

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

Formatado

Jandira Pedrosa Leal

**ESTUDO GEOAMBIENTAL & EVOLUÇÃO
PALEOGEOGRÁFICA DA LAGOA OLHO D'ÁGUA
(JABOATÃO DOS GUARARAPES/PE)**

Dissertação de Mestrado

2002

Excluído: ¶

JANDIRA PEDROSA LEAL

**Bióloga, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995.
Mestre, Universidade Federal de Pernambuco, 2002.**

**ESTUDO GEOAMBIENTAL & EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA
DA LAGOA OLHO D'ÁGUA
(JABOATÃO DOS GUARARAPES/PE)**

Dissertação que apresentou ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências, da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso, em preenchimento parcial para obter do grau de Mestre em Geociências, área de concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental.

**RECIFE / PE
2002**

**ESTUDO GEOAMBIENTAL & EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA
DA LAGOA OLHO D'ÁGUA
(JABOATÃO DOS GUARARAPES/PE)**

JANDIRA PEDROSA LEAL

Aprovada:

Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso 29/11/2002

Prof. Dr. Eldemar Menor 29/11/2002

Prof. Dr. George Satander Sá Freire 29/11/2002

|

“... Você tem liberdade de ser você mesmo, de ser o seu próprio eu, aqui e agora, e não há nada que possa interpor-se no seu caminho...”.

(Richard Bach em “*Fernão Capelo Gaivota*”, 1970).

Excluído: ¶

¶
¶
¶

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida e pelas várias oportunidades de aprendizado;

Aos meus pais, Manoel e Lais Leal, por acompanharem a minha caminhada pessoal e profissional, apoiando, acreditando e incentivando e irrestrito amor.

A Alberto Bezerra de Medeiros, meu esposo, amigo e parceiro de todas as horas, em todos os momentos, pelo apoio irrestrito, carinho e dedicação.

À Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao Professor Valdir do Amaral Vaz Manso, pela orientação e amizade durante a realização deste mestrado; por ter me apoiado nas horas difíceis e finalmente por ter aberto a oportunidade de fazer parte do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM.

Ao Professor Eldemar Albuquerque Menor, por ter aceitado o desafio de ajudar-me em tão pouco tempo, apoiando e incentivando, por suas valiosas contribuições e principalmente pela dedicação e amizade.

Ao Professores Vírginio Henrique Neumann e Margareth Mascarenhas Alheiros, pelo apoio e incentivo durante a realização desse mestrado, e principalmente pela consideração profissional e pessoal que me dedicaram.

A Valmísa Alves Araújo, pela disposição em sempre auxiliar e apoiar, informando e orientando a cerca de todo processo administrativo e acadêmico, durante todo o curso, e principalmente pelo carinho e amizade.

À querida amiga Maria Almerice Bezerra Lima, Geógrafa – CPRH, pelo valioso apoio na edição dos mapas utilizados nesse trabalho.

À Núbia Chaves Guerra, Geóloga, por ter me ajudado nos momentos difíceis na fase final desse trabalho, bem como pela primorosa edição gráfica.

A Alex Souza Moraes, pela ajuda na elaboração e discussão dos gráficos geoquímicos.

Ao Professor e colega Alvimir Alves Oliveira, pelo valioso apoio e pela tradução para a língua inglesa do resumo desta dissertação.

Aos amigos e todos aqueles que por descuido possa ter deixado de mencionar, pela ajuda, amizade, incentivo e apoio todas as vezes que precisei, e que ao seu modo me presentearam.

OBRIGADO!

Excluído: ¶

|

Aos Meus Pais,
Manoel Alves Leal & Lais Souto Pedrosa Leal,
por serem meu “Norte”, meu porto seguro, minha lição
de vida e por me ensinarem e ajudarem a crescer sem
nunca perder a capacidade de acreditar e sonhar.

Ao “meu” *Alberto,*
por ser parte da minha vida.

RESUMO

A Área de estudo situa-se na Planície Costeira Quaternária do Município de Jaboatão dos Guararapes, Região Metropolitana do Recife. Nela está inserida a Lagoa Olho D'água, objeto dos estudos propostos nesta dissertação. A investigação abrange três perspectivas: a primeira refere-se à análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos da lagoa, conforme metodologia proposta pela UNESCO (1981), visando sua classificação; a segunda envolve uma análise da evolução paleoambiental, através da análise sedimentar e geoquímica (relação C:N em matéria orgânica) de um testemunho de sondagem com 4,84 metros; a terceira, a relação da ocupação da área de entorno e a condição ambiental (processo de eutrofização) da lagoa, nos últimos 50 anos. Conforme a análise dos parâmetros obtidos conclui-se que a lagoa é do tipo perene, restrita, eutrófica, polimítica, de origem mista e de águas escuras. As relações C:N (em matéria orgânica) evidenciaram mudanças qualitativas nas fontes orgânicas durante a evolução ambiental. Suas condições pretéritas (7.250 AP) revelam um caráter francamente dulcícola e continental; no estágio intermediário ocorrem acentuadas oscilações ambientais (estimativa de 6.500 a 2.000 AP); e, finalmente, condições relativamente estáveis com mistura de águas salinas predominam no intervalo superior, estimado entre 2.000 ao presente. Não foram observados há indícios geoquímicos que permitam afirmar que a ocupação humana tenha causado transtornos ambientais notórios neste ambiente sedimentar até aproximadamente 200 A.P. Entretanto, A análise dos dados de ^{210}Pb , demonstram que a lagoa encontra-se em processo de eutrofização acelerada, desde os últimos 56 anos, com sua intensificação a partir da década de 80. Este fato resulta da influência antrópica evidenciada pelo mapeamento da evolução da ocupação urbana no entorno da lagoa.

Excluído: ¶
¶

Excluído: ¶

INDICE

AGRADECIMENTOS	I
DEDICATÓRIA	II
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
INDICE DE FIGURAS	V
INDICE DE TABELAS	VI
INDICE DE FOTOGRAFIAS	VII
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 2 – OBJETIVOS	03
2.1. OBJETIVO GERAL	03
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	03
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	04
3.1. METODOLOGIA PARA ESTUDOS DAS LAGOAS COSTEIRAS	05
3.2. BATIMETRIA & AMOSTRAGEM	14
3.3. TESTEMUNHO DE SONDAGEM PE 2/92	14
3.4. ANÁLISE GEOQUÍMICA	16
3.5. DESCRIÇÃO MALACOLÓGICA	17
3.6. DATAÇÃO PELOS MÉTODOS DO CARBONO 14 (¹⁴ C) E CHUMBO 210 (²¹⁰ Pb)	17
CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	18
4.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS	18
4.2.1. Clima	18
4.2.2. Relevo	18
4.2.3. Hidrografia	21
4.2.4. Vegetação & Fauna	22
4.2.5. Solos	23
4.2.6. Geologia	24
4.2.7. Geomorfologia	29
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE LAGOAS COSTEIRAS	32
5.1. INTRODUÇÃO	32
5.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DAS LAGOAS COSTEIRAS	35
5.2.1. Gênese dos Lagos	36
5.2.1.1. Lagos Formados por Movimentos Diferenciados da Crosta Terrestre	36
5.2.1.2. Lagos de Origem Vulcânica	36
5.2.1.3. Lagos Glaciais	38
5.2.1.4. Lagos Formados pela Dissolução de Rochas (Lagos de Dissolução)	41
5.2.1.5. Lagos Formados pela Atividade de Castores	41
5.2.1.6. Lagos Formados pelo Impacto de Meteoritos	42
5.2.1.7. Lagos Formados pela Atividade de Rios	42
5.2.1.8. Lagos Formados pela Atividade do Vento (Lagos de Barragem Eólica)	44
5.2.1.9. Lagos Associados à Linha Costeira: <i>Lagoas Costeiras</i>	44
5.2.2. Sistemas Lacustres Brasileiros	48
5.3. CLASSIFICAÇÃO DAS LAGOAS COSTEIRAS	50
5.4. IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA & ECONÔMICA DAS LAGOAS COSTEIRAS	54
5.4.1. Produtividade Biológica	54
5.4.2. Biodiversidade	57
5.4.3. Reservatório de Água Doce	57
5.4.4. Serviços	58
5.5. IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE AS LAGOAS COSTEIRAS	58

CAPÍTULO 6 – LAGOA OLHO D'ÁGUA	60
6.1. HISTÓRICO	62
6.2. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL.....	67
6.2.1. Parâmetros Físicos	67
6.2.1.1. Geomorfologia	67
6.2.1.2. Geologia	67
6.2.1.3. Batimetria	69
6.2.1.4. Regime Hídrico da Lagoa	69
6.2.1.4.1 – Recursos Hídricos de Superfície	70
6.2.2. Parâmetros Físico-Químicos	72
6.2.2.1. Precipitação Pluviométrica.....	72
6.2.2.2. Ventos	72
6.2.2.3. Regime de Maré	72
6.2.2.4. Temperatura	73
6.2.2.5. Salinidade.....	73
6.2.3. Parâmetros Biológicos	73
6.2.3.1. Ecologia.....	73
6.2.3.2. Vegetação	75
6.2.3.3. Fauna	80
6.2.3.4. Qualidade da Água	82
6.3. EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA.....	84
6.4. CLASSIFICAÇÃO DA LAGOA OLHO D'ÁGUA	85
CAPÍTULO 7 – EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL	87
7.1. TESTEMUNHO DE SONDAPEM PE 2/92 – LAGOA OLHO D'ÁGUA	87
7.1.1. Descrição Malacológica	90
7.1.1.1. Classe Gastrópoda	91
7.1.1.2. Classe Scaphopoda.....	94
7.1.1.3. Classe Pelecypoda (Bivalvia)	95
7.1.2. Descrição do Perfil Litológico	99
7.1.3. Padrões C/N.....	100
7.1.4. Análise Geoambiental para os Últimos 50 anos.....	103
CAPÍTULO 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
CAPÍTULO 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXOS	

Excluído: ¶

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 4.1 – Localização da Área de Estudo.	019
Figura 4.2. - Perfil Esquemático (O-L) da Área de entorno da Lagoa Olho D'água.	020
Figura 4.3 – Bacia do rio Jaboatão e sua relação com a Microbacia da Lagoa Olho D'água e a área de estudo (ASSIS et al., 1997 – adaptado).	021
Figura 4.4 – Trecho da aerofoto da área de Estudo. Destacam-se as duas superfícies formadas pelos terraços marinhos, uma a oeste e outra mais para leste, e a expressiva Planície Flúvio-Lagunar entre estes terraços, onde se encontra a Lagoa Olho D'água.	026
Figura 5.1 – Tipos de lagos de origem vulcânica (SCHWÖRBEL, 1971, IN: ESTEVES, 1998).	037
Figura 5.2 – Lagos formados em depressões escavadas pelas geleiras glaciais (ESTEVES, 1998).	039
Figura 5.3 – Lagos formados em terrenos de sedimentação glacial. A – Geleira continental durante o período glacial, B – após o descongelamento, originou um lago (ESTEVES, 1998).	039
Figura 5.4 – Formação do tipo de lago “toteis”. A e B – bloco de gelo é coberto por sedimentos de morena. C – após o descongelamento, formação do lago (ESTEVES, 1998).	040
Figura 5.5 – Processo de isolamento dos meandros e a conseqüente formação de lagoas marginais (ESTEVES, 1998).	043
Figura 5.6 – Corte transversal do vale do rio Amazonas, mostrando as depressões onde se formam os lagos de várzea segundo SIOLI (1964).	043
Figura 5.7 – Exemplo de lago formado por atividade eólica (ESTEVES, 1998).	044
Figura 5.8 – Lagoa formada pelo isolamento de enseada marinha, ex. laguna (lagoa) de Araruama, (RJ). Segundo LAMEGO (1945).	045
Figuras 5.9 – Lagoas formadas pelo isolamento de um estuário, geralmente transformam-se em ambientes de água doce no decorrer do tempo (ESTEVES, 1998).	047
Figura 5.10 – Distribuição geográfica dos principais sistemas lacustres brasileiros (ESTEVES, 1998).	049
Figura 5.11 - O processo natural de eutrofização (BRAGA et al., 2002)	054
Figura 5.12 - Produtividade média anual de diferentes ecossistemas aquáticos (KNOPPERS, 1994).	055
Figura 6.1 – Representação esquemática da Área de Preservação Ambiental da Lagoa Olho D'água (http://www.lemangue.com.br).	066
Figura 6.2 – Seção esquemática da Lagoa Olho D'água (Fonte: Coutinho, 1977).	068
Figura 6.3 – Gráficos comparativos dos recursos hídricos de superfície da área de entorno da Lagoa Olho D'água em 1975 e 1985.	071
Figura 6.4 – Representação esquemática da zonation ecológica da Lagoa Olho D'água (Fonte: COELHO, 1967).	074
Figura 6.5 – Corte esquemático Leste/Oeste na Lagoa Olho D'água, demonstrando a ocupação do bordo e a sucessão vegetal (LEAL 1995).	076
Figura 6.6 - Gráficos da percentagem de cobertura vegetal da área de entorno da Lagoa Olho D'água em 1979.	079
Figura 6.7 - Gráficos da percentagem de cobertura vegetal da área de entorno da Lagoa Olho D'água em 1992, projetado para 1997.	080
Figura 6.8 - Gráficos da percentagem de crescimento urbano da área de entorno da Lagoa Olho D'água.	084
Figura 7.1 –Perfil Litológico do Testemunho PE 2/92	088
Figura 7.2 – Variação da relação C/N no perfil do depocentro da Lagoa.	100
Figura 7.3 – Curva de Níveis do mar para os últimos 7.000 anos (Fonte: ANGULO & LESSA, 1997).	101
Figura 7.4 – Variação de Carbono e Nitrogênio nos sedimentos do perfil do depocentro da Lagoa.	102
Figura 7.5 – Relação entre a taxa de sedimentação e os dados geocronológicos de ²¹⁰ Pb referente aos 45 cm de um perfil da Lagoa Olho D'água. (dados originais de ASSIS et al. (1997) retrabalhados).	104

ÍNDICE DAS TABELAS

TABELA 3.1 – Parâmetros Físicos (Dados: UNESCO, 1981 – adaptado)	009
TABELA 3.2 – Parâmetros Químicos (Dados: UNESCO, 1981 – adaptado)	011
TABELA 3.3 – <i>Parâmetros Biológicos</i> (Dados: UNESCO, 1981 – adaptado)	013
TABELA 6.1 - Levantamento comparativo da fauna de crustáceos e moluscos ocorrentes na Lagoa Olho D'água e estuário do rio Jaboatão (LEAL 1997).	080
TABELA 6.2 - Levantamento faunístico comparativo remanescente na área da Bacia da Lagoa Olho D'água - mamíferos, répteis, anfíbios (LEAL, 1997).	081
TABELA 6.3 - Levantamento comparativo da avifauna na área da Bacia da Lagoa Olho D'água (LEAL 1997).	081
TABELA 6.4 - Levantamento comparativo da fauna ictiológica ocorrente na Lagoa Olho D'água e estuário do rio Jaboatão (LEAL 1997).	082
TABELA 6.5 – Análises de Qualidade da Água na Lagoa Olho D'água (CPRH, 1991).	083
TABELA 6.6 – Qualidade da Água na Lagoa Olho D'água (UFPE, 1996).	083
TABELA 7.1 – Identificação das conchas encontradas no testemunho PE 2/92.	090
TABELA 7.1 – Dados para cálculo da taxa de sedimentação relativa (Fonte: ASSIS et al., 1996).	103
TABELA 7.2 – Dados referentes a 46 estações distribuídas no perímetro da lagoa (ASSIS et al., 1996).	105

ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS

Foto 3.1 – Montagem do “vibro-testemunhador” sobre plataforma flutuante, Lagoa Olho D'água / 1992.	015
Foto 3.2 – Realização da Sondagem, região central da Lagoa Olho D'água / 1992.	015
Foto 4.1 – Vista parcial dos manguezais do Canal Olho D'água (bordo sul).	027
Foto 4.2 – Vista parcial dos recifes da Praia de Piedade.	029
Foto 6.1 – Vista parcial da Lagoa Olho D'água (sentido L→W), próximo ao Conjunto Habitacional Dom Helder Câmara - Piedade.	060
Foto 6.2 – Vista parcial da Lagoa Olho D'água (sentido W→L), próximo a antiga área de caça e pesca do Clube Náutico Capibaribe.	060
Foto 6.3 (a /b) – Vista parcial da ocupação da área de entorno da lagoa: (a) oeste, (b) leste.	065
Foto 6.4 – Mangue na entrada do Canal Olho D'água, bordo sul da lagoa D'água.	077
Foto 7.1 – Estampa do Testemunho de Sondagem PE 2/92.	089
Foto 7.2 – <i>Neritina virginea</i> (Linnaeus, 1758)	090
Foto 7.3 - <i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)	092
Foto 7.4 - <i>Bulla striata</i> (Bruguière, 1792)	093
Foto 7.5 - <i>Dentalium americanum</i> (Chenu, 1843)	094
Foto 7.6 - <i>Antalis disparile</i> (Orbigny, 1842)	094
Foto 7.7 - <i>Anadara brasiliiana</i> (Lamarck, 1819)	095
Foto 7.8 - <i>Lucina pectinata</i> (Gmelin, 1791)	095
Foto 7.9 - <i>Diplodonta nucleiformis</i> (Wagner, 1838)	096
Foto 7.10 - <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (Gmelin, 1791)	096
Foto 7.11 - <i>Tellina versicolor</i> (Kay, 1843)	097
Foto 7.12 - <i>Corbula caribea</i> (Orbigny, 1842)	097
Foto 7.13 - <i>Corbula cubaniiana</i> (Orbigny, 1842) Fonte: ABBOTT, 1974.	098
Foto 7.14 – <i>Divaricella quadrisulcata</i> (Orbigny, 1842)	098

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Lagoas Costeiras são ecossistemas aquáticos que constituem interfaces entre zonas costeiras, águas interiores e costeiras marinhas, ou seja, são ecossistemas de transição que ocupam seu espaço geográfico dentro da zona costeira. Estas lagoas ocorrem ao longo da faixa litorânea brasileira, constituindo um dos ecossistemas mais representativos do país. Embora estejam concentradas nos Estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, podem ser encontradas em quase todo o litoral brasileiro. Entretanto os estudos pertinentes a estes ambientes na região nordestina ainda se encontram bastante restritos, sendo exemplos àqueles realizados por SANTOS (1998) – AL; GOMES (1998) – CE; LEAL (1995), COELHO (1965/6), SILVA (1989), e ASSIS et al. (1997) – PE.

No Estado de Pernambuco podem ser reconhecidos diversos desses ecossistemas, entre eles os lagunares, cujas áreas variam de poucos metros quadrados até quilômetros quadrados, como a lagoa do Olho D'água – objeto dessa dissertação.

A Lagoa Olho D'água faz parte da paisagem litorânea do Município do Jaboatão dos Guararapes, encontrando-se inserida na área urbana do distrito de Candeias. Sua área, de aproximadamente 3,7 Km², é uma das mais extensas do litoral do Estado. A Lagoa Olho D'água inclui-se entre as lagoas de caráter perene, as quais, por apresentarem maior profundidade, ou atingem o lençol freático, ou recebem contribuição dos reservatórios de depósitos quaternários, ou ainda contribuições de águas marinhas através de canais de interligação.

Os estudos ambientais através de pesquisas multidisciplinares têm um papel determinante no sentido de fornecer subsídios ao entendimento desses ecossistemas. Tais estudos, visando sua caracterização e classificação pode orientar acerca dos processos de recuperação e conservação ambientais, bem como indicar formas eficientes para fornecer um plano de manejo associado a práticas de uso sustentável.

Com base na metodologia adotada pela UNESCO (1981) para lagunas, o presente estudo destina-se a apresentar uma caracterização geral dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da Lagoa Olho D'água e a partir destes dados indicar sua classificação.

Por fim, foi realizado um estudo geoquímico (relação C/N) do Testemunho PE-2/92, para o intervalo de 7280 AP ao presente, referenciado como 1997. A interpretação desses dados com apoio da documentação fóssil verificada no perfil da pesquisa permitiu uma análise geoambiental e finalmente a evolução paleoambiental esquemática da Lagoa Olho D'água.

Cabe ressaltar que também foi realizada uma análise interpretativa a partir de datações de ^{210}Pb divulgados em ASSIS et al. (1997). Nesse enfoque, a eutrofização acelerada da lagoa é corroborada pela análise do processo de ocupação desordenada local colocada em evidência pelos mapeamentos realizados. Nessa área nos últimos 50 anos, tais elementos de investigação constituem uma ferramenta técnico-científica de apoio a possíveis ações para conservação e utilização racional deste ecossistema.

2.1 – OBJETIVO GERAL

O Objetivo geral deste projeto abrange três perspectivas:

- A primeira refere-se à análise e caracterização dos parâmetros físicos (geológicos), químicos e biológicos estudados nos últimos 50 anos interessando a lagoa, conforme metodologia para o estudo de lagunas/lagoas proposta pela UNESCO (1981). Esta metodologia integra estes parâmetros, possibilitando estabelecer uma classificação através da correlação dos mesmos aos critérios estabelecidos pela Limnologia, tais como: processos formadores (origem e evolução), produtividade biológica, hidrodinâmica, e tempo de residência.
- A segunda envolve uma análise da evolução paleoambiental, através de uma investigação sedimentar e geoquímica (relação C:N em matéria orgânica) a partir de um testemunho de sondagem com 4,84 metros, para o intervalo de 7280 a aproximadamente 200 A.P.
- A terceira envolve a análise geoambiental comparativa para os últimos 50 anos, envolvendo dados cartográficos, dados geocronológicos (datação ^{210}Pb), e o processo de eutrofização da Lagoa Olho D'água.

2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (a) Levantamento histórico e documental da Lagoa Olho D'água;
- (b) Levantamento das condições ambientais atuais da lagoa;
- (c) Estabelecimento de uma classificação, através da análise de parâmetros (físico/geológico, químico e biológico) dos últimos 50 anos interessando a lagoa, conforme metodologia proposta pela UNESCO (op. cit.);
- (d) Descrição sedimentológica e geoquímica (relação C:N em matéria orgânica) do perfil do testemunho PE-2/92;
- (e) Análise geoambiental dos últimos 50 anos, e sua importância como ferramenta técnico-científica de apoio a possíveis ações para conservação e utilização racional do ecossistema da lagoa.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Para elaboração da presente Dissertação os levantamentos foram desenvolvidos em etapas distintas, porém interligadas entre si, distribuídas da seguinte forma:

ETAPA I - Levantamento Preliminar (Dados Secundários)

Nesta etapa buscou-se o maior número possível de informações relacionadas com a Lagoa Olho D'água, incluindo suas características físicas (geologia e geomorfologia, hidrodinâmica, sedimentologia, etc.) e biológicas (representação vegetacional, faunística e situação dos respectivos ecossistemas pertinentes à região da área de entorno). Estes dados foram obtidos através de fontes secundárias extraídas de estudos técnicos – diagnósticos, relatórios, plano diretor e projetos, monografias, teses, publicações científicas e literaturas especializadas, diretas ou indiretamente ligadas à área em questão. Igualmente foram levantados e adquiridos mapas e aerofotos (Cartas da SUDENE¹, escala 1:25.000; ortofotocartas e aerofotos – FIDEM², escala 1:10.000 e 1: 30.000 respectivamente), além de fotos por sobrevôo³ (panorâmico) efetuado em 1997.

ETAPA II - Levantamento de Campo

Nesta etapa foram realizadas idas a campo, com finalidade de confirmação/atualização dos dados obtidos na Etapa I. Estas informações, de cunho primário, foram inventariadas para reconhecimento geral e confirmação de dados secundários, utilizando-se apenas critérios de avaliação quanto às condições atuais da área de entorno, e realização de registro fotográfico das modificações ocorridas entre 1997 – 2002.

ETAPA III - Laboratório

Nesta Etapa foram trabalhados os sedimentos do testemunho de sondagem PE 2/92. A análise desse testemunho envolve aspectos da Sedimentologia, da Geoquímica (relação C:N em matéria orgânica) e dos elementos animais e vegetais eventualmente nele encontrados, visando à reconstrução holocênica do ambiente natural da lagoa. Do testemunho de 4,9 metros foram separadas 6 séries de amostras destinadas a análises geoquímicas, datações por ¹⁴C, Sedimentologia e Malacologia.

¹ SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.

² FIDEM – Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife.

³ Realizado em helicóptero (Prefeitura Municipal do Jaboatão dos Guararapes).

Salienta-se que a metodologia foi adaptada às condições de execução do trabalho, não sendo realizadas novas amostragens e/ou novas análises, em razão de limitações financeiras. Foram utilizados para referencia e classificação os dados relativos ao ano de 1997. E para a evolução paleoambiental, a descrição sedimentológica e análises geoquímicas do Testemunho PE 2/92, realizadas em 2001-2002.

As considerações sobre a metodologia para estudo de lagoas/lagoas da UNESCO (1981) foram consideradas sob o ponto de vista comparativo, entre o que se recomenda e o que efetivamente seria realizável, tendo em vista os estudos preexistentes (até 1997), relacionadas à Lagoa Olho D'água.

Na prática as lagoas costeiras são consideradas como lagoas ou lagos costeiras, de modo que os estudos para lagoas costeiras podem ser relacionados àqueles desenvolvidos para lagoas ou lagos costeiras.

3.1. METODOLOGIA PARA ESTUDOS DAS LAGOAS COSTEIRAS

A compreensão dos mecanismos de funcionamento de lagoas costeiras demanda um trabalho complexo e persistente, visto que constituem ecossistemas peculiares e únicos. Assim sendo, a compreensão desses ambientes, em determinadas regiões, é um desafio científico extremamente importante.

Numa tentativa de se unificar os programas de pesquisa sobre lagoas costeiras, a UNESCO (op. cit.) propôs uma sistemática englobando parâmetros *físicos, geológicos, químicos e biológicos* desses ecossistemas. Neste trabalho sugerimos que os dois primeiros aspectos (físico e geológico) sejam englobados em um único. Tecnicamente os aspectos abordados nesta metodologia têm a finalidade de caracterizar estes ambientes, suas origens e evolução, bem como os aspectos ecológicos.

Para o estudo do caso em questão, esta metodologia foi analisada sob o ponto de vista da interpretação de parâmetros referentes aos últimos 50 anos, interessando a Lagoa Olho D'água.

Do ponto de vista **físico**, devem ser considerados os seguintes parâmetros: a) Geomorfológicos; b) Geológicos; c) Hidrodinâmicos e d) Análise Paleontológica. (Tabela 3.1)

Excluído: ¶

a) **Aspectos Geomorfológicos:**

Esses estudos concentram-se na caracterização morfológica dos ambientes, através da análise histórica do material cartográfico, no qual se insere o ecossistema, e as condições batimétricas atuais. Abordam também a distribuição dos depósitos sedimentares, observando-se suas tipologias, formas, dimensões e orientação e respectivas distribuições geográficas. Essas informações servirão para a análise da taxa de sedimentação e influxo de terrígenos no sistema.

b) **Aspectos Geológicos:**

Estes devem ser abordados quanto à análise sedimentológica de amostras superficiais e de subsuperfície, taxa de sedimentação e transporte sedimentar, modelo de sedimentação e análise estratigráfica.

Análise Sedimentológica

- **Amostragem superficial** – neste caso são analisadas amostras de fundo da lagoa, bem como amostras de sedimentos em suspensão, através de perfis transversais, tentando-se obter o zoneamento litológico de fundo e a atividade sedimentológica ambiental, respectivamente.

Cabe ressaltar que as análises com relação a ação das marés, fluxo de rio e variações sazonais, devem fornecer informações sobre a escala do transporte de sedimentos em suspensão.

- **Amostragem de subsuperfície** – onde devem ser analisados perfis de sondagem, incluindo datações de sedimentos e determinações dos constituintes orgânicos. Esses dados são essenciais para se estabelecer a estratigrafia e evolução sedimentológica das lagoas.

Transporte Sedimentar & Taxa de Sedimentação

Neste parâmetro incluem-se: a determinação das taxas de variação espacial e temporal do transporte de sedimentos dentro da laguna e na interface terra/água. No caso de grande influência de maré devem ser realizados monitoramentos sobre curtas variações periódicas de eventos de maré (semidiurna, diurna, ciclos de maré, vazante quinzenal).

Em lagunas com grandes flutuações sazonais são realizados estudos sazonais periódicos para avaliar os efeitos das variações meteorológicas /entrada de água doce /mudanças morfológicas (fechamento de “inlets”), assim como sobre o transporte de sedimentos em suspensão.

A partir da medição do fluxo de sedimentos em suspensão ao longo do ciclo completo de maré, têm-se informações sobre a quantidade de sedimentos depositados e erodidos em cada maré, direção da rede de transporte, e a estimativa da taxa de transporte.

Modelo de Sedimentação

Deve ser estabelecida através da localização, distribuição e natureza dos sedimentos acumulados na lagoa, amostragem sistemática de fundo e testemunho de sondagem. Essa análise possibilita o estudo da sucessão de tipos de sedimentos, suas características de acamamento e a atividade biológica neles preservados.

Estratigrafia Sedimentar / Evolução Paleoambiental

Deve ser estabelecida através da análise e datação dos testemunhos de sondagem, possibilitando definir a cronologia e a análise da evolução paleoambiental, o que pode ser corroborado com informações paleontológicas.

c) Aspectos Hidrodinâmicos

Nesses aspectos devem ser investigados os mecanismos de transporte, os condicionantes hidrodinâmicos (maré, ondas, correntes, ventos), a salinidade e temperatura das águas, e a radiação solar.

- As medidas de Ondas e Correntes - são realizadas através da análise de perfis de velocidade e características sedimentares próximas ao fundo. Os demais condicionantes hidrodinâmicos são estudados diretamente através de instrumentos ou comparados com bancos de dados locais.
- Balanco d'água, Salinidade e Interações na Escala do Tempo - são parâmetros estudados através da análise de salinidade, fluxo d'água superficial e subterrânea, e parâmetros meteorológicos /balanço hídrico (precipitação, evapotranspiração, infiltração, escoamento, evaporação), observados em períodos curtos e variações sazonais.

- Balanco de Temperatura e Luz Solar – devem ser realizados através da análise de equações do balanço de calor, balanço de salinidade (observando-se que as análises do regime de luz e a distribuição vertical da irradiação solar são parâmetros importantes para produção primária), e através da análise de distribuição da matéria morta ou viva em suspensão, bem como as interações com o ciclo sazonal de produção primária.

d) Análise Paleontológica

Deve ser realizada através da análise de testemunhos de sondagem e ou coletas de subsuperfície, objetivando reconstituir o paleoambiente desses ecossistemas através da análise e descrição de Palinomorfos, Paleopalinologia, Foraminíferos, Moluscos, entre outros traçadores biológicos. São exemplos:

- ♦ Foraminíferos (ou alternativamente moluscos) – são na maioria ou em todas as feições lagunares antigas, o método mais eficiente para definições paleoambientais assim como para indicações de modificações pós deposicionais.
- ♦ Palinomorfos e Paleopalinologia - são atualmente utilizados como indicadores da vegetação local, permitindo também inferências sobre as condições ambientais quando da gênese e evolução destes ambientes.

TABELA 3.1 - PARÂMETROS FÍSICOS

GEOMORFOLÓGICOS	GEOLÓGICOS	HIDRODINÂMICOS	PALEONTOLÓGICOS
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA	ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA	MEDIDAS DE ONDAS & CORRENTES	ANÁLISES PALEONTOLÓGICAS
MATERIAL CARTOGRÁFICO & BATIMETRIA	Amostragem Superficial AMOSTRAGEM SUBSUPERFICIE	ANÁLISE DE PERFIS DE VELOCIDADE E CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES PRÓXIMAS AO FUNDO DA LAGOA	IDENTIFICAÇÃO DE DEPÓSITOS TRAÇADORES PALEOAMBIENTE PALEOCLIMA
DISTRIBUIÇÃO DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES	TAXA DE SEDIMENTAÇÃO & TRANSPORTE SEDIMENTAR	BALANÇO D'ÁGUA SALINIDADE INTERAÇÕES/ESCALA DE TEMPO	
TIPO, FORMAS, TAMANHO E ORIENTAÇÃO DOS DEPÓSITOS. + DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	TAXAS DE VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	ANÁLISE DA SALINIDADE, FLUXO D'ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA, PARÂMETROS METEOROLÓGICOS/BALANÇO HÍDRICO.	
	MODELO DE SEDIMENTAÇÃO	BALANÇO DE TEMPERATURA & LUZ SOLAR	
	LOCALIZAÇÃO E NATUREZA DOS SEDIMENTOS ACUMULADOS	ANÁLISE DO REGIME DE LUZ SOLAR E DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA IRRADIAÇÃO SOLAR.	
	ESTRATIGRAFIA SEDIMENTAR		
	ANÁLISE E DATAÇÃO DE FUROS DE SONDAgens		
	PALEONTOLOGIA		

Dados: UNESCO, 1981 (adaptado).

Do ponto de vista **químico**, deve-se considerar os seguintes parâmetros (Tabela 3.2).

- **Processos Químicos Dominantes** – analisados na coluna d'água, nos sedimentos, na interface água-ar e na interface água-sedimento.
 - Na coluna d'água - são analisadas as utilizações de nutrientes pelos produtores primários orgânicos (plâncton e bentos) considerando-se as escalas espacial e temporal; decomposição de matéria orgânica, trocas químicas de substâncias na camada limite de diferentes salinidades, transformações químicas sob condições anóxicas, precipitação química, floculação e agregados de partículas em suspensão.
 - Nos sedimentos - são analisados e interpretados os processos químicos e bioquímicos ambientais, as fontes de matéria orgânica acumulada nos sedimentos, e mudanças na entrada de matéria orgânica de diferentes fontes na laguna.
 - Na interface água-ar – devem ser analisados as trocas do nível de O₂ e CO₂ no espaço e tempo, além da acumulação e concentração de matéria dissolvida e suspensa na superfície.
 - Na interface água-sedimento – devem ser analisados as regenerações de nutrientes: experimentos “*in situ*” e em laboratórios, utilizando-se traçadores radioativos.
- **Contribuição de Materiais para Laguna** - tais contribuições são estudadas através da análise da descarga de materiais para dentro da laguna pelos rios. Incluem-se ainda a estimativa das taxas de trocas de materiais orgânicos e inorgânicos entre laguna e o mar adjacente, o inventário da quantidade e qualidade de resíduos inúteis introduzidos pela atividade humana, e a estimativa de substâncias introduzidas pela precipitação.
- **Eutrofização e Distribuição de Nutrientes** - nestes parâmetros são analisados o metabolismo, a mobilização e circulação de nutrientes, metais tóxicos e poluentes, além das respectivas misturas e processos de troca na lagoa.
 - Metabolismo - Analisado através da avaliação química da taxa de decomposição de matéria orgânica dentro da coluna d'água e no sedimento, e por determinações da taxa de produção orgânica.
 - Mobilização e circulação de nutrientes e de metais tóxicos e poluentes - analisados através do estudo dos processos qualitativos que podem ser maximizados pela variação de processos biológicos (atividade metabólica, bioturbação).
 - Mistura e processos de troca nas lagunas - analisados através da composição das fontes de água de entrada na laguna.

TABELA 3.2 - PARÂMETROS QUÍMICOS

PROCESSOS QUÍMICOS DOMINANTES	CONTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS	EUTROFIZAÇÃO & DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES
<p>NA COLUNA D'ÁGUA</p> <p>UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS PRODUTORES PRIMÁRIOS (PLÂNCTON E BENTOS)</p> <p>NOS SEDIMENTOS</p> <p>PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS FONTES DE M.O. ACUMULADA MUDANÇAS NO APORTE DE M.O.</p> <p>NA INTERFACE ÁGUA - AR</p> <p>TROCAS DO NÍVEL O₂ & CO₂ ACUMULAÇÃO / CONCENTRAÇÃO DE M.O.</p> <p>NA INTERFACE ÁGUA - SEDIMENTO</p> <p>REGENERAÇÃO DE NUTRIENTES ATRAVÉS DO USO DE TRAÇADORES RADIOATIVOS</p>	<p>ANÁLISE DA DESCARGA DE MATERIAIS PARA DENTRO DA LAGUNA/LAGOA PELOS RIOS.</p> <p>ALTERNATIVA DAS TAXAS DE TROCAS DE MATERIAIS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS ENTRE A LAGUNA/LAGOA E O MAR.</p> <p>INVENTÁRIO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS INTRODUZIDOS PELA ATIVIDADE HUMANA.</p> <p>ESTIMATIVA DE SUBSTÂNCIAS INTRODUZIDAS PELA PRECIPITAÇÃO</p>	<p>METABOLISMO</p> <p>ANÁLISE ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO QUÍMICA DA TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DE M.O. NA COLUNA D'ÁGUA E NO SEDIMENTO</p> <p>ANÁLISE ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DA TAXA DE PRODUÇÃO ORGÂNICA</p> <p>MOBILIZAÇÃO & CIRCULAÇÃO DE NUTRIENTES E DE METAIS TÓXICOS E POLUENTES</p> <p>ANALISADO ATRAVÉS DE ESTUDOS QUALITATIVOS (MAXIMIZADOS PELA VARIAÇÃO DE PROCESSOS BIOLÓGICOS – Ex: Atividade Metabólica, Bioturbação, etc.).</p> <p>MISTURA E PROCESSOS DE TROCA NAS LAGOAS</p> <p>ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DE ÁGUAS DE INFLUXO NA LAGOA.</p>

Dados: UNESCO, 1981 (adaptado).

Do ponto de vista **biológico** (análises de ecossistemas), deve-se primeiramente definir os limites do sistema (da bacia de recepção ao oceano) por meio de:

- **Mapeamento do Sistema** - através da análise da morfologia, topografia, tipos de solos e uso da terra (irrigação, obras de engenharia) referentes à bacia de recepção; bem como da batimetria, distribuição dos tipos de sedimentos e distribuição dos tipos de comunidade de fundo da laguna.
- **Definição de Subsistemas** - através da análise das áreas com distintos modelos de circulação de água (enseadas, baías e canais de laguna), e das áreas com distintas características biológicas (camadas de macrófitas, areia ou planície de lama, mangues, alagados e recifes).
- **Variabilidade Espacial e Temporal** - através da análise da estimativa da biomassa mensal no ciclo anual *dos bentos*, tanto na laguna como nos mangues circundantes; *produtividade primária*, medida semanalmente na superfície, no fundo da água e na superfície dos sedimentos; estimativa *do Zooplâncton*; *nutrientes* (NH_3 , NO_3 , PO_4), na superfície e no fundo em ciclo anual (correlacionados à salinidade e temperatura), e estudo do *Necton* (tamanho, idade, distribuição e estágio de reprodução).
- **Funções Físicas** - através do estudo do padrão da maré e dados básicos meteorológicos (ventos, precipitação/infiltração/evaporação, temperatura e radiação solar; estimativa da água subterrânea e de escoamento (runoff), através de poços de monitoramento circundando a laguna).
- **Ciclo de Nutrientes e Metabolismo** - estudo da estimativa do balanço de metabolismo total no ciclo anual (metabolismo planctônico, bentônico, produção de microalgas e entrada de matéria orgânica) e o balanço de material para laguna (nutrientes ou matéria orgânica).

TABELA 3.3 - PARÂMETROS BIOLÓGICOS

MAPEAMENTO	SUBSISTEMAS	VARIABILIDADE ESPACIAL TEMPORAL	FUNÇÕES FÍSICAS	CICLO DE NUTRIENTES & METABOLISMO
ANÁLISE:	ANÁLISE: (ÁREAS)	ANÁLISE:	(INTER-RELAÇÕES)	(INTER-RELAÇÕES)
<ul style="list-style-type: none"> MORFOLOGIA TOPOGRAFIA TIPOS DE SOLOS USO DA TERRA BATIMETRIA DIST. DOS TIPOS DE SEDIMENTO DIST. DOS TIPOS DE COMUNIDADE DE FUNDO DA LAGOA 	<ul style="list-style-type: none"> DISTINTOS MODELOS DE CIRCULAÇÃO DE ÁGUA CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS 	<ul style="list-style-type: none"> ESTIMATIVA DA BIOMASSA DOS BENTOS (MÊS/ANO) PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA (MEDIDA SEMANALMENTE) ESTIMATIVA DE ZOOPLÂNCTON NUTRIENTES (NH₃, NO₃, PO₄) <u>NECTON</u>: TAMANHO, DISTRIBUIÇÃO, IDADE, ESTÁGIO DE REPRODUÇÃO. 	<ul style="list-style-type: none"> ESTUDO DO PADRÃO DA MARÉ DADOS BÁSICOS METEOROLÓGICOS: <ul style="list-style-type: none"> VENTOS PRECIPITAÇÃO INFILTRAÇÃO EVAPORAÇÃO TEMPERATURA RADIAÇÃO SOLAR ÁGUA SUBTERRÂNEA ESCOAMENTO (runoff) 	<p>ESTIMATIVA/BALANÇO:</p> <ol style="list-style-type: none"> METABOLISMO: <ul style="list-style-type: none"> PLANCTÔNICO BENTÔNICO PRODUÇÃO DE MICROALGAS APORTE DE M.O. <p>BALANÇO DE MATERIAL PARA LAGUNA/LAGOA:</p> <ul style="list-style-type: none"> NUTRIENTES MATÉRIA ORGÂNICA

Dados: UNESCO, 1981 (adaptado).

3.2. BATIMETRIA & AMOSTRAGEM

Para este item foram utilizados dados batimétricos referentes aos anos de 1978, 1995 e 1997 (respectivamente: CARVALHO, 1978; LEAL, 1995 e ASSIS et al., 1997), sendo realizado um estudo comparativo sobre a evolução da diminuição da lâmina d'água nos últimos 20 anos.

3.3. TESTEMUNHO DE SONDAGEM PE 2/92

O Testemunho PE 2/92 foi coletado em 1992, pelos pesquisadores Louis Martin, Jean Pierre Ybert (ORSTOM – atual IRD/França) e Jean Marie Flexor (CNPq/Observatório Nacional) como parte dos trabalhos necessários à implantação do Projeto ECOFIT-Brasil (Ecosystemes et Paleoecosystemes Forestiers Intertropicaux) dentro do Programa Internacional Geosfera-Biosfera (PIGB). Este projeto operou consorciado a um projeto da Área de Ecologia do Departamento de Biologia - UFRPE, intitulado: "Estudo das Variações Ecológicas e Paleológicas dos Ecossistemas do Estado de Pernambuco, durante o Quaternário Recente".

A operação foi realizada com a utilização de um vibro-testemunhador – tipo “VIBRACORE”, e retirado da zona central da lagoa, sob uma profundidade de 1,5 m de lâmina d'água. O equipamento de sondagem é composto de uma plataforma flutuante; um tripé; um "vibro-testemunhador"; um tubo de alumínio para irrigação com aproximadamente 6 m. e demais materiais para marcação e acondicionamento das amostras. (Fotos 3.1, e 3.2).

O Testemunho foi devidamente orientado em relação à Base→Topo, e seu comprimento ao final do procedimento resultou em um perfil de 4,84 metros, dos quais foram separadas amostras destinadas a análises diversas.

Na descrição do perfil foram destacados níveis sedimentares contendo fragmentos de carvão, matéria orgânica disseminada e conchas de moluscos.



Foto 3.1 – Montagem do “vibro-testemunhador” sobre plataforma flutuante, Lagoa Olho D’água/1992.



Foto 3.2 – Realização da Sondagem, região central da Lagoa Olho D’água/1992.

3.4. ANÁLISE GEOQUÍMICA

As análises geoquímicas da matéria orgânica constaram, especificamente dos teores de carbono orgânico e nitrogênio total, determinados em analisador elementar CHNS-O Carlo Erba EA 1110 (Depto. de Química da UFPE).

As amostras analisadas interessam segmentos de perfil com 2 cm de espessura. Os primeiros 50 cm foram estudados em intervalos de 10 cm. Em seguida foram analisados 11 intervalos referentes aos níveis (cm): Topo → 10-11⁽¹⁾, 20-21⁽²⁾, 50-51⁽³⁾, 90-91⁽⁴⁾, 130-131⁽⁵⁾, 150-151⁽⁶⁾, 170-171⁽⁷⁾, 210-211⁽⁸⁾, 310-311⁽⁹⁾, 370-371⁽¹⁰⁾, 430-431⁽¹¹⁾ → Base.

Os sedimentos foram secos em estufa a 60°C por 48 horas, triturados e tratados quanto à inexistência de carbonatos através de reação negativa ao ataque por HCl (10%). As amostras que apresentaram reação positiva foram tratadas à parte, seguindo-se os procedimentos abaixo descritos (MORAES, 2002):

1. Preparação do reagente HCl ± 3M (aproximadamente HCl 10%); com o objetivo de eliminar apenas os carbonatos, uma vez que o “Analisador Elementar” fornece o teor total de carbono, não conseguindo diferenciar e separar o C mineral do orgânico. Nesse nível de concentração ácida, considera-se que a matéria orgânica não seja afetada pelo reagente.
2. Depois de completado o ataque ácido, a solução é centrifugada a 3.000 rotações/3 min., desprezando-se a parte líquida. A operação é repetida pelo menos 2x, refazendo-se a solução com acréscimo de H₂O destilada, seguindo-se a cada passo a centrifugação e rejeito da solução, até assegurar completa eliminação do pH ácido.
3. Após todo o processo as amostras foram novamente desidratadas em estufa a 60°C por 24 horas. Segue-se com um processo de cominuição até 200 mesh, para procedimentos analíticos.

3.5. DESCRIÇÃO MALACOLÓGICA

A Identificação das conchas de moluscos foi realizada pela Prof^ª. Dra. Rosa de Lima, do *Museu de Malacologia* da UFRPE. O material malacológico foi descrito nos seguintes intervalos do perfil.

Topo

137 – 259 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Conchas mais uniformemente distribuídas e em pedaços maiores. • Presença de <i>Dentalium</i>. • Entre 236 – 242: acumulação de conchas maiores e inteiras.
259 – 278 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Conchas Inteiras. • Presença de conchas na base deste nível à partir de 272cm (inteiras e maiores).

Base

O material foi separado e identificado quanto a sua classe, família, gênero e espécie. Posteriormente foram inventariados os hábitos desses animais em relação aos seus respectivos ambientes, de forma a adquirir informações paleoecológicas a partir do estudo das associações entre as espécies verificadas no testemunho PE 2/92.

NÍVEL (Profundidade)	IDENTIFICAÇÃO
91 – 100 cm	• <i>Dentalium</i> (Escarfopóda)
182 – 184 cm	• Gastrópode
263 – 265 cm	• 2 Bivalves (Indicadores de Estuários): <i>Lucina pectinata</i> <i>Anadara brasiliana</i>

3.6. DATAÇÕES PELOS MÉTODOS DO CARBONO 14 (¹⁴C) E CHUMBO 210 (²¹⁰Pb)

Foram retiradas amostras para datações por ¹⁴C, especialmente os intervalos contendo fragmentos/pedaços de madeira. As determinações foram realizadas na França pela ORSTOM (atual IRD, em 1995).

Os resultados recebidos interessam apenas os intervalos de 462-469 cm e 454-460 cm, com os seguintes resultados sobre a madeira fóssil:

NÍVEL	ANOS AP
462 – 469 cm	7.230 ± 50
454 – 460 cm	7.350 ± 50

O intervalo entre 0 a 45 cm pelo método do ²¹⁰Pb (ASSIS et al., 1997).

CAPITULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A área de estudo localiza-se a sul da cidade do Recife, dentro da faixa costeira do Município de Jaboatão dos Guararapes. Encontra-se delimitada a norte pelas imediações da rua São Sebastião, a sul pela via Cucurana, a oeste pela BR-101, e a leste pelo Oceano Atlântico, ocupando cerca de 6,25 Km². Está compreendida pelas coordenadas (UTM): 9096.000 mN e 9090.000 mN, 284000 mE e 289000 mE (Figura 4.1). Dentro da porção central desse perímetro inclui-se a *Lagoa Olho D'água* com 3,7 Km² de extensão.

4.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

4.2.1. Clima

A região estudada apresenta um clima do **tipo Ams'**, conforme classificação de KÖPPEN, ou seja: tropical úmido, com chuvas de outono/inverno, de características físicas bem definidas. Apresenta uma variação entre estações mais secas, de outubro a fevereiro, onde janeiro e fevereiro correspondem aos meses mais quentes; e estações mais chuvosas, de maio a julho, sendo este último o mês mais frio e chuvoso. As temperaturas apresentam-se elevadas durante todo ano, superiores aos 24°C, com uma precipitação pluviométrica anual em torno de 2000 mm. Os ventos predominantes pertencem ao sistema constituído pela Massa Equatorial Atlântica, sendo os de sudeste os mais atuantes (FINEP-UFPE, 1990).

4.2.2. Relevo

A área encontra-se totalmente inserida dentro da Planície Costeira e, conseqüentemente, apresenta um relevo plano de baixa altitude (0-9 m) que pode ser diferenciado por quatro superfícies: I, II, III e IV (Figura 4.2). Essas superfícies formam faixas contínuas com direção geral NE, semelhante àquela da linha de costa.

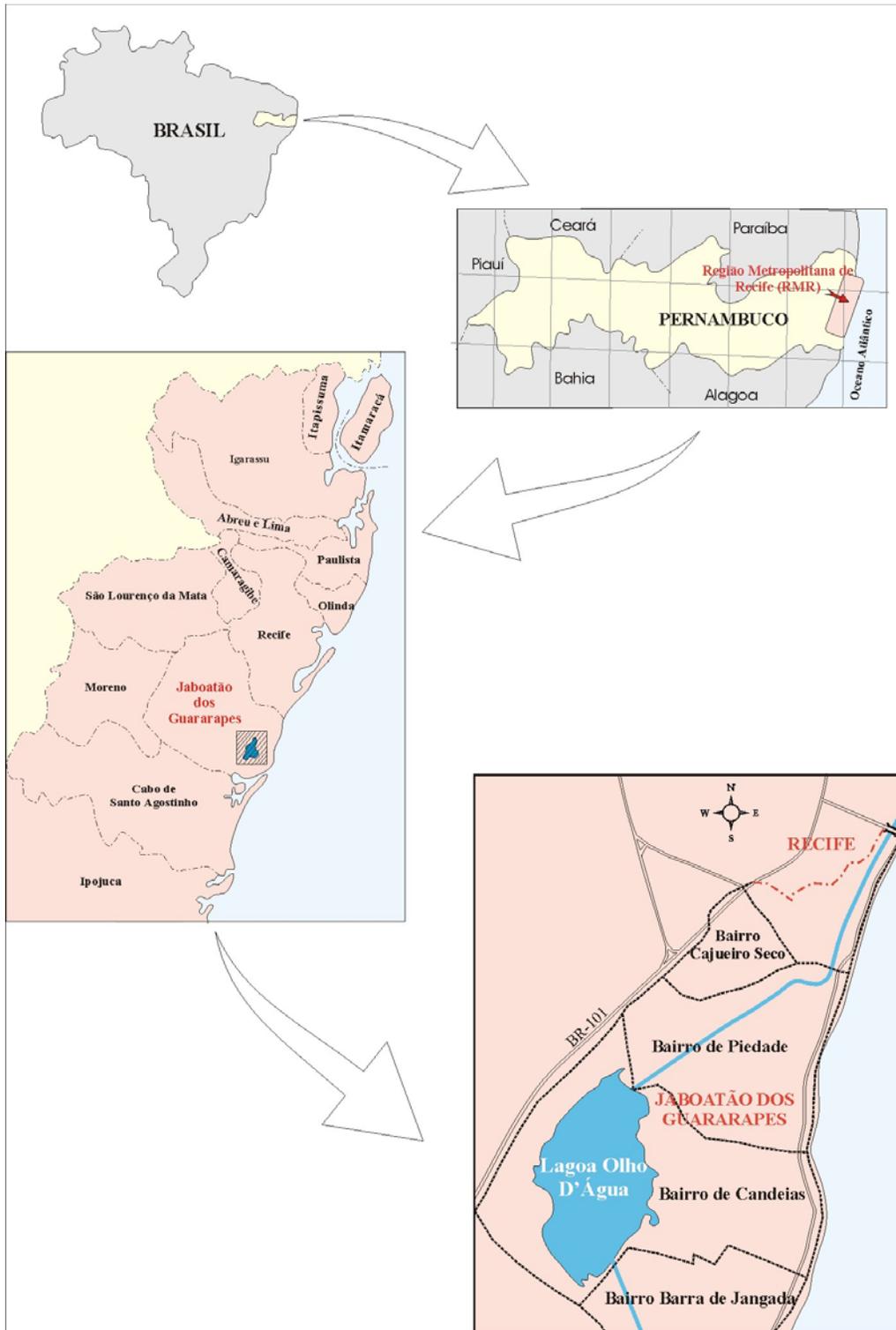


Figura 4.1 – Localização da Área de Estudo.

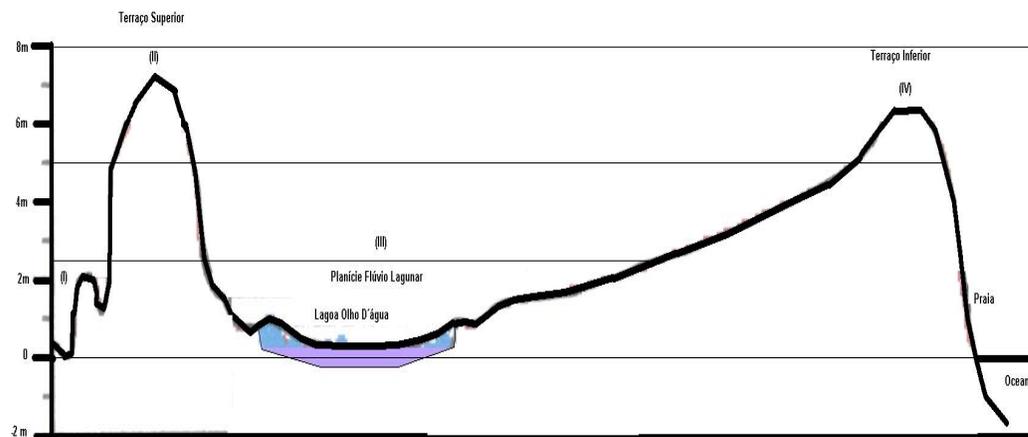


Figura 4.2. - Perfil Esquemático (O-L) da Área de entorno da Lagoa Olho D'água.

(I) A primeira ocorre na porção mais noroeste da área de investigação, no entorno dos Terraços Marinhos Pleistocênicos. Apesar de pouco representativa, esta superfície está associada à expressiva planície de inundação do rio Jaboatão. Apresenta cerca de 1,5 Km de extensão, largura variando de 300-700 m e altitudes de 0-2 metros, podendo chegar a altitudes de mais de 12 metros (mais a oeste, fora da área).

(II) A segunda superfície ocorre na porção noroeste, no entorno da BR-101, apresentando uma faixa estreita com cerca de 2,4 km de extensão, 300 a 400 m de largura e 3-9 m de altitude. Está relacionada à presença dos terraços marinhos Pleistocênicos.

(III) A terceira ocorre na porção central da área, entre as duas superfícies mais elevadas representadas pelos Terraços Marinhos. Corresponde à expressiva planície flúvio-lagunar e apresenta uma faixa contínua com cerca de 5,5 km de extensão, 3,5 Km de largura e altitudes variando de 0 a 2,5 m. Nela estão inseridas áreas permanentemente alagadas, a Lagoa Olho D'água, e outros pequenos corpos d'água e áreas alagáveis que representam a área de expansão dessa lagoa.

(IV) A quarta superfície ocorre mais a leste, estendendo-se até a linha de costa. Compreende uma faixa expressiva de cerca de 5,5 Km de extensão, 200-1.200 metros de largura e 5-6,5 m de altura, correspondendo ao Terraço Marinho Holocênico.

Cabe ressaltar a presença de expressivos corpos recifais mais ou menos contínuos na porção submersa, mais a leste da área.

4.2.3. Hidrografia

A área encontra-se inserida na Bacia Lagoa Olho D'água, uma das microbacias da Bacia Hidrográfica do rio Jaboatão. A Lagoa Olho D'água (Figura 4.3), corresponde a um sistema lagunar com 3,7 Km², extremamente raso, com dois canais: um a norte (Canal de Setúbal), ligando-a ao Estuário do rio Pina, e outro a sul (Canal Olho D'água), assegurando-lhe ligação com o Estuário do rio Jaboatão.

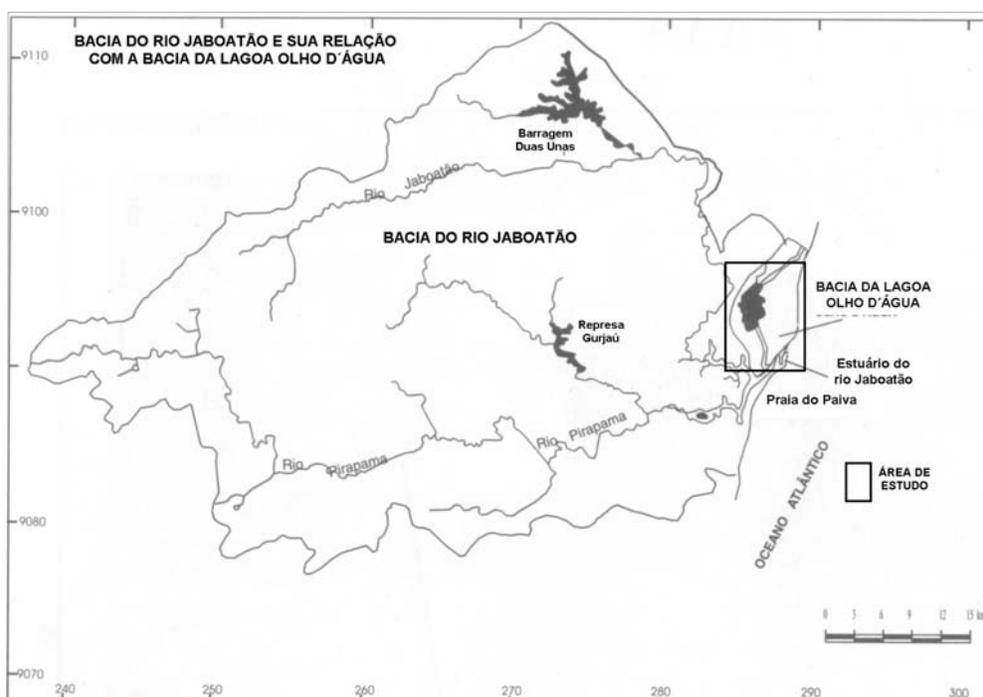


Figura 4.3 – Bacia do rio Jaboatão e sua relação com a Microbacia da Lagoa Olho D'água e a área de estudo (ASSIS et al., 1997 - adaptado).

Como visto na descrição do relevo, a Lagoa Olho D'água e outras pequenas lagoas formam a microbacia homônima, que se insere numa planície flúvio-lagunar abrigada entre terraços marinhos arenosos, os quais atuam como divisores naturais da drenagem desta microbacia. A alimentação da lagoa está condicionada às precipitações nos períodos chuvosos, que elevam o nível da água do rio Jaboatão, e às águas oceânicas que ingressam ciclicamente através do Canal Olho D'água (ASSIS et al., op. cit.).

.2.4. Vegetação & Fauna.

Do ponto de vista fitogeográfico, a área de pesquisa está circunscrita à zona fisiográfica do litoral-mata. A cobertura vegetal era constituída originalmente pela Floresta Atlântica, do tipo ombrófila densa, e seus ecossistemas associados (manguezais e restingas). A Floresta Atlântica é uma formação exuberante, apresentando três estratos: arbóreo, arbustivo e herbáceo. Suas espécies mais representativas estão inseridas no espaço arbóreo, podendo alcançar 25-30 m de altura, destacando-se: Copaifera nitida (Pau d'óleo); Hymenea sp. (Jatobá); Swartzia sp. (Jacarandá); Caesalpinia echinata (Pau Brasil); Schinus sp. (Aroeira), conforme ANDRADE LIMA (1961).

A vegetação de restinga ocupa solos arenosos profundos, situados entre as praias e morros da Formação Barreiras. Suas árvores têm geralmente copa longa e irregular, não muito elevadas. Entre as principais espécies, destacam-se: Anacardium occidentale (Cajueiro), Schinus terebinthifolius (Araúna de praia), Manilkara salzmanni (Maçaranduba), Tabebuia roseoalba (Pau d'arco). Os manguezais apresentam pouca variedade de árvores, porém grande número de indivíduos por espécie, predominando: Rhizophora mangle (mangue vermelho); Avicennia schaweriana (mangue siriúba); Laguncularia racemosa (mangue branco).

Atualmente, as formações vegetais originais encontram-se descaracterizadas pela ação antrópica, restando alguns testemunhos de floresta, como a "mata da fábrica de pólvora" que ocorre a oeste da lagoa, e outros vestígios pontuais de plantas de restinga. Da vegetação de manguezais ocorrem manchas nos bordos do Canal Olho D'água e no estuário de Barra de Jangada, sendo a parte mais conservada encontrada, também, na área da fábrica de pólvora.

As culturas de subsistência são encontradas ao longo das várzeas úmidas e nos baixios inundáveis, concentrando-se na planície sedimentar costeira, principalmente na área de influencia da lagoa. Com relação às formações nativas, destaca-se a feição capoeirinha por apresentar maior percentual de ocorrência, seguida da capoeira e do capoeirão, este último constituindo resquícios da antiga Mata Atlântica. O mangue e a vegetação hidrófila também são encontrados no município, sendo que o primeiro domina nas áreas estuarinas, enquanto a segunda ocupa os solos úmidos não aproveitados pelas culturas de subsistência (FIDEM, 1979).

Nas referências bibliográficas constata-se que o ambiente da lagoa há vinte e sete anos era equilibrado, apresentando no seu entorno uma vegetação composta principalmente por uma associação juncal e por um prado de hidrófilas, Ciperáceas e Gramínea. Nessas associações vegetacionais apresentava-se uma fauna diversa, característica dos ambientes aquáticos e terrestres. Em contrapartida, nas áreas de maior profundidade, o substrato lamoso encontrava-se colonizado por hidrófilas submersas e algas, apresentando uma fauna bastante variada e numerosa, incluindo esponjas, hidras de “água doce”, nematóides, poliquetas, ostracóides e camarões, entre outros.

Entre 1967 e 1994, a área da lagoa começa a sofrer intensa pressão urbana, favorecendo a degradação desse ambiente pela descaracterização de seus aspectos vegetacionais e faunísticos. Atualmente, a criação de búfalos, de forma extensiva, e porcos (pecuária urbana) está substituindo a fauna natural no seu entorno. A lagoa apresentava uma fauna ictiológica diversificada, apesar da baixa taxa quantitativa por espécie. No período de 1997 a 2001, ocorreram vários episódios de mortalidade de peixes, atribuídos aos despejos de efluentes domésticos e industriais (?), sem tratamento adequado, bem como aos períodos de verão, quando ocorre o rebaixamento das águas da lagoa e conseqüentemente decréscimo na disponibilidade de oxigênio dissolvido. Além desses fatos, o “peixamento” realizado na lagoa, entre 1994 e 1997, com *Tilápia* ocasionou mudanças bruscas na diversidade ictiológica.

4.2.5. Solos

Os fatores de pedogênese: clima, relevo, ação de organismos, material de origem e tempo, atuando de forma intensa, pode obliterar ou até mesmo descaracterizar por completo feições litológicas aflorantes. Este fato é particularmente marcante na faixa costeira do Estado de Pernambuco, onde um clima quente e úmido acelera a formação de expressivos perfis de solos.

Na área de estudo podem ser observadas as seguintes *Classes de Solo*: solos Gley Indiscriminados, solos Indiscriminados de mangue e areias quartzosas marinhas.

Solos Gley Indiscriminados

Compreendem solos hidromórficos, predominantemente profundos e mal drenados. Ocupam áreas de relevo plano, margeando os rios, ou os locais deprimidos, sujeitos a inundações sucessivas. Podem estar associados aos depósitos da Planície Fluvial e/ou com os depósitos das áreas alagáveis da Planície Flúvio-Lagunar.

Solos Indiscriminados de Mangue

São terrenos predominantemente halomórficos, alagados, normalmente próximos das desembocaduras dos rios, nas reentrâncias da costa e nas margens das lagoas diretamente influenciadas pelo movimento das marés. Alguns apresentam horizontes gleizados, com elevados teores de sais provenientes da água do mar, ou de compostos de Enxofre. Possuem profundidade variável. De modo geral não apresentam diferenciação de horizontes, com exceção de áreas marginais onde se verifica o desenvolvimento e destaque de um horizonte **A**. Este solos podem ser associados a depósitos de mangues e depósitos fluvio-lagunares, relacionados a áreas permanentemente alagadas.

Areias Quartzosas

Esta classe é constituída por solos hidromórficos, geralmente profundos, imperfeitamente drenados, com lençol freático próximo à superfície, e seqüência de horizontes do tipo **A** e **C**. O horizonte **A** é pouco desenvolvido, de coloração ligeiramente mais escura que o **C**, devido a presença mais significativa de matéria orgânica.

Desenvolvem-se exclusivamente em sedimentos areno-quartzosos não consolidados de origem marinha, depositados na faixa litorânea, onde o relevo é plano. Possuem textura arenosa e estrutura em grãos simples. Podem ser relacionados com os depósitos dos Terraços Marinhos e com os depósitos de Praias Atuais.

4.2.6. Geologia

A expressiva sedimentação quaternária que constitui a Planície Costeira pode ser individualizada em uma única unidade litológica, denominada de *Sedimentos Quaternários*. Apesar de vários estudos geológicos, somente no final da década de 80 esta sedimentação passou a ser considerada com mais interesse, sendo diferenciada através de critérios geomorfológicos e sedimentológicos.

Na área de estudo podem ser reconhecidos os seguintes depósitos: Fluviais, Flúvio-Lagunares; Terraços Marinhos, Depósitos de Mangues e de Praia Atuais, e Recifes.

Depósitos Fluviais

Ocorrem na porção mais noroeste do perímetro de estudo, correspondendo às regiões baixas da planície de inundação do rio Jaboatão. Pode ser englobada dentro da Planície de Maré que ocorre em torno do Terraço Marinho Pleistocênico. Tais depósitos se sobrepõem a sedimentos de origem lagunar/estuarina decorrentes da invasão destes vales durante o máximo da "Última Transgressão" (BITTENCOURT et al., 1979). São constituídos por sedimentos aluvionares areno-argilosos, depositados ao longo dos principais vales, preenchendo a porção mais interna da planície costeira, e dentro dos vales esculpidos pelos principais rios e riachos. Constituem o produto da erosão e do transporte fluvial ocorrido nas unidades pré-quadernárias.

Terraços Marinhas

Na Planície costeira podem ser registrados dois níveis de terraços marinhos formados quando das oscilações do nível do mar durante o Quaternário. Esses depósitos se apresentam dispostos ao longo da costa, sendo facilmente diferenciados através de aerofotos como superfícies contínuas (MARTIN et al., 1979). Podem ser reconhecidas duas superfícies bem marcantes. A mais interna, pleistocênica, é associada à "Penúltima Transgressão", ocupando cotas entre 3-9 m de altitude na área, sendo ainda caracterizada pela ausência de conchas de moluscos, e presença de estruturas sedimentares e tubos fósseis, que confirmam sua origem marinha. A segunda, ocorre como terraços externos, holocênicos, arenosos, relacionados à "Última Transgressão", podendo conter conchas de moluscos em bom estado de conservação; ocupando cotas entre 5-6,5 m, quando não retrabalhados pela erosão (BITTENCOURT et al., op. cit.).

Na área de estudo podem ser observados: uma faixa contínua, estreita, mais externa, com cotas variando de 7 a 9 metros, e largura variando de 300-400 metros (Terraço Marinho Superior - TMS); e outra mais a leste, mais larga (200 a 1200 metros), com cotas variando de 5 a 6,5 metros, observando-se nela a linha de cordões litorâneos (Terraço Marinho Inferior - TMI) (Figura 4.4).



Figura 4.4 – Aerofoto da Área de Estudo. Destacam-se as duas superfícies formadas pelos terraços marinhos, uma a oeste (TMS) e outra mais para leste (TMI), e a expressiva Planície Flúvio- Lagunar entre esses terraços, onde se encontra a Lagoa Olho D'água (Fotografia aérea, “Projeto GERAM” – SUDENE, 1968. Escala da Foto 1:70000).

Depósitos Flúvio-Lagunares

Esses depósitos formaram-se devido ao afogamento da região durante a Última Transgressão tendo sido, na regressão subsequente, abandonados em depressões ali existentes e, posteriormente, submetidos aos efeitos da ação fluvial. Estes sedimentos são constituídos por areias grossas a finas, até siltes argilosos, com diferentes graus de compactação, podendo formar terraços mais ou menos contínuos. Na área ocupam principalmente a porção central entre os terraços marinhos como mostra a Figura 4.4.

Depósitos de Mangue

Os sedimentos de manguezais atuais estão normalmente depositados em regiões protegidas da ação das ondas, nas margens de canais de maré e nas porções distais de vales de rios e riachos. São constituídos por depósitos recentes, argilosos, de coloração cinza-escuro a preto, representados pelos leitos de vasa orgânica que aparecem nas margens e na foz dos rios, devido ao efeito da flocculação e da gravidade, por ocasião das preamares podem estar cobertos pela vegetação característica, os manguezais. Ocorrem de forma mais contínua na porção oeste da área, nas margens do rio Jaboatão e de forma mais descontínua nas proximidade do Canal Olho D'água (Foto 4.1).



Foto 4.1 – Vista parcial dos manguezais do Canal Olho D'água (bordo sul).

Depósitos de Praia Atuais

Ocorrem diretamente na linha de praia como depósitos de areias quartzosas bem selecionadas, dispostos entre a linha de baixa-mar e os terraços holocênicos. Apresenta-se em faixas estreitas, geralmente com uma pequena inclinação no sentido do mar. Essas estreitas larguras, por vezes, dificultam a representação cartográfica dessa unidade litológica. Correspondem a áreas permanentemente submetidas à ação combinada das ondas, das correntes, da deriva litorânea e da maré.

Recifes

Compreendem os arenitos de praia, e ocorrem em diversos trechos do litoral do Estado de Pernambuco, formando feições lineares dispostas paralelamente a ele por longos trechos. Afloram na baixa mar, ou mesmo, em alguns casos, ligeiramente acima do nível do mar. Podem ser de dois tipos: (a) arenitos de praia e (b) recifes algálicos.

(a) Arenitos de Praia

No Estado de Pernambuco, estes corpos apresentam-se como uma linha recifal composta, em alguns casos orientados sob a forma de linhas sucessivas de corpos alongados, com embasamento de arenito. Esses litossomas apresentam-se interrompidos e com eixo principal deslocado nas vizinhanças das desembocaduras dos rios, ou barras. Na área em estudo tais corpos podem formar mais de uma linha, sendo os afloramentos descontínuos como nas praias do Piedade e Candeias (Foto 4.2).

b) Recifes Algálicos

São corpos litorâneos carbonáticos, constituídos por colônias mortas de corais e de algas coralinas, que neles se fixaram e se desenvolveram. São observados principalmente na praia de Candeias, onde exibem morfologia irregular, e com eixo maior paralelo às linhas de arenitos de praia a que estão associados. Exibem normalmente topos aplainados, resultado da erosão sofrida pelos mesmos durante a regressão posterior a Última Transgressão; como consequência desse fato, a maioria deles permanece submerso nas épocas de grande baixa-mar. Chegam a alcançar até 2.5 Km de comprimento, 1 Km de largura e cerca de 3 m de espessura.



Foto 4.2 – Vista parcial dos recifes da Praia de Piedade.

4.2.7. Geomorfologia

A caracterização e descrição geomorfológica é baseada na descrição das superfícies intimamente relacionadas com as rochas que afloram nesta região. Neste caso, incluem-se os *Sedimentos Quaternários*, formados durante a evolução paleográfica da Planície Costeira, e inclusive por processos erosivos atuantes até os dias atuais.

A área de estudo encontra totalmente inserida dentro da Planície Costeira Quaternária, marcada pela presença dos Sedimentos Quaternários. Do ponto de vista geomorfológicos podem ser observados diversos compartimentos entre os quais podemos destacar: A Planície Fluvial, a Planície Flúvio-Lagunar, os Baixios de Maré, os Terraços Marinhos, a Praia Atual e os Recifes.

Planície Fluvial

Dentro da compartimentação geomorfológica, esta unidade representa a porção mais abrangente da planície costeira relacionada com os depósitos fluviais. Forma uma expressiva área plana relacionada com as planícies fluviais dos principais rios da região, a qual se mantém seca e não susceptível à problemas de inundação. Ocupa a porção mais a oeste no entorno das margens do rio Jaboatão.

Planície Flúvio-Lagunar

Esta unidade foi dividida em três compartimentos: a) Áreas não alagadas; b) Áreas alagáveis; c) Áreas permanentemente alagadas. Esta divisão foi considerada a partir das informações do *Mapa de Recursos Hídricos de Superfície* (FIDEM, 1979a).

Está associada a depósitos flúvio-lagunares resultantes do afogamento da região durante a última transgressão e que, na regressão subsequente, foram abandonados em depressões na planície flúvio-lagunar. Nessa condição esses depósitos passaram a ser submetidos aos efeitos da ação fluvial (BITTENCOURT, 1979). Corresponde a áreas rebaixadas mais ou menos contínuas entre os terraços marinhos (cotas de aproximadamente 2,5 metros), e podem permanecer “secos” durante as inundações da lagoa, representando a porção da planície “não alagada”.

Dentro dessa planície é possível diferenciar as áreas alagáveis, diretamente ligadas aos depósitos flúvio-lagunares mais rebaixados, os quais, conseqüentemente, estão sujeitos a inundações. Estas áreas podem também estar associada com os depósitos de baixios de marés.

Baixios de Maré

Esse compartimento é encontrado nas áreas onde o gradiente de declividade é quase nulo e, portanto, sujeito à ação das marés. Devido à topografia, essas áreas são ambientes favoráveis aos processos de sedimentação flúvio-marinha. Os solos com alto teor de salinidade, as águas mornas e salobras, e o constante fluxo das marés, condicionam o surgimento de vegetação típica (os manguezais). Intercaladas nesses baixios de maré, ou entre eles e alguns terraços marinhos, podem ser encontradas pequenas salinas - os salgados - inundáveis na maré alta e que, na baixa-mar, apresentam altos teores de salinidade, podendo impedir o avanço da vegetação dos mangues. Podem ser encontrados nas margens dos rios e canais, ou ainda nos arredores dos diversos corpos d'água das áreas permanentemente alagadas da Planície Flúvio-Lagunar.

Terraços Marinhos

Na planície costeira são registrados dois níveis de terraços marinhos formados durante as oscilações do nível do mar no Quaternário. Correspondem a áreas mais ou menos paralelas à linha de costa, possuindo um topo aplainado e um rebordo abrupto que se mantém fora do alcance do mar, dessa maneira permanecendo secos mesmo durante as marés mais altas. Do ponto de vista geomorfológico, incluem os *Terraços Marinhos Superiores*, de Idade pleistocênica, e os *Terraços Marinhos Inferiores*, de Idade holocênica.

❖ Terraços marinhos superiores – Esses depósitos foram formados durante a regressão que se sucedeu após o máximo da Penúltima Transgressão (BITTENCOURT, 1979). Apresentam-se em geral descontínuos, mais ou menos alongados e paralelos à linha de costa, no sopé das formações geológicas mais antigas. Em toda a área de estudo, alcançam altitudes de até 9 m (os mais altos do litoral pernambucano).

❖ Terraços marinhos inferiores - Esses depósitos também se desenvolveram durante a última regressão marinha, após retrabalhamento do relevo das formações pré-quadernárias pela Última Transgressão (BITTENCOURT, op. cit.), a qual também erodiu, parcialmente, os terraços marinhos superiores. Esse compartimento apresenta uma geometria mais regular se comparada àquelas observadas nos terraços superiores sendo, em geral, encontrados na porção mais externa da planície costeira, como áreas alongadas, de declive mais suave, e com altitudes variando entre 1-3 m. Na área esse compartimento apresenta altitudes entre 5 a 6,5 metros, representando uma exceção dentro do litoral pernambucano.

A Praia Atual

Esses depósitos ocorrem diretamente na linha de praia, apresentando-se como faixa arenosa estreita o que, por vezes, dificulta a individualização e sua representação cartográfica como compartimento, de tal forma que pode ser incluído junto com os Terraços Marinhos Inferiores.

Recifes

Corresponde a uma das feições geomorfológicas mais marcantes do litoral nordestino, que desempenham um importante papel na morfologia atual da costa, pois funcionam como um anteparo natural às investidas das ondas, protegendo-a dos processos erosivos. Contudo, quando descontínuos, podem ser responsáveis pela regressão da linha de costa, o que torna estas áreas mais sensíveis aos processos erosivos. São reconhecidos recifes de arenito e algálicos. Do ponto de vista morfológico, os de arenito são mais retilíneos e alinhados com a costa, enquanto os biogênicos apresentam formas irregulares.

CAPÍTULO 5 – LAGOAS COSTEIRAS

5.1 - INTRODUÇÃO

As lagoas costeiras são ambientes aquosos geralmente conectados ao oceano, formados como resultado da *elevação do nível do mar* durante o Pleistoceno/Holoceno, ou como consequência da construção *das restingas arenosas* através dos processos marinhos.

Geograficamente são encontradas em todos os continentes e sob todo o tipo de clima, do Ártico ao Equador, do árido ao úmido, ocupando 13% da zona costeira mundial. Geologicamente, são ambientes efêmeros, e sua existência depende das flutuações do nível do mar, da atividade tectônica local e da interferência humana. São também ecossistemas altamente produtivos, e ambientes favoráveis para o desenvolvimento de projetos de aquicultura, piscicultura e extração de sal.

Segundo ZENKOVITCH (1969), 13% das linhas de costa apresentam desenvolvimento de ilhas barreiras com lagunas atrás delas. As locações e as épocas de formação dos atuais sistemas de lagunas/lagoas deste tipo, parecem estar relacionados a três condições principais (SUGUIO, 1980):

1. Regiões onde o suprimento de areia para a linha de costa era abundante durante o Holoceno, entre 4000 e 7000 anos AP;
2. Regiões adjacentes a plataformas continentais amplas, de baixa declividade, onde a velocidade de transgressão era mais lenta; e
3. Áreas localizadas predominantemente ao longo das margens continentais, onde o mar só atingiu recentemente o atual nível relativo.

Segundo ESTEVES (1998), as lagoas costeiras apresentam três tipos de origem:

- a) Formação **por processos geomorfológicos**, ou seja, aqueles relacionados com os processos de erosão e sedimentação que isolaram antigas baías marinhas, originando lagunas com águas salobras e claras. Ex: Lagoas de Maricá, Saquarema e Arararuama;
- b) Formação a partir dos **processos de sedimentação de uma foz do rio**, originando lagos costeiros com águas doces ou levemente salobras. Ex: Lagoas entre Macaé e Quissamã (Parque Nacional de Jurubatiba);
- c) Formação por **origem mista** – (a) Lagos formados por associação entre o isolamento de baías marinhas e a foz de rio, quando esta última não tem destaque. Ex: Lagoas de Carapeus e Paulista e, (b) Lagos formados por associação entre o assoreamento da foz de rio e o aporte de água do lençol freático. Ex: Lagoas de Ilhas Comprida e Iodada.

A amplitude da maré (A) é um dos fatores condicionantes à existência das lagoas costeiras, que só ocorrem em ambientes de micro-maré ($A < 2\text{m}$) e meso-maré ($2\text{m} < A < 4\text{m}$). Não ocorrem em ambientes de macro-maré ($A > 4\text{m}$), devido à alta energia hidrodinâmica que tem o poder de dispersar os sedimentos, responsáveis pela construção/formação de restingas arenosas.

Nos ambientes de micro-maré as restingas arenosas são longas e apresentam poucos canais de comunicação. São comuns no Golfo do México e na costa Norte Fluminense (RJ – Brasil). Nos ambientes de meso-maré se apresentam na forma de várias ilhas barreiras, as quais apresentam muitos canais de comunicação entre a lagoa e o oceano, associando-se a planícies costeiras com vegetação típica de manguezais e/ou banhados. São comuns na costa Leste dos Estados Unidos.

A formação e manutenção das lagoas são resultado de um equilíbrio entre a chegada de sedimentos para a construção da barreira/restinga, e a ação das ondas que irão retrabalhar estes sedimentos. A qualidade de suas águas é resultado da hidrodinâmica, ou seja, da circulação dessas águas, dos processos de dispersão dos sais e sólidos em suspensão e do tempo de residência (Tr^4). E todos estes fatores estão diretamente ligados à combinação entre a descarga fluvial, ação dos ventos, precipitação/evaporação e processos dinâmicos da zona costeira como ondas e marés.

Lagoas costeiras são ambientes extremamente sensíveis, que sofrem diretamente com as atividades humanas como:

- construção de barragens ou de reservatórios na bacia de drenagem, que servirão de armadilha para os sedimentos necessários à formação da barreira/restinga.
- Agricultura e urbanização do solo, que aumentam o grau de erosão e conseqüentemente a chegada de sedimentos na lagoa, incrementando um aumento da taxa de assoreamento e diminuição da qualidade das águas em função do aumento da turbidez.
- Dejetos de esgotos.

⁴ O **Tempo de Residência** (Tr) é um parâmetro numérico utilizado para avaliar a qualidade das águas de corpos aquosos restritos, como por exemplo, lagoas e baías. Pode ser calculado por $Tr = \text{Volume}/\text{Descarga}$. Nas lagoas pode-se calcular o Tr da água doce e da água salgada. O Tr irá controlar o *fluxo das águas*, que é importante para a caracterização da qualidade dessas águas, a *importação/exportação de plantas e animais planctônicos*, assim como o *fluxo de sal* que é determinante para a caracterização estuarina das águas da lagoa.

No Brasil, segundo ESTEVES (1998), usa-se o termo **lagoa** como referência para todos os corpos d'água costeiros e mesmo interiores, independentemente de suas origens. No entanto, menciona o autor que este procedimento não é correto, uma vez que predominantemente as lagoas costeiras são, na realidade, **lagunas** (ligadas com o mar) ou **lagos costeiros** (isolados do mar). Alguns autores usam a dimensão do corpo d'água para diferenciar lagoas de lagos, conceituando os *lagos* como grandes corpos d'água limitados por terras emersas, e as *lagoas* como pequenas superfícies d'água, ambos com salinidades normalmente diferentes da água do mar.

Estudos sobre a origem e geomorfologia desses ecossistemas têm sido objeto de pesquisa em vários ramos da ciência, especialmente a Geologia. Vários desses trabalhos mostram que tanto lagunas como lagoas costeiras têm sua gênese vinculada aos processos transgressivos do mar, que ocorreram a partir do Pleistoceno e se prolongaram até os últimos dois mil anos do Holoceno, quando ocorreu a gênese da grande maioria das lagoas costeiras do Brasil (ESTEVES, op. cit.). Além dos processos marinhos, são evidenciados processos fluviais, eólicos e flúvio-marinhos. Em consequência, são encontrados tanto ecossistemas lacustres de água doce, como lagoas com características marinhas e estuarinas. Algumas delas apresentam caráter sazonal permanecendo, portanto, secas no período de estiagem e cheias no período chuvoso. Outras recebem água apenas nas marés altas.

A compreensão da gênese das Lagoas Costeiras, sua geologia e evolução, bem como sua importância ecológica e econômica, torna-se essencial para a solução de problemas ocasionados por atividades antrópicas nestes ambientes. Dentre os aspectos ecológicos mais relevantes foram destacados o papel destes ecossistemas para a produtividade biológica, para a manutenção da biodiversidade, e o seu papel como um reservatório de água doce e rede de drenagem natural.

5.2 – ORIGEM E EVOLUÇÃO DAS LAGOAS COSTEIRAS

Os lagos não são elementos permanentes das paisagens da Terra, pois correspondem a fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, surgindo e desaparecendo no decorrer de espaços de tempo relativamente curtos. O seu desaparecimento está ligado a várias contingências, dentre as quais as mais importantes são: o seu próprio metabolismo (por exemplo: o acúmulo de matéria orgânica no sedimento), e a deposição de sedimentos transportados por afluentes.

Esses ecossistemas ocorrem ao longo de toda a costa brasileira, particularmente nos Estados do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul. Suas dimensões e profundidades variam desde pequenas depressões, preenchidas com água da chuva e/ou do mar, com caráter temporário, até corpos d'água de grandes extensões como a lagoa dos Patos (RS). Embora no Brasil o termo lagoa costeira, ou simplesmente lagoa, seja amplamente empregado para designar corpos d'água localizados na costa, portanto próximos ao mar, esses ecossistemas podem ser na prática lagunas ou lagos costeiros.

Na formação de lagos, são de grande importância os fenômenos endógenos (originários do interior da crosta terrestre) e os exógenos (a partir de causas exteriores à crosta). Como exemplo dos primeiros, podem ser citados os movimentos tectônicos e vulcânicos, e dos últimos, as glaciações, a erosão e a sedimentação.

Não raramente os limnólogos encontram muita dificuldade para diferenciar um *lago* de uma *lagoa*. Como ponto de partida, são consideradas a profundidade da bacia lacustre e a profundidade que alcança o domínio iluminado na coluna d'água. São designados como *lagoas*, os corpos d'água rasa, doce, salobra ou salgada, em que a radiação solar pode alcançar o assoalho sedimentar possibilitando, conseqüentemente, o crescimento de macrófitas aquáticas em toda sua extensão.

O estudo da evolução geológica e geomorfológica das lagoas costeiras é importante para o conhecimento das variações que estas zonas tiveram no Quaternário⁵, possibilitando o conhecimento de eventuais interações oceano/continente, assim como para subsidiar as interpretações de seus parâmetros físicos, químicos e biológicos.

⁵ Período Geológico mais moderno, subdividido em duas épocas: **Pleistoceno** (1.800.000 até 10.000 anos A.P.) e o **Holoceno** (10.000 anos A.P. até hoje), caracterizado por profundas mudanças climáticas (SUGUIO, 1992).

5.2.1 - Gênese dos Lagos

5.2.1.1 - Lagos Formados por Movimentos Diferenciados da Crosta Terrestre

Os lagos formados por movimentos diferenciais da crosta terrestre podem ser originados através de dois fenômenos principais:

- ❖ Através de movimentos epirogenéticos – tais lagos são formados por movimentos de elevação e abaixamento da crosta terrestre, como consequência do equilíbrio isostático. Na grande maioria dos casos, são originados pela elevação de blocos do fundo oceânico. Tal processo resulta no isolamento de grandes massas de água, geralmente de pequena profundidade. Exemplos: Mar Cáspio e o Mar de Aral (URSS); Lagos Okeechobee (EUA) e Vitória (África Central).
- ❖ Através de falhas tectônicas – os lagos assim formados se originaram principalmente no Terciário, constituindo-se dessa maneira nos lagos mais antigos do globo, ainda existentes como ambientes geográficos. Costumam estar localizados nas chamadas fossas tectônicas (“graben”, em alemão ou, “rift valley”, em inglês), e são caracterizados pela grande profundidade. Exemplos: lago Baical (URSS); Lagos Tanganica, Edward e Albert (África) e Tahoe (EUA).

Segundo STERNBERG (1957), existem lagos de origem tectônica na região amazônica, ocupando linhas de falhas ou vales tectônicos, que foram posteriormente alagados e aprofundados pela erosão. Como evento final houve um “afogamento” (preenchimento da foz com sedimento) destes vales pelo rio Amazonas. Exemplos: Lagos Grande de Manacapuru, Anamã, Badajós, Piorini e Mina.

5.2.1.2 - Lagos de Origem Vulcânica

Os lagos de origem vulcânica tanto podem ser formados a partir do cone de dejeção do vulcão extinto, como a partir do represamento de vales devido ao fluxo de lavas expelido pelo vulcão, em sua fase ativa. No primeiro caso podemos diferenciar três tipos: Lagos de Cratera, Lagos do tipo “Maar”, e Lagos de Caldeiras (Figura. 5.1).

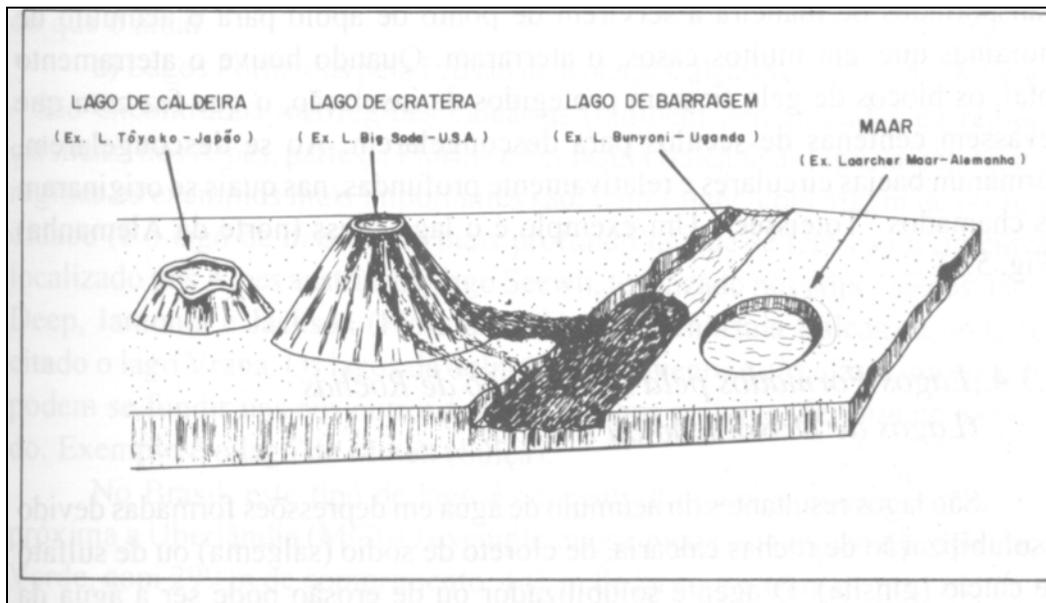


Figura 5.1 – Tipos de lagos de origem vulcânica (SCHWÖRBEL, 1971, IN: ESTEVES, 1998).

→ Lagos de cratera – são adaptados ao cone de vulcões extintos, apresentam em geral pequena extensão, grande profundidade, e forma circular. Exemplos: Lagos Big Soda (Nevada - EUA) e Rotomahana (Nova Zelândia). A região de Poços de Caldas (MG) apresentava vários pequenos lagos de cratera que foram aterrados, canalizados, ou que secaram com o decorrer do tempo.

→ Lagos tipo “Maar” – surgem a partir de explosões gasosas subterrâneas, seguindo-se o afundamento da superfície da região atingida. Neste caso, não há derramamento de lavas. Os “Maar” são circulares e apresentam grande profundidade em relação à área do espelho d’água. Esse tipo é encontrado na Alemanha (região de Eifel) e na região do leste da ilha de Java (Indonésia). Exemplos: Lagos Toten Maar, Gemundener Maar e Weifelder Maar (Alemanha).

→ Lagos de caldeira – são formados quando a erupção vulcânica é muito intensa, provocando a destruição do cone central do aparelho vulcânico. Neste caso, resta somente uma depressão central denominada caldeira. Exemplos: Lagos Crater (Oregon – EUA), Bolsena e Albaner (Itália) e Toyako (Japão).

→ Lagos de barragem vulcânica – são formados quando vales preexistentes são interrompidos pela lava solidificada. Exemplos: Lagos Kivu e Bunyoni (África Central).

5.2.1.3 - Lagos Glaciais

A grande maioria destes lagos surgiu principalmente durante o início da fase terminal da última glaciação pleistocênica, há aproximadamente 10.500 anos. Estão concentrados em regiões de alta latitude, notadamente nas regiões temperadas. Assim, a quase totalidade dos lagos europeus têm esta origem. São vários os tipos originados a partir desta atividade:

→ Lagos em circo – são resultantes da ação de congelamento e descongelamento da água. Em geral, são pequenos e rasos, sendo comuns em áreas montanhosas. Possuem forma circular ou em anfiteatro. Exemplos: Lagos Watendlath (Inglaterra), Wildseelodersee (Áustria) e vários lagos na Cordilheira do Alaska.

→ Lagos em vales barrados por morena (moraina) – são formados pela obstrução de vales por morenas (sedimentos transportados por geleiras). Exemplos: Lagos Lucerne (Suíça), Constance (Alemanha – Suíça) e os lagos Finger (Nova York – EUA).

→ Lagos de fiordes – são resultantes da escavação de vales nas escarpas das montanhas pela ação da erosão glacial. São longos, estreitos e profundos. Hoje, muitos desses lagos estão submersos ou foram invadidos pelo mar. Exemplos: maioria dos lagos da Noruega.

→ Lagos em terreno de sedimentação glacial – As irregularidades em terrenos formados por morenas deram origem a um grande número de lagos que recebem o nome genérico de “**lagos de caldeirão**”. Podem ser formados de diferentes maneiras:

1. Depressões existentes em locais de antigas geleiras continentais, e que foram preenchidas com água. Exemplos: Lago Grosse Plöner, Norte da Alemanha e Lago Barret, EUA (Figuras 5.2 e 5.3).
2. Blocos de gelo que desprenderam de geleiras e foram posteriormente transportados de maneira a servirem de ponto de apoio para o acúmulo de morainas que, em muitos casos, o aterraram. Quando houve o aterramento total os blocos de gelo ficaram protegidos da insolação, o que fez com que levassem centenas de séculos para descongelarem. Ao se descongelarem, formam bacias circulares e relativamente profundas, nas quais se originaram os chamados “Toteissees”. Ex: Lago Pluss, Norte da Alemanha (Figura 5.4).

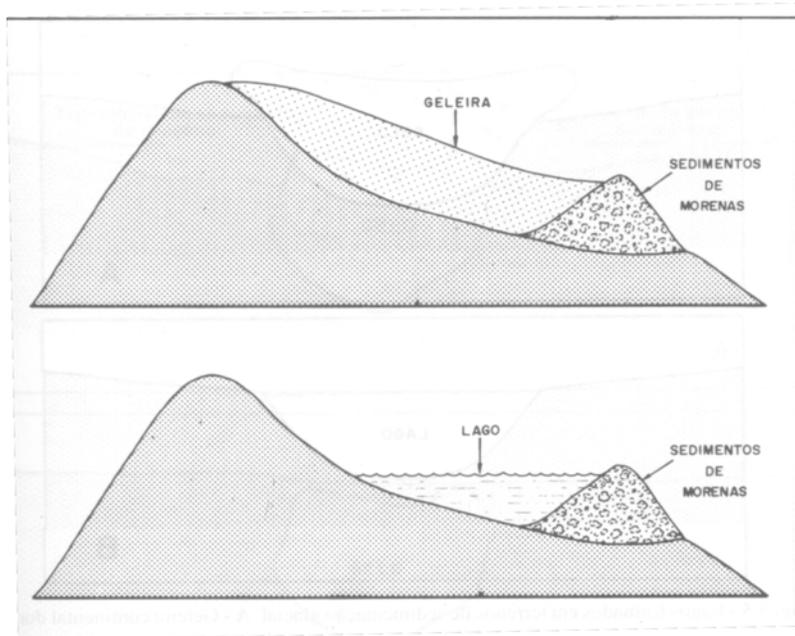


Figura 5.2 – Lagos formados em depressões escavadas pelas geleiras glaciais (ESTEVES, 1998).

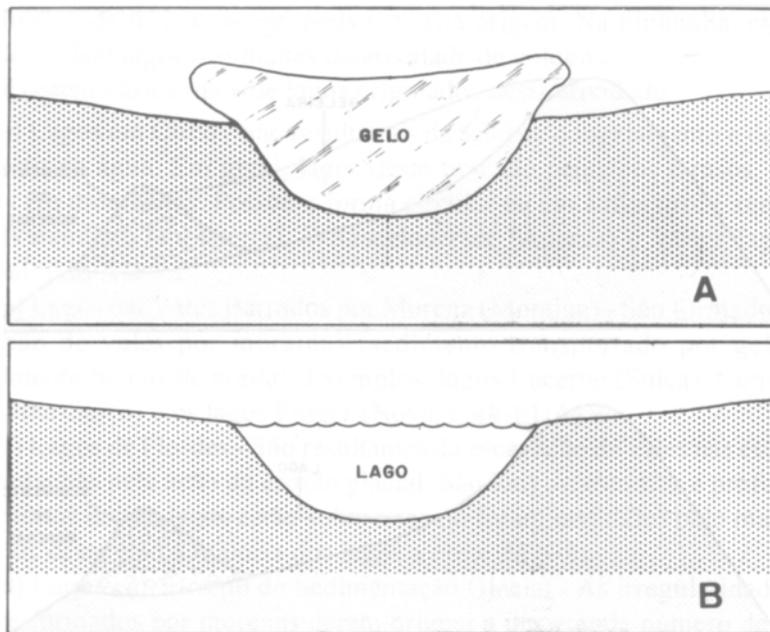


Figura 5.3 – Lagos formados em terrenos de sedimentação glacial. **A** – Geleira continental durante o período glacial, **B** – após o descongelamento, originou um lago (ESTEVES, 1998).

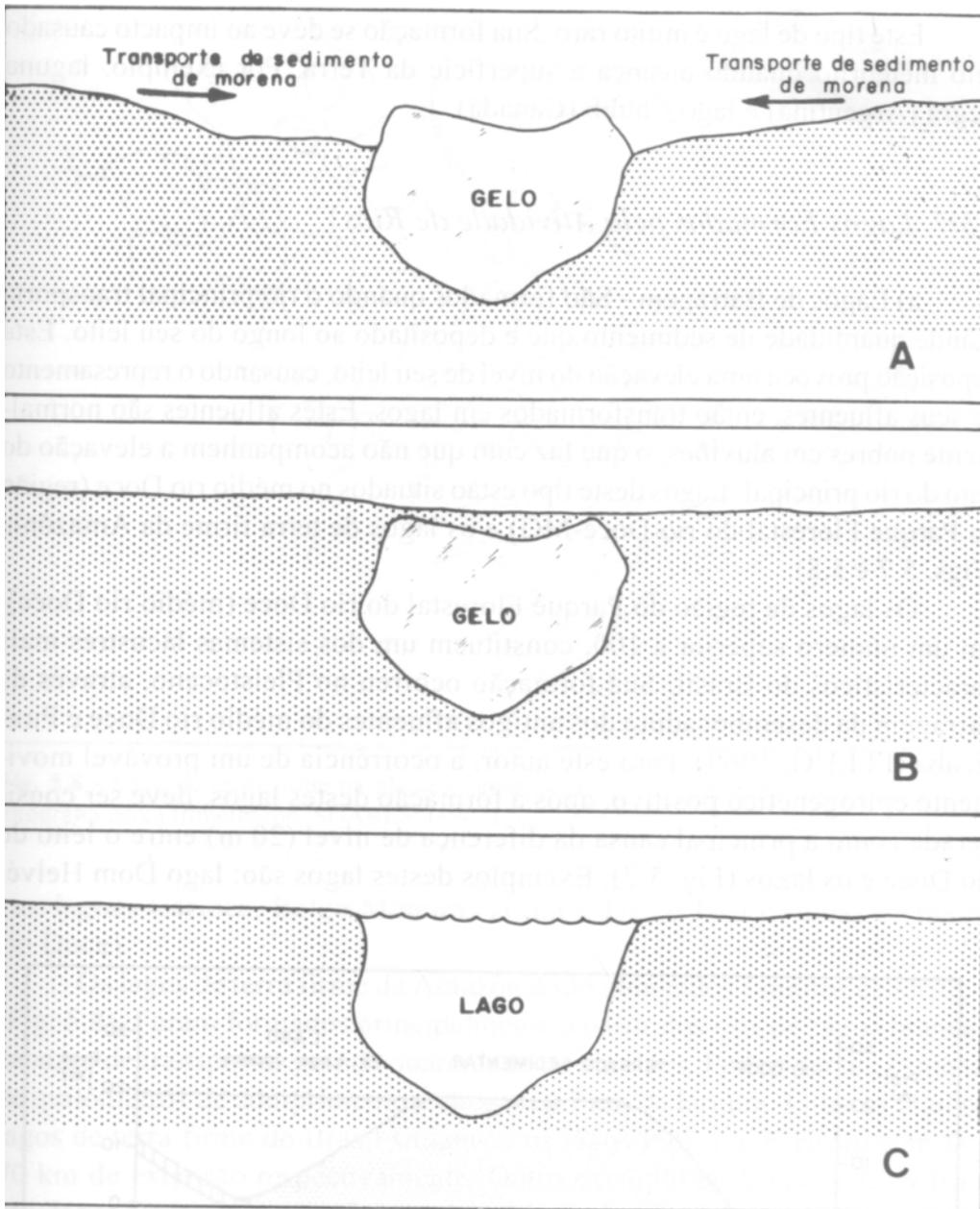


Figura 5.4 – Formação do tipo de lago "toteis". **A e B** – bloco de gelo é coberto por sedimentos de morena. **C** – após o descongelamento, formação do lago (ESTEVEZ, 1998).

5.2.1.4 - *Lagos Formados pela Dissolução de Rochas* (Lagos de Dissolução ou Erosão)

São lagos formados do acúmulo de água em depressões formadas devido à solubilização de rochas calcárias, de cloreto de sódio (salgema) ou de sulfato de cálcio (gipsita). O agente solubilizador ou de erosão pode ser a água da chuva, águas subterrâneas ou ambas.

(a) Lagos formados pela erosão de rochas calcárias ou “lagos dolinas” – são encontrados em regiões calcárias (também denominadas regiões cársticas) dos Alpes, parte da Flórida e Península Balcânica (Iugoslávia). Exemplos: Lago Luner (Alpes – Austríacos), Seewli (Alpes – Suíços), lagos Deep, Lamonia e Jackson (Flórida – EUA), Lago Vrana (Península Balcânica). Os lagos dolinas são pequenos e circulares, no entanto, podem se fundir uns aos outros formando lagos maiores, de formato alongado. Exemplos: Lago Muten (Suíça).

No Brasil, este tipo de lago é encontrado na cidade de Coromandel, próxima a Uberlândia (MG). O exemplo mais típico nesta região é o Lago Poço Verde, com 299 m de comprimento, 142 m de largura e 18 m de profundidade (ESTEVES et al., 1983). A lagoa Santa, localizada na cidade de mesmo nome, é freqüentemente citada como exemplo de lago de dolina. No entanto, pesquisas recentes (KOHLENER, 1978) mostraram que ela se localiza sobre filitos pertencentes ao grupo Bambuí sendo, portanto, um lago pseudocárstico, cuja origem deve ser atribuída à dissolução de calcário subjacente ao filito.

(b) Lagos formados pela solubilização das rochas de salgema – são encontrados principalmente na costa oeste da França e na costa oeste da Sibéria.

(c) Lagos formados pela solubilização das rochas gipsíferas – Nos Alpes franceses são encontrados vários lagos resultantes da dissolução de camadas de gipsita. Exemplos: Lago de La Girotte e Lago Tignes. No Brasil, lagos formados pela erosão de gipsita foram identificados por RUELLAN (1957), no Território de Roraima. Exemplos: lagoas de Magalhães e Uberaba.

5.2.1.5 - *Lagos Formados pela Atividade de Castores*

Exemplos interessantes de pequenos lagos formados pela atividade de castores (espécies ***Castor canadensis*** e ***C. fiber***) são encontrados no Canadá, EUA e Europa. Eles resultam do represamento de córregos pela acumulação de pedaços de árvores, barro, etc. Os maiores ambientes deste tipo são normalmente construídos por várias gerações desses animais. Exemplos: Lagos Beaver e Echo (EUA).

5.2.1.6 - Lagos Formados pelo Impacto de Meteoritos

Este tipo, muito raro, deve sua formação ao impacto causado por meteorito na superfície da Terra. Exemplos: Laguna Negra (Argentina) e Lago Chubb (Canadá).

5.2.1.7 - Lagos Formados pela Atividade de Rios

a) Lagos de barragem – são formados quando o rio principal transporta grande quantidade de sedimento que é depositado ao longo do seu leito. Quando esta deposição provoca uma elevação do nível de seu leito, ocorre o represamento de seus afluentes, que se transformam então em lagos. Tais afluentes são normalmente pobres em aluviões, o que faz com que não acompanhem a elevação do leito principal. Lagos deste tipo estão no médio rio Doce (região do Parque Florestal do Rio Doce – MG) e nos chamados lagos de “terra firme” da Amazônia.

b) Lagos de ferradura ou de meandros – são formados através do isolamento de meandros por processos de erosão e sedimentação das margens (Figura 5.5). Os lagos assim formados são ditos *lagos de ferradura*, *crescente* ou *de meandro* e são, provavelmente, os lagos mais freqüentes no território brasileiro.

c) Lagos de inundação – são lagos encontrados no Pantanal de Mato Grosso e na planície Amazônica, onde recebem o nome de “baías” e “lagos de várzeas”, respectivamente. Uma de suas características principais é a grande variação no nível da água em função da precipitação pluviométrica (Figura 5.6).

Na região amazônica, no período de cheias, esses ecossistemas recebem grande quantidade de água, o que resulta no aumento de área e profundidade dos rios e lagos. Neste período ocorre a intercomunicação de vários lagos e rios, formando um único sistema. Já na época da seca, com a queda do nível de água, os diferentes sistemas permanecem isolados, ou se comunicam por canais.

As “baías” do pantanal têm formas variadas, predominando, no entanto, as circulares e elípticas. Somente as maiores são perenes. Quanto à sua origem, há duas hipóteses principais:

- 1º) Solubilização de rochas calcárias (dolomitos) existentes na região, originando lagos de dolina;
- 2º) Depressões do terreno que são alcançadas periodicamente pelas inundações (hipótese mais aceita atualmente).

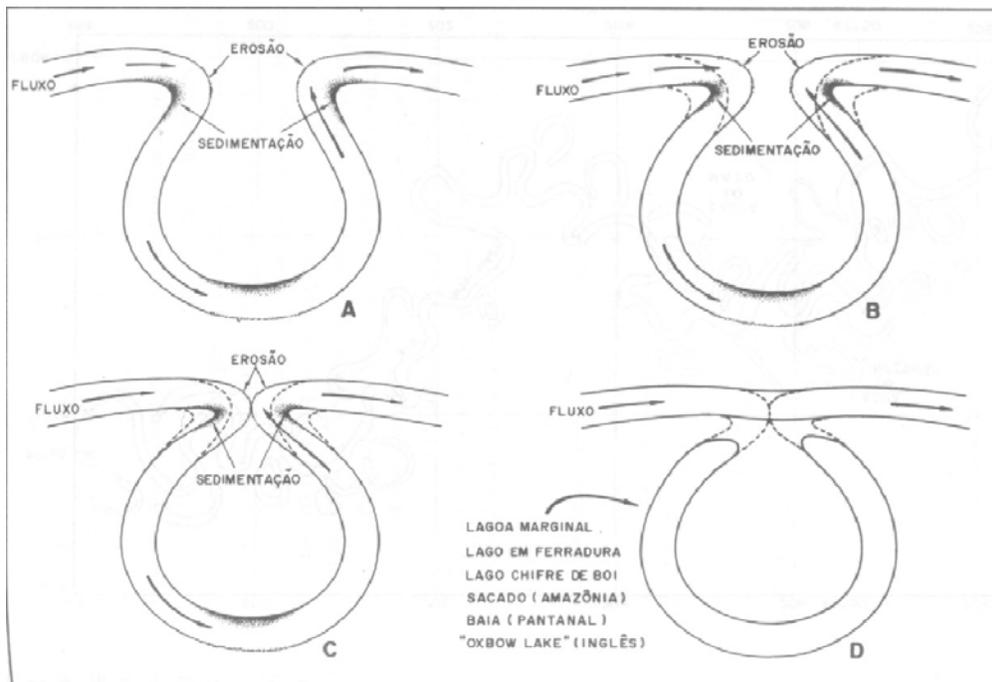


Figura 5.5 – Processo de isolamento dos meandros e a conseqüente formação de lagoas marginais (ESTEVES, 1998)

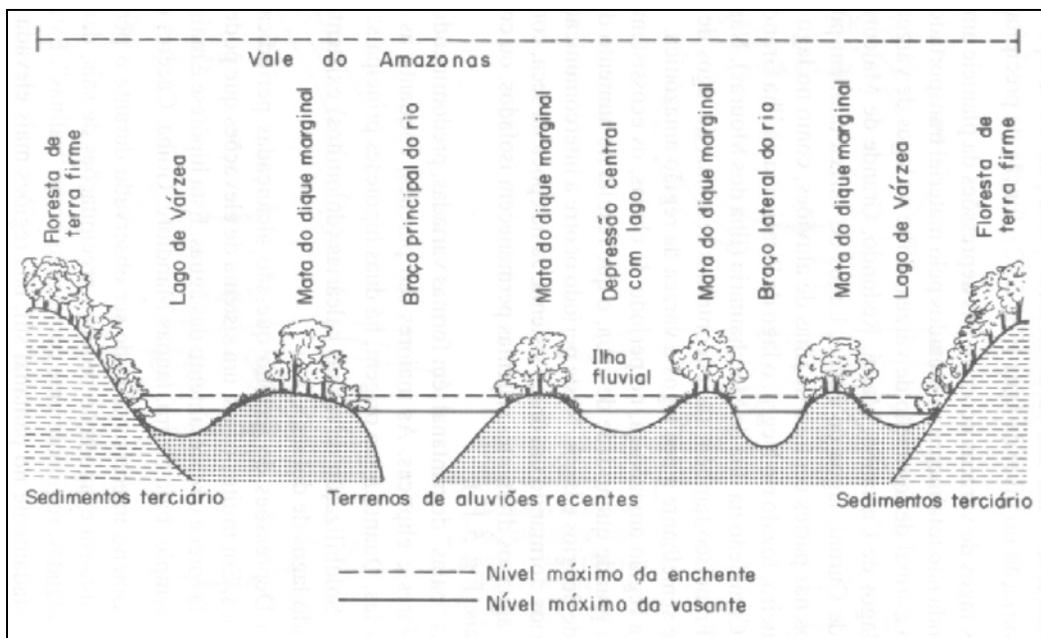


Figura 5.6 – Corte transversal do vale do rio Amazonas, mostrando as depressões onde formam-se os lagos de várzea (segundo SIOLI, 1964. **Apud:** ESTEVES, 1998).

5.2.1.8 – Lagos Formados pela Atividade do Vento (Lagos de Barragem Eólica)

São formados através de sedimentação eólica, principalmente por areia, em algum trecho de um rio. Este fenômeno ocorre com frequência no Nordeste brasileiro. Os ventos alísios, típicos do Nordeste e de outras regiões brasileiras, promovem o deslocamento de dunas móveis que, ao se acomodarem em um novo local, podem represar os pequenos córregos que buscam o mar, transformando-os em lagos (Figura 5.7). Exemplos: lagoa do Abaeté, BA e pequenas lagoas no litoral sul de Santa Catarina.

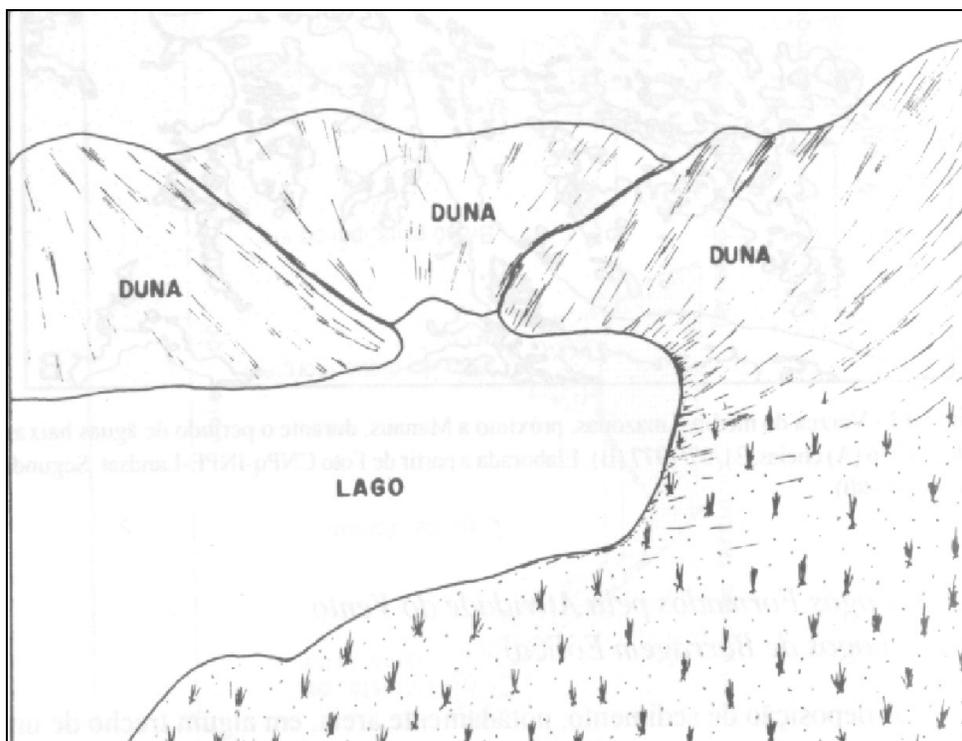


Figura 5.7 – Exemplo de lago formado por atividade eólica (ESTEVES, 1998).

5.2.1.9 - Lagos Associados à Linha Costeira: LAGOAS COSTEIRAS

Nesta categoria são encontrados corpos d'água dos mais variados tamanhos, desde pequenas até grandes lagoas como a Laguna dos Patos (RS) com 9.919 Km².

Os principais processos formadores das lagoas costeiras são apresentados em seguida:

a) Lagoas formadas pelo isolamento de enseada marinha ou braços de mar, através de cordões de areia – nesse caso os cordões de areia se desenvolvem normalmente a partir de pontões rochosos. Seu aumento progressivo se deve à deposição de sedimentos marinhos pela ação de correntes e ondas, seja em condições de submersão marinha interglacial, seja pela ação de ventos sobre os sedimentos marinhos (areia), quando estes se encontram emersos. O resultado final desta atividade marinha é o isolamento de uma enseada ou de um braço de oceano, transformando-se assim numa *laguna*, quando permanece ligada ao mar por fluxo e refluxo, ou numa *lagoa* quando se isola do mar, sem refluxo (Figura 5.8).

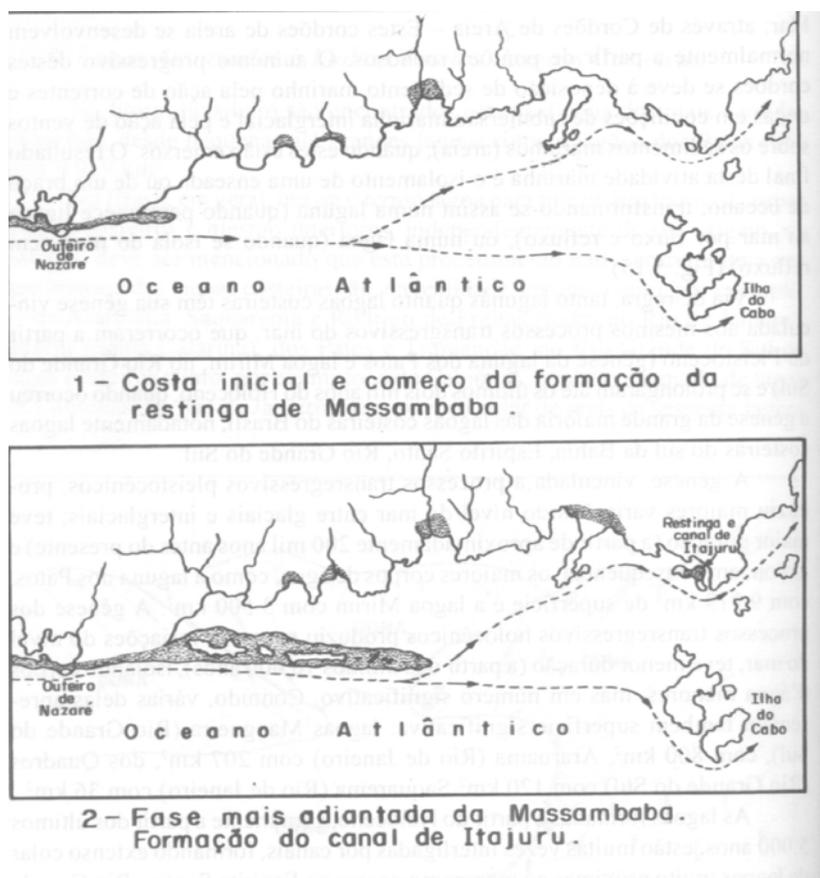


Figura 5.8 – Lagoa formada pelo isolamento de enseada marinha, ex. laguna (lagoa) de Araruama, (RJ). Segundo LAMEGO (1945).

Em geral, tanto lagoas quanto lagoas costeiras têm sua gênese vinculada aos mesmos processos transgressivos do mar, que ocorreram a partir do Pleistoceno (gênese da Laguna dos Patos e Lagoa Mirim, no Rio Grande do Sul) e se prolongaram até os últimos 2000 anos AP, período da gênese da grande maioria das lagoas costeiras do Brasil, notadamente as do sul da Bahia, Espírito Santo, e Rio Grande do Sul.

Os processos transgressivos pleistocênicos, produziram maiores variações do nível médio do mar (NMM) entre seus períodos glaciais e interglaciais, a partir de aproximadamente 200.000 anos AP, conseguindo conseqüentemente isolar os maiores corpos d'água, como a Laguna dos Patos (9.919 Km² de superfície) e a Lagoa Mirim (3.500 Km²).

Os processos transgressivos holocênicos produziram menores variações do NMM, tiveram menor duração (a partir dos últimos 10.000 anos), isolando corpos d'água menores, porém em número significativo. Contudo, vários deles apresentam também superfícies significativas: lagoas Mangueira (Rio Grande do Sul), com 800 Km², Araruama (Rio de Janeiro) com 207 Km², dos Quadros (Rio Grande do Sul) com 120 Km², e Saquarema (Rio de Janeiro) com 36 Km².

As lagoas formadas a partir do Holoceno, relacionadas aos últimos 5.000 anos, estão muitas vezes interligadas por canais, formando extenso colar de lagoas muito próximas ao mar, como ocorre no Espírito Santo e Rio Grande do Sul. Cada série dessas corresponde a um único período de deposição marinha, de feixe de restinga. A lagoa de Carapebus, em Macaé, no Estado do Rio de Janeiro, constitui um caso característico de lagoa muito dentrificada, porque cada bifurcação parece corresponder a uma seqüência de feixes de restinga. Neste caso, uma única lagoa costeira foi formada, em razão da formação de vários feixes de restinga.

b) Lagoas formadas pelo fechamento da desembocadura de rios por sedimentos marinhos –

Este tipo é comum em regiões de tabuleiros (forma topográfica semelhante a planalto, comum no litoral do Nordeste e Sudeste do Brasil). Elas se originam por deposição de sedimentos marinhos na desembocadura de pequenos rios, ou por isolamento de estuário de vários pequenos rios (Figura 5.9). Exemplos: lagoas Mundaú e Manguaba (AL), lagoas Carapebus, Comprida e Cabiúnas (RJ).

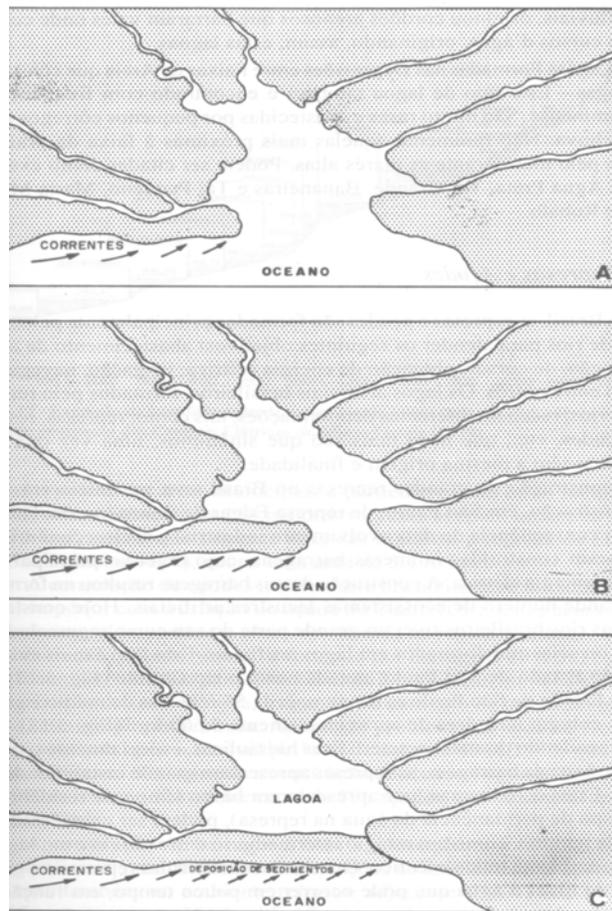


Figura 5.9 – Lagoas formadas pelo isolamento de um estuário, geralmente transformam-se em ambientes de água doce no decorrer do tempo (ESTEVEVES, 1998).

c) Lagoas formadas pelo fechamento da desembocadura de rios por recifes de corais – A formação de recifes pode represar a desembocadura de rios que buscam o mar. Este tipo de lagoa é encontrado no litoral nordestino, onde existem mais condições favoráveis (temperatura superior a 20°C) para a formação de recifes. A Lagoa do Rodeio (8 Km²) em Alagoas, que foi formada pelo fechamento da desembocadura do rio São Miguel, é um exemplo.

d) Lagoas formadas pelo fechamento da desembocadura de rios por sedimentos flúvio-marinhos – Este tipo é encontrado no litoral fluminense, especialmente na região de Campos (RJ), relacionado à antiga foz do rio Paraíba do Sul. A deposição de sedimentos marinhos e fluviais, provocou o desvio e represamento da foz original desse rio. Como consequência, formaram-se várias lagoas como por exemplo, a Lagoa Feia. Podem ser citadas também as lagoas de Juparanã, Nova, das Palminhas, das Palmas, entre outras localizadas no município de Linhares (ES).

Essas últimas são relativamente grandes, com profundidades aproximadas de 25 m e muito dendríticas. Segundo SUGUIO et al. (1982), há cerca de 120.000 anos atrás, quando a feição da foz do rio Doce era outra e teve início a penúltima grande transgressão marinha, a progressiva deposição de sedimentos marinhos e também fluviais originou cordões arenosos que barraram vales onde corriam pequenos cursos d'água formando, assim, essas lagoas.

e) Lagoas formadas nas depressões entre faixas de areias que constituem as restingas – Este tipo de lagoa também é encontrado com frequência no litoral fluminense. São muito rasas e abastecidas por pequenos córregos e por águas pluviais. Não raramente, aquelas mais próximas à faixa da praia são invadidas pelo mar durante as marés altas. Podem ser citadas como exemplo as lagoas Água Preta, Taí Grande, Bananeiras e Taí Pequeno, Maria Menina, Periperi e Robalo (RJ).

5.2.2 - Sistemas Lacustres Brasileiros

A atividade geológica da enorme rede hidrográfica é responsável também pela formação da maioria dos lagos brasileiros. Estes são, geralmente, ecossistemas pequenos e com pouca profundidade. Muito raramente são encontrados ambientes naturais com profundidades superiores a 20m. Fazem exceção as represas, principalmente aquelas construídas em vales que apresentam profundidades significativas. Os lagos brasileiros (muitos deles são lagoas) podem ser diferenciados em pelo menos 5 grupos: (Figura 5.10).

1. *Lagos Amazônicos*, onde devem ser distinguidos os tipos de várzea e os de terra firme;
2. *Lagos do Pantanal Matogrossense*, como ambientes de água doce (“baías”) que periodicamente (durante as cheias) se conectam com os rios, e ambientes de águas salobras (“salinas”), que se encontram fora do alcance das cheias permanecendo, portanto, isolados;
3. *Lagos e lagoas costeiras*, que se estendem desde o Nordeste até o Rio Grande do Sul, com grandes ecossistemas como as lagoas de Araruama, Saquarema e Maricá (Rio de Janeiro), e Patos, Mirim e Mangueira (Rio Grande do Sul);
4. *Lagos formados ao longo de rios de médio e grande porte*, por barragem natural de tributários de maior porte ou por processos de erosão e sedimentação de meandros, resultando em seu isolamento;
5. *Lagos artificiais*, como as represas e açudes.

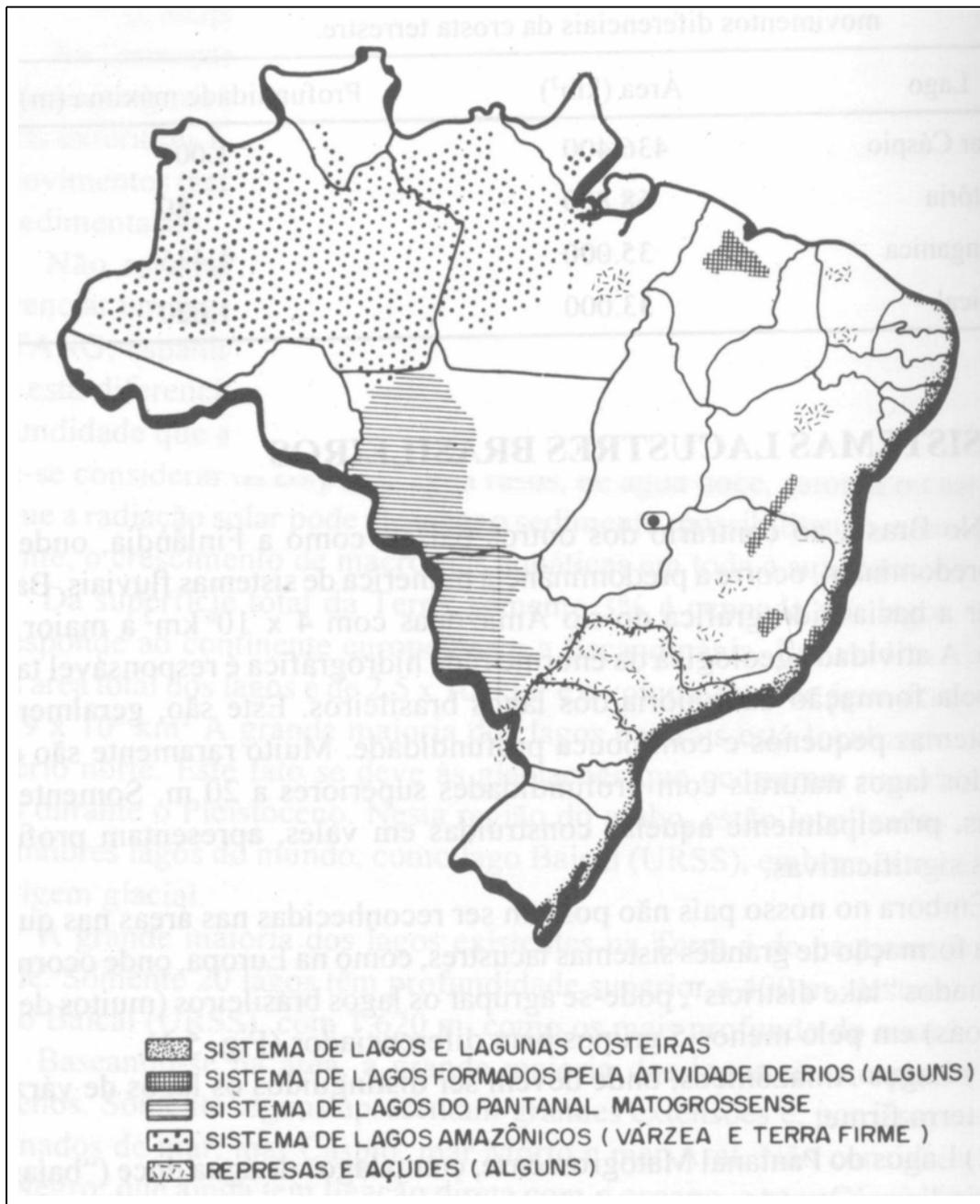


Figura 5.10 – Distribuição geográfica dos principais sistemas lacustres brasileiros (ESTEVES, 1998).

5.3 – CLASSIFICAÇÃO DAS LAGOAS COSTEIRAS

As lagoas costeiras podem ser classificadas, em relação ao corpo d'água, em dois tipos: a) **Lagoas Perenes** – aquelas cuja profundidade permite atingir o lençol freático, sem descarte da importante contribuição dos reservatórios dunares e/ou de restingas, e b) **Lagoas Sazonais** – aquelas que são intermitentes: secas durante o período de estiagem, e cheias no período chuvoso. Aí se incluem aquelas que recebem água apenas nas marés altas (GOMES, 1998).

As lagoas costeiras ainda podem ser agrupadas em: *Lagoas de Águas Claras e Lagoas de Águas Escuras*: (ESTEVES, 1998).

- ❖ As lagoas costeiras de águas claras são na maioria dos casos lagunas, cujas águas provêm do oceano e/ou rios. Em muitos casos, as águas claras resultam de aporte fluviais que drenaram terrenos que fornecem poucos elementos particulados ou componentes solúveis para as soluções.
- ❖ As lagoas costeiras de águas escuras têm suas águas originadas, principalmente, do lençol freático de áreas arenosas, ou de rios cujas bacias de drenagem percorrem terrenos arenosos, como aqueles típicos de restinga.

Ainda segundo ESTEVES (op. cit.) pode-se classificar os lagos quanto ao número e tipo de circulação de correntes em:

(1) *Lagos Holomíticos* – aqueles cuja circulação atinge toda coluna d'água. Dentre estes podem ser destacados:

- a) **Dimíticos** – lagos com duas circulações por ano, uma no outono e outra na Primavera. São encontrados principalmente na Europa, América do Norte e parte do Japão, de clima temperado.
- b) **Monomíticos** – aqueles com uma circulação por ano. Podem ser monomíticos quentes e monomíticos frios.
 - ❖ Monomíticos quentes – aqueles com circulação somente no inverno; nesses casos, a temperatura da superfície nunca desce abaixo de 4°C. São encontrados em regiões subtropicais, como por exemplo: o Lago Titicaca (Andes) e o Lago D. Helvécio (MG).

- ❖ *Monomíticos Frios*: com circulação somente no verão; nesses casos, a temperatura da superfície nunca ultrapassa 4°C. São encontrados em regiões subpolares e em altas montanhas de regiões temperadas.
- c) **Oligomíticos & Polimíticos** – aqueles com poucas e muitas circulações durante o ano, respectivamente.
- ❖ *Oligomíticos*: são lagos profundos, localizados nos trópicos úmidos, onde ocorre pequena variação sazonal de temperatura. Durante a noite pode ocorrer queda da temperatura da água, porém sem provocar uma quebra da estratificação da coluna d'água, apesar da pequena diferença de temperatura entre as diferentes camadas. No entanto, quando ocorre período prolongado com baixas temperaturas atmosféricas, pode ocorrer um resfriamento da camada superficial da coluna d'água e esta passará a ter uma temperatura igual às mais profundas, ocorrendo então uma circulação total. Durante o período de estratificação, estes lagos possuem hipolímnio anóxico, por exemplo: Lago Edward e Lago Tanganica, ambos na África.
 - ❖ *Polimíticos*: são lagos normalmente rasos e com grande extensão, em que ocorrem circulações freqüentes, em geral, diárias. Isto se deve ao resfriamento da camada superficial da coluna d'água durante a noite e a pouca profundidade, que facilita a sua homotermia. São exemplos: a maioria dos lagos amazônicos (especialmente no período de nível baixo), Lagoa Iodada (RJ), a maioria das lagoas costeiras de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e os lagos Naivasha e Rudolf (África).

(2) *Lagos Meromíticos* – são aqueles em que a circulação não alcança toda coluna d'água. Podem ocorrer dois tipos principais de meromixia:

- a) **Meromixia Geomorfológica** – ocorre em lagos profundos e protegidos do vento. Nesses casos, o calor (energia calorífica) da camada superior não é transportado para as camadas mais profundas, ficando uma camada quente circulando sobre uma camada fria. São exemplos: os lagos Klopeiner e Wörther (Áustria).
- b) **Meromixia Química ou Ectogênica** – ocorre em lagos onde a camada profunda é mais densa do que a superior, devido à maior concentração de sais dissolvidos. São exemplos: o Mar Negro, o lago Suigtsu (Japão) e muitos lagos costeiros (especialmente na África do Sul). Dá-se o nome de *monimolímnio* à camada d'água que é isolada da circulação e de *mixolímnio* à camada superficial, que sofre circulação.

De acordo com o grau de troca d'água entre a lagoa e o oceano, elas podem ser divididas/classificadas, segundo KJERFVE (1996) em:

- a) **lagoas sufocadas** – apresentam uma série conectada de células elípticas, só um canal de comunicação longo e estreito com o mar, pouca influência da maré no seu interior, e um longo tempo de residência. O canal de comunicação pode ser permanente ou temporário. Nestas lagoas os ventos são muito importantes para promover a circulação e mistura das águas. Exemplos: Lagoa de Araruama, Lagoa dos Patos.
- b) **Lagoas restritas** – apresentam dois ou mais canais de comunicação com o oceano, a circulação é dominada pela maré, as águas são bem misturadas e o tempo de residência é menor. Exemplo: Laguna de Términos, México.
- c) **Lagoas vazadas** – apresentam vários canais de comunicação, as marés são mais fortes que as ondas, e a salinidade é comparável à do oceano adjacente. Exemplo: Wadden Zee - Holanda.

Segundo a classificação “THE VENICE SYSTEM, 1958” **apud**: ESTEVES, (1998), pode-se classificar as lagoas quanto à salinidade dos corpos d'água (Tabela 5.1).

ZONA	SALINIDADE (‰)
Hiperhalina	$> \pm 40$
Eurihalina	$\pm 40 - \pm 30$
Mixohalina	$(\pm 40) \pm 30 - \pm 0,5$
Mixoeurihalina	$> \pm 30$
(Mixo) Polihalina	$\pm 30 - \pm 18$
(Mixo) Mesohalina	$\pm 18 - \pm 5$
(Mixo) Oligohalina	$\pm 5 - \pm 0,5$
Água Doce	$< \pm 0,5$

Tabela 5.1 – Classificação de águas salobras segundo sugestão procedente do “Symposium of Brackish Waters” - 1958 (The Venice System).

Para esta classificação faz-se necessário observar que alguns ecossistemas aquáticos podem apresentar grandes diferenças de salinidade no decorrer do ano, podendo ser dulcícola na época das chuvas, e oligohalinas ou até mesmo eurihalinas no período da seca. Este fenômeno é freqüentemente observado nas lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro e certamente em outros sistemas de lagunas/lagoas do litoral brasileiro.

Para as lagoas/lagoas fluminenses, ESTEVES et al (1984) identificaram os seguintes tipos:

- a) Lagoas cuja salinidade varia desde valores típicos de águas doces até valores típicos de lagoas eurihalinas (Ex; lagoa de Carapebus);
- b) Lagoas que permanecem com água doce durante o período de chuvas, (novembro a fevereiro) e se tornam oligohalinas no período de seca (Exemplos: lagoas de Cabiúnas, Comprida e Iodada);
- c) Lagoas que são oligohalinas no período de chuvas e mesohalinas no período de seca (Exemplos: lagoa Paulista e Paulistinha);
- d) Lagoas que são eurihalinas durante todo o ano (Exemplo: lagoa Salgada).

Outro parâmetro utilizado para classificação das lagoas é a *eutrofização* - enriquecimento das águas com os nutrientes necessários ao crescimento da vida vegetal aquática - esse processo é natural dentro da sucessão ecológica dos ecossistemas, quando o ecossistema lacustre tende a transformar-se num ecossistema terrestre utilizando a interação do lago com o meio terrestre que o circunda. A eutrofização é, portanto, um processo natural de maturação de um ecossistema lacustre (Figura 5.11).

A eutrofização manifesta-se por meio do aumento da produtividade biológica do lago, sendo observada a proliferação de algas e outros vegetais aquáticos devido à maior quantidade de nutrientes disponível. Os nutrientes mais importantes para a ocorrência da eutrofização são em geral o fósforo e/ou o nitrogênio.

Segundo BRAGA et al. (2002), de acordo com a produtividade biológica, podemos classificar os lagos em:

- ❖ **Oligotróficos:** lagos com baixa produtividade biológica e baixa concentração de nutrientes;
- ❖ **Eutróficos:** lagos com produção vegetal excessiva e alta concentração de nutrientes; e
- ❖ **Mesotróficos:** lagos com características intermediárias entre oligotrófico e eutrófico.

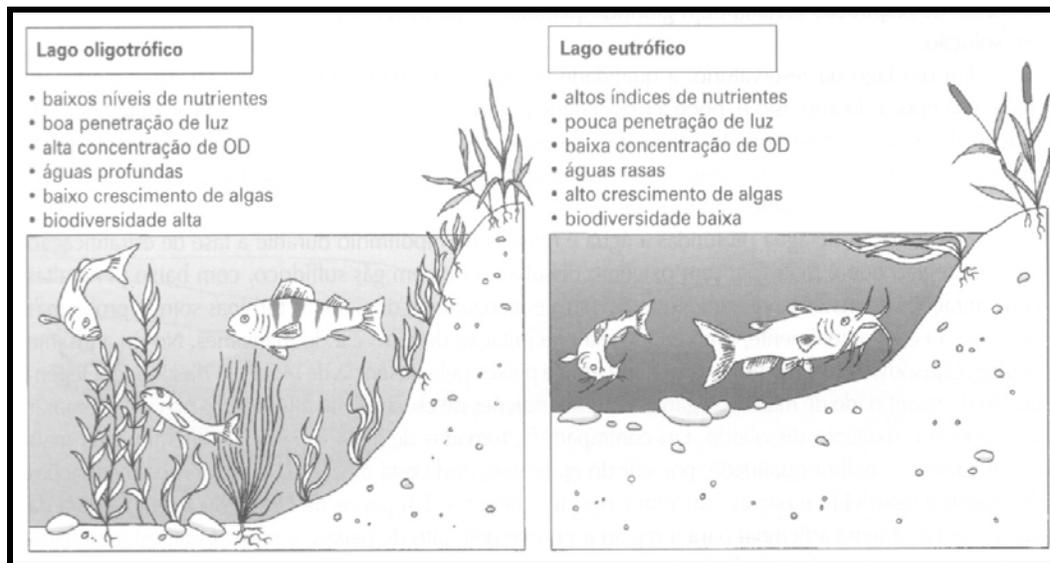


Figura 5.11 - O processo natural de eutrofização (BRAGA et al., 2002).

A eutrofização natural é um processo bastante demorado, associado ao tempo de evolução dos ecossistemas. No entanto, esse processo vem se acelerando pela intervenção humana em lagoas cujas bacias sofrem a ocupação de atividades industriais, agrícolas ou zonas urbanas. A eutrofização associada à intervenção humana é chamada de *eutrofização cultural* ou *acelerada*.

5.4 – IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA & ECONÔMICA DAS LAGOAS COSTEIRAS

As lagoas costeiras contribuem de maneira direta para a manutenção do lençol freático e para a estabilidade climática local e regional. No entanto, é como ecossistema aquático que o Homem as tem utilizado e conseqüentemente percebido sua importância. Esta percepção se manifesta através das diferentes formas com que se utiliza dos vários produtos (sal, pescado, etc.) e serviços (área de lazer, controle de inundações, etc.) que esses ambientes lhe proporcionam.

5.4.1 - Produtividade Biológica: a elevada produtividade das lagoas costeiras tem sido um dos principais fatores responsáveis pelo interesse do Homem, desde os tempos em que colonizadores portugueses exploraram esses ecossistemas (LAMEGO, 1945; ESTEVES et al., 1998).

Os ecólogos expressam a produtividade de um ecossistema em quantidade de carbono orgânico produzido por unidade de área e de tempo ($\text{g C/m}^2/\text{ano}$). Conforme pode ser observado na Figura 5.12, o valor médio de produtividade de $280\text{g C/m}^2/\text{ano}$ apresentado pelas lagoas costeiras, equívale ao valor apresentado pelos estuários, que são reconhecidamente um dos ecossistemas aquáticos mais produtivos de que se tem conhecimento (KNOPPERS, 1994).

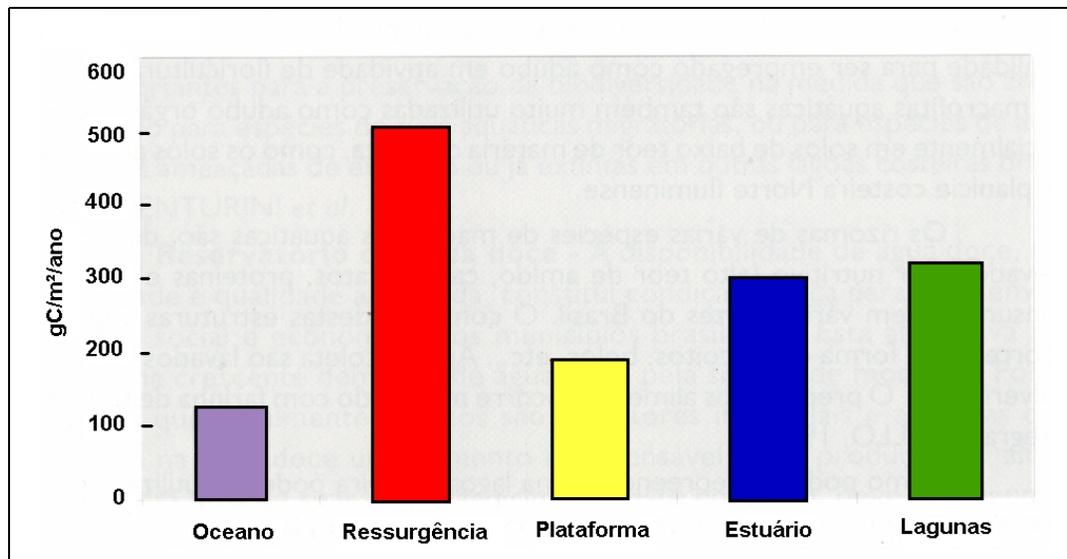


Figura 5.12 - Produtividade média anual de diferentes ecossistemas aquáticos (KNOPPERS, 1994).

Na prática, a elevada produtividade das lagoas costeiras torna-se perceptível ao Homem, através da acentuada produção pesqueira. Segundo OLIVEIRA *et al.* (1995), a produção anual de peixes e camarões da lagoa de Maricá (RJ) era de 740 Kg/ha/ano , enquanto que em lagos europeus esses valores oscilam entre $30\text{-}50\text{ Kg/ha/ano}$. Circunstancias como essas foram responsável pelo surgimento de vilas de pescadores nas costas brasileiras, muitas das quais vieram a se transformar em cidades, como por exemplo: Araruama, Saquarema e Maricá, todas no Estado do Rio de Janeiro.

Embora a produtividade dessas lagoas seja associada, na maioria das vezes, à produção de peixes e camarões, vários produtos de grande importância podem ser obtidos a partir de outros organismos habitantes desses ecossistemas, como por exemplo as macrófitas aquáticas.

Na região Norte fluminense/RJ, as folhas de TABOA (*Typha domingensis*) são freqüentemente utilizadas na confecção de cestos, esteiras e vários objetos utilizados na decoração de residências e lojas. No Nordeste brasileiro, devido ao elevado valor nutritivo e boa palatabilidade a parte inferior da folha, que corresponde à parte branca desprovida de clorofila, é muito utilizada como salada (GRILLO, 1993). No interior de São Paulo também são muito utilizadas como alimento para o gado, especialmente no período de estiagem. Em alguns estados brasileiros, como Pernambuco, já existem inclusive fábricas que usam folhas de Taboa como matéria prima para a produção de papel.

Folhas de outras espécies, como o AGUAPÉ (*Eichhornia crassipes*), são utilizadas como alimento para minhocas, as quais produzem dejetos de ótima qualidade para emprego como adubo em atividades de floricultura. Folhas de *Macrófitas Aquáticas* são também muito utilizadas como adubo orgânico, especialmente em solos de baixo teor de matéria orgânica, como os solos arenosos da planície costeira do Norte fluminense.

Os Rizomas de várias espécies de *Macrófitas Aquáticas* são, devido ao elevado nutritivo (alto teor de amido, carboidratos, proteínas e fósforo), consumidos em várias partes do Brasil, sob a forma de biscoitos, bolos, etc. Após a coleta são lavados, secos e pulverizados. O preparo dos alimentos ocorre misturando-se com farinha de trigo ou integral (GRILLO, op. cit.).

As lagoas costeiras podem ser utilizadas pelo Homem, não somente como local para a produção de pescado e para o lazer, mas também como fonte de outros recursos alternativos que poderiam contribuir para a economia familiar em muitos municípios brasileiros. Esses recursos – macrófitas aquáticas – de fácil obtenção e sem necessidade de emprego de capital para sua produção, podem beneficiar grande número de famílias que moram em torno de lagoas costeiras.

A ausência de políticas públicas voltadas à solução dos problemas da população brasileira a nível regional e sobretudo a nível local, deve ser considerada como uma das principais responsáveis pela pouca consciência do Homem em buscar o uso racional dos recursos naturais proporcionados pelas lagoas costeiras.

5.4.2 – **Biodiversidade:** as pesquisas demonstram que as lagoas costeiras são importantes depositários da biodiversidade aquática (REID & ESTEVES, 1984; AGUIARO, 1995; SUZUKI, 1997; BRANCO, 1998). Embora ainda em estágio inicial de levantamento, pode-se inferir que a elevada biodiversidade destas lagoas estende-se desde invertebrados até peixes. Dentre os Invertebrados destaca-se a comunidade zooplanctônica que, segundo BRANCO (op. cit.), além da elevada biodiversidade, apresenta componentes com alto grau de endemismo, tais como, os Copépodos *Diaptomus azureus* e *Diaptomus fluminensis*, e os Rotíferos *Macrochaetus kostei* e *Hexarthra longicornicula*. Essas espécies são encontradas no Brasil, apenas nas lagoas Cabiúna e Comprida (Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba).

Entre os Vertebrados, destacam-se os *peixes* pela elevada biodiversidade. A título comparativo, pode-se contrapor a biodiversidade apresentada pela Lagoa Imboassica (Município de Macaé – região Norte Fluminense/RJ) com aquela de lagos e rios europeus. Enquanto em todos os rios e lagos da Europa são encontradas 192 espécies, somente na Lagoa Imboassica já foram detectadas 60 espécies, o que equivale a cerca de 30% do detectado em todos esses ecossistemas da Europa. Por outro lado, várias lagoas costeiras do Nordeste fluminense são importantes para preservação da biodiversidade, na medida em que são áreas de refúgio para espécies de aves aquáticas migratórias, algumas delas ameaçadas de extinção, ou ainda para aquelas já inexistentes em outras lagoas costeiras brasileiras (VENTURINI *et al.*, 1996).

5.4.3 - **Reservatório de água doce** – A disponibilidade de água doce, em quantidade e qualidade adequadas, constitui condição básica para o desenvolvimento social e econômico dos municípios brasileiros. Esta afirmativa baseia-se na sua crescente demanda pela sociedade moderna. Pode-se dizer que atualmente poucos são os setores industriais e agrícolas que não têm na água doce um elemento indispensável à sua produção. Neste contexto, deve ser mencionado que um dos requisitos básicos colocados para a instalação de grandes complexos industriais, como a indústria automobilística, é a sua disponibilidade em quantidade suficiente para atender à demanda (ESTEVES *et al.*, 1998). A agricultura irrigada é hoje uma atividade indispensável na produção extensiva de alimentos. Calcula-se que 50% da produção de alimentos do mundo tem origem a partir de apenas 17% da área da Terra ocupada para cultura irrigada (POSTEL, 1988).

Apenas considerando o potencial hidrogeológico para abastecimento público representado pelas lagoas costeiras de água doce, como por exemplo: Cabiúnas e Comprida, na região Nordeste fluminense, já estariam justificados todos os cuidados em preservar esses importantes recursos naturais. A necessidade de preservação torna-se primordial quando se considera o acelerado crescimento populacional e industrial nas proximidades desses ecossistemas.

5.4.4 - Serviços – As lagoas costeiras proporcionam serviços de grande importância para o Homem. Muitos deles fazem parte do dia a dia de milhares de pessoas, e constituem o elemento indispensável para a manutenção da qualidade de vida em muitos municípios brasileiros. Entre seus serviços mais relevantes destacam-se:

- ❑ Área de lazer de excelente qualidade;
- ❑ Controle de inundação;
- ❑ Receptor de efluentes domésticos e industriais tratados;
- ❑ Valorização imobiliária das áreas de entorno;
- ❑ Beleza cênica e harmonia paisagística; e
- ❑ Valorização turística da região.

A manutenção do equilíbrio ecológico desses ecossistemas representa, portanto, ganho de capital direto, tanto para os proprietários de edificações localizadas nas suas proximidades, como para diferentes segmentos da sociedade. Estes podem ser beneficiados tanto pela manutenção da qualidade de vida na região onde estão localizadas essas lagoas, quanto através do turismo tradicional e sobretudo, o ecoturismo.

5.5 – IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE AS LAGOAS COSTEIRAS

Dentre as principais formas de degradação das condições naturais das lagoas costeiras podem ser destacadas:

- ❑ Lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais;
- ❑ Aterros das margens;
- ❑ Aceleração do assoreamento da bacia;
- ❑ Dragagens para retirada de areia;
- ❑ Degradação da vegetação terrestre no entorno da lagoa costeira ou ao longo de seus tributários;
- ❑ Introdução de espécies de peixes exóticos, como **Tilapia**;
- ❑ Edificações nas margens.

Poucos são os ecossistemas aquáticos continentais do Brasil que têm tantas possibilidades de uso múltiplo como as lagoas costeiras. É possível observar-se lagoas costeiras, especialmente no Sudeste brasileiro, cujas águas são utilizadas para o abastecimento industrial e doméstico, sendo ao mesmo tempo: ambiente receptor de efluentes domésticos e industriais, local para pesca de dezenas de famílias de pescadores, local para lazer e fonte de valorização turística (fato evidenciado pela atividade hoteleira às suas margens), e/ou local de assentamentos subnormais (fato que pode ser evidenciado por exemplo na Lagoa Olho D'água – Jaboatão/PE, Nordeste do Brasil).

Não obstante sua grande importância ecológica, social e econômica, as lagoas costeiras podem ser incluídas entre os ecossistemas brasileiros mais submetidos a impactos antrópicos. Os primeiros sinais desses impactos remontam aos tempos do Brasil Colônia (SOFFIATI, 1996). Infelizmente, as pressões antrópicas sobre esses ambientes têm aumentado consideravelmente nas últimas décadas. Em muitos casos os impactos têm sido de tal magnitude que resultaram em degradação ecológica irreversível, tornando inviável qualquer forma de utilização desses ecossistemas. Adicionalmente, também vem sendo observada a degradação paisagística das áreas adjacentes, por ocupação imobiliária da zona de inundação das lagoas.

Lamentavelmente a degradação das condições naturais das lagoas costeiras brasileiras tem ocorrido em escala mais rápida do que a capacidade científica e política da sociedade em gerar e aplicar tecnologias ecológicas, economicamente viáveis, para a recuperação desses ambientes. Mais preocupante ainda é o fato que, embora a sociedade já tenha reconhecido a importância das lagoas costeiras para a manutenção da qualidade de vida em vários municípios brasileiros, continue persistindo na inércia em implementar efetivas medidas mitigadoras para os impactos antrópicos a que estão submetidas.

CAPÍTULO 6 – LAGOA OLHO D'ÁGUA

A Lagoa Olho D'água, também conhecida como *Lagoa do Náutico*, *Lagoa das Garças* ou simplesmente “*Vala*” (pela comunidade de pescadores), é um ambiente permanente cujo espelho d'água ocupa uma área de aproximadamente 3,75 Km². Está localizada na faixa litorânea do Município de Jaboatão dos Guararapes, na costa Metropolitana de Pernambuco, e é considerada como uma das maiores lagoas costeiras existentes dentro de zona urbana no Nordeste e no país (Figuras 6.1 e 6.2).



Foto 6.1 – Vista parcial da Lagoa Olho D'água (sentido L→W), próximo ao Conjunto Habitacional Dom Helder Câmara - Piedade.



Foto 6.2 – Vista parcial da Lagoa Olho D'água (sentido W→L), próximo a antiga área de caça e pesca do Clube Náutico Capibaribe.

Como já descrito, está encravada na bacia hidrográfica homônima, em cuja área de aproximadamente 33,5 Km² inclui-se grande parte da crescente população do município que, em 1966, atingia aproximadamente 200.000 habitantes (KATO et al. 1996). Essa bacia se estende desde a orla marítima (praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada) até a BR-101 Sul, no sentido leste-oeste, e desde a divisa com o município de Recife até a zona estuarina do Rio Jaboatão, no sentido norte-sul.

A importância da Bacia do Olho D'água deve-se ao fato que sua porção final representa um importante ecossistema estuarino que deveria estar destinado à preservação ambiental. Adicionalmente, nesta área lagunar/estuarina incluem-se ambientes que servem de fonte de subsistência para pescadores artesanais.

A lagoa em si também é singular, por ser um meio de ligação hídrica entre dois estuários da Região Metropolitana do Recife. Através do Canal Olho D'água liga-se ao estuário formado pela foz dos rios Jaboatão e Pirapama, em Barra de Jangada; e através do Canal Setúbal, conecta-se ao estuário do rio Pina, na confluência dos rios Tejipló, Jordão e Capibaribe, em Recife.

A integridade desses ambientes naturais holocênicos, entretanto, veio a sofrer gradualmente uma ocupação antrópica, discreta até antes do século XX, porém que se tornou desde então opressora e descontrolada. Nesse contexto, o Município de Jaboatão dos Guararapes começa a apresentar um processo de adensamento demográfico a partir da década de 70. Esta população dobrou nas décadas de 80 e 90, concentrando-se predominantemente e desordenadamente na faixa litorânea, sem planejamento urbano, sem permitir o acompanhamento por uma infra-estrutura apropriada, gerando assim perda de qualidade ambiental, e conflitos entre essa população e os ecossistemas existentes.

Nos últimos dez anos, em decorrência de uma forte pressão econômica e social, vem se observando uma ocupação crescente da área da bacia, inclusive no entorno da lagoa, através da construção de moradias, conjuntos habitacionais e edifícios. Dentre os fatores que influenciam esta ocupação se destacam: a disponibilidade de área, a valorização das praias e, mais recentemente, as atividades de turismo.

Como consequência, muitos dos recursos naturais na bacia, tais como água, solo, fauna e flora nativas, vêm se deteriorando, resultando em graves problemas de ordem sanitário-ambiental, de saúde pública, e sócio-econômica. Por falta de planejamento, a ocupação desordenada do solo gerou muitos problemas fundiários, bem como de infra-estrutura urbana. Acumulação de lixo, poluição das águas (efluentes domésticos e industriais), alagamentos, invasões e construções ilegais, são aspectos visíveis desse painel de problemas originados pela falta de um planejamento prévio, que tivesse conseguido permitir uma racional e controlada expansão possível dos domínios urbanos nesse espaço geográfico.

6.1 – HISTÓRICO

Remonta à década de 60, o registro de documentos relativos à Lagoa Olho D'água no que concerne sua avaliação, a preservação e gerenciamento ambiental dos recursos naturais do ecossistema, inclusive a questão urbanística no entorno da lagoa.

Em seu estudo ecológico COELHO (1965/6), estabelece um zoneamento ambiental, descreve a composição vegetal e faunística da lagoa e área de abrangência, definindo uma zona de “pulsção” desse ambiente entre os períodos de inverno e verão. Também relaciona esses aspectos com parâmetros físicos, geologia e geomorfologia da área, bem como salinidade e temperatura do corpo d'água.

COUTINHO, 1977(apud:CARVALHO,1978), realizou estudos batimétricos demonstrando que o relevo do fundo da lagoa apresentava-se muito monótono, com um aumento gradativo da profundidade para o centro do espelho d'água. O depocentro (1,5 metros) foi indicado como coincidente com a direção do eixo maior do corpo d'água, nas proximidades da margem oriental.

CARVALHO (1978), através de enfoque geomorfológico e sedimentológico, caracterizou os processos ambientais atuantes na planície costeira ao sul do Recife, dividindo-a em três unidades geomorfológicas distintas: o complexo lagunar, a restinga de Candeias e a margem oceânica, destacando a lagoa como elemento fisiográfico importante para o estudo da evolução paleogeográfica dessa região.

Um dos primeiros estudos de âmbito público se refere ao Plano Diretor Urbanístico para a Lagoa Olho D'água da FIDEM (1978), como parte integrante de um plano de desenvolvimento integrado da RMR, visando o seu ordenamento espacial. Nele, a área da lagoa estava inserida na Nucleação Sul, e destinada para atividades do setor secundário e terciário, incluindo-se a definição de alguns padrões urbanos e de controle do uso do solo em seu entorno. Também se estabelecia a implantação das atividades recreacionais compatíveis com a preservação e valorização dos seus valores ecológicos e paisagísticos. Para a questão ambiental tinha-se como um dos objetivos específicos o de instruir normas de preservação e de uso do entorno da lagoa, especialmente do estuário do rio Jaboatão, como área de *Reserva Biológica*.

Para a implantação do Plano Diretor, previsto para 4 anos (1979-1982), foram definidas ações indispensáveis, consideradas nas seguintes prioridades: (1) projeto de lei de uso do solo, projeto executivo de preservação e valorização da lagoa e de suas margens, projeto executivo das áreas de lazer da lagoa, e projeto executivo de drenagem; (2) projeto executivo da rede de água, da rede coletora de esgotos sanitários, do sistema viário, de iluminação pública, de distribuição de energia elétrica, e projeto piloto de implantação de uma zona residencial; (3) projeto de preservação e constituição de reserva biológica do estuário do rio Jaboatão, do centro turístico da lagoa, de incentivos tributários aos equipamentos especializados de turismo, e projeto de expansão do sistema de telecomunicações. Infelizmente até 1997 o Plano Diretor ainda não havia sido instituído ou regulamentado em Lei.

SILVA (1989) enfocou os aspectos sócio-econômicos e de percepção ambiental em relação às atividades de pesca artesanal na lagoa. Um dos objetivos foi o levantamento dessas atividades junto a pescadores, abordando também a questão e influência da poluição por efluentes domésticos e industriais na lagoa. O autor destacou que o principal aspecto visível era a alteração dos padrões ambientais como: diminuição da transparência da água, diminuição da população ictiológica e perda de balneabilidade, bem como o aterramento das margens da lagoa, em função dos loteamentos e construções. Uma das recomendações desse trabalho foi o de implantar o monitoramento de efluentes industriais através do uso de bioindicadores, como larvas de sapos, crustáceos e peixes.

A região em questão tem sido alvo de interesse de estudiosos de diversas áreas (Geologia, Geofísica, Estratigrafia, Paleontologia, entre outras). Dentre os estudos já realizados ou em conclusão, cabe ressaltar: MEDEIROS (1991), MEDEIROS et al. (1991), LIMA FILHO et al. (1993), MANSO et al. (inédito). Dentre as revisões litoestratigráficas e estudos da tectônica sedimentar nesta bacia, destacam-se: PEDROSA et al. (1991), LIMA FILHO et al. (1991, 1992, e 1994) e a revisão do mapeamento do Quaternário costeiro, realizada por SAMPAIO (1991). Contudo, no que tange à geomorfologia, esta região tem sido estudada principalmente em âmbito regional, em escalas menores como 1:250.000 e 1:100.000 (MABESOONE et al., 1987; e MEDEIROS et al., 1993). Apenas em 1992, a CPRM executou um mapeamento geomorfológico da Folha Ponte dos Carvalhos (Projeto Grande Recife), na escala de 1:25.000. Posteriormente MEDEIROS (1996), publicou o primeiro trabalho de *Geologia Ambiental* que engloba a área da lagoa.

AZEVEDO (1991), estudou a eficiência da *Eichhornia crassipes* (Baronesa) na absorção de minerais pesados na lagoa, observando as condições ambientais, interação vegetal-substrato, interação vegetal-corpo hídrico e determinando os valores de Cd, Pb, Cr, Ca, Mg e K na lâmina d'água. O autor constatou que as águas eram ricas nos nutrientes cálcio, magnésio e potássio, e que a *Eichhornia crassipes* atuava efetivamente como um depurador natural nesse ambiente, filtrando com eficiência as águas. Entretanto, observa-se que o excesso dessa mesma espécie funciona como um indicativo do grau de eutrofismo, inferindo-se uma relação direta com sua alta taxa de crescimento e dispersão com a poluição do corpo hídrico por efluentes domésticos.

LEAL (1995) apresenta um levantamento das condições ambientais da região litorânea do Jaboatão dos Guararapes, abrangendo a quase totalidade da bacia da Lagoa Olho D'água. A planície costeira foi dividida em 3 subunidades ambientais: a lagunar, a restinga de Candeias e a margem oceânica, levando em conta a divisão proposta por CARVALHO (1978). Foram realizadas análises comparativas sob o aspecto da batimetria, composição biológica e pressão antrópica, como agentes modificadores do ecossistema.

FERNANDES (1996), apresenta um diagnóstico ambiental em termos de qualidade da água no domínio estuarino regional, com dados de várias estações de monitoramento, incluindo informações sobre a lagoa, através de uma dessas estações, instalada no canal Olho D'água. Justamente nessa, foram detectadas as piores condições ambientais, inclusive no tocante aos testes de toxicidade, atribuídas aos despejos industriais e domésticos na lagoa. A qualidade da água nesse canal foi classificada como uma das 3 piores zonas (zonas críticas) da análise ambiental. No âmbito do estudo, dado o grau de poluição hídrica, tanto o contato primário, como o consumo de moluscos e crustáceos mal cozidos, representariam um alto risco à saúde, não se recomendando o consumo desses alimentos, salvo com grande precaução.

Em 1997, foi lançado o Plano de Desenvolvimento do Parque Metropolitano Lagoa Olho D'água. Tal plano previa, entre diversas benfeitorias, a construção de uma estação ecológica, infra-estrutura turística e cultural, vila para os pescadores, projeto de saneamento básico, reflorestamento do entorno da lagoa e canalização dos dejetos rumo à uma estação de tratamento. Esse plano chegou a ser premiado na *II Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos*, mas não foi efetivado até então.

Na Lei Orgânica Municipal, promulgada em 05/04/90, no seu Capítulo X – Do Meio Ambiente, o Artigo 174 estabelece-se que a Lagoa Olho D'água é área de proteção ambiental e que o Poder Público realizará estudos sócio-econômico e fisiográfico para fixar os limites de sua utilização. Encontra-se em termos de minuta (janeiro e fevereiro de 1996), projeto de lei que institui a *Zona de Preservação Ambiental na Bacia da Lagoa Olho D'água* e que preserva parte dessa bacia limitada por um polígono de 101 pontos, com início na praia de Barra de Jangada, na interseção da rua Cruz do Sul com a rua Cruz Alta (Figura 6.1).

LEAL (1997), em seu trabalho de monitoramento ambiental da Lagoa Olho D'água (atualização 1994/97), constatou que em suas margens havia um alto teor de matéria suspensa, em função da maior ocupação do solo ao longo desse ambiente e da alta taxa de ocupação da restinga de Candeias, como conseqüência do crescimento urbano desordenado (Fotos 6.3(a) e (b)). O autor concluiu que, em toda a área investigada, incluindo-se toda a bacia da lagoa, constatava-se um aumento preocupante da poluição, extinção de espécies nativas da fauna e flora, com descaracterização do ecossistema como um todo.

Existem outros estudos, muitos desses referindo-se a trabalhos da própria Prefeitura Municipal, através de suas diversas secretarias e órgãos. Dentre esses, destaca-se o Programa de Revitalização da Lagoa Olho D'água, dentro do qual se inclui o trabalho, bem como os estudos hidrodinâmicos de KATO et al. (1996), e o de geomorfologia, sedimentologia e geoquímica do ambiente lagunar, de ASSIS et al. (1997).

(a)



(b)



Foto 6.3 (a / b) – Vista parcial da ocupação da área de entorno da lagoa: (a) oeste, (b) leste.

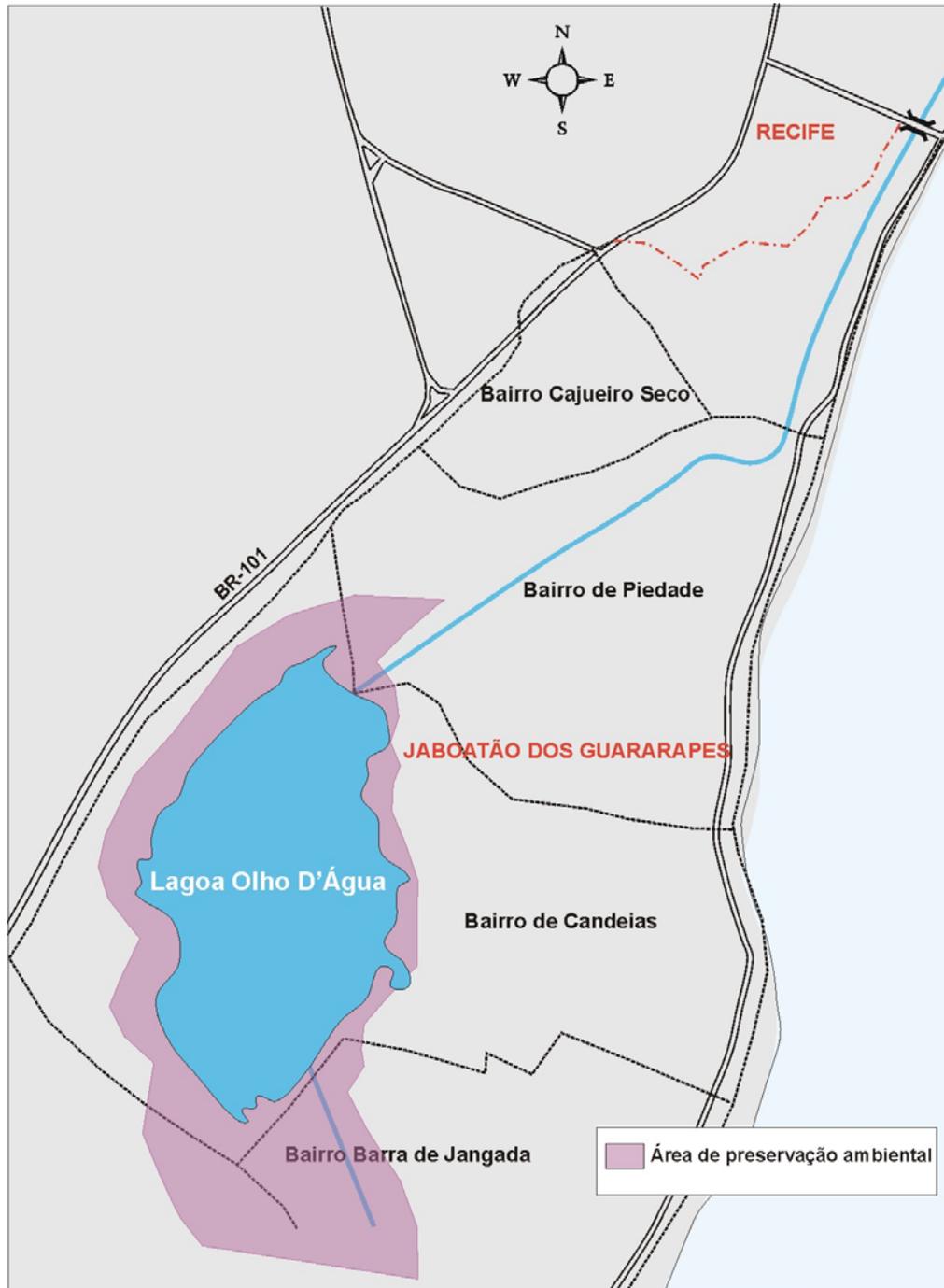


Figura 6.1 – Representação esquemática da Área de Preservação Ambiental da Lagoa Olho D'água (<http://www.lemangue.com.br/arquivo/setembro/olhodaguamapa.jpg/> 2001 - modificado).

6.2 - CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

As características ambientais descritas neste capítulo baseiam-se em um levantamento de dados secundários obtidos dos trabalhos realizados diretamente e/ou na área de entorno da lagoa. Essas informações foram organizadas e resumidas em parâmetros físicos, químicos e biológicos, tentando atender os múltiplos aspectos para estudo de lagoas conforme metodologia (adaptada) da UNESCO (1981).

6.2.1 - Parâmetros Físicos

6.2.1.1 - *Geomorfologia*

A Lagoa Olho D'água corresponde a um corpo d'água (área permanentemente alagada) inserido dentro da expressiva Planície Flúvio-Lagunar, que se instalou entre os dois Terraços Marinheiros (Superior/oeste e Inferior/leste) em destaque na paisagem. Apresenta seu maior desenvolvimento na porção oeste.

Essa lagoa, que pode ser remanescente de um ambiente mais calmo, provavelmente um fundo de enseada (Figura 6.2), corresponde hoje a um espelho d'água que ocupa uma depressão muito rasa, entre duas barreiras arenosas e alongadas (terraços marinhos). Possui dois canais artificiais: a norte, o Canal de Setúbal e a sul, o Canal Olho D'água, este último ligando a lagoa ao Estuário do rio Jaboatão.

6.2.1.2 - *Geologia*

Como um corpo d'água, a caracterização geológica da lagoa deve ser feita através da análise dos sedimentos de fundo. Esse substrato é constituído por uma camada de vasa orgânica preta, de origem vegetal, depositada sob uma lâmina d'água de pequena profundidade e em ambiente de fraca circulação. Por efeito de compactação, essa vasa mostra diferenças de consistência em relação à profundidade. Próximo à superfície, seu aspecto se apresenta mais fluido e a alguns centímetros de profundidade, torna-se mais plástica e com menor teor de água.

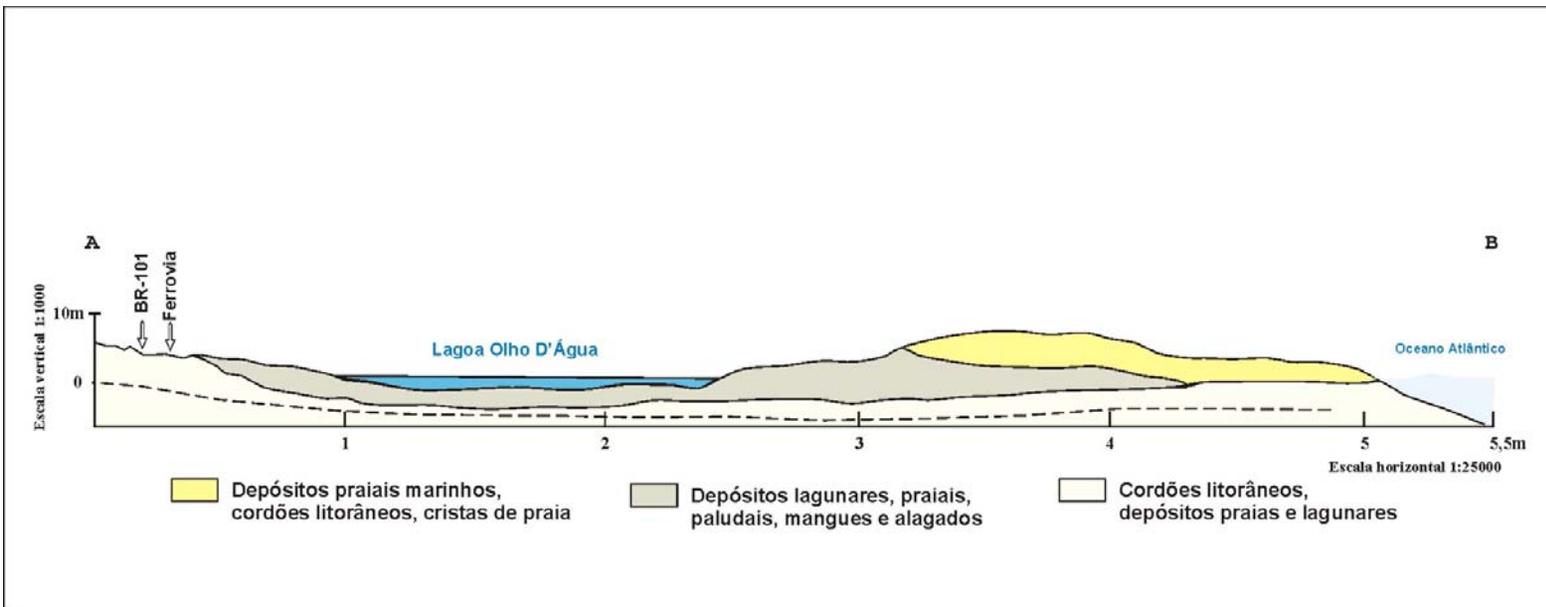


Figura 6.2 - Secção esquemática da Lagoa Olho D'Água (Fonte: Coutinho, 1977).

A partir da análise textural, ASSIS et al. (1997) individualizou sete grupos de sedimentos no fundo da lagoa, a partir de suas frações: cascalho, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila. Os sedimentos de fração cascalho, formados por bioclastos (fragmentos de conchas, principalmente), foram relacionados a uma ingressão marinha pretérita; os de fração arenosa, essencialmente quartzosa, que estão mais representados nas áreas norte, centro e sul da lagoa; e os de fração silte-argila, que incluem teores expressivos em matéria orgânica, e se concentram porção norte da lagoa.

6.2.1.3 - *Batimetria*

Os estudos batimétricos realizados por (COUTINHO, 1977; LEAL, 1995), mostraram que o relevo do fundo da lagoa é monótono, com um aumento gradativo da profundidade para o centro. O depocentro coincide com a direção do eixo maior do corpo d'água, se encontra mais próxima à margem oriental, atingindo profundidade máxima de 1,50 metro. Deve-se destacar que a profundidade do ambiente vem diminuindo em toda sua extensão, devido ao gradual, porém contínuo, processo de assoreamento.

Os dados batimétricos obtidos por ASSIS et al. (1996) revelam profundidades menos significativas para o setor norte da lagoa, a maior parte em torno dos 40cm. A espessura média da lâmina d'água foi definida (período de inverno) como de 90cm, com subida de 19cm (no inverno) e rebaixamento de 22cm (no verão), este último devido ao aumento da taxa de evaporação da estação.

O conjunto dessas informações, contudo, evidencia que o relevo batimétrico está submetido a um processo de assoreamento rápido, especialmente na parte sul da lagoa. Um dos fatores desencadeadores desse fenômeno é certamente a urbanização não planejada, tanto nos arredores da lagoa como em sua área de influência.

6.2.1.4 - Regime Hídrico da Lagoa

Atualmente a lagoa ocupa uma depressão muito rasa, entre duas barreiras arenosas e alongadas, e nela ainda se mantém alguma atividade biológica. Pelo canal de Setúbal, ao norte, a lagoa recebe água “doce” durante o ano inteiro. O canal do Olho d'Água, que lhe serve de emissário durante o inverno, permite que águas “doce” e salgada lhe alimentem, no verão.

Os mecanismos que regem seu balanço hídrico são, segundo KATO et al. (1996):

- Drenagem da área adjacente à lagoa, através do canal de Setúbal ou escoamento direto na superfície do terreno;
- Evaporação;
- Infiltração/troca com o lençol freático;
- Fluxo através do canal Olho D'água, no sentido da lagoa ou do estuário do rio Jaboatão (regido pela influência das marés).

Em razão dos aterros que vem sofrendo, ocorreu uma redução considerável da área original da lagoa. O ambiente apresenta um aspecto poluído, pois serve de depositário de efluentes domésticos e industriais das proximidades.

6.2.1.4.1 - Recursos Hídricos de Superfície

Em 1979, a área alagada permanentemente (AAP) ocupava 8,12 Km² e a área alagada temporariamente (AAT) 6,25 Km², de modo que a área de influência da lagoa perfazia 14,37 Km² (FIDEM, 1979a). Relacionando-se com os dados de 1984 (Ortofotocarta 1:10.000) observa-se uma diminuição generalizada dessas áreas, sendo AAP igual a 6,97 Km², e AAT correspondente a 2,85 Km², ou seja, 9,82 Km² da área total. Outro fator determinante para essa diminuição é o aterro que vem se propagando nos bordos do canal Olho D'água, reduzindo sua influência como provedor d'água para o ambiente, o que resulta em diminuição de seu espelho d'água no período de "verão" (LEAL, 1995), o que vem a propiciar os aterros antrópicos (Figura 6.3).

Atualmente, esta área residual do antigo ecossistema encontra-se sob forte pressão urbana, que inclusive causou modificações na drenagem natural da região. Inevitavelmente, vários problemas surgiram; dentre eles os de alagamento no período das chuvas. Nos dias de hoje, constata-se um forte acomatamento devido aos aterros e a devastação da vegetação local. Tudo isso, trouxe como conseqüência um assoreamento acelerado da lagoa.

A ocupação urbana desordenada vem propiciando, dentre todos esses problemas, e em razão de insuficiência da informação e de cultura sanitária, o surgimento e aumento de doenças vinculadas a esse tipo de desenvolvimento, tais como: leptospirose, verminoses, infecções intestinais, etc.

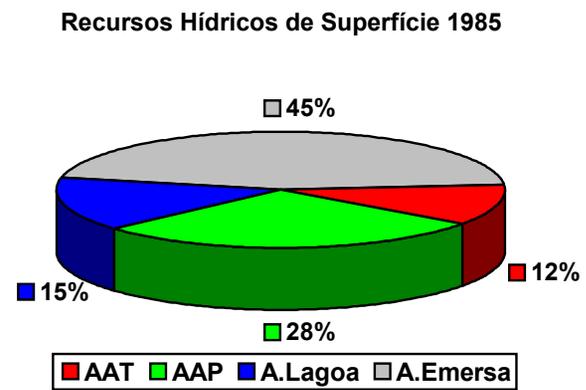
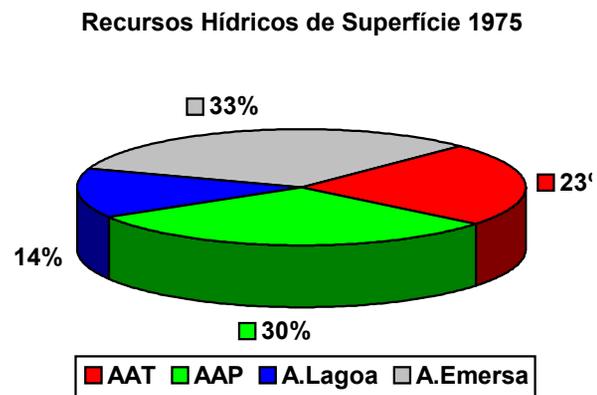


Figura 6.3 - Gráficos comparativos dos recursos hídricos de superfície da área de entorno da Lagoa Olho D'água em 1975 e 1985.

6.2.2 - Parâmetros Físico e Químicos

6.2.2.1 - *Precipitação Pluviométrica*

A distribuição anual das precipitações médias mensais durante o ano de 1995, aponta os meses de março a julho como os mais chuvosos. Durante este período, as precipitações de origem frontal, ou seja, devido ao deslocamento das frentes frias provenientes do sul do continente, agem sobre maiores áreas. Em contrapartida, as precipitações ocorrentes nos meses menos chuvosos, de setembro a janeiro, são mais esparsas e se precipitam em áreas mais localizadas.

6.2.2.2 - Ventos

A Bacia da Lagoa Olho D'água está sujeita a um regime de ventos com predominância das direções sul e sudeste, em quase todos os meses do ano. Esta predominância, contudo, pode ser de direção nordeste nos meses de dezembro e janeiro. Ocasionalmente, surgem os ventos leste que sopram do mar para o continente. Os regimes são, no geral, de intensidade moderada a fraca, com valores máximos em torno dos 13 m/s e valores médios da ordem de 5 m/s. No mês de agosto, podem ocorrer os ventos sul e sudeste com intensidades maiores, influenciando no regime de marés.

6.2.2.3 - Regime de Marés

Durante o período chuvoso observa-se uma maior influência da maré meteorológica, causadas pela atividade dos ventos e baixas pressões, junto ao litoral, enquanto de setembro a janeiro, período pouco chuvoso, as marés são essencialmente regidas pela componente astronômica.

Nas marés de alta amplitude observa-se a reposição de águas na Lagoa Olho D'água, contrariamente ao que se verifica nas marés de baixa amplitude. Para a área da lagoa foi utilizada a Tábua de Maré do Porto de Recife, devido a sua maior proximidade.

6.2.2.4 - *Temperatura*

A temperatura da água está ligada diretamente a do ar devido à pequena profundidade da lagoa. A alimentação da lagoa também é dependente da precipitação pluviométrica sobre a região. Durante o período de chuvas a precipitação é superior às perdas de evaporação ou por infiltração e, em conseqüência, o volume das águas aumenta, inundando as margens e formando numerosos charcos temporários de água praticamente "doce". Muitos desses charcos são ligados à lagoa por valas de drenagem ou canais. Ao contrário, durante o verão, a evaporação e a infiltração são superiores à precipitação pluviométrica; os charcos ficam isolados ou desaparecem, permanecendo apenas os mais profundos. Nos charcos permanentes a sedimentação é muito semelhante à das margens (CARVALHO, 1978).

6.2.2.5 - *Salinidade*

As precipitações se refletem na sazonalidade da salinidade na lagoa. Com o regime de verão, a salinidade média das águas chega a 29‰, enquanto no inverno esse valor é inferior a 5‰. A salinidade média anual é de 15‰ (KATO et al., 1996).

6.2.3 - **Parâmetros Biológicos**

6.2.3.1 - *Ecologia*

Em seu estudo ecológico COELHO (1965/6) identificou zonas ambientais correspondentes aos *cordões litorâneos pleistocênicos*, situados no terraço dos 7-8m, onde a cobertura vegetal ainda registra remanescentes da mata atlântica, ou se encontra substituída por coqueirais (*Cocos nucifera*), dendezeiros (*Elaeis guineensis*) e mangueiras (*Mangifera indica*). Em alguns trechos, esses cordões litorâneos já foram completamente antropizados. A superfície de cotas inferiores - terraço 2-3m - que contorna a lagoa, é coberta por plantas hidrófilas emergentes, principalmente por Junco (*Eleocharis sp.*). Nas partes de terra úmida e raramente inundadas, o juncal é substituído por um prado hidrófilo, composto principalmente de Ciperáceas e Gramíneas, habitado por uma fauna composta por espécies terrestres. O juncal tanto pode apresentar uma fauna terrestre nas partes emersas, como uma fauna aquática nas partes submersas (Figura 6.4).

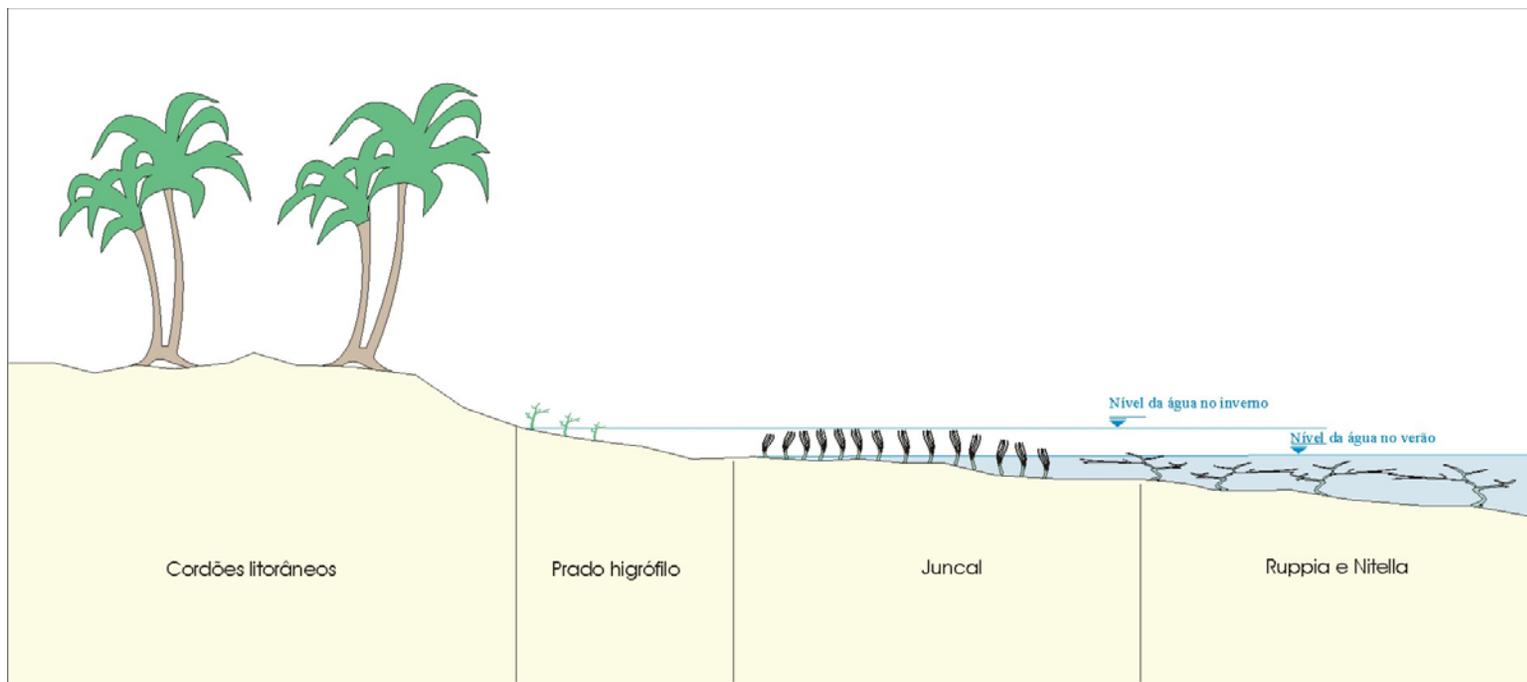


Figura 6.4 – Representação esquemática da zonação ecológica da Lagoa Olho D'água (Fonte: COELHO, 1967).

No local onde a profundidade é suficiente para impedir o crescimento do juncal, o substrato lamoso é colonizado pelas hidrófitas submersas (*Ruppia sp.*) e algas (*Nitella sp.*); a primeira se desenvolve nas partes mais rasas, enquanto a segunda prefere as regiões mais profundas da lagoa. Estas duas espécies vegetais apresentam maior desenvolvimento durante o inverno, tornando-se mais raras no verão. Desse modo, a grande massa vegetal formada durante o inverno, pouco atacada por animais herbívoros, morre quase completamente no verão, sendo incorporada à lama do fundo.

A fauna bêntica da lagoa era, segundo COELHO (1965/6), variada e numerosa, incluindo esponjas e hidras de água doce, nematóides, poliquetas, ostracoides e camarões. O caranguejo (*Eurytium limosum*) e o siri (*Callinectes bocaurti*), necrófagos e predadores, seriam as duas espécies bênticas mais encontradas. Entre os peixes mais freqüentes, foram citados : camurim (*Centropomus sp.*) e tainha (*Mugil sp.*), além de peixes menores como os das famílias ATHERINIDAE e CYPRINODONTIDAE.

Entretanto já nos estudos de LEAL (1995), observou-se uma redução acentuada dos componentes ecológicos da lagoa. Os cordões litorâneos, onde vicejavam formações vegetacionais de praia e restinga, tinham se tornado espaço de intensa ocupação urbana (Figura 6.5).

6.2.3.2 - Vegetação

Na área de entorno da lagoa, correspondente aos terraços superiores (oeste) e inferiores (leste) são registradas formações vegetacionais remanescentes típicas de restinga, mangues e associações higrófilas, bem como algumas áreas com culturas e/ou antropizadas (Mapa de Vegetação – Anexo).

Exemplos de espécies do Sistema Vegetacional de Restingas que ocorre nos fragmentos dos terraços holocênicos a leste da lagoa ainda não ocupados pela expansão urbana:

Família	Nome Vulgar
ANACARDIACEAE	Cajueiro
CACTACEAE	Coroa de frade; Faixeiro de restinga
ROSACEAE	Guagirú
MYRTACEAE	Pitangueira; Araçazeiro

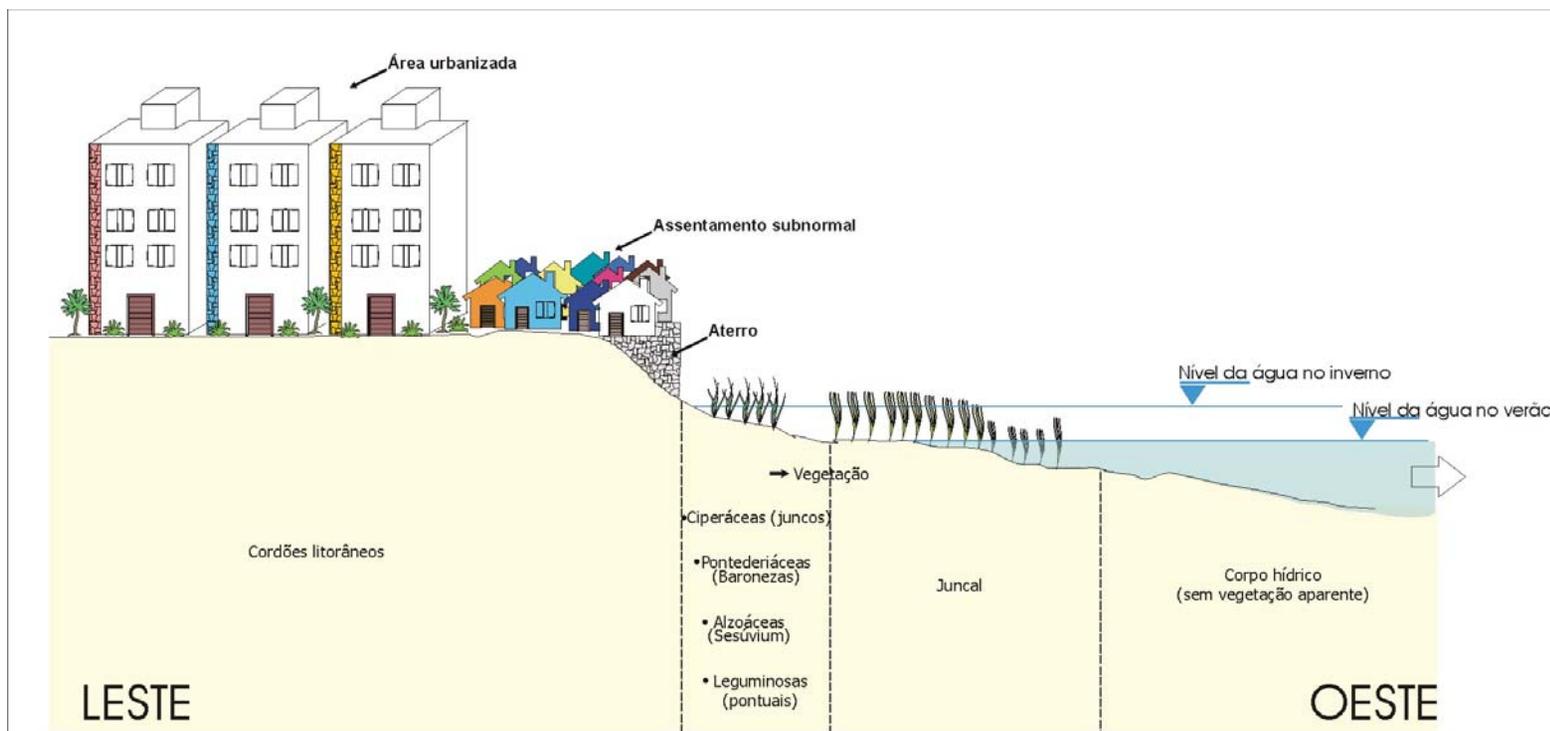


Figura 6.5 – Corte esquemático Leste/Oeste na Lagoa Olho D'água, demonstrando a ocupação do bordo e a sucessão vegetal (LEAL, 1995).

Exemplos de espécies do Sistema Vegetacional de Restingas que ocorre nos fragmentos dos terraços pleistocênicos a oeste da lagoa por trás da antiga “Fábrica de Pólvora”.

Família	Nome Vulgar
ANACARDIACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Cajueiro; Pau-pombo • Cajazeiro
APOCYNACEAE	Mangabeira
MORACEAE	Embaúba
PALMAE	Macaibeira
SAPINDACEAE	Pitombeira
RUBIACEAE	Jenipapo

A área de estudo, que ecologicamente corresponde a uma associação entre o ambiente lagunar e as formações vegetacionais típicas de restinga, pode ser considerado em grande parte desfigurada. Sua cobertura vegetal atual é considerada inexpressiva, ou mesmo, em alguns locais, inexistente. Uma importante ação antrópica, principalmente quanto ao fator crescimento urbano, ocasionou o desaparecimento da vegetação nativa, modificando ostensivamente e de maneira irreversível a paisagem natural desse ecossistema.

O Ecossistema manguezal, aparece associado ao ambiente lagunar através da ligação com o estuário do rio Jaboatão, via canal Olho D’água, e em alguns pontos do bordo Sul da lagoa (Fotos: 6.4 e 6.5). São exemplos da vegetação de mangue: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho); *Avicennia nitida* (mangue siriúba); *Laguncularia racemosa* (mangue branco), etc.



Foto 6.4 – Mangue na entrada do Canal Olho D’água, bordo sul da lagoa.



Foto 6.5 – Mangue associado a vegetação herbácea-arbustiva no Canal Olho D'água.

Segundo o mapeamento temático da cobertura vegetal, realizado pela FIDEM (1979b), a vegetação nativa da área em estudo se resumia aos seguintes tipos (Figura 6.6):

- **Capoeirão:** constituído por árvores de alto porte, de altura superior a cinco metros (Mata da Fábrica de Pólvora), conservando alguns traços fisionômicos da primitiva Mata Atlântica.
- **Vegetação de mangue:** decorrente de condições edáficas especiais, em solos extremamente salinos, atingidos normalmente pelas marés (Canal Olho D'água e estuário de Barra de Jangada).
- **Vegetação hidrófila:** existente em algumas áreas dos bordos da Lagoa Olho D'água, canal de Setúbal e eventualmente trechos próximos à Via Cucurana.

Todo o restante da área seria representada pela **vegetação cultivada**, destacando-se os tipos:

- **Coqueiral:** concentrado ao longo da faixa litorânea, encontrando seu habitat no solo de restinga.
- **Cultura de subsistência:** variáveis, incluindo por exemplo: mandioca, macaxeira, e frutíferas.

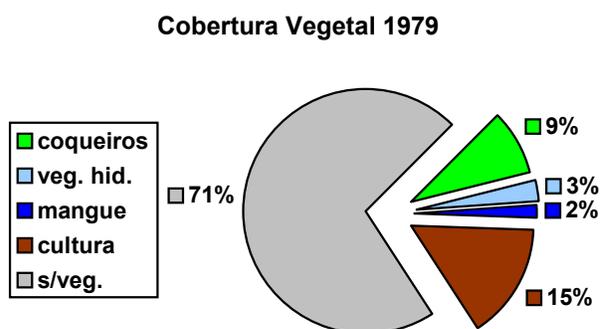


Figura 6.6 - Gráficos da percentagem de cobertura vegetal da área de entorno da Lagoa Olho D'água em 1979.

Em 1992, foi realizada uma atualização dessa cobertura vegetal, ficando conhecidas as seguintes formas de vegetação (Figura 6.7):

- Vegetação de mata e capoeira: **correspondente ao remanescente localizado na antiga Fábrica de Pólvora (Oeste da Lagoa Olho D'água).**
- **Vegetação de mangue:** localizada nos bordos do canal Olho D'água e estuário de Barra de Jangada.
- **Vegetação hidrófila:** localizada nos bordos da Lagoa Olho D'água, canal de Setúbal e alguns pontos ao longo da via Cucurana (Pontezinha).
- **Vegetação arbustiva:** margem Leste da Lagoa Olho D'água, antecedendo a vegetação hidrófila.
- **Vegetação cultivada:** cultura de subsistência (variadas) e coqueiral.

Em 1997, foi realizado um monitoramento e nova atualização, principalmente para a área de influência direta da lagoa, abrangendo o canal Olho D'água e o estuário do Jaboatão. Nele, observou-se a manutenção das feições vegetacionais descritas pela FIDEM, embora em alguns perímetros tenham sido substituídos em função do "boom" de crescimento urbano e/ou por frutíferas (LEAL, 1997).

Cobertura Vegetal 1992/1997

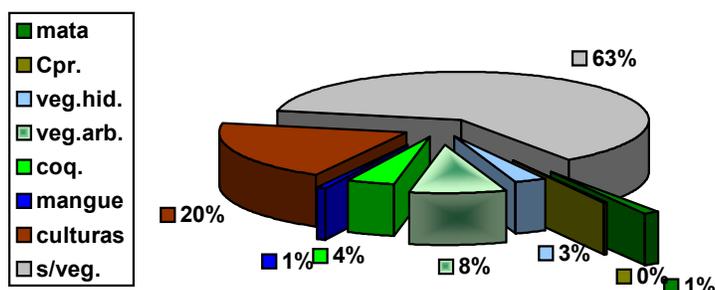


Figura 6.7 - Gráficos da porcentagem de cobertura vegetal da área de entorno da Lagoa Olho D'água em 1992, projetado para 1997.

6.2.3.3 - Fauna

A fauna nativa se encontra atualmente bastante restrita a algumas poucas espécies presentes na "mata da fábrica de pólvora", e a poucos exemplares espalhados em alguns pontos da região.

Entretanto deve-se observar a importância da lagoa como local de pouso para algumas aves migratórias, bem como habitat de remanescentes da avifauna local, de alguma fauna ictiológica mais adaptada, bem como de alguns moluscos e crustáceos, principalmente no bordo sul da lagoa, próximo à entrada do canal Olho D'água (Tabelas 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4).

TABELA 6.1 - Levantamento comparativo da fauna de crustáceos e moluscos ocorrentes na Lagoa Olho D'água e estuário do rio Jaboatão (LEAL, 1997).

Tipo	Nome Popular	Lagoa Olho D'água			Estuário do Rio Jaboatão		
		1974	1992	1994-1997	1974	1992	1994-1997
CRUSTÁCEOS	Caranguejo	++	+	♦	++	++	+★
	Aratu	++	+		++	++	
	Siri açú	++	+		++	++	
	Siri lemo	++	+	♦	++	++	
	Siri potinha	♦	♦	♦	++	++	
	Guaiamum	++	+		♦		
	Xié	♦	♦	♦	♦		
	Camarão vila franca	++	♦	♦	♦		
	Camarão preto	++	+	♦	♦		+★
	MOLUSCOS	Taioba (marisco)	♦	♦	♦	++	++
Mariscão		++	♦		++	++	
Sururu					++	++	+★
Unha de velho		++	♦		++	++	
Ostra					++	++	+★
Marisquinho		++	♦		++	++	

++ocorrência expressiva; +ocorrência Moderada; ★aparecimento Recente; ♦ocorrência reduzida;

♦ ausente/extinto.

Obs: os espaços em branco correspondem a falta de informação relacionada a espécie em questão.

TABELA 6.2 - Levantamento comparativo faunístico remanescente na área da Bacia da Lagoa Olho D'água - mamíferos, répteis, anfíbios (LEAL, 1997).

Nome Popular	Anterior a 1974	Mata da Fábrica de Pólvora 1992	Entre 1994-1997
Guaxinim	++		
Teiú	++		◆
Raposa	++	+	
Capivara	++	+	◆
Jacaré papo-amarelo	++	+	◆
Jacaré papo-branco	++	◆	
Papa-mel	++		
Lontra	++	+	◆
Sagüi	++	+	+
Camaleão	++	+	+
Timbu ou cassaco	++	+	+
Rato do mato	++	+	+
Salamandra	++		
Cascavel	++	◆	
Papa-ovo	++	◆	
Cobra-cipó	++	+	+
Jararaca	++	+	+
Cobra coral(santa cruz)	++	+	+
Cobra d'água	++	+	+
Cobra de São João	++		

++ ocorrência expressiva; + ocorrência pontual; ◆ número reduzido/inexpressivo; ◆ presente na Lagoa Olho D'água; ★ Presente na área urbana.

Obs: os espaços em branco representam a falta de informação relacionada a espécie em questão.

TABELA 6.3 - Levantamento comparativo da avifauna na área da Bacia da Lagoa Olho D'água (LEAL, 1997).

Nome Popular	Anterior a 1974	Mata da Fábrica de Pólvora 1992	Entre 1994-1997
Garça branca	+++◆	◆	+++◆
Pato d'água	++		
Marreco	++	+	
Galinha d'água	+++◆		
Anum	+++◆	+	
Jaçanã	+++◆	+	
Coruja de bode	++		
Coruja branca	++	+	◆◆
Socó boi	+++◆	+	◆◆
Socó tamatião	++	+	
Socó mirim	+++◆	+	
Pardal	++	++	++
Caga-sibito (pequeno)	+++◆	+	++★
Beija-flor (vários)	++	++	+
Rolinha	++	+	+
Juriti	++	+	+++★
Graúna	++	++	+◆
Xexeu-bananeira	++		+◆
Gavião mirim	++	+◆	++★
Carcará	++	+	
Cancão	+++◆	+	++★

++ ocorrência expressiva; + ocorrência pontual; ◆ número reduzido/inexpressivo; ◆ presente na Lagoa Olho D'água; ★ Presente na área urbana.

Obs: os espaços em branco representam a falta de informação relacionada a espécie em questão.

TABELA 6.4 - Levantamento comparativo da fauna ictiológica ocorrente na Lagoa Olho D'água e estuário do rio Jaboatão (LEAL, 1997).

Nomenclatura Popular	Lagoa Olho D'água			Estuário do Rio Jaboatão		
	1974	1992	1994-1997	1974	1992	1994-1997
Salema	++	♦	♦			
Pargo	++	♦				
Bicuda	++	♦				+
Agulhão	++	♦		++	++	
Carito	++	♦				
Cará do amazonas	++	♦				
Xáreu	++	♦				
Piaú	++	♦				
Muçum	++	+	♦			
Traíra	++	+	♦			+
Piaba	++	+	♦			
Arenque	++	♦		++	++	
Caranha	++	♦	♦	++	++	
Braúna	++	♦	♦	++	++	+
Curimam	++	+	♦	++	++	+
Camurim	++	+	♦	++	++	+
Carapicu de croa	++	♦		++	++	
Carapiçu-açú	++	♦				
Carapitinga	++	♦				
Mororó	++	+	♦			
Camurim-pim	++	+	♦			
Bagre	++	♦		++	++	+
Cundundum	++	+	♦			
Amoré	++	+	♦			
Carapeba				++	++	+
Zereda				++	++	
Arraia				++	++	
Pereroba				++	++	
Tainha				++	++	+
Mero				++	++	
Sardinha de galha	♦	♦		++	++	
Sardinha cascuda	♦	♦		++	++	
Caçõo (pequeno)	♦	♦		++	++	
Moréia	♦	♦		++	++	

++ ocorrência expressiva; + ocorrência moderada; ♦ ocorrência reduzida; ♦ ausente/extinto

Obs: os espaços em branco representam a falta de informação relacionada à espécie em questão.

6.2.3.4 - Qualidade da Água

As estações de monitoramento de qualidade de água da bacia do rio Tejipiú, controladas pela CPRH, não incluem nenhuma estação na bacia da Lagoa Olho D'água. Alguns dados de análises de água realizadas pela CPRH se referem às amostras aí coletadas expressamente, em 1991 (Tabela 6.5).

TABELA 6.5 – ANÁLISES DE QUALIDADE DA ÁGUA NA LAGOA OLHO D'ÁGUA (CPRH, 1991).

PARÂMETROS	SEÇÃO 1	SEÇÃO 2	SEÇÃO 3
Temperatura (°C)	28,0	28,0	28,0
pH	9,4	9,0	9,0
DBO (mg/l)	268,9	118,0	80,0
DQO (mg/l)	634,9	396,8	396,8
Amônia (mg/l – N)	0,40	0,34	0,36
Nitrito (µg/l – N)	6,21	< 1,0	7,14
Nitrato (mg/l – N)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fosfato (mg/l – P)	0,65	0,80	0,52
Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	< 200	< 200	< 200

Seção 1: entrada da lagoa – Canal Setúbal; **Seção 2:** meio da lagoa; **Seção 3:** saída da lagoa – Canal Olho D'água.

Para atualizar e complementar os dados realizados pela CPRH, KATO et al. (1996) coletou amostras de águas nas mesmas seções anteriores, acrescentando-se duas, uma no Canal de Setúbal em Vaquejada e outra no Canal Olho d'Água sob a ponte da Via Cucurana (Tabela 6.6).

TABELA 6.6 – QUALIDADE DA ÁGUA NA LAGOA OLHO D'ÁGUA (UFPE, 1996⁶)

PARÂMETROS	SEÇÃO 0	SEÇÃO 1	SEÇÃO 2	SEÇÃO 3	SEÇÃO 4
Temperatura (°C)	28	29	28	31	28
pH	7,1	7,2	9,7	9,8	9,2
Turbidez (NTU)	12	6	13	10	16
Cloretos (mg/l)	79	107	481	280	750
Condutividade (µS/cm)	558	723	1320	1128	2720
Sólidos Totais (mg/l)	333	567	1788	817	1951
Alcalinidade (mg/l CaCO ₃)	132	168	87	69	89
O.D. (mg/l)	0,2	0	7,2	-	9
DQO (mg/l)	68	166	113	-	250
DBO (mg/l)	28	67	38	60	41
Amônia (mg/l – N)	4,2	1,3	1,0	0,6	1,0
Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	1,1 x 10 ⁶	7,6 x 10 ⁵	475	500	2100

Seção 0: Canal Setúbal - Vaquejada; **Seção 1:** entrada da lagoa – Canal Setúbal; **Seção 2:** meio da lagoa; **Seção 3:** saída da lagoa – Canal Olho D'água ; **Seção 4:** Canal Olho D'água – Ponte Estrada da Cucurana.

Comparando-se os dados obtidos para 1991 (CPRH) e 1996 (UFPE), constata-se que houve um crescimento drástico na taxa de coliformes fecais nas águas da lagoa, em todas as estações analisadas, passando-se de 200 NMP/100ml (1991), para 475 e até 7,6 x 10⁵ NMP/100ml (1996). Paralelamente, observa-se uma forte redução nos níveis de DBO e DQO. Esses parâmetros associados enfatizam o nível de antropismo a que vem sendo submetido o ambiente lagunar, representado pela demanda de efluentes acima da capacidade de suporte do ecossistema, configurando-se assim um sério problema de ordem sanitário-ambiental.

⁶ Laboratório de Saneamento Ambiental – UFPE (Julho a Setembro, 1996).

Em termos de qualidade da água, é importante ressaltar que no interior da Bacia da Lagoa Olho D'água, na região entre a lagoa e o mar, ainda existe uma importante zona natural, a restinga de Candeias. Entretanto, também esta zona vem sendo ocupada gradativamente pela crescente urbanização e, conseqüentemente está em vias de degradação ambiental.

6.3 – EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA

Em 1974, a ocupação urbana cobria 3,24 Km² , correspondente a cerca de 12% da área total da bacia da Lagoa Olho d'Água (26,73 Km²). Em 1984/86, esta ocupação aumentou em 3,36 Km² , duplicando a área de ocupação no espaço de 12 anos Já em 1992, o crescimento se deu de forma mais acelerada perfazendo um total de 3,86 Km² de área ocupada adicional, correspondente a um crescimento maior que no caso precedente e em um espaço de tempo menor (8 anos). Tais índices apontam para uma aceleração no crescimento urbano regional. Notadamente, a especulação imobiliária vem acentuando essa ocupação e o uso desordenado do solo, através de loteamentos clandestinos que se superpõem e avançam inclusive sobre os limites da lagoa (Mapa de Desenvolvimento Urbano - Anexo). Tais práticas vêm acelerando as alterações da paisagem natural e afetando diretamente a área da lagoa (Figura 6.8).

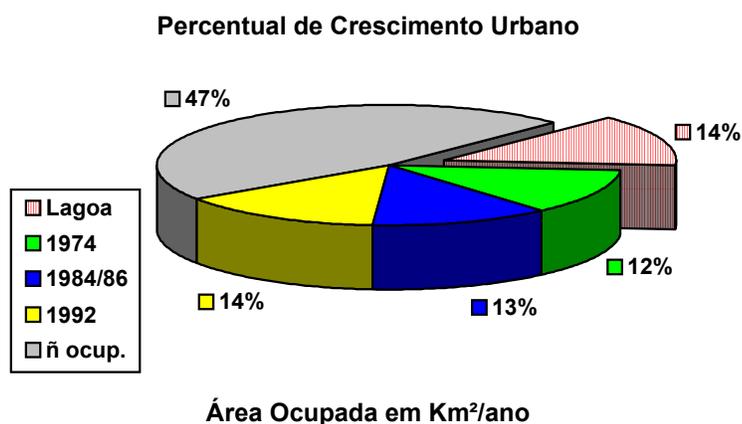


Figura 6.8- Gráficos da percentagem de crescimento urbano da área de entorno da Lagoa Olho D'água.

6.4 – CLASSIFICAÇÃO DA LAGOA OLHO D'ÁGUA

A revisão descritiva dos processos, e as comparações com lagoas costeiras do Brasil e do mundo, colocam em evidência que os processos sedimentares em ambientes lagunares não foram ainda totalmente estudados. Até os dias atuais, boa parte dos resultados divulgados corresponde a dados descritivos e/ou técnicos, desconectados. Persiste pouco abordado o entendimento integrado dos parâmetros dinâmicos que geram os mecanismos de dispersão e deposição de sedimentos nesses ambientes e que, conseqüentemente, também registram assinaturas de sua gênese e evolução, sem o que se torna mais difícil o domínio sobre sua dinâmica ambiental atual.

A metodologia proposta pela UNESCO (1981), ordena uma série de parâmetros, padrões específicos de diversas áreas das ciências, de maneira a integrar os diversos níveis de estudos para esses ambientes. Ponderando-se que tal metodologia demanda um alto custo, bem como períodos longos de observação, e tendo em vista que as diferenças regionais e determinados graus de impactos são diferenciados e/ou específicos para cada ambiente lagunar, considera-se pertinente o aproveitamento de trabalhos preexistentes, desde que os mesmos observem e contenham subsídios cientificamente comprovados.

Dentre os parâmetros estimados pela UNESCO (op. cit.), os estudos realizados para a Lagoa Olho d'Água entre as décadas de 60 e 90, exibem um padrão descontínuo de informações acerca dos aspectos físicos, químicos e biológicos, do ecossistema. Neles, os temas são tratados de maneira isolada e sob a visão individual de cada Ciência. Dessa forma, os estudos geológicos, biológicos, geoquímicos, microbiológicos e ecológicos para esse ecossistema, não têm contribuído de forma mais efetiva para recuperação, tratamento e/ou minimização dos problemas e impactos advindos do histórico ambiental da referida lagoa. Soma-se a tudo isso, a inexistência ou inviabilização da vontade política de abordar e efetivamente resolver o problema.

Ainda assim, em face do conjunto de dados e análises disponíveis, e com os resultados que adicionamos nesse estudo, podemos inferir uma classificação “secundária”, com base no conhecimento de diversos aspectos necessários à identificação de sua gênese e evolução, seu comportamento hídrico, sua dinâmica físico-química, produtividade biológica e vulnerabilidade ecológica.

Desse modo, podemos inferir que:

- ❖ por possuir o corpo hídrico sempre mantendo sua lâmina d'água entre 0,45 cm e 1,0 m o ano inteiro, independente das variações sazonais;
- ❖ por suas características geológicas e geomorfológicas permitirem um contato mais direto com o lençol freático, e receber contribuição dos terraços marinhos a leste (holocênicos) e a oeste (pleistocênicos);
- ❖ Por seu tipo de circulação estar relacionado à temperatura da água, sendo a mesma influenciada diretamente pela do ar, devido à pequena profundidade da lâmina d'água;
- ❖ Por apresentar dois canais de ligação com estuários (a norte, o canal de Setúbal; e a sul, o canal Olho d'Água) permitindo comunicação indireta com águas marinhas e/ou salobras, ocasionando assim uma Tr baixa;
- ❖ devido a sua circulação (fluxo das águas), entrada/saída de plâncton, e influência do fluxo salino dependerem das variações de marés.

Podemos classificar a Lagoa Olho D'água como uma lagoa do tipo *Perene*, segundo classificação de GOMES (1998); de *Águas escuras* e *Polimítica*, segundo classificação de ESTEVES (1998); *restrita*, segundo classificação de KJERFVE (1996); *Mixohalina*, segundo a classificação "The Venice System" apud: ESTEVES (1998), e *Eutrófica*, segundo classificação de BRAGA et al. (2002).

CAPÍTULO 7 – EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL

Ambientes sedimentares restritos são considerados favoráveis à preservação de registros de eventos geológicos e, conseqüentemente, à reconstituição detalhada da sua evolução geoambiental. Considerando que os sedimentos lacustres e lagunares refletem as alterações de origem natural e/ou antrópica na bacia de drenagem, esses ecossistemas aquáticos podem servir como arquivo dessas mudanças ambientais.

Com objetivo de reconstituir as mudanças paleoambientais ocorridas na região da Lagoa Olho D'água, durante o Quaternário, visando correlacioná-las com dados obtidos para outros sítios brasileiros, utilizou-se para o estudo o perfil do testemunho PE 2/92, realizado em seu depocentro. As alterações ambientais foram avaliadas empregando-se traçadores como: características litológicas, taxa de sedimentação, razão C/N e evidências malacológicas. Foram selecionadas amostras de restos vegetais (madeira) e de moluscos (DOMINGUEZ et al., 1990), para datação por ^{14}C , sendo os valores determinados em relação aos padrões internacionais e apresentados como idades em anos antes do presente (AP). Também foram aproveitados os resultados de datações por ^{210}Pb , interessando o intervalo de 0-45cm (ASSIS et al., 1997).

7.1 – TESTEMUNHO DE SONDAGEM PE 2/92 – LAGOA OLHO D'ÁGUA

O perfil do testemunho de sondagem PE 2/92 foi realizado com a utilização de “vibracorer” no depocentro da Lagoa Olho D'água, atingindo 4,84 metros abaixo do assoalho de fundo (Figura 7.1 e Fotografia 7.1). Os primeiros 7cm, constituídos de uma espécie de polpa densa com restos vegetais (turfa líquida), foram desprezados, uma vez que seria duvidosa a sua integridade deposicional face à vibração da operação de amostragem.

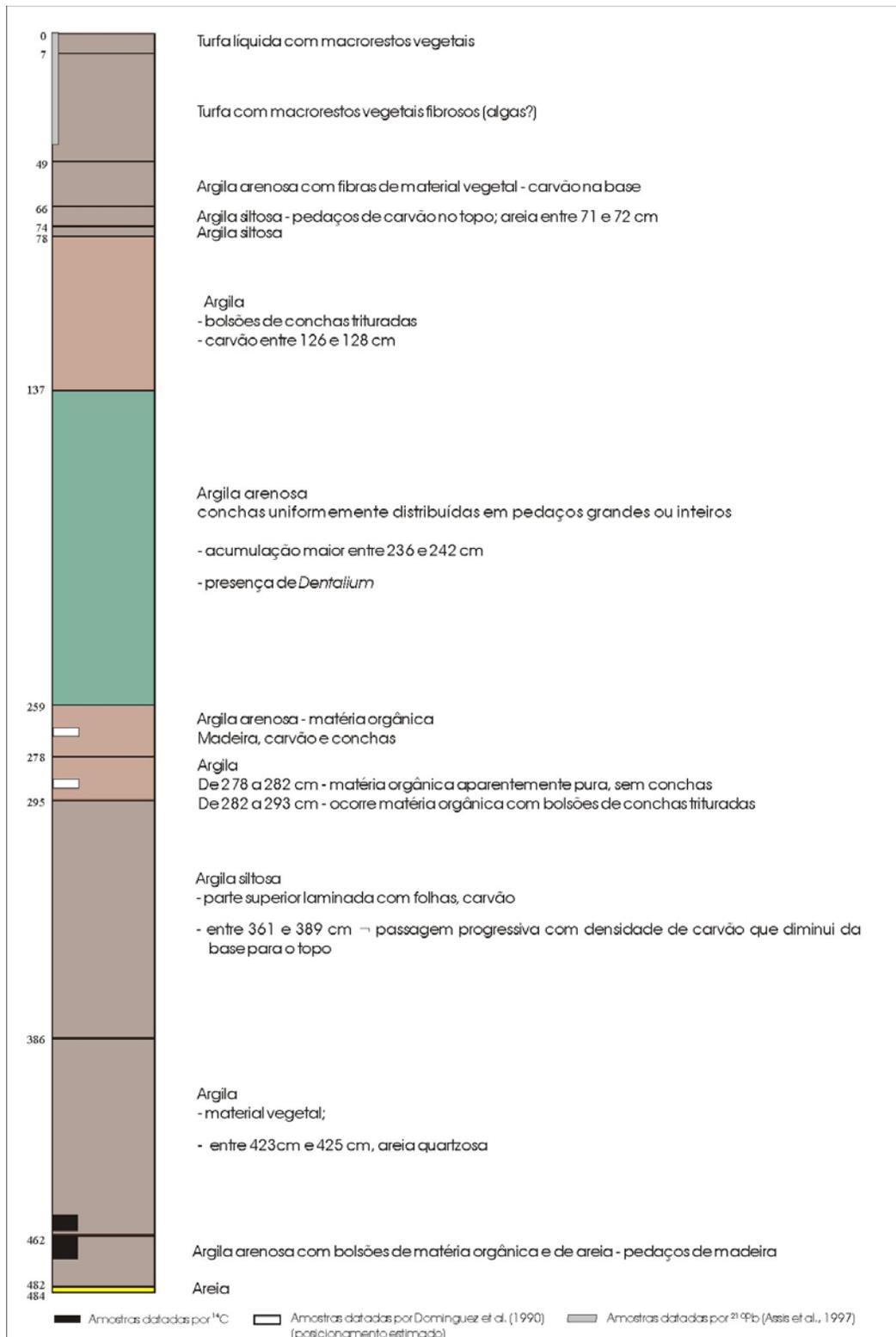


Figura 7.1 - Perfil Litológico do Testemunho PE2/92

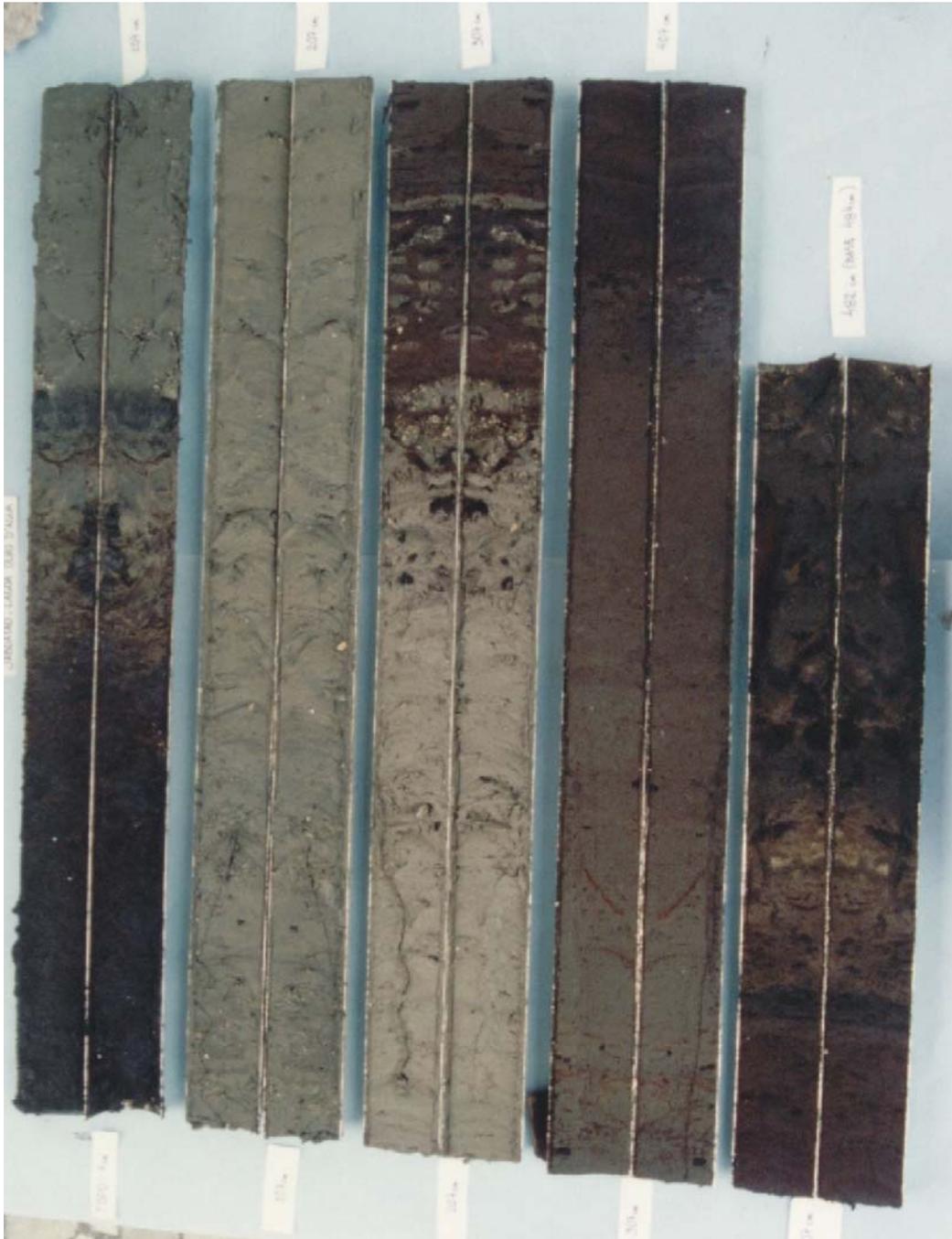


Foto 7.1 – Estampa do Testemunho de Sondagem PE 2/92.

7.1.1 – Descrição Malacológica

Com o objetivo de obter informações paleoambientais, foram isoladas conchas de moluscos gastrópodes, bivalves e escafópodos que, identificados sistematicamente, tiveram relacionado às características de seus habitats para fins de comparações paleoecológicas. A presença desses moluscos que na atualidade são na sua maioria escavadores e de habitat marinho e estuarino, demonstram que ao longo do tempo ocorreram na área da lagoa movimentos de transgressão e regressão marinha, o que condiz com os demais parâmetros analisados.

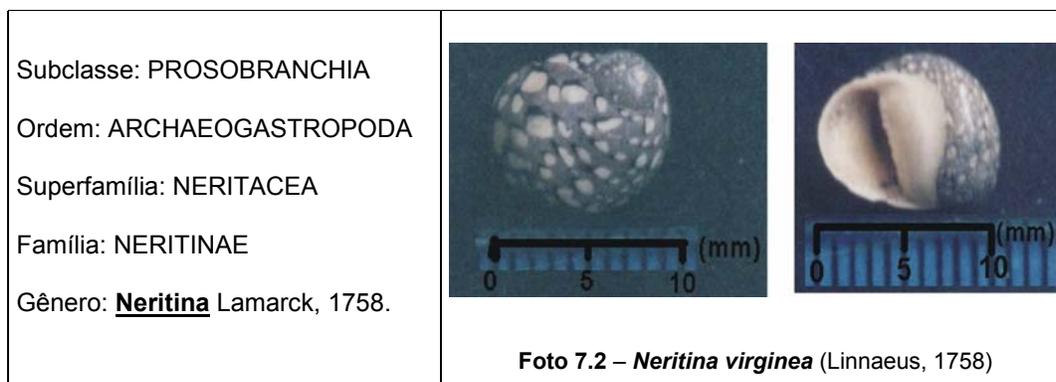
As espécies foram identificadas para cada classe de molusco, conforme descrições apresentadas na Tabela 7.1.

TABELA 7.1 – Identificação das conchas encontradas no testemunho PE 2/92.

CLASSE	ESPÉCIE
GASTRÓPODA	- <i>Neritina virginea</i> - <i>Nassarius vibex</i> - <i>Bulla striata</i>
SCAPHOPODA	- <i>Dentalium americanum</i> - <i>Antalis disparile</i>
PELECYPODA	- <i>Anadara brasíliana</i> - <i>Lucina pectinata</i> - <i>Diplodonta nucleiformis</i> - <i>Anomalocardia brasíliana</i> - <i>Tellina versicolor</i> - <i>Corbula caribea</i> - <i>Corbula cymella</i> - <i>Corbula cubaniana</i> - <i>Divaricella quadrisulcata</i>

Fonte: RIOS (1994) e SILVA (1998).

O material foi separado por Classes, sendo identificadas as características de cada gênero, especificamente seus hábitos/habitats, através dos quais podem ser inferidos os respectivos ambientes de origem. As espécies de Gastrópodes estão ilustradas por espécies que possuem hábito marinho e estuarino, podendo eventualmente adaptar-se em ambientes mais tranquilos como lagunas. As espécies identificadas para a classe Escafópoda são ambas estritamente marinhas, enquanto que as da classe Pelecypoda, podem variar entre ambientes marinhos – intermarés e ambientes transitórios. Por exemplo, os gêneros **Corbula** e **Anomalocardia**, incluem espécies que podem habitar ambientes rasos e calmos desde estuarinos a dulcícolas, enquanto que os gêneros **Lucina** e **Anadara** são indicadores de ambientes estuarinos.

7.1.1.1 – Classe *Gastropoda*

Espécie: ***Neritina virginea*** (Linnaeus, 1758)

Distribuição: Flórida ao Texas, Antilhas, Bermudas e Brasil (ABBOTT, 1974); Carolina do Norte, Colômbia, Venezuela e Suriname (RIOS, 1985); Porto Rico e Ilhas do Caribe (WARMKE & ABBOTT, 1961).

Registro no Brasil: todo litoral brasileiro (RIOS, 1985).

Habitat/Hábito: Segundo RIOS (1994) é uma espécie comum e abundante, ocorrendo em regiões que apresentam fundo lamoso. Principalmente de regiões estuarinas. GARCIA-CUBAS (1981), cita esta espécie como sendo marinha, porém podendo invadir lagunas costeiras e geralmente associadas à vegetação, alimentando-se do epifiton.

Batimetria: até 8,50m de profundidade.

Sinônimo: ***N. bahiensis*** Recluz, 1850 (RIOS, 1985)
N. meleagriis Lamarck, 1822 (RIOS, 1985)

Condições Ecológicas:

Parâmetro	Mínimas	Máximas
O ₂	0,00 ml/l	4,98 ml/l
S ‰	0,14‰	35,17‰
T °C	24,50°C	29,30°C
pH	6,90	8,05

Subclasse: PROSOBRANCHIA

Ordem: NEOGASTROPODA

Superfamília: BUCCINACEA

Família: NASSARIIDAE

Gênero: **Nassarius** Duméril, 1806.



Foto 7.3 - *Nassarius vibex* (Say, 1822)

Espécie: ***Nassarius vibex*** (Say, 1822)

Distribuição: Flórida ao Texas, Antilhas e Brasil (ABBOTT, 1974).

Registro no Brasil: todo Nordeste brasileiro (MATTEWS, 1968)

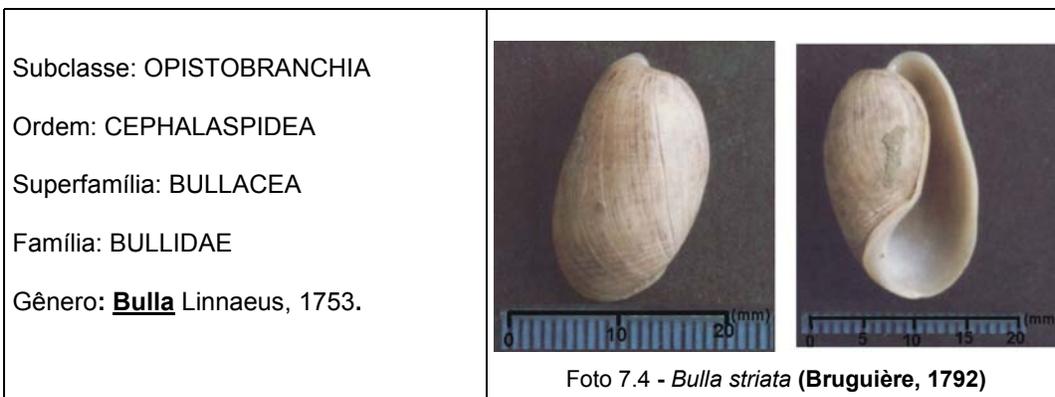
Habitat/Hábito: espécie distribuída na faixa intermarés, em áreas estuarinas e lagunares costeiras, tolerando salinidades entre 15 a 30‰. Espécie considerada semi-infaunal podendo habitar desde fundos arenosos a lamosos. Apresenta hábito alimentar variado, incluindo eventualmente animais mortos (RIOS, 1994).

Batimetria: até 6,20m de profundidade.

Sinônimo: ***Nassarius polygonatus*** Lamarck, 1822 (RIOS, 1985)

Condições Ecológicas:

Parâmetro	Mínimas	Máximas
O ₂	0,41 ml/l	4,98 ml/l
S ‰	1,59‰	35,17‰
T °C	24,50°C	29,30°C
pH	6,70	8,05



Espécie: ***Bulla striata*** (Bruguière, 1792)

Distribuição: Mediterrâneo, Portugal, Marrocos, Santa Helena, Carolina do Norte a Flórida, Venezuela, Brasil e Bermudas (RIOS, 1985).

Registro no Brasil: todo litoral brasileiro (RIOS, 1985).

Habitat/Hábito: espécie ocorrente na zona de intermarés, enterrada em fundos de areia com lama (Rios, 1994). Vive enterrada em sedimentos finos de ambientes com águas calmas, sendo uma espécie carnívora.

Batimetria: coletado até 8,50m de profundidade.

Sinônimos: ***B. amydala*** Bruquière, 1792; ***B. umbilicata*** Roding, 1798; (RIOS, 1994)

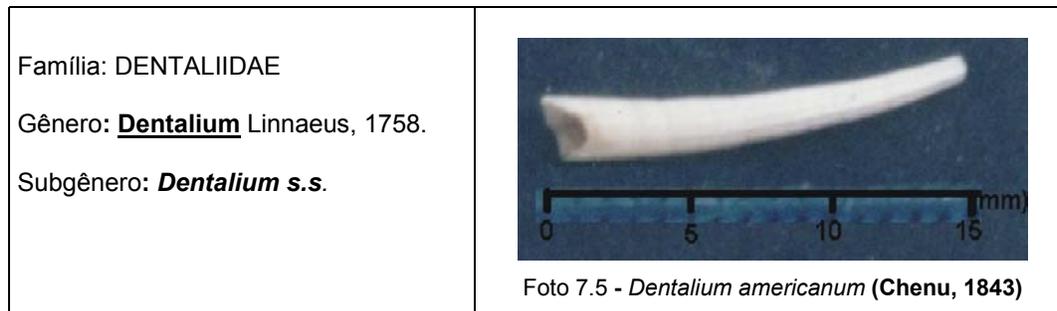
B. rubigiosa Gould, 1852; ***B. occidentalis*** A. Adams, 1850 (RIOS, 1985).

Condições Ecológicas:

Parâmetro	Mínimas	Máximas
O ₂	0,41 ml/l	4,83 ml/l
S ‰	0,46‰	32,52‰
T °C	24,70°C	29,30°C
pH	6,90	8,05

Observação: durante a reprodução, as fêmeas realizam a postura em áreas de prados de vegetação.

7.1.1.2 – Classe Scaphopoda



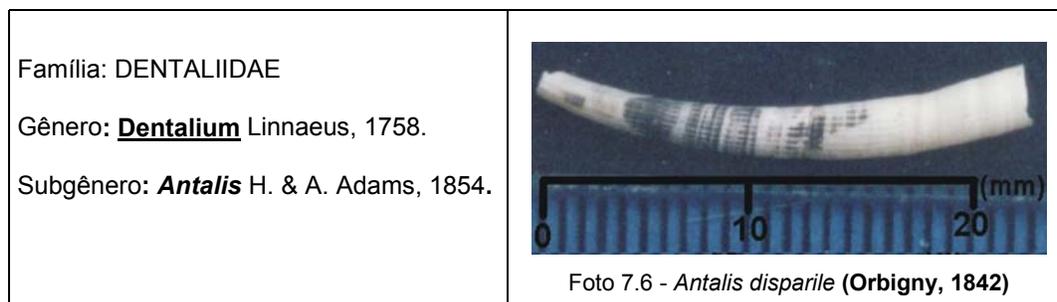
Espécie: ***Dentalium americanum*** (Chenu, 1843)

Distribuição: Carolina do Norte até a Flórida (EUA), Antilhas, Yucatán (México) e no Brasil.

Registro no Brasil: do Amapá até São Paulo.

Habitat/Hábito: em fundo de areia e lama; exclusivamente marinho.

Batimetria: ocorre em profundidade variando de 10 até 100 metros.



Espécie: ***Antalis disparile*** (Orbigny, 1842)

Distribuição: Carolina do Norte, Antilhas e Brasil

Registro no Brasil: do Amapá até São Paulo, Fernando de Noronha e Atol das Rocas.

Habitat/Hábito: em fundo de areia e de lama, exclusivamente marinho.

Batimetria: diferente da espécie de escafopóda anterior, vive em profundidades menores, de 5 até 80 metros.

7.1.1.3 – Classe Pelecypoda (Bivalvia)

<p>Ordem: FILIBRANCHIA</p> <p>Subordem: TAXODONTA</p> <p>Superfamília: ARCACEA</p> <p>Família: ARCIDAE</p> <p>Subfamília: ANADARINAE</p> <p>Gênero: Anadara Deshayes, 1830.</p> <p>Subgênero: Cunearca Dall, 1898.</p>	 <p>Foto 7.7 - <i>Anadara brasiliiana</i> (Lamarck, 1819)</p>
--	---

Espécie: *Anadara brasiliiana* (Lamarck, 1819)

Distribuição: Carolina do Norte até a Flórida (EUA), Antilhas, Venezuela e o Brasil.

Registro no Brasil: do Amapá até Santa Catarina.

Habitat/Hábito: habitam águas rasas, com fundos de areia e cascalho.

Observação: utilizado no nordeste do Brasil como espécie comestível.

Nome original: *Arca brasiliiana* Lamarck

Sinônimo: *Arca incongrua* Say, 1822. (RIOS, 1994)

<p>Ordem: EULAMELLIBRANCHIA</p> <p>Subordem: HETERODONTA</p> <p>Superfamília: LUCINACEA</p> <p>Família: LUCINIDAE</p> <p>Gênero: Lucina Bruquière, 1797.</p>	 <p>Foto 7.8 - <i>Lucina pectinata</i> (Gmelin, 1791)</p>
---	---

Espécie: *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791)

Distribuição: Carolina do Norte até a Flórida (EUA), Antilhas, Venezuela e Suriname, Brasil.

Registro no Brasil: do Amapá até Santa Catarina.

Habitat/Hábito: habitam águas rasas de ambientes estuarinos, em fundos areno-lamosos.

Alimentam-se de material em suspensão

Batimetria: 15 a 20 centímetros de profundidade.

<u>Condições cológicas:</u>	Parâmetro	Mínimas	Máximas
	S ‰	26,4‰	35‰
	T °C	28,1°C	31,8°C

<p>Ordem: EULAMELLIBRANCHIA</p> <p>Subordem: HETERODONTA</p> <p>Superfamília: LUCINACEA</p> <p>Família: DIPLODONTIDAE</p> <p>Gênero: Diplodonta Bronn, 1831.</p> <p>Subgênero: Diplodonta s.s.</p>	 <p>Foto 7.9 - <i>Diplodonta nucleiformis</i> (Wagner, 1838)</p>
--	--

Espécie: ***Diplodonta nucleiformis*** (Wagner, 1838)

Distribuição: ocorre da Carolina do Norte até a Flórida e Antilhas, além do Brasil.

Registro no Brasil: Norte e Nordeste.

Habitat/Hábito: habita substratos arenosos e coralinos.

Batimetria: podem chegar até 25 - 75 metros de profundidade.

<p>Ordem: EULAMELLIBRANCHIA</p> <p>Subordem: HETERODONTA</p> <p>Superfamília: VENERACEA</p> <p>Família: VENERIDAE</p> <p>Subfamília: VENERINAE</p> <p>Gênero: Anomalocardia Schumacher, 1817.</p>	 <p>Foto 7.10 - <i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)</p>
--	---

Espécie: ***Anomalocardia brasiliana*** (Gmelin, 1791)

Distribuição: da costa brasileira até o Uruguai.

Registro no Brasil: espécie comum ao longo de toda a costa brasileira, conhecida vulgarmente como marisco ou marisco-pedra.

Habitat/Hábito: ocorre em águas rasas, de fundos areno-lamosos. É de hábito infaunal, alimentando-se por filtração.

Batimetria: 3 centímetros de profundidade.

Nome original: ***Venus brasiliana*** Gmelin.

Sinônimo: ***Anomalocardia flexuosa*** Linnaeus, 1780. (RIOS, 1994)

Condições Ecológicas:	Parâmetro	Mínimas	Máximas
	S ‰	4,09‰	37,43‰
	T °C	28°C	36°C
	pH	7,10	7,51

<p>Ordem: EULAMELLIBRANCHIA</p> <p>Subordem: HETERODONTA</p> <p>Superfamília: TELLINACEA</p> <p>Família: TELLINIDAE</p> <p>Subfamília: TELLININAE</p> <p>Gênero: Tellina Linnaeus, 1758.</p> <p>Subgênero: Tellina s.s.</p>	 <p>Foto 7.11 - Tellina versicolor (Kay, 1843)</p>
---	---

Espécie: **Tellina versicolor** (Kay, 1843)

Distribuição: ocorre nas Bermudas, Nova York até a Flórida, Antilhas, Panamá e Brasil.

Registro no Brasil: Ceará, Pernambuco, São Paulo e Santa Catarina.

Habitat/Hábito: vive em sedimentos arenosos.

Batimetria: de 2 até 50 metros de profundidade.

Observação: Apesar desta distribuição, já foi reportada para Pernambuco (Carne de Vaca - Goiana), por SILVA (1998) em zona intermarés e fundo areno-lamosos.

<p>Ordem: EULAMELLIBRANCHIA</p> <p>Subordem: HETERODONTA</p> <p>Superfamília: MYACEA</p> <p>Família: CORBULIDAE</p> <p>Gênero: Corbula Bruquière, 1792.</p> <p>(1)</p> <p>Espécie: Corbula caribea (Orbigny, 1842)</p>	 <p>Foto 7.12 - Corbula caribea (Orbigny, 1842)</p>
--	--

Distribuição: distribuída da Carolina do Norte até a Flórida e o Texas (EUA), Antilhas, Suriname, Brasil, Uruguai até o Novo Golfo e Argentina – Ilha Santa Helena.

Habitat/Hábito: habita substratos areno-lamosos.

Sinônimos: **C. swiftiana** C. B. Adams, 1852. (Rios, 1994)

C. uruguayensis Marshall, 1928. (Rios, 1994)

(2)

Espécie: ***Corbula cymella*** (Dall, 1881)Distribuição: é registrada ao largo da costa da Flórida, nas Antilhas e no Brasil.Registro no Brasil: está distribuída do Pará até São Paulo e Abrolhos.Habitat/Hábito: habita profundidades variáveis, vivendo em substrato arenoso ou se fixando em restos de conchas.

(3)

Espécie: ***Corbula cubaniana*** (Orbigny, 1842),Distribuição: Flórida, Norte e Nordeste do Brasil.Habitat/Hábito: habita águas rasas.Foto 7.13 - *Corbula cubaniana* (Orbigny, 1842)

Ordem: EULAMELLIBRANCHIA

Subordem: HETERODONTA

Superfamília: LUCINACEA

Família: DIPODONTIDAE

Gênero: ***Divaricella*** Martens, 1880.Subgênero: ***Divaricella s.s.***

Fonte: ABBOTT, 1974.

Foto 7.14 - *Divaricella quadrisulcata* (Orbigny, 1842)**Espécie: *Divaricella quadrisulcata* (Orbigny, 1842)**Distribuição: da Carolina do Norte até a Flórida (EUA), Antilhas e Venezuela, e Brasil.Registro no Brasil: ocorre do Pará até o Norte do Rio Grande do Sul.Habitat/Hábito: vivem desde águas rasas até 100 m de profundidade, em fundos arenosos.Batimetria: até 100 metros de profundidade.Sinônimo: ***Divalinga quadrisulcata*** (RIOS 1994)Observação: é conhecida como “marisco de croa”, pelos sulcos apresentados na concha.

7.1.2 – Descrição do Perfil litológico

A simples observação direta desse perfil permite individualizar intervalos sedimentares, litológicos e paleontologicamente diferenciados. Assim, da base para o topo, podem ser distintos:

❖ *Intervalo inferior* (2.95 a 4.84m) - A seqüência sedimentar é formada por uma sucessão de leitos argilosos a argilo-sílticos, mais arenosos na base e mais laminados no topo, com presença freqüente de restos vegetais, tais como: carvão, folhas, e pedaços de madeira. Esses restos vegetais diminuem progressivamente no sentido do topo. Nesse intervalo não foi registrada a presença de moluscos. O conjunto desse segmento deposicional se sobrepõe a areias, que formam a base do perfil.

❖ *Intervalo médio* (0.78 a 2.95m) - Compreende uma sedimentação argilosa a argilo-arenosa, incluindo matéria orgânica vegetal do tipo: fragmentos de madeira e de carvão, porém associados a moluscos de ambientes estuarinos a marinhos. Na seção mais inferior (2.59 a 2.95m), os moluscos se apresentam como conchas delgadas e trituradas, concentrando-se em bolsões. A ressaltar nesse intervalo a presença de bivalves indicadores de estuários: ***Lucina pectinata*** e ***Anadara brasiliana*** (Fotos 7.7 e 7.8). Datações ^{14}C correspondentes a essa transição estuarina, forneceram idades entre 6.030 e 5.830 AP (DOMINGUEZ et al., 1990). Na seção mediana (1.37 a 2.59m), a distribuição dos moluscos passa a ser uniforme e seus elementos, bem desenvolvidos, se apresentam inteiros ou em pedaços grandes. Nela, chama a atenção a presença de ***Dentalium*** (Fotos 7.5 e 7.6), espécie característica de ambientes marinhos. Finalmente, na seção mais superior (0.78 a 1.37m), a sedimentação é mais argilosa, com presença de fragmentos de carvão e, novamente, moluscos delgados fortemente fragmentados e concentrados em bolsões.

❖ *Intervalo superior* (0.07 a 0.78m) - É formado na base por areias a argilas arenosas ou sílticas, onde são comuns os restos vegetais, inclusive carvão, porém sem a presença de moluscos. A seção mais superior é francamente dominada por uma turfa argilosa, que corresponde a um depósito mais contemporâneo, caracterizado por uma forte taxa de sedimentação que chega a atingir 15mm/ano, conforme dados geocronológicos por ^{210}Pb (in ASSIS et al., 1997) descritos no item posterior.

Essa sucessão litológica e seu conteúdo fóssil, por si sós, já preconizam um termo seqüencial sedimentar que registra um avanço transgressivo marinho sobre uma planície costeira, e seu retorno aos níveis anteriores, no espaço de tempo documentado pelo perfil. O clímax da transgressão marinha na área da lagoa, está incluído no “intervalo médio” desse ciclo evolutivo.

7.1.3 - Padrões C/N

Os resultados referentes à relação C/N mostram ao longo do perfil duas passagens com padrões máximos, em torno de 60 (Figura 7.2), e uma notória inflexão separando esses dois máximos, onde os valores decrescem para aproximadamente 40. O conjunto desses eventos está inscrito no interior do “intervalo médio” do perfil sedimentológico.

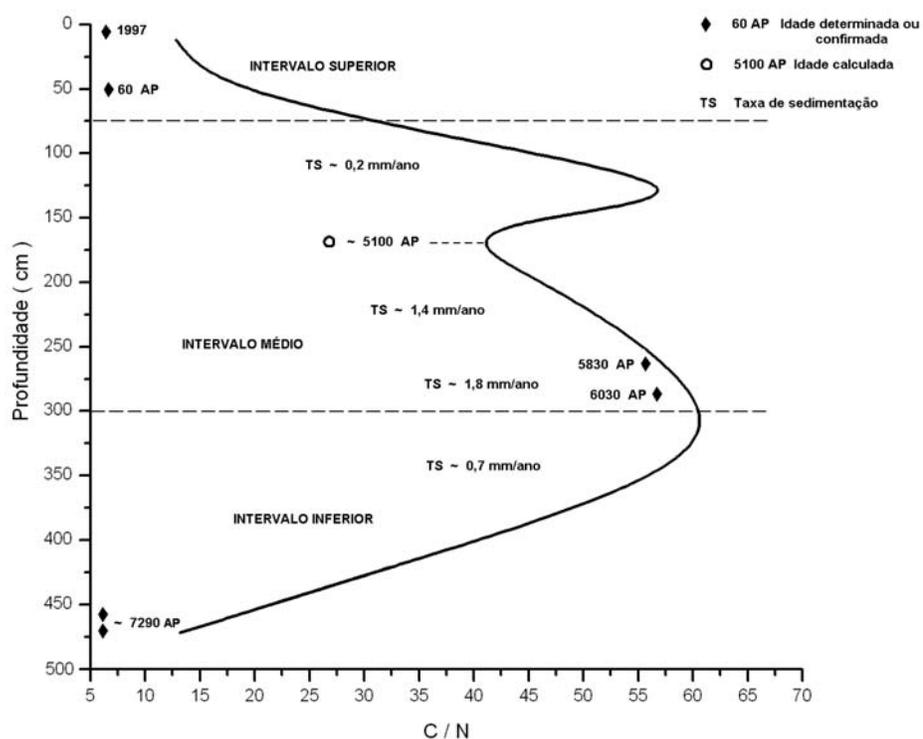
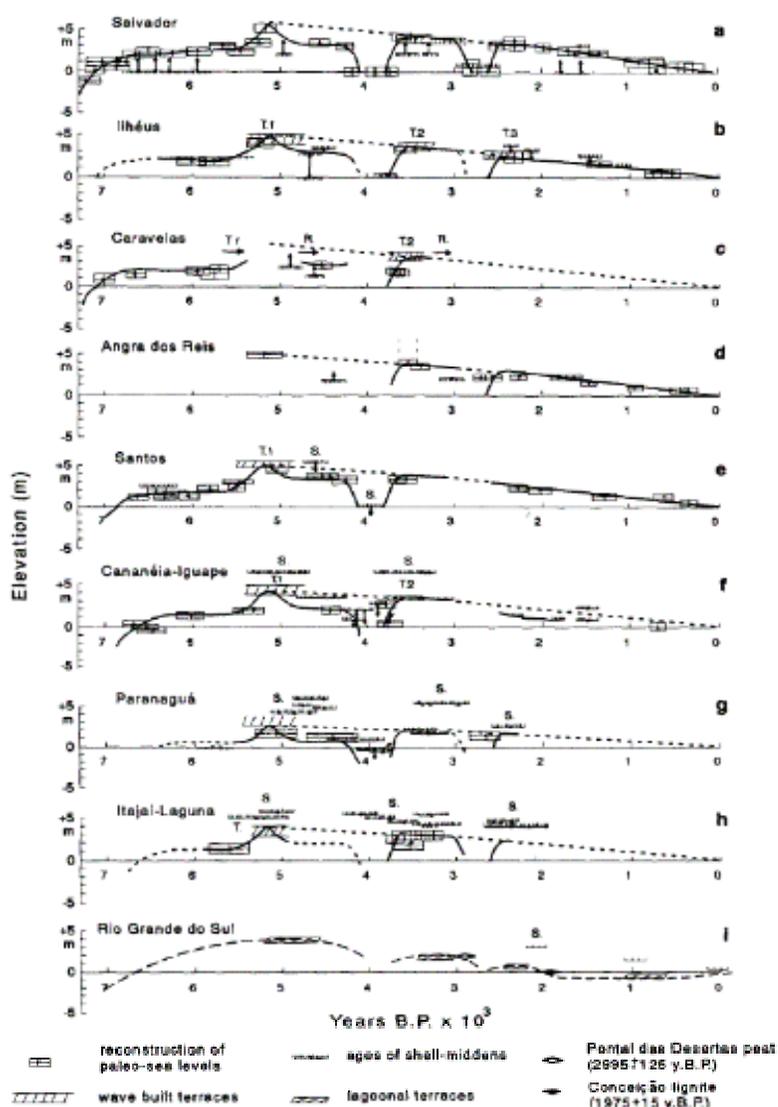


Figura 7.2 – Variação da relação C/N no perfil do depocentro da Lagoa.

Na base do perfil, por volta de 7.300 AP, assim como nos tempos modernos (últimas décadas), o padrão é similar, variando entre C/N = 10 a 15. Consideradas as diversas reconstituições das variações relativas do nível médio dos mares, mostradas na Figura 7.3, constata-se uma boa concordância com a assinatura geoquímica de C/N, assegurando que características continentais dominaram o ambiente da lagoa nos dois períodos de tempo em foco: o de 7.300 AP e o período mais contemporâneo.



Curvas de Níveis do mar para os últimos 7.000 anos (de Sugino et al., 1985; Villwock & Tomazelli, 1988; Tomazelli, 1990)

Figura 7.3 – Curvas de Níveis do mar para os últimos 7.000 anos (ANGULO & LESSA, 1997).

A observação isolada do comportamento das variações de Carbono e Nitrogênio (Figura 7.4) também permite uma mesma compartimentação em três estágios geoquímicos. O predomínio das influências marinhas corresponde ao segmento de menores valores desses elementos químicos, associadamente. O crescimento exponencial conjunto desses mesmos elementos, correspondendo aos dois a três últimos séculos, parece se inserir no contexto de uma gradual ocupação humana do entorno da lagoa, modificando antropicamente seus padrões naturais.

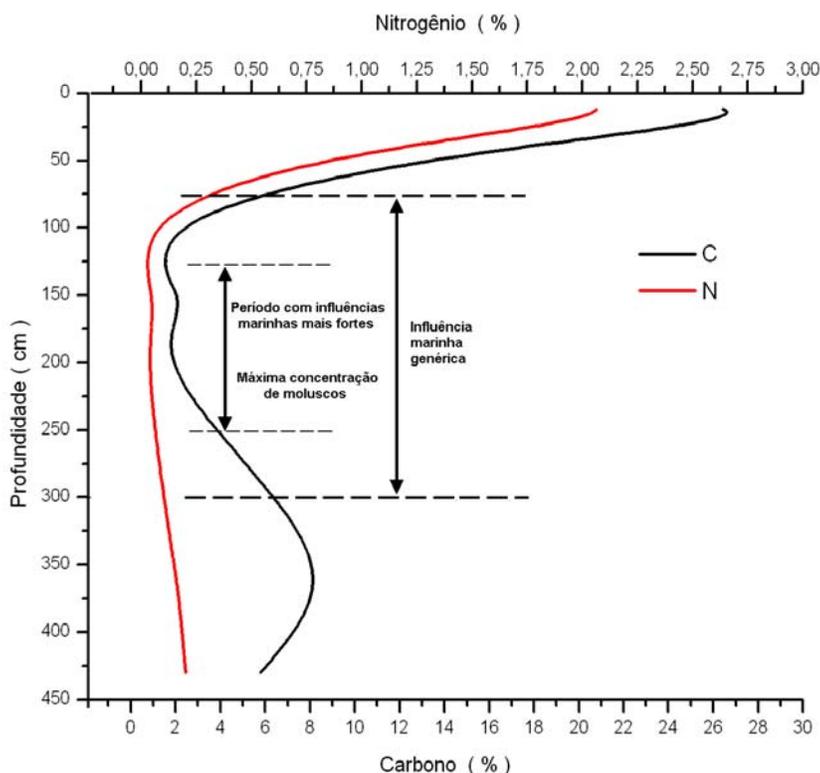


Figura 7.4 – Variação de Carbono e Nitrogênio nos sedimentos do perfil do depocentro da Lagoa.

Comparando-se resultados geocronológicos disponíveis, e com base em algumas estimativas, pode-se concluir que o período de influência continental (natural) na área da lagoa foi marcado por uma taxa de sedimentação menor ($\cong 0.7\text{mm/ano}$), o que implica na suposição de sua condição como ambiente isolado. No período correspondente à fase de transição estuarina, a taxa média de sedimentação pode ser estimada em 1.8mm/ano ; e durante o período de influência marinha transgressiva, em $\cong 1.4\text{mm/ano}$, baixando sensivelmente na fase regressiva ($\cong 0.2\text{mm/ano}$). Em contraposição, nos últimos 60 anos variou entre 3.7 a 15mm/ano , os máximos sendo observados nas últimas duas décadas.

Dessa forma, evidencia-se que a influência antrópica resulta indiscutivelmente em fator agravante da taxa de sedimentação, em particular quando ocorre uma forte ocupação urbana no entorno de um sistema lagunar (Mapa de Desenvolvimento Urbano – Anexo).

7.1.4 - Análise Geoambiental para os Últimos 50 Anos

A análise da evolução geoambiental para os últimos 50 anos foi realizada a partir dos dados geocronológicos de ^{210}Pb referentes aos primeiros 45 cm de um perfil realizado na lagoa (ASSIS et al., 1996), os quais são mostrados na Tabela 7.1. Este dados permitem interpretar a evolução do regime sedimentar nesse ambiente nas últimas décadas.

Lâmina (cm)	Sedimento (g)	Ativ. ^{210}Pb (pCi)	Ativ. ^{210}Pb (pCi/g)	Datação do Sedimento (anos – nível de confiança 95%)
0 – 3	10,020	9,07	0,906	2
3 – 6	10,002	9,68	0,968	4
6 – 9	10,006	7,7	0,769	6
9 – 12	10,009	5,38	0,537	8
12 – 15	7,500	7,72	1,029	10
15 – 18	10,002	5,78	0,577	13
18 – 21	7,507	7,56	1,007	15
21 – 24	7,502	7,57	1,009	18
24 – 27	10,002	7,14	0,714	22
27 – 30	10,009	5,69	0,568	25
30 – 33	7,500	4,39	0,585	30
33 – 36	7,500	3,24	0,432	34
36 – 39	7,509	2,45	0,326	40
39 – 42	7,503	3,21	0,428	47
42 – 45	7,502	3,17	0,422	56

Tabela 7.1 – Dados para cálculo da taxa de sedimentação relativa (ASSIS et al., 1996)

A progressiva taxa de sedimentação revela de forma expressiva a influência antrópica no agravamento do processo de assoreamento (Figura 7.3). Verifica-se que desde a década de 40 ocorre um incremento gradual dessa taxa, a partir de 3,75 mm/ano, coincidindo com o acréscimo do adensamento demográfico do Município de Jaboatão (como mencionado no Capítulo 6). No período de 50 a 60, ela cresce para 4,28 a 10 mm/ano. Contudo, as taxas mais significativas são verificadas para a década de 70, quando saltam para 10 a 15 mm/ano, paralelamente à ocupação mais efetiva da área de entorno da lagoa, como é mostrado no *Mapa de Desenvolvimento Urbano* (em Anexo). O “bomm” da ocupação urbana, inclusive sobre sua faixa litorânea e conseqüente entorno da lagoa, conduziu a um salto permanente na taxa de sedimentação para os 15 mm/ano. Nesse ritmo, pode-se prever que o assoreamento total desse ambiente (processo de eutrofização acelerada) poderá ser atingido nos próximos 200 a 250 anos.

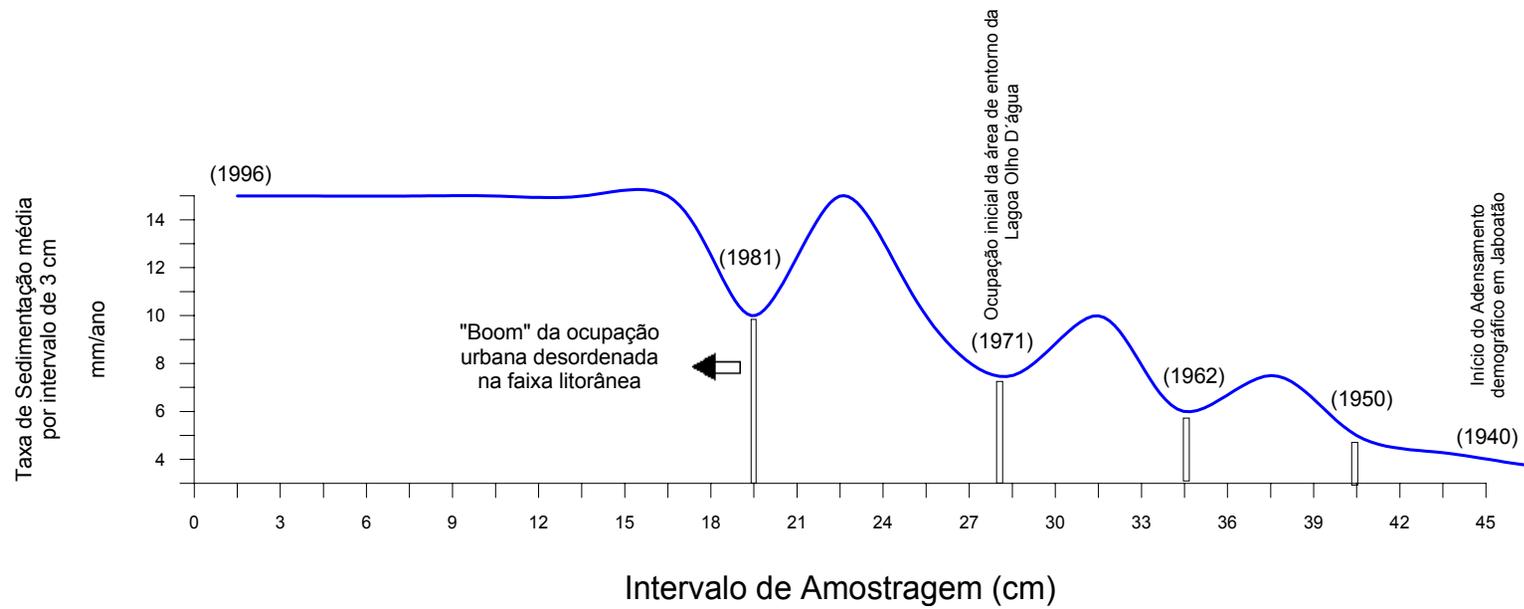


Figura 7.5 - Relação entre a taxa de sedimentação e os dados geocronológicos de ^{210}Pb referente aos 45 cm de um perfil da Lagoa Olho D'água. Dados originais de ASSIS et al. (1997), retrabalhados.

Além disso, outros fatos vêm evidenciar processo de eutrofização acelerada aí observada, como os teores anormais de Pb, as taxa de coliformes fecais, e os baixos valores de DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio).

Tabela 7.2 – Dados referentes a 46 estações distribuídas no perímetro da lagoa (ASSIS et al., 1996).

ELEMENTO	PROFUNDIDADE	TEORES MÉDIOS (PPM)	TEORES MÁXIMOS (PPM)
Pb	Superfície	21,8	618
	60 cm	3,3	9,7

Esses resultados permitem comparar as condições da lagoa em 1996 (superfície) com a situação de aproximadamente 100 anos (60 cm de profundidade) antes. Nesse intervalo de tempo, o teor médio de chumbo quase heptuplicou e, sobretudo, a relação entre os teores máximo/médio passou de 3 para 21.8. Essa discrepância, evidentemente, ratifica a sobrecarga antrópica que lhe foi imposta nas últimas décadas.

Igualmente, chama a atenção, o vasto crescimento da taxa de coliformes fecais nas águas da lagoa, no espaço de tempo de apenas 5 anos, conforme dados obtidos de KATO et al. (1996). Com efeito, amostragem realizada em três estações diferentes apresentadas na Tabelas 6.7 e 6.8 (Capítulo 6) mostram valores inferiores a 200 NMP/100 ml em 1991, passando para valores de 475-500 NMP/100 ml em 1996, paralelamente à redução drástica nos níveis de DBO e DQO.

CAPÍTULO 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Sedimentologia e Estudo Geoambiental da Lagoa Olho D'água – Jaboatão dos Guararapes – PE, propostos neste trabalho, foram executados na faixa costeira sul da Região Metropolitana do Recife. Esta área está inserida dentro de parte da expressiva Planície Costeira Quaternária sendo representada por uma faixa estreita de direção NE-NW, preenchida por Sedimentos Quaternários. Na porção central observa-se a presença desse ecossistema, ênfase do trabalho realizado nesta dissertação.

A Lagoa Olho D'água é a mais representativa lagoa costeira do Estado de Pernambuco. Contudo, apesar de ter sido alvo de interesse de estudiosos de diversas áreas, esses trabalhos não convergiram para fornecer uma caracterização ambiental integrada e completa, correspondente a um período contínuo de observações, de tal forma que viesse a promover sua classificação completa e a análise mais integrada de suas condições ambientais atuais.

Neste trabalho foi proposta uma caracterização ambiental a partir da integração de informações dos trabalhos realizados sobre a lagoa e áreas de entorno, por diversas disciplinas (geologia, geomorfologia, biologia, química, entre outras), tentando cumprir as exigências da metodologia proposta pela UNESCO (1981).

Cabe salientar que esta metodologia tenta fornecer uma caracterização tentando integrar as informações de todas as áreas afins que têm como enfoque lagos/lagunas e lagoas. Contudo, deve ser evidenciado que um estudo integrado, tal como o proposto por esta metodologia torna-se difícil pelo seu custo elevado, ou ainda devido às dificuldades naturais das interdisciplinaridades.

A partir da integração das informações existentes sobre a Lagoa Olho D'água foi possível classificá-la como: **Perene**, segundo classificação de GOMES (1998); de **Águas escuras** e **Polimítica**, segundo classificação de ESTEVES (1998); **restrita**, segundo classificação de KJERFVE (1996); **Mixohalina**, segundo a classificação “The Venice System” apud: ESTEVES (1998), e **Eutrófica**, segundo classificação de BRAGA et al., (2002).

A análise de sua evolução paleoambiental cobre o intervalo de 7230 a 200 AP, baseada na descrição do testemunho de sondagem PE-2/92, incluindo indicações sobre taxas de sedimentação, informações da malacologia, estudo geoquímico (C/N), e dados geocronológicos (^{14}C e ^{210}Pb). A partir do conjunto dessas informações foi possível definir em suas grandes linhas o desenvolvimento paleogeográfico e paleoambiental da lagoa, e suas correlações com a variação do nível do mar observada para outras áreas no litoral brasileiro.

A análise da descrição do perfil da lagoa demonstra que esta já havia se instalado como feição geomorfológica desde os 7.300 anos e que guardou condições naturais até cerca de 200 anos AP, com uma taxa de sedimentação entre 0,5 a 2,0 mm/ano. Nesse intervalo de tempo ficaram evidenciados os ambientes de influência francamente continental (base do perfil), passando a estuarinos, marinhos, depois novamente estuarinos, e finalmente continentais atuais, em razão de movimentos relativos do nível médio do mar (NMM) durante o intervalo de tempo considerado. O período de maior influência marinha é definido com base no comportamento da relação C/N e na presença de representação malacológica típica dessa fácies, devendo ter coincido com o avanço máximo da última transgressão, a cerca de 5.100 AP. Relativamente distanciado da linha de costa, o espaço geográfico da lagoa apenas registra uma ingressão marinha, não sendo perceptíveis as pequenas oscilações secundárias do NMM ilustradas em ANGULO & LESSA (1997).

Além disso, foi possível detalhar a evolução paleoambiental para os últimos 50 anos a partir dos dados de ^{210}Pb obtidas em ASSIS et al. (1997), e correlacionar esses eventos com dados de mapeamento e levantamentos atuais existentes para este período. Os rompimentos das condições naturais da lagoa estão bem demonstrados nesse período de tempo, demonstrando-se que o adensamento da ocupação demográfica como um evidente vetor no agravamento do processo de eutrofização do ambiente, com taxas de sedimentação alcançando 15 mm/ano. Paralelamente, foram colocadas em evidência indicações claras de poluição ambiental por Pb, e o crescimento drástico na taxa de coliformes fecais.

CAPÍTULO 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, R.T. **American Seashells**. 2ª ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 1974. 663p.

AGUIARO, T & CARAMASCHI, E. P. **Ichthyofauna Composition of Three Coastal Lagoons in the North of the State of Rio de Janeiro (Brazil)**. Arq. Biol. Tecnol. 38(4): 1181-1189. 1995.

ALTENA, C.O. Van R. **The marine mollusca of Suriname (Dutch Guiana) Holocene and recent. Part III, Gastropoda and Cephalopoda Zoologische. VERHANDLINGEN**, Leiden, n.139, 104p. 11pl., 1975.

ÂNGULO & LESSA. **The Brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions**, p. 141-166, v. 140, issue 1-2, July – 1997.

ASSIS, H.M.B.; ARRAES, C. E.; LEAL, O.; PFALTZGRAFF, P.A.S.; LINDEN, E.M.; LINS, C.A.C.; SCHEID, C.; ESCOREL, F.R.A., NOBREGA, M.; MORAES, F.A.B. & BARROS, A.D. **Projeto Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Olho D'água**. Recife. CPRM/PMJG. 1997. 94p. il.

AZEVEDO, D. M. P.. **Eficiência da *Eichhornia crassipes* na Absorção de Cd, Pb, Cr, Ca, Mg e K na Lagoa Olho d'Água – Jaboatão dos Guararapes - PE**. Depto. de Biologia, UFRPE, Recife: 1991. 98p. (Monografia de Graduação)

BITTENCOURT, A.C.S.P . VILAS BOAS, G.S., FLEXOR, J.M., & MARTIN, L., Geologia dos depósitos quaternários do litoral do Estado da Bahia. In: **Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia**. Textos básicos, Salvador, v. 1, p.1-21, 1979.

BRAGA, B. (**Org.**); HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N. e EIGER, S. **Introdução À Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. P.306 Il.

BRANCO, C. W. C. 1998. **Comunidades Zooplanctônicas e Aspectos Limnológicos de Três Lagoas Costeiras da Região Norte Fluminense (Macaé, RJ)**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro – IBCCF, Rio de Janeiro, 277p.

CARVALHO, R. R. **Contribuição a Geomorfologia e Sedimentologia da Planície Costeira ao Sul do Recife**. (Relatório de Graduação) Departamento de Geologia, UFPE. Recife, 1978. 97p.

COELHO, P. A. **Estudo Ecológico da Lagoa Olho D'água, Pernambuco, com especial preferência aos Crustáceos Decápodes**. Trabalho do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, v.7/8, p. 51/70, 1965/6.

CPRH. **Enquadramento dos Cursos d'Água das Bacias Hidrográficas dos Rios e Pequenos Rios Litorâneos e Interioranos do Estado de Pernambuco**. Recife, 1986.

CPRH. **Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão 1990-1994**. Recife, 1995.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; LEÃO, Z.M.S.N.; AZEVEDO, A.E.G. **Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco**. Rev. Bras. Geociênc., 1990, v.20, p.208-215.

ESTEVES, F.A; BARBIERI, R.F.; ISHII, I.M. & CARMARGO, A.F.M. *Caracterização Limnológica preliminar de um lago de dolina: Lago Poço Verde, Coromandel, M.G.* In: **Seminário Regional de Ecologia**, 3, p. 39-65. 1983.

ESTEVES, F. A.; ISHII, I. H. & CAMARGO, A. F. M. *Pesquisas Limnológicas em 14 Lagoas do Estado do Rio de Janeiro*. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R. & TURCQ, B. (ORGS.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. CEUFF, Niterói, 1984. 441-452p.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

ESTEVES, F.A., **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM) – Universidade Federal do Rio de Janeiro/RJ, 1998. 464 p.

FERNANDES, L.M.B. **Avaliação do Impacto da Poluição sobre os Recursos Pesqueiros do Rio Jaboatão (PE)**. Convênio PMJG/UFRPE/FASDE/CIBP. Recife, 1996.

FERNANDES, M.L.B. **Moluscos Gastrópoda do Complexo Estuarino Lagunar de Suape - PE (Sistemática e Ecologia)**. Dissertação (Mestrado), Depto. de Oceanografia, UFPE: Recife, 1990. 182p.

FIDEM^(a) - **Mapeamento Temático da Cobertura Vegetal da RMR**. Relatório do Município de Jaboatão. Recife, 1979. 15p.

FIDEM^(b) - **Mapeamento Temático dos Recursos Hídricos de Superfície da RMR**. Relatório do Município de Jaboatão. Recife, 1979. 16p.

FIDEM - **Plano Diretor Urbanístico da Lagoa Olho D'água**. Versão Preliminar. Recife, 1978.136 p.

FIDEM - Região Metropolitana do Recife - *Sistema de Parques. Série de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente*. Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife - FIDEM. Recife: 1987. 46p.

FINEP. UFPE. **Carta geotécnica da cidade do Recife** (sub-área Geologia/Geologia de Engenharia) – relatório final de atividades. Recife. 1990. 174p.

FLORES, C. **La Familia Neritidae (Mollusca: Archaco gastropoda) em las aguas costeras de Venezuela**. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Orient., v.12, n.2, 3-13p,1973.

GOMES, D. F., **Caracterização Limnológica de um Ecossistema Lacustre Tropical – Lagoa do Uruaú – Planície Costeira do Município de Beberibe - Ceará**. – Dissertação (Mestrado). Pós-graduação em Geociências, UFCE, Fortaleza: 1998. 124p. (Texto explicativo).

GRILLO, M.T. **Aspectos Ecológicos e do Desenvolvimento e Viabilidade de Aproveitamento de *Typha domingensis* Pers. no Perímetro Irrigado de Moxotó, IBIMIRIM – PE – Brasil**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Botânica, UFRPE: Recife, 1993. 124p.

KATO, M.T. (Coordenador). **Revitalização Ambiental da Lagoa Olho D'água – Levantamento Sanitário e Proposições para o Sistema de Esgotos Sanitários da Bacia Olho D'água em Jaboatão dos Guararapes**. UFPE/DEC/GSA, Recife, 1996 (Relatório Técnico I).

KJERFVE, Bjorn; SCHETTINI, Carlos Augusto F.; KNOPPERS, Bastiaan; LESSA, Guilherme; FERREIRA, Helder O. **Hidrology and salt balance in a large, hipersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil**. Estuarine Coastal and Shelf Science, London, v. 42, p.701-725, 1996. 58refs.

KNOPPERS, B. **Aquatic Primary Production in Coastal Lagoons**. In: **KJERFVE, B. (ed.). Coastal Lagoon Processes**. Elsevier Oceanography Series n.º 60, Amsterdã, 1994. 243-286p.

KOHLER, H.C. *A evolução morfogenética da lagoa Santa (MG)*, In: **Congressos Brasileiros de Geologia, 30**, Recife. v. 1. P.147-153. Anais...1978.

LAMEGO, A.P. **Ciclo Evolutivo das Lagunas Fluminenses**. DNPM, Rio de Janeiro: 1945. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia Nº 118. 48p.

LEAL, J.P. **Levantamento das Condições Ambientais da Região Metropolitana Litorânea de Jaboatão dos Guararapes-PE**. Monografia de Graduação (Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas), UFRPE: Recife, 1995. 70p. il.

LEAL, J.P. **Monitoramento Ambiental da Lagoa Olho D'água - Jaboatão dos Guararapes/PE (atualização 1994/97): Cobertura Vegetal**, 7º Congresso Nordestino de Ecologia - SNE, Ilhéus, Ba, 1997, Anais...1997.

LIMA, D.A. **Estudos Fitogeográficos de Pernambuco**. Rev. Arquivo do IPA, vol. 5, 1960.

LIMA, D.A.. **Recursos Vegetais de Pernambuco**. Boletim Técnico. Instituto de Pesquisas Agronômicas. Recife, 1970. 41 p. 1/32.

LIMA, D.A.. **Tipos de Florestas de Pernambuco**. Separata do vol. XII, dos anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros. São Paulo. 1961.

LIMA FILHO, M.F., PEDROSA, F.J.A., BRITO, M.F.L., ARAÚJO, R.D., MEDEIROS, A.B. & NÓBREGA, V.A.; **Ocorrência da Formação Barreiras na Sub-Bacia Cabo - PE**. Recife. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 14, Recife: 1991. Atas ... SBG-NE. p.323-325.

LIMA FILHO, M.F.; PEDROSA, F.J.A., BRITO, M.F.L., ARAÚJO, R.D., MEDEIROS, A.B. & NÓBREGA, V.A. **Considerações sobre o Comportamento Tectônico e Sedimentar da Sub-Bacia Cabo - PE**. In: SIMPÓSIO DE BACIAS CRETÁICAS, 2., UNESP, Rio Claro/SP, 1992. Atas ... SBG -SP.. p.43-45.

LIMA FILHO, M.F., PEDROSA, F.J.A., **MEDEIROS, A.B.**, BRITO, M.F.L., ARAÚJO, R.D. & NÓBREGA, V.A. **Geologia da Bacia Cabo(PE)**. In: SIMPÓSIO DE BACIAS CRETÁICAS, 3, UNESP: Rio Claro-SP, 1994. Boletim... SBG - Rio Claro-SP. p.45-46.

MANSO, V.A.V. (Org.) **Mapa do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco**. Recife. LGGM-DEMI-UFPE/CPRH. 120p. (inédito).

MARTIN, L. & FLEXOR, J.M.. **Vibro Testemunhador Leve: Construção, Utilização e Possibilidades**. Rew\Somos, 2º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. RJ (Brasil): 1 e 2. 1990.

MARTIN, L., FLEXOR, J.M., VILAS BOAS, G.S., BITTENCOURT, A.C.S.P., & GUIMARÃES, M.M.M., 1979. *Courbe de variations du niveau relatif de la mer au cours de 7000 dernieres années sur un secteur homogene du littoral brésilien (Nord de Salvador-Bahia)*. In: SUGUIO, K., GAIRCHILD, T., MARTIN, L., e FLEXOR, J.M. (eds). **Proceedings of the International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary**. São Paulo: 1990. p.264-274.

MARTIN, L.; MÖRNE, N.A.; FLEXOR, J.P. & SUGÜIO, K. **Reconstrução de Antigos Níveis Marinheiros do Quaternário**. Publicação Especial da Comissão Técnico-científica do Quaternário. Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, 154 p. 1982.

MATTHEWS, H.R. **Notas sobre a família Nassariidae do Nordeste brasileiro (Mollusca: Gastropoda)**. Arg. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará. v.8, n.2, 141-143p, dez - 1968.

MEDEIROS, A. B.,. **Mapeamento geológico de uma área a sudeste da cidade do Cabo-PE**. (Relatório de Graduação). Dept^o de Geologia, UFPE,. Recife. 1991. 74 p.

MEDEIROS, A.B., MANSO, V. A. V.; PEDROSA, F.J.A.; COUTINHO, P.N.; MARTINS, M.H.A.; LIRA,A.R.A., BRITO, M.F., SILVA, A.S., 1993 - *Compartimentação Geológico-Geomorfológica da Folha Recife e Áreas Adjacentes*. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE**, 15, Natal: 1993. Atas... SBG - Natal (RN).

MEDEIROS, A.B.; LIMA FILHO, M.F.; PEDROSA, F.J.A.; BRITO, M.F.L.;NÓBREGA, V.A.; ARAÚJO, R.D. **Considerações sobre o Quaternário numa área a sudeste da cidade do Cabo-PE**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 14, Recife: 1991,. Atas. SBG. p.69-71.

MEDEIROS, A.B.,. **Compartimentações Geológico-Geomorfológica e Geoambiental na Faixa Costeira Sul da Região Metropolitana do Recife: Folha Ponte dos Carvalhos (SC.25-V-A-III/3-SE) e Folha Santo Agostinho (SC.25-V-A-III/3-NE)**. Dissertação (Mestrado) Pós-Grad. Geociências, UFPE, Recife: 1996. 146p. 1 mapa il.

MELLO, R.L.S. **Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) marinhos de Pernambuco**. Dissertação (Prof. Assistente). Departamento de Pesca – UFRPE. Recife, 1977.

MORAES, Alex Souza. **Geoquímica da Matéria Orgânica em Sedimentos como Registro da Evolução Ambiental do Ecossistema Lacustre Insular, Lagoa da Viração, Arquipélago de Fernando de Noronha**. (Monografia de Graduação) Depto. de Química Fundamental, UFPE: Recife, 2002. 56p.

PEDROSA, F.J.A., MEDEIROS, A.B.M., LIMA FILHO, M.F., BRITO, M.F.L., NÓBREGA, V.A. & ARAÚJO, R.D. **Nota sobre a ocorrência de um arenito conglomerático pré-Barreiras na Sub-Bacia Cabo (PE)**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, Recife: 1991, Atas ... SBG-NE. p.72-78.

POSTEL, S. . *Freshwater Supplies and Competing Uses*. In: SPEIDEL, D.H.; RULDISLII, L.C. & ANGEW, A.F. (eds.) **Perspectives on Water**. Oxford University Press, Oxford, p. 103-109.

- REID, J.W. & ESTEVES, F.A. 1984. *Considerações Ecológicas e Biogeográficas sobre a Fauna de Copépodos (Crustácea) Planctônicos e Bentônicos de 14 Lagoas Costeiras do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R. & TURCQ, B. (Orgs.) Restingas: Origem, Estrutura, Processos. CEUFF, Niterói, p.195-216.
- RIOS, Eliézer de Carvalho. **Seashells of Brazil**. 2 a. ed. Rio Grande: FURG, 1994. 492 p.
- RIOS, Eliézer de Carvalho. **Seashells of Brazil**. 1 a. ed. Rio Grande: FURG, 1985. 238 p.
- RIOS, Eliézer de Carvalho. **Coastal Brazilian Seashells**. Fundação Cidade do Rio Grande: Museu Oceanográfico de Rio Grande. Rio Grande/RS, 1970. 321p.
- RIOS, E.C. & OLEIRO, T.A. **Contribuição do Estudo dos Moluscos Marinhos do Litoral do Rio de Janeiro**. Boll. Inst. Pesq. Mar., v. 31, p:8-27, 1968.
- RUELLAN, F. **Expedições geomorfológicas no Território do Rio Branco**. Conselho Nacional de Pesquisas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 170p. 1957
- SAMPAIO, A. S. **Geologia do Quaternário costeiro ao sul de Recife (Praia de Boa Viagem - Praia do Paiva)**. (Relatório de Graduação). Dept^o. de Geologia/(UFPE). Recife: 1991. 70p.
- SANTOS, R.C.A. **Estudo Sedimentológico e Geoambiental no Sistema Lagunar Mundaú – Alagoas**. Dissertação (Mestrado), Pós-Graduação em Geociências, UFPE, Recife. 1988. 127p.
- SCHÄFER, Alois. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais**. Ed. da Universidade, UFRGS, Porto Alegre: 1984. 532p.; (Livro Texto; 28).
- SILVA, C. V.. **Aspectos da ecologia e distribuição dos macromoluscos da zona entremares da praia de Maria Farinha, Paulista, Pernambuco – Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife: 1998. 137 p.
- SILVA, J. A.. **Pescadores da Lagoa Olho D'água: Aspectos Sócio-econômicos e Percepção Ambiental**. Recife. UFRPE, 1989.
- SOFFIATI-NETTO, A.A. **O Nativo e o Exótico: Perspectivas para a História Ambiental na Ecorregião Norte-Nordeste Fluminense entre os Séculos XVII e XX**. Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ, Rio de Janeiro: 1996.
- SUGÜIO, K.. **Rochas Sedimentares: Propriedades, Gênese, Importância Econômica**. São Paulo: Edgard Blücher: 1980. 500p.
- SUGUIO, K.; MARTINS, L. & DOMINGUEZ, J.M.L. **Evolução da Planície Costeira do Rio Doce (ES) durante o quaternário: influência das flutuações do nível do mar**. Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil. P. 93-116. 1982.
- SUZUKI, M. S. **Abertura da Barra na Lagoa de Grussaí, São João da Barra – RJ. Aspectos Hidroquímicos, Dinâmica da Comunidade Fitoplancônica e Metabolismo**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro: 1997 117 p.
- STERNENBERG, H. O. **A Propósito de meandros**. Revista Bras. Geol.(9). 477-497.1957

UNESCO. **Coastal Lagoon Research, Present and Future Technical Papers**. In: Marine Science 32:1-26. 1981.

VENTURINI, A.C.; OFRANTI, A.M.S.; VAREJÃO, J.B.M. & PAZ, P.R. (eds.) **Aves e Mamíferos na Restinga (Parque Estadual Paulo Cezar Vinha – Setiba, Guarapari, ES)**. Secretaria de Estado de desenvolvimento Sustentável – Espírito Santo, 1996. 68p.

WARMKE, G.L. & ABBOTT, R.T. **Caribbean Seashells**. Pennsylvania: Livngston Publ., 1961. 346p.

ZENKOVITCH, V.P.. *Origin of Barnier Beaches and Lagoon Coast*. In: CASTAÑARES, A.A. & PHLEGER, F.B. ed.: **Lagunas Costeiras**, Un Simpósio. México, Universidad Nacional Autónoma de México. 1969. 27-38.p

ANEXOS

MAPA GEOLÓGICO

MAPA GEOMORFOLÓGICO

MAPA DE DESENVOLVIMENTO URBANO

MAPA DE VEGETAÇÃO

