K. & PÉREZ, F. S. 1996. Propriedades Geotécnicas de Sedimentos Argilosos como evidências de variação do nível do mar em Santos. In: *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, 8, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro. V.01, p. 163-176.
- McCARTHY F.; COLLINS E.; McANDREWS H.; KERR A.; SCOTT B. & MEDIOLI S. 1995. A comparison of postglacial Arcellacean (Thecamoebian), pollen succession in Atlantic Canada, illustrating the potencial of Arcellaceans for paleoclimatic reconstructions. *J Paleo* 69 (5): 980-993.

MCGREGOR, A.N.; KEENEY, D. R. & CHEN, K.L. 1973 Nitrogen fixation in lake sediments: contributions to nitrogen budget of Lake Mendota. *Environ Lett*, 4: 21 -26.

MEDIOLI F.; SCOTT D & ABBOTT B. 1987. A case study of protozoan interclonal variability: taxonomic implications. *J Foram Res*, 17: 28-47.

MEDIOLI F.S. & SCOTT D.B. 1988. Lacustrine Thecamoebians (Mainly Arcellaceans) as Potential Tools for Palaeolimnological Interpretations. In: GRAY J (ed.) *Paleolimnology Aspects of Freshwater Paleocology and Biogeography, Reprinted from Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* v. 62, p. 361-386.

MEDIOLI F. S., SCOTT D. B., COLLINS E. S. & McCARTHY F. M. G. 1990. Fossil Thecamoebians: present status, prospects for the future. *Paleoc Bios, Paleoc, Tax Agglut Foram*. Netherlands: Klumer Academic Publishers, 813-839. In: Hemleben, C. , Kaminski, M. A.; Kunnt, W. & Scott, D. B. (Eds.), *Paleocology, Biostratigraphy, Paleooceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera*, North Atlantic Treaty Organization Advanced Study Institute Serie, *Series C. Mathematical and Physical Science*, v. 327 :p. 813 – 840.

MEIRELES, A. J. A. & SERRA i RAVENTOS, J. 2002 Um Modelogeomorfológico Integrado Para a Planície Costeira De Jericoacoara/Ceará. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, ano 01, número 01, 2002

MELO, F. T. L. 2000 Aspectos morfo-dinâmicos do Complexo Lagunar Nísia Floresta – Papeba – Guarairas, Região Costeira Sul e Oriental do RN. 75 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

MENDONÇA, L.A.R.; SANTIAGO, M.M.F.; FERNANDES, M.A.B.; FRISCHKORN H.; LIMA, J.O.G. **Mecanismos de salinização dos aquíferos cársticos nas chapadas do Araripe e Apodi**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.

MERRITT, R. W.; COMMINS, K. W. (Ed.) 1996. *An Introduction to the Aquatic Organisms of North America*. 3Ed. Dubuque: Kendall/ Hunt Publishing. 862 p.

MESTRINHO, S. S. P. 1998. Estudo do Comportamento Geoquímico dos Metais Pesados nos Sedimentos da Região Estuarina do Rio Paraguaçu – Ba. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, *Tese de Doutorado*, 158 p.

MEYERS, P. A. 1994 Preservation of source identification of Sedimentary organic matter during and after deposition. *Chemical Geology*, v. 144, p. 289 – 302.

MOOK, W. G. & VRIES J. J. 2001 Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle: principles and applications (UNESCO-IAEA Series, Vol. 1, Introduction – Theory, Methods, Review), vol. 1, International Agency of Atomic Energy, Vienna.

MURPHY, M. A. & SALVADOR, A. 2003. Guia Estratigráfico Internacional. IUGS. 57 p.

NASCIMENTO, L. R.; SIFEDDINE, A.; ALBUQUERQUE, A. L. & TORGAN, L. 2001 As diatomáceas do Lago do Caçó (Norte do Maranhão) como marcadores Paleoambientais. *VIII Congresso Brasileiro de Geoquímica*. p. 97.

NAKAI, N. 1972 Carbon isotopic variation and paleoclimate of sediments from Lake Biwa, *Proc. Jpn. Acad.*, 48: 516 – 521.

NEIFF, J. J. 1990. Ideas para La interpretacion Ecological del Paraná. *Interciencia* 15 (6): 424-441 p.

NICHOLS, M.M. & ALLEN, G.P. (eds) 1981. Estuary-shelf interrelationships, *Marine Geology*, Volume 40, Issues 1-2.

NOGUEIRA, A.M.B.; LIMA, M.S.; SALIM, J.; SÁ, J. M.; MANSO, V.A.V. 1975 Estudos das Areias de Dunas da Faixa Litorânea de Natal – Rio Grande do Norte. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7, Fortaleza. Boletim de Resumos... Fortaleza: SBG – Núcleo do Nordeste, p.39.

ODUM, E. P. 1988. Ecologia. *Editora Guanabara Koogan S.A.*, p 15.

OGDEN, C.G. & HEDLEY, R. H. 1980. An Atlas of Freshwater Testate Amoebae. *Oxford University Press, Oxford*, 222pp.

OLIVEIRA, M. I. M.; BAGNOLI, E.; FARIAS, C.C.; NOGUEIRA, A.M.B.; SANTIAGO, M. 1990 Considerações sobre a geometria, petrografia, sedimentologia, diagênese e idades dos beachrocks do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal. Anais... Natal: SBG, v. 02, p. 621 – 634.

OLIVEIRA D. 1999. Análise ambiental dos Canais da Bacia Hidrográfica do Rio Itanhaém -SP, Brasil, com base em Arcellas e foraminíferos, Rio Claro: *Tese de Mestrado*, UNESP, 128p.

OMSTEDTA, A. & MURTHY, C.R. 1994 On Currents and vertical mixing in Lake Ontario during Summer Stratification. *Nordic Hydrology*, ISSN 0029-1277, VOL 25, N° 03, pp. 213-232.

PANARELLI, E.; CASANOVA, S.M.C.; NOGUEIRA, M. G.; MITSUKA, P.M. & HENRY, R. 2003. A Comunidade Zooplanktônica ao Longo de Gradientes longitudinais no Rio Parapanena / Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: Henry, R. (Ed.) *Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos, São Carlos: RiMa*, 129 –160.

PARAQUETTI, H.H.M; MOUNIER, S.; LACERDA, L. D. & MARINS, R. V. 2008 Especificação de Mercúrio e Carbono Orgânico Dissolvidos nas águas da Baía de Sepetinga (RJ), SE Brasil. IX Congresso Brasileiro de Geoquímica. 1 – 3 pp.

PATTERSON T, MACKINNON D, SCOTT B & MEDIOLI S. 1985. Arcellas (thecamoebians) in small lakes of New Brunswick, Nova Scotia: modern distribution, Holocene stratigraphic changes. *J Foram Res* 15(2): 114-137.

PATTERSON RT, BARKER T & BURBIDGE SM. 1996. Arcellaceans (Thecamoebians) as Proxies of Arsenic and Mercury Contamination in Northeastern Ontario Lakes. *Jour. of Foraminiferal Research*, 26(2): 172- 183.

PATTERSON R & KUMAR A. 2000. Assessment of Arcellacean (Thecamoebian) assemblages, species,, strains as contaminant indicators in James Lake, Northeastern Ontario, Canada. *J Foram Res*, 30(4): 310-320.

PATTERSON R & KUMAR A. 2002. A review of current testate rhizopod (thecamoebian) *Research. Palaeog, Palaeoc, Paleoec*. 180: 225-251.

PERRINI, P. & COSTA, M. I. P. As dunas Litorâneas da Região de Natal, RN. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO DO BRASIL, 4, Rio de Janeiro. Atas... Rio de Janeiro: Cenpes – Petrobras, p. 291 – 304.

PÉREZ, Y. A. R.; LIMA FILHO, F.P.; MENEZES, L.; PORSANI, J. L.; APPI, C.J.; ARAÚJO, V.D. & SOUZA, A. M. 2003 Caracterização da Geometria de Depósitos Sedimentares da Formação Açú na Borda Sudoeste da Bacia Potiguar, NE do Brasil. *Revista de Geologia*, V. 16, n. 01, p. 19-34.

PESSENDA, L.C.R.; VALENCIA, E.P.E.; TELLES, E.C.C.; CERRI, C. C.; CAMARGO, P.B. & MARTINELLI, L. A. 1993 a The Association ^{14}C dating and ^{13}C in palaeoecology Studies in Brazilian Tropical and Subtropical soils. In: International Symposium on Perspectives for Environmental Geochemistry in Tropical Countries, Niterói. *Proceedings...* Niterói: UFF. Departamento de Geoquímica, p. 89 – 92.

PESSENDA, L.C.R.; CAMARGO, P.B.; CRUZ, M.V.L.; LISI, C.S. & VALENCIA, E.P.E. 1993 b. Laboratório de Radiocarbono do CENA/USP no Programa Internacional de Intercomparação Laboratorial de Resultados. *Química Nova*, V. 16, N. 03, p. 221 – 223.

PESSENDA, L.C.R.; GOUVEIA, S.E.M.; FREITAS, H.A.; RIBEIRO, A.S.; ARAVENA, R.; BENDASSOLLI, J. A.; LEDRU, M.P.; SIEFEDDINE, A.F. & SCHEEL-YBERT, R. 2005. Isótopos do Carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S. & OLIVEIRA, P. E. 2005. Quaternário do Brasil. Editora Holos. Ribeirão Preto. 75 – 93 p.

PETRI, S. 1979. Observações sobre o problema de transporte de organismos por correntes marinhas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 51, p. 517-522.

PIELOU, E.C. 1984. The interpretation of ecological Data: a Primer on Classification and Ordination. Wiley, New York, 263p

PORTER, S. M. & KNOLL, A. H. 2000 Testate amoebae in the Neoproterozoic Era: evidence from vase-shaped microfossil in the Chuar Group, Grand Canyon. *Paleobiology*, 26:360-384.

PORTILHO RAMOS, R.C. & RIOS – NETTO, A.M. 2002. Bioestratigrafia do Quaternário superior no talude sul da Bacia de Santos (testemunho KNORR.JPC.17), com base em foraminíferos planctônicos – resultados preliminares. *Paleontologia em Destaque*, n. 40, p.13.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J. & JORDAN, T. H. 2006 Para Entender a Terra. In: Menegat, R.; Fernandes, P. C. D.; Fernandes, L. A. D. & Porcher, C. C. 4^o Ed – Porto Alegre. *Bookman*. 656 p.

- RAI, H. 1976a. Microbiology of Central Amazon Lakes. *Amazoniana*. 6: 583 –599.
- RAI, H. 1976b. Glicose in freshwater of Central Amazo Lakes: natural substrate concentration determined by dilution bioassay. *In. Rev. G. Hidrobiol.* 64: 141 –146.
- RAI, H. & HILL, G. 1980. Classification of Amazon Lakes on the basic of their microbiological and physico – chemical característic. *Int. Rev. Gets. Hydrobiol.* 66: 37 – 82.
- RAMOS e SILVA, C. A. 2004. Análises Físico-Químicas de Sistemas marginais Marinhos. Rio de Janeiro: *Interciências*.51p.
- RODHEN, R. 1996 Amebas Testáceas (Protista: Sarcomastigofora; Rhizopoda) em *Sphagnum recurvum* e *Sphagnum perichaetiale* (Turfeiras), no município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre. *PUCRS. Dissertação de Mestrado*, 108 p.
- REINHARDT G, DALBY P, KUMAR A & PATTERSON T. 1998. Arcellaceans as pollution indicators in mine tailing contaminated lakes near Cobalt, Ontario, *Canada. Microp* v. 44 (2): 131-148 p.
- RIBEIRO, A. 1970. Contribuição ao estudo das Arcellas do Rio Piranga (Ponta Nova, MG) e ensaio mineralógico e granulométrico preliminar dos respectivos sedimentos e das condições hidrológicas da área de coleta. *Boletim do Museu de História Natural*, Universidade Federal de Minas Gerais, *série Zoologia*, n.05, p. 1- 27.
- RIBEIRO, H.J.P.S. 2001. Estratigrafia de Seqüências Fundamentos e Aplicações. São Leopoldo, RS: *Editora da Universidade do Vale do Rio dos Sinos*. 428 p.
- RIOS – NETTO, A. M. 2001. Planctonic foraminífera in the multicore MC 58, cruise R/V Knorr 159-5 (South of São Paulo Palteu, Southwestern brazilian continental margin); some preliminary considerations. *Revista Brasileira de Paleontologia*, n.2, 69.
- ROBINSON, H. 1972 . Biogeography. Londres. Mcdonald & Evans, 541p.
- RUZICKA, E. 1982. Die Subfossilien Testacean des Krottensees (Salzburg, Österreich). *Limnologica* 14: 49 – 88.

RYDING, S. O. & RAST, W. 1989. The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoirs. Man and The Biosphere Series. *International Publishers in Science, Technology & Education*, 314 p.

SAITO, Y.; NISHIMURA, A. & MATSUMOTO, E. 1989 Transgressive sand sheet covering the shelf and upper slope off Sendai, Northeast Japan, *Marine Geology*, 89: 249 – 258.

SALGADO-LABOURIAU, M. L.; CASSETI, V.; FERRAZ-VICENTINI, K.R.; MARTIN, L.; SOUBIÈS, F.; SUGUIO, K. & TURQ, B. 1997 Late Quaternary Vegetational and Climatic Changes in cerrado and palm swamp from Central Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, V. 128: p. 215-226.

SALGADO- LABOURIAU, M. L. 2007 Critérios e Técnicas para o Quaternário. *Edit. Edgard Blücher*, S.P., 387 pp.

SAMENSATTO, D.L.J. 2003. Aplicação dos índices de diversidades em estudos envolvendo associações entre foraminíferos e Arcellas recentes: uma breve discussão> II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de expressão Portuguesa. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibérica. *Anais...Recife*, ABEQUA.

SAMENSATTO, D.L.J. 2004. Análise Ambiental de um Sistema Laguna-Manguezal do Delta do Rio São Francisco (Sergipe) com base em Foraminíferos e Arcellas. Caderno de Resumo da IV Reunião Anual de Avaliação do Programa de Recursos Hídricos. Rio Claro – SP. Pp 88-90.

SAMPAIO, A. V. & SCHALLER, H. 1968 Introdução à Estratigrafia da Bacia Potiguar. Rio de Janeiro, Boletim Técnico da PETROBRÁS, 11 (1): 19 – 44.

SANTIAGO, M.M.F.; FRISCHKORN , H.; MENDES FILHO, J. **Mecanismos de salinização em águas do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí.** In: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1., e CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 11., Fortaleza, 2000. Fortaleza: ABAS/AHLSUD/IAH, 2000. CD-ROM.

SANTOS, E. S. 2007 Aplicação de marcadores geoquímicos para a avaliação dos impactos das barragens nos sedimentos do estuário do Rio São Francisco (Al/Se). Tese de Doutorado em Geociências – Geoquímica Ambiental. Universidade Federal Fluminense. 151p.

SCHMIDT, A. R., SCHÖNBORN, W., SCHÄFER, U. 2004. Diverse fossil amoebae in German Mesozoic amber. *Paleontology*. V. 47: 185-197 p.

SCHNITCHEN, C.; MAGYARI, E.; TOTHMERESZ, B.; GRIGORSZKY, I. & BRAUN, M. 2003 – Micropaleontological observation on a *Sphagnum* bog in east Carpathian Region – Testate Amoebae (Rhizopoda: Testacea) and Their potential use for reconstruction of Micro- and Macroclimatic changes. *Hydrobiologia*, 506-509: 45 – 49.

SCHÖNBORN, W. 1962. Die Ökologie der Testaceen im oligotrophen see, Dargestellt am Beispiel des Grossen Stechlinsees. *Limnologica* 1: 111 – 182.

SCHÖNBORN, W. 1973. Paläolimnologische Studien an Testacean aus Bohrkernen des Latnjajaure (Abisko – Gebiet; Schwedisch – Lappland). *Hydrobiologia* 46: 115 – 139.

SCHÖNBORN, W. 1984. Studies on remains of Testacea in cores of the Great Woryty Lake (NE – Poland): *Limnologica (Berlin)*, 16: 185-190.

SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS UNIDADE ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DO PROÁGUA 2001. Estudo de Quantificação da Oferta Hídrica da Lagoa do Boqueirão, EngeSoft, 87 p.

SEN GUPTA, B. K. 1999. Modern Foraminífera. Kluwer Academic Publishers. 371p.

SENDACZ, S. 1997. Zooplankton Studies of Floodplain Lakes of the Upper Paraná River, São Paulo State, Brazil. *Verh. Int. Ver. Limnol.* V.26: 621 – 627 p.

SHANNON, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bolletim Systematical Technological J.*, 27: 379-423.

SHELFORD, V. E. 1913 Animal Communities in Temperature America. Chicago: University of Chaicago Press. Reprint, 1977, Ney York: Arno Press.

SIFEDDINE, A.; MARTIN, L.; TURQ, B.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; SOUBIÈS, F.; CORDEIRO, R. C. & SUGUIO, K. 2001. variations of the Amazonian rainforest environment: a sedimentological record covering 30.000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, v. 168: 221-235 p.

SILVA, C. 1991 Holocene Stratigraphy and Evolution of the Açu River Delta, Rio Grande do Norte State, Brazil. PhD Thesis – Duke University, Durham.

SILVA, E. A. J. 2002 As Dunas Eólicas de Natal/RN: Datação e Evolução. Dissertação de Mestrado

SILVA, C.G.; PATCHINEELAM, S. M.; BAPTISTA NETO, J. A. & PONZI, V. R. A. 2004. Ambientes de Sedimentação Costeira e Processos Morfodinâmicos Atuantes na Linha de Costa. In: Baptista Neto, J. A.; Ponzi, V. R. A. & Sichel, S. E. 2004 Introdução à Geologia Marinha, Editora Interciências, Cap. 08, 175 -218 p.

SILVEIRA, J. D. 1964. Morfologia do Litoral. In: AZEVEDO, A. (Ed.) Brasil a Terra e o Homem. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 305 p.

SILVEIRA, M. P. 2004. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da Qualidade da Água em rios / Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 68 p. – (Embrapa Meio Ambiente. Documento,36).

SMITH, H. G. & WILKINSON, D. 1986. Biogeography of Testate Rhizopods in the Southern Temperate and Antarctic zones. Colloque sur Les Ecosystemes Terrestres Subantarctiques, Paimpont, C.N.F. R. A. 58: 83- 96.

SMITH, H. G. 1992. Distribution and Ecology of the Testate Rhizopod Fauna of the Continental Antarctic zone. *Polar Biol.* V. 12: 629 – 634 p.

SMOLL, J. P.; BIRKS, H.J.B. & LAST, W. M. 2001. Tracking Environmental Change using Lake Sediments. V:3. *Klumer Academic Publishes. The Netherland.* 361p.

SOARES, A P. ; SOARES, P.C. & ASSINE, M. L. 2003 Areiais e Lagoas do Pantanal, Brasil: Herança Paleoclimática?. *Revista Brasileira de Geociências.* N. 33, V. (2): 211 – 224.

SOUZA, C.R.G.; SUGUIO; K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. 2005 Quaternário do Brasil. Editora Holos, Ribeirão Preto 382 p.

SOUTHERLAND, M.T. & STRIBLING, J. B. 1995 Status of biological criteria development and implementation. In: DAVIS, W.S. & SIMON, T.P. (Ed.). Biological assessment and criteria:

Tools for Water Resource Planning and Decision Making. Boca Raton: *Lewis Publishers*. 81-96 p.

SOLOMONS, W.; KERDIJK, H.; VAN PAGEE, H.; KLUMP, R. & SCHREUR, A. 1988 Behavior and impact assessment of heavy metals in estuarine and coastal zones. In: SEELIGER, U.; LACERDA, L.D. & PATCHINEELAM, S. R. (eds.), *Metal in Coastal Environments of Latin America*. Berlin: Springer-Verlag, p. 157 – 198.

SOLOMONS, W. & STIGLIANI, W. M. Biogeodynamics of Pollutant in Soils and Sediments. Risk Assesment of Delayed and Non-Linear Responses. Heidelberg: Springer – Verlag, p. 352.

SPIEGEL, M. R. 1977. Estatística – resumo da teoria. Coleção Schaum. Editora McGraw – Hill do Brasil, 508p.

SRIVASTANA, N. K. & CORSINO, A. R. 1984 Os carbonatos de Touros (RN): Petrografia Estratigrafia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, Natal. *Anais...* Natal: SBG – NE, p. 165 – 176.

STEIN, R. 1991 Accumulation of organic carbon in marine sediments. Results from the deep sea drilling project / OCEAN DRILLING PROGRAM, Lecture Notes in Earth Sciences, 34: 217 p.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. T. 1960 A manual of sea water analysis. 345p.

STUIVER, M. 1975 Climate versus changes in ¹³ C content of the organic component of Lake sediments during Late Quaternary, *Quat. Res.* 5: 251 – 262.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978 Formação Quaternária Marinhas do Litoral Paulista e Sul Fluminense. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary – the Brazilian National Working Group for the IGCP; Project 61, vol. 1, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Special Publication, pp. 1 – 55.

SUGUIO, K. & BIGARELLA, J.J. 1979 Dinamica da água corrente. In: BIGARELLA, J.J.; SUGUIO, K. & BECKER, R. D. (eds.) *Ambiente fluvial (Ambiente de Sedimentação: sua interpretação e importância)*. Curitiba: Editora Universidade Federal do Paraná, Associação de Defesa e Educação Ambiental, p. 25 – 43.

SUGUIO, K. 1982 Rochas Sedimentares: Propriedades, gênese e importância econômica. Suguio, K. (ed.) São Paulo: Edgard Blucher, 500 p.

SUGUIO, K. 1998. Dicionário de Geologia Sedimentar e Áreas Afins. Rio de Janeiro: *Bertrand Brasil*. 1222 p.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R. & TAIOLI, F. 2003 .Decifrando a Terra. São Paulo. *Oficina de texto*, 2000. 2ª Reimpressão, 2003, 558 p.

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

TOLONEN, K.; WARNER, B. & VASANDER, H. 1992. Ecology of Testaceans in mires in Southern Finland: I. Autecology. *Arch. Protistenkd*, v.144: 97- 112 p.

TUCCI, C. E. M. 2004. Hidrologia – Ciências e Aplicação. 3ª Eds.- Porto Alegre: *Editora da UFRGS/ABRH*. 849p.

TUCCI, C. E. M. 2004a Gerenciamento Integrado das Inundações Urbanas no Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)*, V. 01, N. 01, 59-73 p.

TUCCI, C. E. M. & CORDEIRO, O. M. 2004 Diretrizes Estratégicas para Ciências e Tecnologia e Recursos Hídricos no Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)*, V.01, N.01, 21-35 p.

TURQ, B.; PRESSINOTI, M. M. N. & MARTIN, L. 1997. Paleohydrology and Paleoclimate of the Past 33.000 years at the Tamanduá River, Central do Brazil. *Quaternary Research*, 47: 284-294.

TURQ, B.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; CORDEIRO, R. C. ; SIFEDDINE, A.; SIMÕES FILHO, F. F. L.; SOUZA, A. G.; ABRÃO, J. J.; OLIVEIRA, F. B. L.; SILVA, A. O. & CAPITÂNEO, J. 2002. Accumulation of organic carbon in five Brazilian lakes during the Holocene. *Sedimentary Geology*, 148: 319-342.

VASCONCELOS, E. P. ; LIMA NETO, F. F. & ROOS, S. 1990 Unidades de Correlação da Formação Açú, Bacia Potiguar. *In: SBG, Congr. Brasileiro de Geologia*, 36, Natal, *Anais*, 1: 227 – 240.

VALENCIA, E.P.E. 1993. Datação por ^{14}C e a razão isotópica $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ de solos sob climas Tropical e Subtropical do Brasil. Piracicaba – SP. 91 p. Dissertação de Mestrado – Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo.

VALENTIN, J.L. 2000. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*/ Jean Louis Valentin – Rio de Janeiro, *Interciência*, 117p.

VELHO, L. F. M., LANSAC-TÔHA, F. A. & SERAFIM – JUNIOR, M. 1996 a. Testate Amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the High Paraná River Floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: I. Families Arcellida and Centropyxidae. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.31, p. 35-40.

VELHO, L. F. M. & LANSAC-TÔHA, F. A.. 1996 b. Testate Amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the High Paraná River Floodplain, State Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Family Diffugiidae. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.31, p. 79-192.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F. A. & BINI, L. M. 1999. Spatial and Temporal Variation in densities of Testate Amoebae in the Plankton of the Upper Paraná River Floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 411: 103-113.

VELHO, L.F.M. ; LANSAC-TÔHA, F. A. & BINI, L. M. 2003. Influence of Environmental Heterogeneity on the Structure of Testate Amoebae (Protozoa, Rhizopoda) Assemblages in the Plankton of the Upper Paraná river floodplain, Brazil. *International Review of Hydrobiology* 88: 154 – 166 p.

VICALVI, M. A. 1999. Zoneamento Bioestratigráfico e Paleoclimático do Quaternário Superior do Talude da Bacia de Campos e Platô de São Paulo Adjacente, com Base em Foraminíferos Planctônicos. (*Tese de Doutorado, PPGG/UFRJ*).

VOLLENWEIDER, R. A. 1968 a Scientific Fundamentals of the Eutrophication of lakes and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as factors in Eutrophication. Paris Rep. Organization for Economic Cooperation and Development 192p. (DAS/CSI/ 68.27)

VOLLENWEIDER, R. A. 1968 b Möglichkeiten und Grenzen Elementarer Modelle der Stoffbitanz von Seen. *Arch, Hydrobiol.*, 66: 1 – 36.

ZOBY, J.L.G. & OLIVEIRA, F.R. 2005 Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. Caderno de Recursos Hídricos. ANA – CDOC 80 p.

ZUCON, M. H. & LOYOLA E SILVA, J. 1992. Distribuição Espacial de Foraminíferos e Arcellas do Estuário do Rio Piauí, Sergipe. Ed. da UFPR. *Neritica*, Curitiba, v-7, p. 57-69.

WALL, D. H. ; PALMER, M. A. & SNELGROVE, V. R. 2001. Biodiversity in critical transition zones between terrestrial, freshwater, and marine soils and sediments: process, linkages, and management implications. *Ecosystems*, v. 4, p. 418 – 420.

WALTER, I. 1982. The thecamoebae (Protozoa, Rhizopoda) of small Amazonian forest streams and their possible use as indicators organisms for waterquality. *Acta Amazonica*, v.12, p. 79-105.

WALTER, I. & LAGES, M.T. 1980. Adaptation of constance effort sampling and of removal trapping for the estimation of populations of microscopic organisms in dense populations. *Acta Amazonica*, v.10, p. 535-544.

WANDERLEY, M.D SALGADO-LABOURIAU, M.L. & SUGUIO, K. 2000. Paleovegetation and paleoclimate of “Veredas de Águas Emendadas”, Central do Brasil. *Journal of South American Earth Sciences*, 13: 241-254.2001. Interpretações paleontológicas e bioestratigráficas do testemunho MC 58 (Holoceno/Pleistoceno da bacia de Santos), com base em nanofósseis calcários. *Revista Brasileira de Paleontologia*, n.2,pp.21-31.

WARD, J. V.; & STANFORD, J. A. 1982. Thermal Responses in the Evolutionary Ecology of Aquatic Insects. *Annual Review of Entomology*. V. 27. p. 97-1.

WETZEL, R. G. 1975. Limnology Philadelphia, Sauders. 743 p.

WETZEL, R. G. 2000. Freshwater ecology: changes, requirements, and future demands. *Limnology*, v.1, p. 3 – 9.

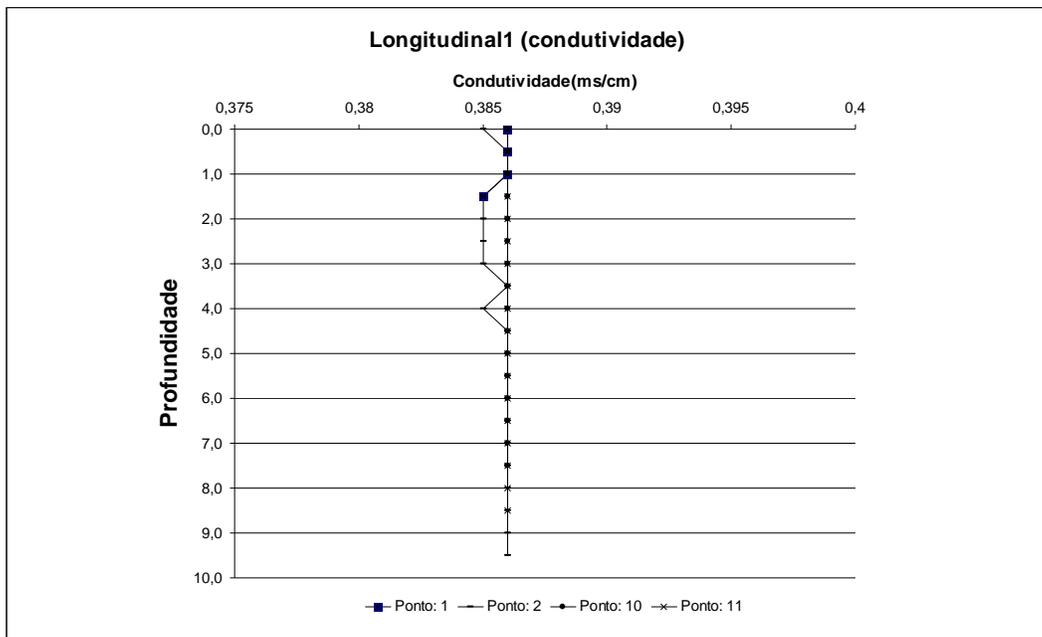
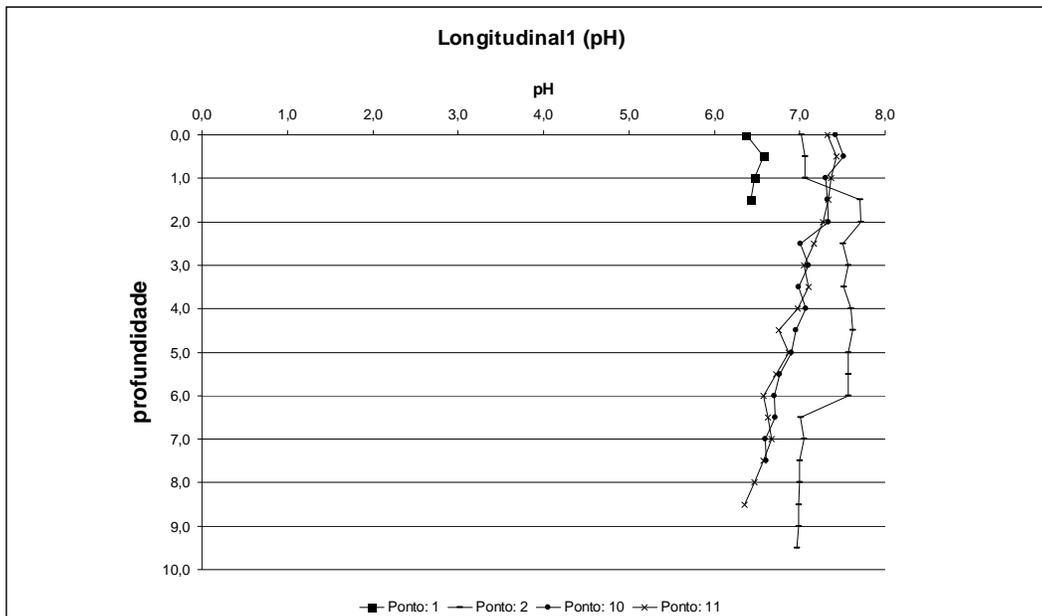
WHITTON, L. 1975. River Ecology. Berkeley: University of California Press. 725 p.

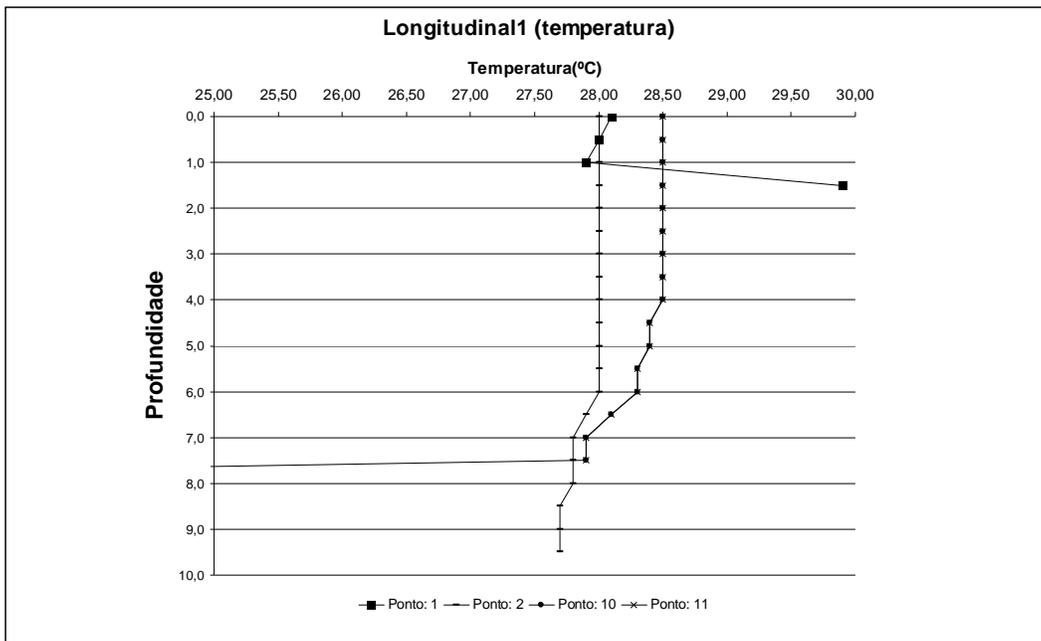
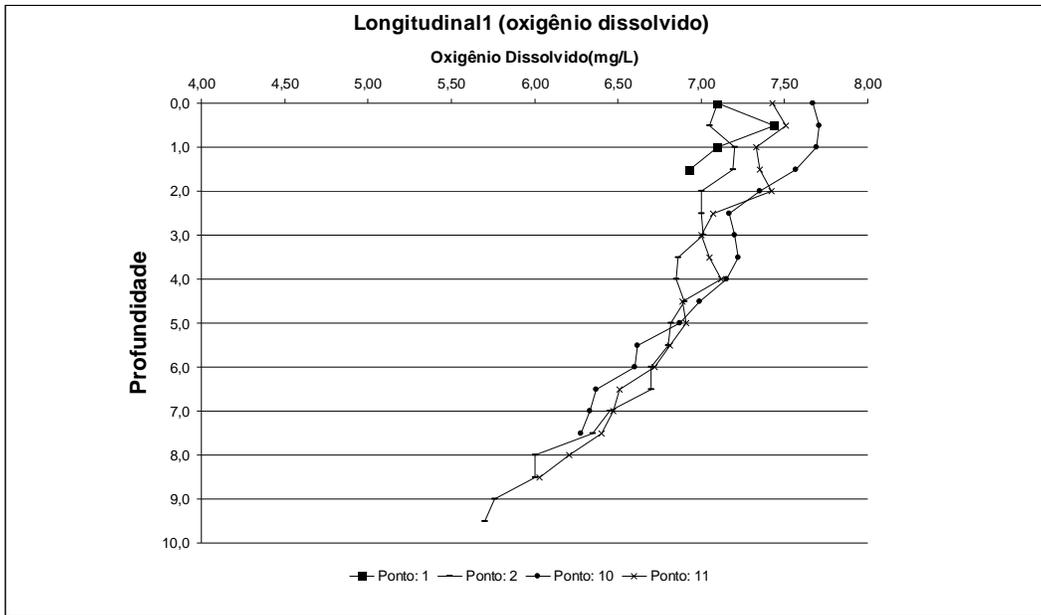
WICKMAN, F.E. & UBISCH VON, H. 1951 – Two notes of the isotopic constitution of carbon in minerals. *Geochim. Cosmochim. Acta* 1, p. 119.

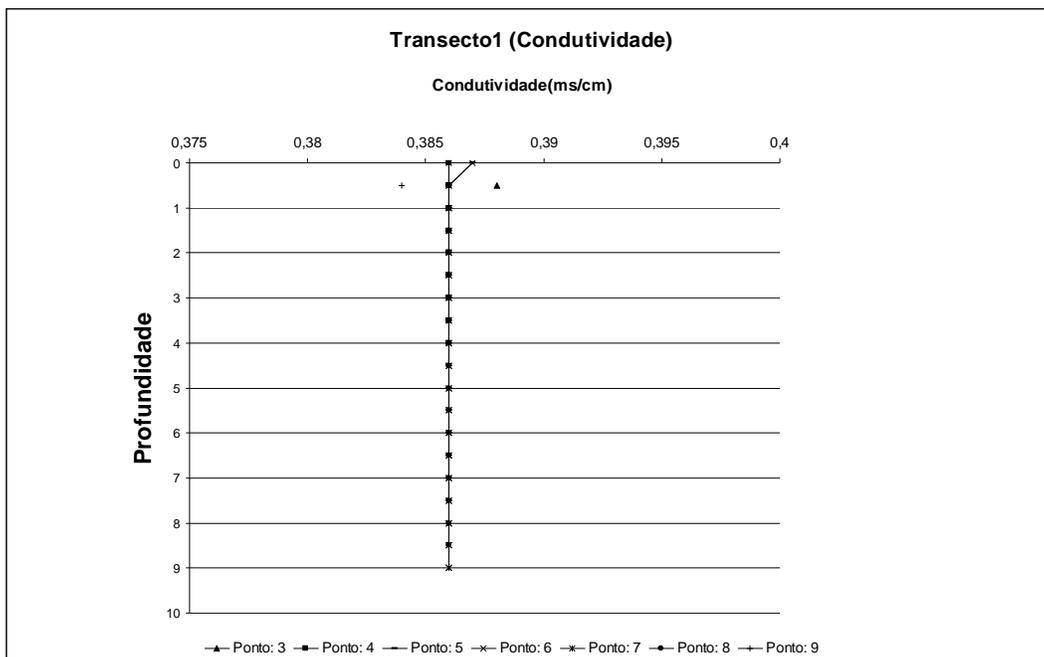
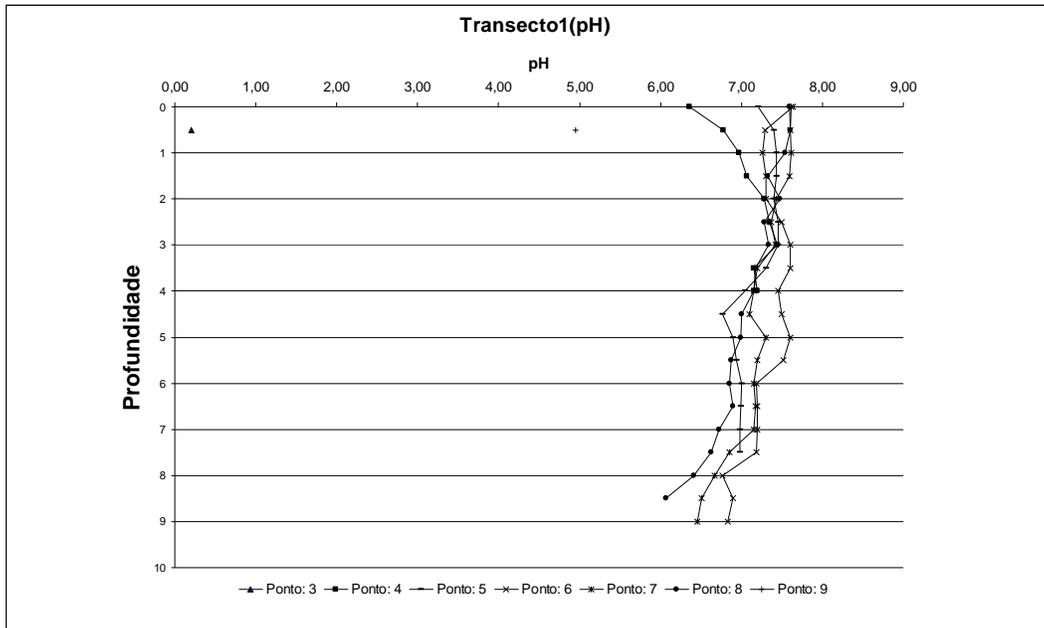
WICHMAN, F. E. 1952 Variations in the relative abundance of the carbon isotopes in plants.
Geochim. Cosmochim. Acta 2, p. 243.

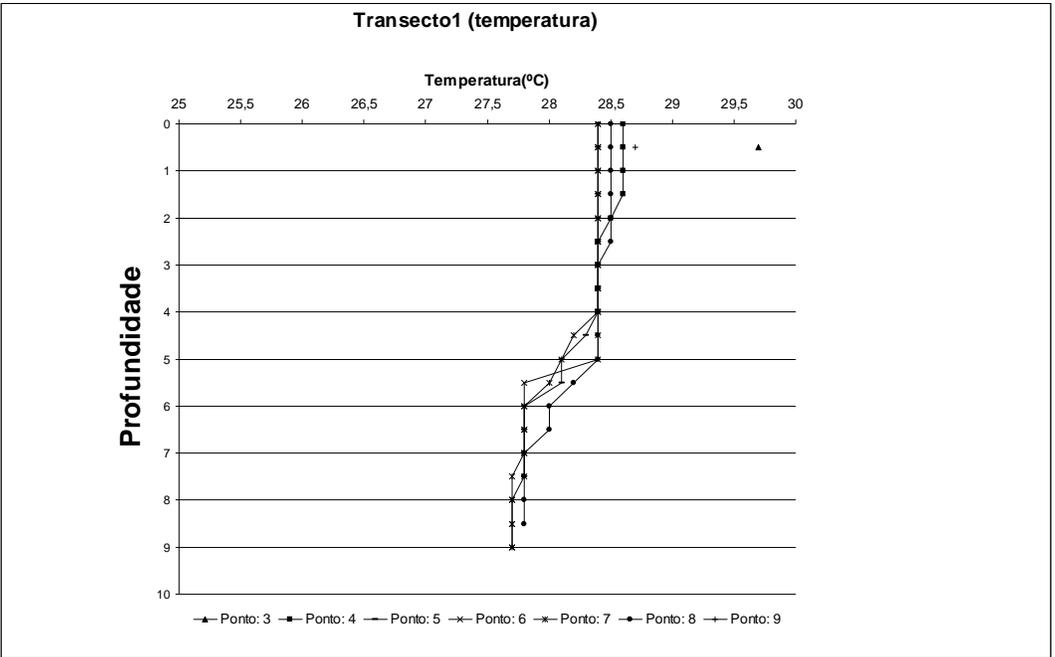
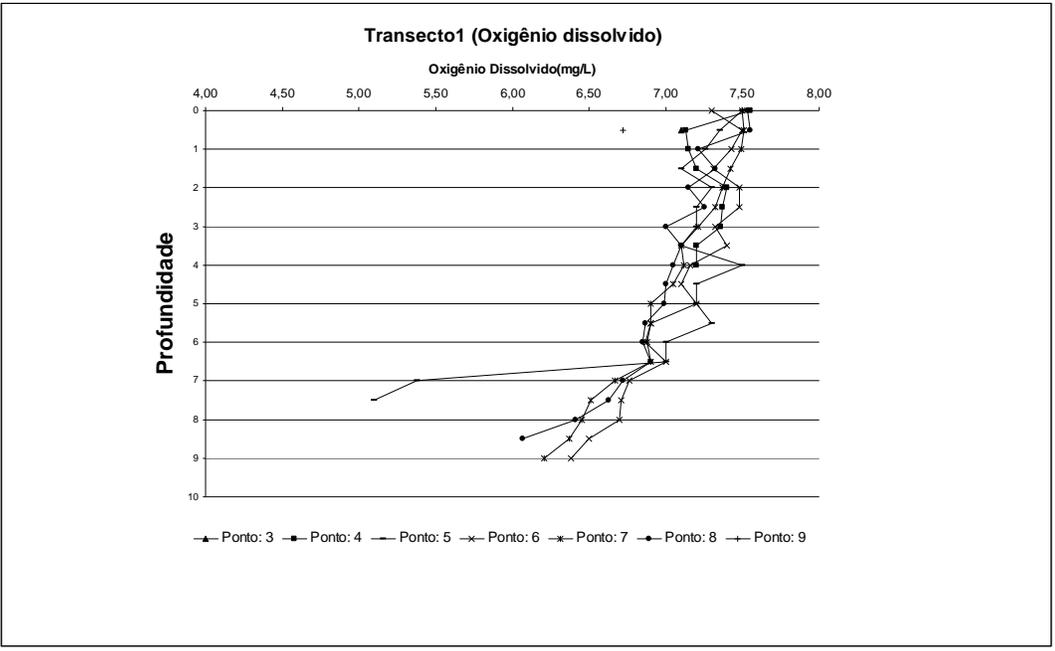
Anexos 1

01. Representação gráfica das estratificações dos parâmetros físico-químicos da Lagoa do Boqueirão no longitudinal 1 e transecto 1.

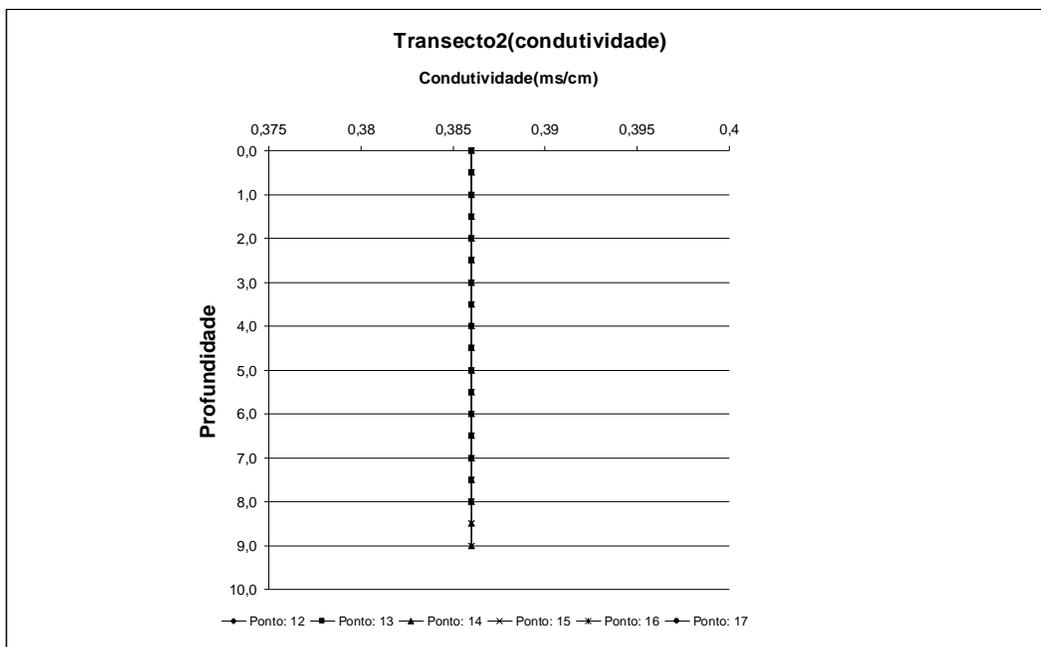
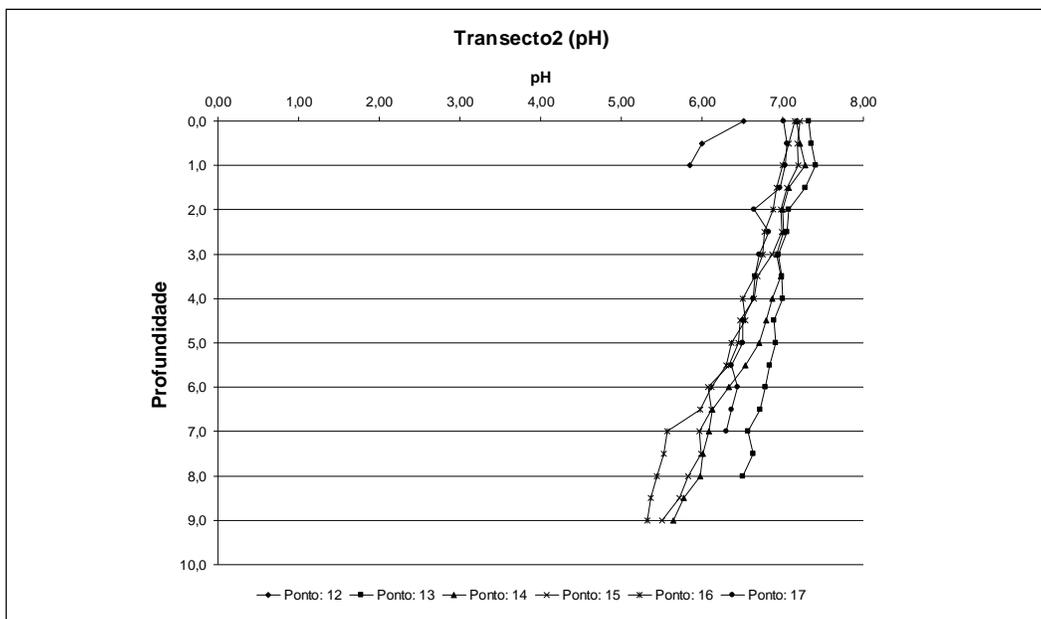


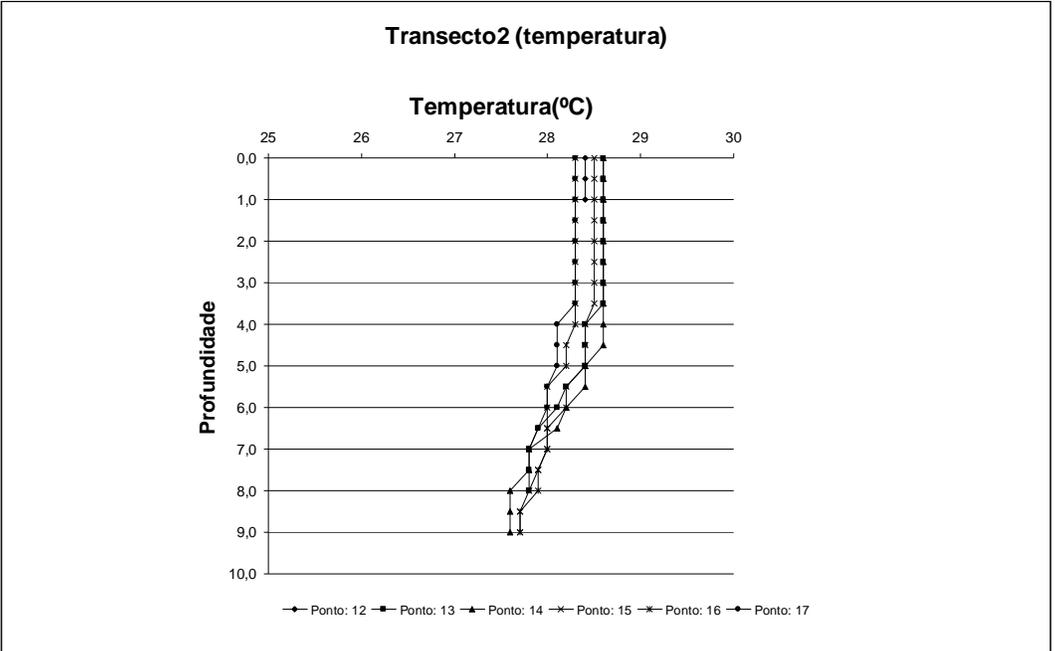
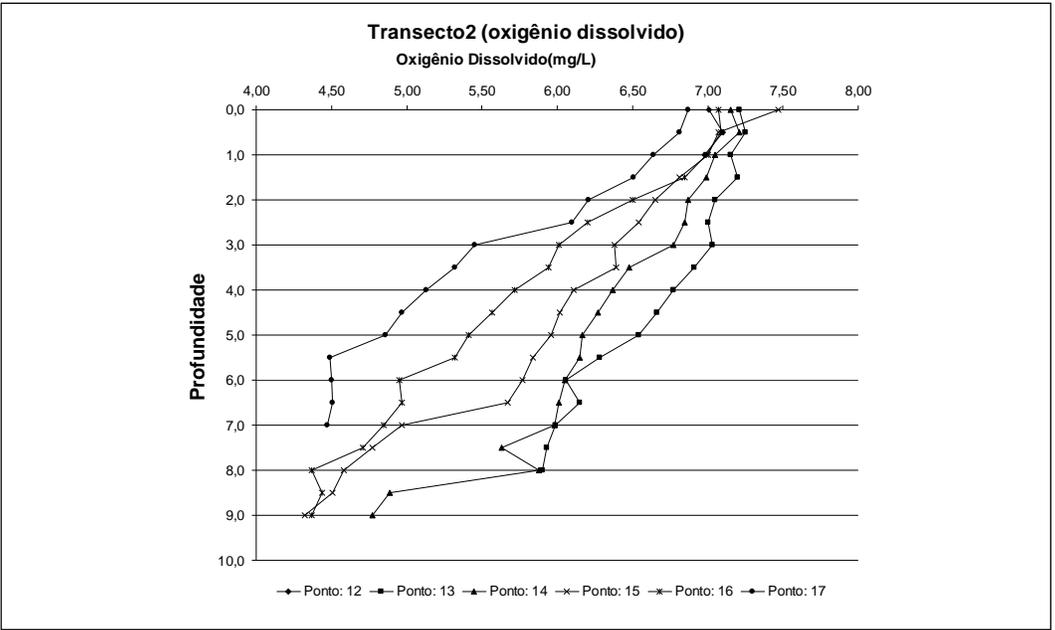






02. Representação gráfica das estratificações dos parâmetros físico-químicos da Lagoa do Boqueirão no transecto 2.





Anexos 2

Quadro I - Variação dos parâmetros analisados em cada estação de coleta. N= nº de indivíduos; S= Número de espécies; N1 e N2 abundancia das espécies; H'= Índice de Diversidade; R= Riqueza e J'= Equitatividade

Pontos	N	S	N1	N2	H	HMAX	H'	R1	R2	J	J'
LB 001	48	2	2,4941	2,3949	0,8566	1,0137	0,9139	0,5166	0,433	0,845	0,8319
LB 002	12	2	1,8085	1,9411	0,517	0,569	0,5925	0,4026	0,5773	0,9086	0,8547
LB 003	72	12	6,8274	5,7309	1,784	2,2226	1,9209	2,5721	1,4142	0,8026	0,773
LB 004	23	2	1,9099	1,9921	0,5919	0,6137	0,617	0,3189	0,417	0,9643	0,9335
LB 005	14	4	3,1866	3,9565	1,0034	1,0894	1,1589	1,1367	1,069	0,921	0,836
LB 006	8	2	1,3424	1,3333	0,2599	0,531	0,2945	0,4809	0,7071	0,4894	0,4249
LB 007	11	2	1,5268	1,4864	0,3643	0,5577	0,4231	0,417	0,603	0,6531	0,6105
LB 008	48	4	2,9462	2,605	1,0034	1,2651	1,0805	0,7749	0,5773	0,7931	0,7794
LB 009	10	3	1,9733	2,0454	0,5886	0,8342	0,6797	0,8685	0,9496	0,7055	0,6187
LB 010	95	5	4,3324	4,2202	1,3988	1,517	1,4661	0,8783	0,5129	0,9221	0,9106
LB 011	18	3	2,3982	2,3906	0,7735	0,9254	0,8747	0,6919	0,7071	0,8358	0,7962
LB 012	15	3	1,9154	1,8103	0,5736	0,9024	0,6499	0,7385	0,7746	0,6356	0,5916
LB 013	130	8	5,2702	4,1203	1,5851	1,9622	1,662	1,4381	0,7016	0,8078	0,7992
LB 014	43	3	2,4381	2,2132	0,829	1,0058	0,8912	0,5317	0,4575	0,8242	0,8121
LB 015	40	2	1,9526	2,0051	0,6302	0,6412	0,6691	0,271	0,3162	0,9828	0,9654
LB 016	112	5	4,7304	4,8037	1,4915	1,5278	1,554	0,8477	0,4724	0,9762	0,9655
LB 017	38	3	2,3835	2,3125	0,8054	0,9967	0,8685	0,5498	0,4866	0,808	0,7906
LB 018	59	5	3,9035	3,8022	1,2751	1,4759	1,3618	0,9809	0,6509	0,8639	0,8461
LB 019	18	2	1,8956	2,0131	0,576	0,5995	0,6395	0,3459	0,4714	0,9607	0,9227
LB 020	73	6	4,6563	4,38	1,4477	1,6545	1,5382	1,1653	0,7022	0,875	0,8585
LB 021	72	3	2,7821	2,7632	0,9765	1,0364	1,0232	0,4676	0,3535	0,9422	0,9313
LB 022	30	2	1,3596	1,2288	0,2769	0,6286	0,3072	0,294	0,3651	0,4405	0,4432
LB 023	3	2	1,5168	3	0,3662	0,3662	0,4166	0,9102	1,1547	1	0,604
LB 024	27	2	1,9504	2,0526	0,6174	0,6227	0,668	0,3034	0,3849	0,9914	0,9638
LB 025	0	0									
LB 026	98	2	4,8577	4,3406	1,5003	1,8183	1,5805	1,3086	0,7071	0,825	0,8122
LB 027	37	3	1,8899	1,5895	0,5809	0,9947	0,6365	0,5538	0,4932	0,584	0,5794
LB 028	53	5	3,2018	2,8708	1,0859	1,4644	1,1637	1,0074	0,6868	0,7415	0,723
LB 029	73	4	3,7777	3,8533	1,2626	1,2978	1,3291	0,6992	0,4681	0,9729	0,9587
LB 030	57	3	2,8125	2,8247	0,9786	1,0241	1,0341	0,4946	0,3973	0,9555	0,9412
LB 031	14	2	1,4478	1,3582	0,3222	0,5814	0,37	0,3789	0,5345	0,5541	0,5339
LB 032	27	2	1,8969	1,9392	0,5906	0,6227	0,6402	0,3034	0,3849	0,9484	0,9236
LB 033	5	2	1,7493	2,5	0,4605	0,4605	0,5592	0,6213	0,8944	1	0,8067
LB 034	37	3	2,8784	3,0833	0,9821	0,9947	1,0572	0,5538	0,4982	0,9873	0,9623
LB 035	63	4	3,7246	3,8144	1,2419	1,2872	1,3149	0,724	0,5039	0,9648	0,9485
LB 036	53	5	4,0176	3,9147	1,2951	1,4644	1,3906	1,0074	0,6868	0,8844	0,864
LB 037	19	3	2,6059	2,85	0,8537	0,9292	0,9578	0,6792	0,6882	0,9187	0,8718
LB 038	45	3	2,6917	2,6975	0,9269	1,0094	0,9901	0,5253	0,4472	0,9182	0,9013
LB 039	26	3	2,8008	3,066	0,9376	0,9635	1,0299	0,6138	0,5883	0,973	0,9374
LB 040	76	6	3,828	3,2022	1,2623	1,6584	1,3423	1,1545	0,6882	0,7611	0,7491
LB 041	62	9	6,9395	6,6118	1,7892	1,9691	1,9372	1,9383	1,143	0,9086	0,8816

LB 042	36	4	3,5289	3,6627	1,1585	1,2364	1,261	0,8371	0,6666	0,9369	0,9096
LB 043	11	2	1,8356	2,037	0,5271	0,5577	0,6073	0,417	0,603	0,9451	0,8762
LB 044	18	2	1,1945	1,125	0,1605	0,5995	0,1777	0,3459	0,4714	0,2678	0,2564
LB 045	38	3	2,4969	2,375	0,8475	0,9967	0,915	0,5498	0,4866	0,8503	0,8329
LB 046	13	2	1,2465	1,1818	0,1973	0,5729	0,2203	0,3898	0,5547	0,3443	0,3179
LB 047	66	3	2,5579	2,4712	0,8923	1,0321	0,9391	0,4773	0,3692	0,8645	0,8548
LB 048	40	3	2,2819	2,2478	0,7685	1,0006	0,825	0,5421	0,4743	0,768	0,7506
LB 049	44	4	1,7719	1,4078	0,5183	1,257	0,572	0,7927	0,603	0,4123	0,4126
LB 050	39	5	3,5378	3,3681	1,1581	1,4279	1,2635	1,0918	0,8006	0,8111	0,785
LB 051	0	0									
LB 052	25	3	2,3996	2,3255	0,7915	0,9597	0,8753	0,6213	0,6	0,8247	0,7967
LB 053	66	4	3,7161	3,7697	1,2419	1,2905	1,3126	0,716	0,4923	0,9623	9469
LB 054	35	3	2,4114	2,3611	0,8129	0,9902	0,8802	0,5625	0,507	0,8209	0,8012
LB 055	10	2	1,5594	1,5517	0,3806	0,5529	0,4443	0,4342	0,6324	0,6884	0,641
LB 056	32	3	2,5554	2,4924	0,8616	0,9827	0,9382	0,577	0,5303	0,8767	0,854
LB 057	18	2	1,5231	1,4166	0,3724	0,5995	0,4207	0,3459	0,4714	0,6212	0,607
LB 058	10	2	1,2958	1,25	0,2302	0,5529	0,2591	0,4342	0,6324	0,4164	0,3738
LB 059	0	0									
LB 060	0	0									
LB 061	24	3	2,5359	2,6285	0,8418	0,9571	0,9305	0,6293	0,6123	0,8795	0,847
LB 062	38	4	3,6445	3,9273	1,1927	1,2409	1,2932	0,8247	0,6488	0,9611	0,9328
LB 063	86	4	3,2486	2,9571	1,1231	1,3083	1,1782	0,6735	0,4313	0,8584	0,8499
LB 064	11	2	1,5268	1,4864	0,3643	0,5577	0,4231	0,417	0,603	0,6531	0,6105
LB 065	43	4	3,3016	3,2599	1,1069	1,2539	1,1944	0,7976	0,6099	0,8827	0,8615
LB 066	43	4	2,9921	2,8485	1,016	1,2539	1,0959	0,7976	0,6099	0,8104	0,7905
LB 067	41	3	2,5963	2,4924	0,8878	1,0024	0,9541	0,5385	0,4685	0,8856	0,8684
LB 068	33	3	2,6185	2,6268	0,8866	0,9862	0,9626	0,572	0,5222	0,8989	0,8762
LB 069	45	4	3,1717	3,0461	1,0719	1,2584	1,1542	0,788	0,5962	0,8517	0,8326
LB 070	4	2	1,4896	2	0,3465	0,4479	0,3985	0,7213	1	0,7737	0,575
LB 071	15	2	1,7242	1,7213	0,4812	0,5846	0,5447	0,3692	0,5164	0,8231	0,7859
LB 072	50	4	3,5532	3,5507	1,1843	1,2679	1,2678	0,7668	0,5656	0,934	0,9145
LB 073	19	2	1,3593	1,2481	0,2706	0,6017	0,3069	0,3396	0,4588	0,4497	0,4428
LB 074	25	2	1,9454	2,0547	0,6124	0,6185	0,6655	0,3106	0,4	0,99	0,9601
LB 075	63	4	3,396	3,2121	1,1526	1,2872	1,2226	0,724	0,5039	0,8954	0,8819
LB 076	22	2	1,8259	1,8333	0,5475	0,6121	0,602	0,3235	0,4264	0,8945	0,8686
LB 077	9	3	2,2334	2,7692	0,6914	0,8251	0,8035	0,9102	1	0,8378	0,7314
LB 078	98	6	5,3682	5,3464	1,5997	1,682	1,6804	1,0905	0,606	0,951	0,9379
LB 079	67	4	3,7778	3,9063	1,2587	1,2917	1,3291	0,7134	0,4886	0,9734	0,9587
LB 080	29	2	1,936	2,009	0,6125	0,6264	0,6606	0,2969	0,3713	0,9778	0,9531
LB 081	3	2	1,5168	3	0,3662	0,3662	0,4166	0,9104	1,1547	1	0,601
LB 082	13	3	2,5277	2,888	0,8033	0,8775	0,9273	0,7797	0,832	0,9154	0,844
LB 083	66	4	3,7031	3,7631	1,2386	1,2905	1,3091	0,716	0,4923	0,9597	0,9443
LB 084	51	2	1,8712	1,8292	0,5945	0,6498	0,6265	0,2543	0,28	0,9149	0,9039
LB 085	16	2	1,2121	1,1428	0,1732	0,5914	0,1924	0,3606	0,5	0,293	0,2776
LB 086	45	2	1,838	1,7805	0,5742	0,6454	0,6087	0,2627	0,2981	0,8896	0,8781
LB 087	27	4	2,4392	2,2215	0,8086	1,2001	0,8916	0,9102	0,7698	0,6738	0,6432
LB 088	0	0									
LB 089	48	4	2,509	2,0107	0,8487	1,2651	0,9199	0,7749	0,5773	0,6708	0,6635
LB 090	47	3	2,6187	2,5081	0,9017	1,0119	0,9627	0,5194	0,4375	0,8911	0,8762
LB 091	38	3	1,6776	1,4004	0,4691	0,9967	0,5173	0,5498	0,4866	0,4706	0,4709
LB 092	30	4	3,355	3,3984	1,0992	1,2132	1,2104	0,882	0,7303	0,9059	0,8731
LB 093	13	3	2,241	2,5161	0,7107	0,8775	0,8069	0,7797	0,832	0,8098	0,7345

LB 094	39	3	2,6639	2,675	0,9108	0,9993	0,9798	0,5459	0,4803	0,9113	0,8918
--------	----	---	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

LB 095	20	3	2,7087	3,0158	0,8915	0,9353	0,9964	0,6676	0,6708	0,9532	0,907
LB 096	62	5	4,0808	4,1019	1,3215	1,4806	1,4063	0,9692	0,635	0,8925	0,8737
LB 097	86	5	3,797	3,4644	1,2673	1,5093	1,3342	0,898	0,5391	0,8396	0,8289
LB 098	72	7	5,2445	5,0117	1,5539	1,784	1,6577	1,4029	0,8249	0,871	0,8519
LB 099	13	2	1,2465	1,1818	0,1973	0,5729	0,2203	0,3898	0,5547	0,3443	0,3179
LB 100	25	2	1,9204	2	0,6	0,6185	0,6525	0,3106	0,4	0,9699	0,9414
LB 101	3	2	1,5168	3	0,3662	0,3662	0,4166	0,9102	1,1547	1	0,601
LB 102	28	4	2,5769	2,3625	0,8595	1,2067	0,9466	0,9003	0,7559	0,7122	0,6828
LB 103	56	14	11,3354	15,0908	2,2089	2,2832	2,4271	3,2295	1,8708	0,9674	0,92
LB 104	30	4	3,0652	3,2222	1,0259	1,2132	1,1201	0,882	0,7303	0,8456	0,808
LB 105	30	7	5,3816	6,1267	1,5061	1,6397	1,683	1,764	1,278	0,9184	0,8648
LB 106	72	3	1,7837	1,5259	0,5463	1,0364	0,5787	0,4676	0,3535	0,5271	0,5267

Quadro II: Frequência Relativa e Frequência de Ocorrência				
<i>ARCELLANS</i>	<i>N. de Indivíduos</i>	<i>Freq. Relativa</i>	<i>N. de amostras</i>	<i>Freq. de Ocorrência</i>
<i>Arcella antarcella</i>	3	0,08	2	1,89
<i>Arcella sp.</i>	120	3,16	6	5,66
<i>Arcella vulgaris</i>	7	0,18	1	0,94
<i>Archerella flavum</i>	12	0,32	4	3,77
<i>Centropyxis aculeata</i>	230	6,06	35	33,02
<i>Centropyxis constricta</i>	110	2,90	11	10,38
<i>Centropyxis hirsuta</i>	10	0,26	2	1,89
<i>Centropyxis lateral</i>	7	0,18	1	0,94
<i>Centropyxis marsupiformis</i>	1084	28,56	73	68,87
<i>Cochliopodium pellucidum</i>	97	2,56	11	10,38
<i>Cryptodifflugia oviformis</i>	27	0,71	4	3,77
<i>Curcubitella tricuspis</i>	23	0,61	4	3,77
<i>Curcubitella sp.</i>	4	0,11	1	0,94
<i>Cyclopyxis sp.</i>	3	0,08	1	0,94
<i>Difflugia copreolata</i>	433	11,41	40	37,74
<i>Difflugia corona</i>	20	0,53	4	3,77
<i>Difflugia lobistona</i>	121	3,19	9	8,49
<i>Difflugia militiformis</i>	5	0,13	1	0,94
<i>Difflugia protaeiformis</i>	288	7,59	21	19,81
<i>Difflugia pyriformis</i>	393	10,36	29	27,36
<i>Difflugia sp.</i>	32	0,84	3	2,83
<i>Difflugia urceolata</i>	7	0,18	1	0,94
<i>Difflugia urens</i>	8	0,21	1	0,94
<i>Euglypha sp.</i>	2	0,05	1	0,94
<i>Euglypha tuberculata</i>	20	0,53	4	3,77
<i>Gocevia pontica</i>	19	0,50	1	0,94
<i>Lagenodifflugia sp.</i>	68	1,79	4	3,77
<i>Lagenodifflugia vas</i>	14	0,37	2	1,89
<i>Lesquerencia sp.</i>	16	0,42	2	1,89
<i>Microcorycia sp.</i>	1	0,03	1	0,94
<i>Nebela collaris</i>	4	0,11	1	0,94
<i>Nebela sp.</i>	26	0,69	2	1,89
<i>Penardia mutabilis</i>	1	0,03	1	0,94
<i>Penardochlamy sp.</i>	2	0,05	1	0,94
<i>Phryganella nidulus</i>	6	0,16	1	0,94
<i>Plagiopyxis sp.</i>	40	1,05	4	3,77
<i>Puntigulasia compressa</i>	37	0,97	6	5,66
<i>Puntigulasia sp.</i>	236	6,22	25	23,58
<i>Parnnulina sp.</i>	1	0,03	1	0,94
<i>Quadrudella sp</i>	121	3,19	5	4,72
<i>Silicoplacentina sp.</i>	2	0,05	1	0,94
<i>Espécie A (3 orifícios)</i>	40	1,05	5	4,72
<i>Espécie B (membranacea)</i>	95	2,50	5	4,72

Quadro III: Representação das assembléias encontradas em todas as amostras da camada nefelóide

<i>Penardia mutabilis</i>										
<i>Penardochlamy sp.</i>										
<i>Phryganella nidulus</i>										
<i>Plagiopyxis sp.</i>										
<i>Puntigulasia compressa</i>										
<i>Puntigulasia sp.</i>										
<i>Parnulina sp.</i>										
<i>Quadrudella sp</i>										
<i>Silicoplaentina sp.</i>										
<i>Espèce A (3 orifices)</i>										
<i>Espèce B (membranacea)</i>										

ARCELLANS	# 21	# 22	# 23	# 24	# 25	# 26	# 27	# 28	# 29	# 30
<i>Arcella antarcella</i>					0					
<i>Arcella sp.</i>					0					
<i>Arcella vulgaris</i>					0					
<i>Archerella flavum</i>					0					
<i>Centropyxis aculeata</i>					0					
<i>Centropyxis constricta</i>					0					
<i>Centropyxis hirsuta</i>					0					
<i>Centropyxis lateral</i>					0					

<i>Centropyxis marsupiformis</i>				0					
<i>Cochliopodium pellucidum</i>				0					
<i>Cryptodifflugia oviformis</i>				0					
<i>Curcubitella tricuspis</i>				0					
<i>Curcubitella sp.</i>				0					
<i>Cyclopyxis sp.</i>				0					
<i>Difflugia copreolata</i>				0					
<i>Difflugia corona</i>				0					
<i>Difflugia lobistona</i>				0					
<i>Difflugia militriformis</i>				0					
<i>Difflugia protaeiformis</i>				0					
<i>Difflugia pyriformis</i>				0					
<i>Difflugia sp.</i>				0					
<i>Difflugia urceolata</i>				0					
<i>Difflugia urens</i>				0					
<i>Euglypha sp.</i>				0					
<i>Euglypha tuberculata</i>				0					
<i>Gocevia pontica</i>				0					
<i>Lagenodifflugia sp.</i>				0					
<i>Lagenodifflugia vas</i>				0					
<i>Lesquerencia sp.</i>				0					
<i>Microcorycia sp.</i>				0					
<i>Nebela collaris</i>				0					
<i>Nebela sp.</i>				0					
<i>Penardia mutabilis</i>				0					
<i>Penardochlamy sp.</i>				0					

<i>Diffflugia corona</i>										
<i>Diffflugia lobistona</i>										
<i>Diffflugia militriformis</i>										
<i>Diffflugia protaeiformis</i>										
<i>Diffflugia pyriformis</i>										
<i>Diffflugia sp.</i>										
<i>Diffflugia urceolata</i>										
<i>Diffflugia urens</i>										
<i>Euglypha sp.</i>										
<i>Euglypha tuberculata</i>										
<i>Gocevia pontica</i>										
<i>Lagenodiffflugia sp.</i>										
<i>Lagenodiffflugia vas</i>										
<i>Lesquerencia sp.</i>										
<i>Microcorycia sp.</i>										
<i>Nebela collaris</i>										
<i>Nebela sp.</i>										
<i>Penardia mutabilis</i>										
<i>Penardochlamy sp.</i>										
<i>Phryganella nidulus</i>										
<i>Plagiopyxis sp.</i>										
<i>Puntigulasia compressa</i>										
<i>Puntigulasia sp.</i>										
<i>Parnulina sp.</i>										
<i>Quadrudella sp</i>										
<i>Silicoplaentina sp.</i>										
<i>Espécie A (3 orificios)</i>										
<i>Espécie B (membranacea)</i>										

ARCELLANS	# 81	# 82	# 83	# 84	# 85	# 86	# 87	# 88	# 89	# 90
<i>Arcella antarcella</i>								0		
<i>Arcella sp.</i>								0		
<i>Arcella vulgaris</i>								0		
<i>Archerella flavum</i>								0		
<i>Centropyxis aculeata</i>								0		
<i>Centropyxis constricta</i>								0		
<i>Centropyxis hirsuta</i>								0		

<i>Centropyxis lateral</i>								0		
<i>Centropyxis marsupiformis</i>								0		
<i>Cochliopodium pellucidum</i>								0		
<i>Cryptodiffugia oviformis</i>								0		
<i>Curcubitella tricuspis</i>								0		
<i>Curcubitella sp.</i>								0		
<i>Cyclopyxis sp.</i>								0		
<i>Diffugia copreolata</i>								0		
<i>Diffugia corona</i>								0		
<i>Diffugia lobistona</i>								0		
<i>Diffugia militriformis</i>								0		
<i>Diffugia protaeiformis</i>								0		
<i>Diffugia pyriformis</i>								0		
<i>Diffugia sp.</i>								0		
<i>Diffugia urceolata</i>								0		
<i>Diffugia urens</i>								0		
<i>Euglypha sp.</i>								0		
<i>Euglypha tuberculata</i>								0		
<i>Gocevia pontica</i>								0		
<i>Lagenodiffugia sp.</i>								0		
<i>Lagenodiffugia vas</i>								0		
<i>Lesquerencia sp.</i>								0		
<i>Microcorycia sp.</i>								0		
<i>Nebela collaris</i>								0		
<i>Nebela sp.</i>								0		
<i>Penardia mutabilis</i>								0		
<i>Penardochlamy sp.</i>								0		
<i>Phryganella nidulus</i>								0		
<i>Plagiopyxis sp.</i>								0		

<i>Diffflugia urceolata</i>									
<i>Diffflugia urens</i>									
<i>Euglypha</i> sp.									
<i>Euglypha tuberculata</i>									
<i>Gocevia pontica</i>									
<i>Lagenodifflugia</i> sp.									
<i>Lagenodifflugia vas</i>									
<i>Lesquerencia</i> sp.									
<i>Microcorycia</i> sp.									
<i>Nebela collaris</i>									
<i>Nebela</i> sp.									
<i>Penardia mutabilis</i>									
<i>Penardochlamy</i> sp.									
<i>Phryganella nidulus</i>									
<i>Plagiopyxis</i> sp.									
<i>Puntigulasia compressa</i>									
<i>Puntigulasia</i> sp.									
<i>Parnulina</i> sp.									
<i>Quadrudella</i> sp.									
<i>Silicoplaentina</i> sp.									
Espècie A (3 orificios)									
Espècie B (membranacea)									

ARCELLANS	# 101	# 102	# 103	# 104	# 105	# 106
<i>Arcella antarcella</i>						
<i>Arcella</i> sp.						
<i>Arcella vulgaris</i>						
<i>Archerella flavum</i>						
<i>Centropyxis aculeata</i>						
<i>Centropyxis constricta</i>						
<i>Centropyxis hirsuta</i>						
<i>Centropyxis lateral</i>						
<i>Centropyxis marsupiformis</i>						
<i>Cochliopodium pellucidum</i>						
<i>Cryptodifflugia oviformis</i>						
<i>Curcubitella tricuspis</i>						

Curcubitella sp.						
Cyclopyxis sp.						
Diffflugia copreolata						
Diffflugia corona						
Diffflugia lobistona						
Diffflugia militriformis						
Diffflugia protaeiformis						
Diffflugia pyriformis						
Diffflugia sp.						
Diffflugia urceolata						
Diffflugia urens						
Euglypha sp.						
Euglypha tuberculata						
Gocevia pontica						
Lagenodiffflugia sp.						
Lagenodiffflugia vas						
Lesquerencia sp.						
Microcorycia sp.						
Nebela collaris						
Nebela sp.						
Penardia mutabilis						
Penardochlamy sp.						
Phryganella nidulus						
Plagiopyxis sp.						
Puntigulasia compressa						
Puntigulasia sp.						
Parnnulina sp.						
Quadrudella sp			0		0	
Silicoplacemina sp.					0	
Espécie A (3 orificios)		0				
Espécie B (membranacea)			0			

Tabela VIII b: Representação da Bioestratigrafia do testemunho 02-01 (centro). *Centropyxis aculeata* (Centacul); *Centropyxis constricta* (Centconst); *Diffugia copeolata* (Difcopreo); *Diffugia pyriformis* (Difpirif); *Ammonia beccari tépida* (ammbtep); *Ammonia beccari parquisoniana* (Ammbparq); *Elphidium excavatum* (Elpexcav).

LB 02 -01 (Centro)		Arcellans				Cistos	Foraminíferos		
Depth (cm)	Datações BP	<i>Centacul</i>	<i>Centconst</i>	<i>Difcopreo</i>	<i>Difpirif</i>		<i>ammbtep</i>	<i>ammbparq</i>	<i>elpexcav</i>
1780									
14 - 16		4	5	3	2				
16 - 18		2	4	0	0				
18 - 20		1	4	0	2				
20 - 22		5	0	0	1				
22 - 24						8			
26 - 28						12			
28 - 30									
30 - 32									
32 - 34									
34 - 36									
38 - 40									
40 - 42									
42 - 44							4	3	7
44 - 45									
47 - 49									
49 - 51									
51 - 52									
54 - 56									
56 - 58									
58 - 59							1	3	4
3895									
61 - 63							5	1	3
63 -							4	2	0

