



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS - DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO E
DOUTORADO - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E
RECURSOS HÍDRICOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO-QUÍMICO E
BIOLÓGICO DE *Biomphalaria glabrata* EM FOCOS
LITORÂNEOS DA ESQUISTOSSOMOSE EM
PERNAMBUCO

Petronildo Bezerra da Silva

RECIFE-PE
OUTUBRO
2004

**CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO-QUÍMICO
E BIOLÓGICO DE *Biomphalaria glabrata* EM FOCOS
LITORÂNEOS DA ESQUISTOSSOMOSE EM
PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, **Área de concentração** em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, pelo mestrando Petronildo Bezerra da Silva, orientado pelas professoras Dra. Lourdinha Florencio e Dra. Constança Simões Barbosa.

Recife

Departamento de Engenharia Civil da UFPE

2004

FICHA CATALOGRÁFICA

Setor de Processos Técnico da Biblioteca Central –UFPE

SILVA, Petronildo Bezerra

AMBIENTE FÍSICO-QUÍMICO E BIOLÓGICO DE *Biomphalaria glabrata* (SAY,1818) EM FOCOS LITORÂNEOS DE ESQUISTOSSOMOSE EM PERNAMBUCO

Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Engenharia Civil (área de concentração: Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), 2004.

Inclui bibliografia

Palavras-chave: *Biomphalaria glabrata*, salinidade, ecologia.

**CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO-QUÍMICO E
BIOLÓGICO DE *BIOMPHALARIA GLABRATA* EM FOCOS
LITORÂNEOS DE ESQUISTOSSOMOSE EM PERNAMBUCO**

Por

Petronildo Bezerra da Silva

Dissertação defendida e aprovada em 27 de outubro de 2004, pela banca examinadora constituída pelos professores doutores abaixo assinados:



Maria de Lourdes Florencio dos Santos
Orientador



Constança Simões Barbosa
Orientador



Otávio Sarmiento Pieri
Examinador externo



Mário Takayuki Kato
Examinador

Recife, 2004

Dedico

*A minha esposa, Vilma e as minhas
filhas Maria Cecília e Maria Carolina por
tudo que elas representam para mim.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de externar os meus sinceros agradecimentos aquelas pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho:

Á Professora Dra. Lourdinha Florencio pela orientação deste trabalho e também por permitir aprender e compartilhar conhecimentos tão importantes sobre a grande fonte de vida que é a água.

Á Dra. Constança Simões Barbosa pela sua disponibilidade e desprendimento na orientação deste trabalho e que, com a sua clareza didática, conseguiu tornar cristalinos conhecimentos que foram importantíssimos para o meu aprendizado.

Aos Dra Tereza Favre e Dr. Otávio Pieri do Laboratório de Ecologia e Controle de Vetores, do Instituto Oswaldo Cruz (IOC)-FIOCRUZ-RJ, pelas dicas, sugestões e ajuda na elaboração dos testes de salinidade.

Á Dra. Otamires Alves da Silva por ter permitido muitas vezes o meu afastamento do trabalho no Departamento de Parasitologia do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM) para elaboração desta dissertação e acima de tudo pela confiança, respeito e amizade que tem demonstrado a mim e ao meu trabalho durante todos esses anos de convívio profissional.

Aos técnicos de campo do Serviço de Referência Regional em Esquistossomose do CPqAM - Lucia, Sebastião, Robson e Manoel Alexandre, pela amizade e inestimável ajuda na identificação dos pontos de coletas de água e apoio logístico dispensado.

Á Dra. Fátima Brayner pela disponibilidade em fazer as análises de metais no ITEP.

Ao professor Msc. Antônio Travassos, do Laboratório de Ficologia da UFRPE que me ajudou na identificação das microalgas coletadas.

À professora Dra. Valdevez Pinto Ferreira Chefe do Laboratório de Fluorescência de Raio-X, do Departamento de Geologia da UFPE, pela análise dos sedimentos estudados nesta dissertação.

À Msc. Ana Maria Bastos pela grande ajuda dispensada na realização dos dados de ACP e pela presteza e bondade sempre demonstrados aos amigos que a procuram.

Às Dras. Roberta Galba e Silvana Diene por ter ajudado a redesenhar alguns mapas que constam nesta dissertação.

Aos professores do programa de pós-graduação em Engenharia Civil área Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, por trabalharem conhecimentos que foram de grande relevância para o meu desenvolvimento intelectual.

Aos Técnicos do Laboratório de Saneamento Ambiental: Taciana, Luísa Feitosa, Diogo Santana e especialmente a Ronaldo Fonseca pela amizade e presteza nos diversos momentos da elaboração da parte experimental desta dissertação.

Aos meus colegas de mestrado em Saneamento Ambiental: André Luiz, Éster, Valmir, Rosinha e Kátia por todos os momentos vividos, pelas conversas na hora de lazer e pela troca de experiência nas horas de estudo.

Aos colegas de trabalho, Odair Vieira, Marcos Eraldo e Alexandra Cysneiros pela ajuda no cultivo dos caramujos e aos demais colegas do Laboratório do Departamento de Parasitologia do CPqAM.

Ao Dr. Roberto Werkauser pela permissão em utilizar as instalações do Laboratório de Malacologia do CPqAM para cultivo dos caramujos e realização dos testes de salinidade.

Ao amigo e Professor Manoel Ribeiro Sales por entender as ausências momentâneas das atividades pedagógicas.

Ao colega Luiz Carlos pela contribuição na análise da infectividade dos caramujos.

Aos colegas Paula e Gilvan pela ajuda na organização de figuras e tabelas.

A Professora e grande amiga Lúcia Helena Aguiar pelas sugestões e análise do manuscrito final.

Ao Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães que disponibilizou transporte e pessoal para o trabalho de campo.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, Muito Obrigado.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| LISTA DE FIGURAS | i |
| LISTA DE TABELAS | iii |
| LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS | iv |
| RESUMO | v |
| ABSTRACT | vi |
| CAPÍTULO 1 | |
| <hr/> <hr/> | |
| INTRODUÇÃO | 01 |
| 1.1 Aspectos gerais da esquistossomose | 01 |
| 1.2 Modo de transmissão | 03 |
| 1.3 Epidemiologia | 04 |
| CAPÍTULO 2 | |
| <hr/> <hr/> | |
| ECOLOGIA DE CARAMUJOS VETORES DA ESQUISTOSSOMOSE | 14 |
| CAPÍTULO 3 | |
| <hr/> <hr/> | |
| CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS | 20 |
| 3.1 Parâmetros de Qualidade das águas | 21 |
| 3.1.1 Parâmetros físicos | 21 |
| 3.1.2 Parâmetros Químicos | 22 |
| 3.1.3 Parâmetros Biológicos | 24 |
| CAPÍTULO 4 | |
| <hr/> <hr/> | |
| CARACTERÍSTICAS SÓCIO-AMBIENTAIS DAS ÁREAS DE ESTUDO | |
| 4.1 Ilha de Itamaracá | 25 |
| 4.2 Jaboatão dos Guararapes | 27 |
| 4.3 Porto de Galinhas | 29 |
| CAPÍTULO 5 | |
| <hr/> <hr/> | |
| FUNDAMENTAÇÃO DOS OBJETIVOS | 33 |
| 5.1 Objetivo Geral | 33 |
| 5.2 Objetivos Específicos | 33 |

CAPÍTULO 6

| | |
|---|----|
| MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| 6.1 Materiais | 34 |
| 6.1.1 Reagentes | 34 |
| 6.1.2 Equipamentos | 34 |
| 6.2 Métodos | 35 |
| 6.2.1 Coleta, amostragem e análise físico-química das águas | 35 |
| 6.2.1.1 Na Ilha de Itamaracá-Pernambuco | 35 |
| 6.2.1.2 Em Porto de Galinhas , Município de Ipojuca – Pernambuco | 37 |
| 6.2.1.3 No bairro de Dom Helder no peridomicílio da Lagoa Olho D’água, município de Jaboatão dos Guararapes | 40 |
| 6.2.2 Análise dos componentes principais(ACP) | 43 |
| 6.2.3 Coleta e análise do sedimento | 44 |
| 6.2.4 Coleta e análise do fitoplâncton | 44 |
| 6.2.5 Análise de metais pesados nos caramujos | 45 |
| 6.2.6 Cultivo dos caramujos em laboratório | 47 |
| 6.2.7 Teste de tolerância à salinidade de <i>Biomphalaria glabrata</i> | 50 |

CAPÍTULO 7

| | |
|---|----|
| RESULTADOS E DISCUSSÕES | 52 |
| 7.1 Análises físico-químicas das águas | 52 |
| 7.2 Análise do sedimento | 73 |
| 7.3 Análise do fitoplâncton | 76 |
| 7.4 Análise de metais em caramujos <i>Biomphalaria glabrata</i> | 79 |
| 7.5 Teste de tolerância à salinidade | 82 |

CAPÍTULO 8

| | |
|------------|----|
| CONCLUSÕES | 84 |
|------------|----|

CAPÍTULO 9

| | |
|----------------------------|----|
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 86 |
|----------------------------|----|

CAPÍTULO 10

| | |
|------------------------------|----|
| SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS | 97 |
|------------------------------|----|

LISTA DE FIGURAS

| | | Página |
|-------------|---|--------|
| Figura 1 - | Mapa do Brasil, assinalando os principais pontos de distribuição de caramujos vetores da esquistossomose. | 02 |
| Figura 2 - | Ciclo de vida do <i>S. Mansoni</i> | 04 |
| Figura 3 - | Áreas continentais atingidas pelo <i>S. Mansoni</i> | 05 |
| Figura 4 - | Estados brasileiros com registro de esquistossomose | 06 |
| Figura 5 - | Focos de esquistossomose temporários: A- Acesso a Lagoa da Constança; B- Construção de casas; C- poças d'água na Praia do Forte. | 26 |
| Figura 6 - | A- Habitações erguidas próximas ao esgoto Olho D'água; B-Rua de acesso à Lagoa Olho D'água alagada em épocas de chuva. | 28 |
| Figura 7 - | Terrenos alagados em na comunidade de Dom Hélder | 29 |
| Figura 8 - | A- área alagada próxima à comunidade de Salinas, mostrando o mangue ao fundo; B-Lote destinado à construção de casas cuja vegetação pode servir de abrigo para o caramujo vetor. | 30 |
| Figura 9 - | Localização do Charco Orange e da Lagoa da Constança na Enseada dos Golfinhos em Itamaracá | 36 |
| Figura 10 - | Lagoa da Constança | 37 |
| Figura 11 - | Interior do Charco Orange | 37 |
| Figura 12 - | Localização dos pontos de coleta em Porto de Galinhas | 39 |
| Figura 13 - | Pontos de coleta em Porto de Galinhas: A- Tanque salinas; B- Charco salinas; C- Quintal das casas em Pantanal. | 40 |
| Figura 14 - | Ponto 1. Área peridomicíliar da Lagoa Olho D'água; 2. Esgoto Olho D'água | 41 |
| Figura 15 - | Ponto de coleta no peridomicílio da Lagoa Olho D'água | 42 |
| Figura 16 - | Esgoto Olho D'água | 42 |
| Figura 17 - | Fluxograma da metodologia de análise dos caramujos por ICP | 46 |
| Figura 18 - | A- Caramujos alimentados com alface B- Cultivo dos caramujos em laboratório alimentados com alface | 48 |
| Figura 19 - | Massas ovíferas dos caramujos | 49 |
| Figura 20 - | Esquema experimental do teste de tolerância à salinidade | 51 |
| Figura 21 - | Gráfico dos escores dos objetos nas duas primeiras componentes principais para caracterização das amostras de água todas as localidades pesquisadas. | 61 |
| Figura 22 - | Gráfico dos escores dos objetos na primeira e terceira componente principal da ACP para caracterização das amostras de água de todas as localidades pesquisadas. | 63 |
| Figura 23 - | Variação dos valores de pH das amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas(TS) em Porto de Galinhas, Lagoa da Constança (LC) e Forte Orange (CO), em Itamaracá e Lagoa Olho D'água (LOD) e Esgoto Olho D'água (EOD) em Jaboatão dos Guararapes. | 64 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 24 - | Gráfico do logaritmo dos valores de matéria orgânica das amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas, Lagoa da Constança (LC) e Forte Orange (CO), em Itamaracá e Lagoa Olho Dagua (LOD) e Esgoto Olho Dagua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes. | 65 |
| Figura 25 - | Variação dos valores de salinidade das amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Forte Orange (CO) em Itamaracá, Lagoa Olho D'água (LOD) e Esgoto Olho Dagua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes. | 66 |
| Figura 26- | Variação da salinidade em g/L no peridomicílio da Lagoa Olho D'água entre os meses de set. 2002 a dez. 2003. | 68 |
| Figura 27 - | Comparação dos valores de DQO obtidos nas amostras de água coletadas na Lagoa Olho Dagua. | 69 |
| Figura 28 - | Variação de DBO nas amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá, Lagoa Olho d'água (EOD) em Jaboatão dos Guararapes. | 70 |
| Figura 29 - | Variação de Oxigênio Dissolvido nas amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho D'água (LOD) e Esgoto Olho Dágua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes. | 71 |
| Figura 30 - | Gráfico dos valores de temperatura obtidos nas amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho D'água e Esgoto Olho Dágua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes. | 72 |
| Figura 31 - | Variação da amônia nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e tanque salinas em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho D'água (LOD) e Esgoto Olho Dagua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes. | 73 |
| Figura 32 - | Concentração dos metais nas diferentes localidades pesquisadas | 80 |
| Figura 33. | Dispersão da análise probita para os caramujos do grupo controle (caramujos de laboratório) | 83 |
| Figura 34. | Dispersão da análise probita para os caramujos do grupo experimental (caramujos de campo) | 83 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabela 1 - | Resumo das características bioecológicas do vetor <i>Biomphalaria glabrata</i> | 18 |
| Tabela 2 - | Teores máximos admitidos para alguns parâmetros físico-químicos para a classe 2 (CONAMA 20/86) | 21 |
| Tabela 3- | Relação dos equipamentos utilizados nos ensaios de laboratório | 34 |
| Tabela 4- | Análise comparativa dos resultados físico-químico de todas as áreas analisadas neste trabalho, da literatura pesquisada e do CONAMA20/86 | 53 |
| Tabela 5- | Análise comparativa dos resultados físico-químico do quintal de casa em Pantanal- Porto de Galinhas-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA20/86 | 54 |
| Tabela 6- | Análise comparativa dos resultados físico-químicos do Charco Salinas –Porto de Galinhas, da literatura pesquisada e do CONAMA20/86 | 55 |
| Tabela 7- | Análise comparativa dos resultados físico-químicos do Tanque Salinas – Porto de Galinhas-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA20/86 | 56 |
| Tabela 8- | Análise comparativa dos resultados físico-químicos da Lagoa da Constança- Itamaracá-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA20/86 | 57 |
| Tabela 9- | Análise comparativa dos resultados físico-químicos do Charco Orange-Itamaracá, da literatura pesquisada e do CONAMA20/86 | 58 |
| Tabela 10- | Análise comparativa dos resultados físico-químicos da Lagoa Olho D'água- Jaboatão dos Guararapes-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA20/86 | 59 |
| Tabela 11- | Análise comparativa dos resultados físico-químicos do Esgoto Olho D'água- Jaboatão dos Guararapes-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA20/86 | 60 |
| Tabela 12 - | Resultado das análises dos sedimentos | 74 |
| Tabela 13 - | Relação das espécies de microalgas encontradas na Lagoa da Constança- Itamaracá-PE | 76 |
| Tabela 14 - | Relação das espécies de microalgas encontradas no Charco Orange- Itamaracá-PE | 76 |
| Tabela 15- | Relação das espécies de microalgas encontradas no Tanque Salinas – Porto de Galinhas-PE | 77 |
| Tabela 16 - | Relação das espécies de microalgas encontradas na Lagoa Olho D'água – Jaboatão dos Guararapes-PE | 77 |
| Tabela 17 - | Relação das espécies de microalgas encontradas no Esgoto Olho D'água – Jaboatão dos Guararapes-PE | 77 |
| Tabela 18 - | Concentração de nitrito e nitrato nas águas da Lagoa da Constança e na Lagoa Olho D'água | 78 |

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

CPqAM – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

UFPE- Universidade Federal de Pernambuco

$\mu\text{S}/\text{cm}$ - microsiemens por centímetro

mg/L – miligrama por litro

g/L – grama por litro

mL – mililitro

pH – potencial hidrogeniônico

‰ – partes por mil

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

NTU – Unidades Nefelométricas

$^{\circ}\text{C}$ – grau Celsius

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

RESUMO

Em Pernambuco a esquistossomose mansônica é historicamente endêmica na área rural. Porém focos dessa doença estão surgindo em áreas indenes do litoral do Estado e casos humanos de infecção aguda têm sido detectados em localidades como Itamaracá, Porto de Galinhas e Jaboatão dos Guararapes. Essa situação foi desencadeada a partir do êxodo de trabalhadores rurais, muitas vezes infectados pelo *S. mansoni*, que vão morar na periferia das praias dessas localidades em condições insalubres, acabando por contaminar coleções hídricas disponíveis e habitadas pelo caramujo-vetor *Biomphalaria glabrata*. Para explicar a presença do caramujo em áreas antes consideradas “livres” desses animais e também entender mais um aspecto da expansão da esquistossomose em nosso Estado, procurou-se investigar parâmetros físico-químicos e biológicos condicionantes e relacionados à sobrevivência do caramujo vetor, tais como salinidade, ferro, cálcio e fitoplâncton, dentre outras análises, nas águas e nos sedimentos das localidades pesquisadas, a partir de coletas desses materiais que foram realizadas no período seco e chuvoso, compreendido entre os meses de setembro de 2002 a dezembro de 2003. Dentre os vários ambientes analisados as áreas peridomiciliares da Lagoa Olho D'água em Jaboatão dos Guararapes apresentaram-se mais salinizadas. O valor médio de 7,7 ‰ encontra-se cerca de 15 vezes acima do teor máximo estabelecido pela resolução do CONAMA 20/86 que é de 0,5 ‰ para as águas doces. A concentração de média de sulfato (489mg/L) representou quase o dobro do estabelecido pela referida resolução que é de 250 mg/L. Esses valores elevados podem ser explicados pela influência das marés nas águas que se comunicam com a Lagoa. O ferro encontra-se no limite máximo estabelecido pela norma que é de 0,3 mg/l. Os demais ambientes analisados apresentaram características físico-químicas de água doce com destaque para a Lagoa da Constança em Itamaracá, que representou o ambiente dulcícola mais propício para o desenvolvimento e sobrevivência do caramujo vetor. De acordo com os resultados, as águas da Lagoa Olho D'água são salobras o que representa de certa forma uma modificação do ambiente da espécie *Biomphalaria glabrata* considerada típica de água doce. As modificações ambientais e as características próprias de áreas litorâneas, contêm teores salinos acima dos níveis até então normalmente toleráveis pelo caramujo vetor o que pode levar a seleção de espécies mais resistentes a determinados compostos químicos naturalmente presentes nas localidades estudadas ou introduzidos pelo homem por meio da poluição dos corpos d'água.

ABSTRACT

In Pernambuco schistosomiasis mansoni is historically endemic in the country side. However, concentration of this disease is occurring in areas of the littoral in the state of Pernambuco and they were detected serious infections in localities like Itamaracá Island, Porto de Galinhas and Jaboatão dos Guararapes. This situation was detected since the exodus of the rural workers, many times infected by the *S. mansoni*, who lives in the uptown area of these localities with poor health conditions, and contaminate water bodies which are inhabited by the gastropod *Biomphalaria glabatra*. To explain the presence of this gastropod in these water bodies considered before as “free” from these animals and also to better understand the aspect of the expansion of the schistosomiasis mansoni in our State, we investigated physical, chemical and biological parameters related to the survival of the transmitter animal, as salinity, iron, calcium and phytoplakton, among other analysis, in the waters and in the sediments of the investigated localities through samplings of these material, carried out during the dry and rainy periods, from September/2002 to December/2003. Among the several analysed environments, the predomiciliar areas of the “Olho D’Água” lagoon in Jaboatão dos Guararapes was the most salinated. The average of 7.7‰ is about 15 times above the maximum value established by the agency CONAMA 20/86 which is 0.5‰ to freshwaters. The mean concentration of sulphate (489 mg.L^{-1}) represented almost twice of the established by the referred resolution which is 250 mg.L^{-1} . These high values may be explained by the influence of the tides in the waters which communicate with this lagoon. Iron is in the maximum established level by the law, which is 0.3 mg.L^{-1} . The rest of the analysed sites present physical and chemical characteristics of freshwater mainly the “Constança” Lagoon in Itamaracá Island which represented the most propitious environment to the development and survival of the snails host. Accordingly to the results, the waters from the “Olho d’Água” Lagoon are brakish which represents some way a change of the environment of the species *Biomphalaria glabatra* considered typical of freshwater. The environmental changes and the characteristics of littoral areas, present salinity above the levels tolerated by the snail host which leads to the selection of more resistant species to some natural present chemical compounds in the studied localities or introduced by men when we pollute the water bodies.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1.Aspectos gerais da esquistossomose

A esquistossomose mansônica é uma infecção parasitária endêmica, considerada de veiculação hídrica, pois parte do ciclo de transmissão ocorre em coleções de água doce, infestadas por larvas conhecidas como cercárias que são eliminadas por caramujos vetores. Tem como agente etiológico um helminto, o *Schistosoma mansoni*, que infecta, principalmente, seres humanos e, eventualmente, outros animais vertebrados que entram em contato com a água contaminada (Rey, 1992; Neves, 2003).

No Brasil, conhecem-se dez espécies de moluscos do gênero *Biomphalaria* mas apenas três (*Biomphalaria glabrata*, *Biomphalaria straminea* e *Biomphalaria tenagophila*) são responsáveis pela transmissão da doença (Hoshino-Shimizu, 1996; Rodrigues et al, 1997). Dentre estes, o vetor *Biomphalaria glabrata*, é a espécie mais susceptível e se infecta com todas as linhagens de *S mansoni*. Sua distribuição pelo Brasil se estende do Pará ao Rio Grande do Sul, com ocorrências também registradas no Estado de Goiás. Constitui o vetor mais eficiente da esquistossomose mansônica nas Américas e pode ser encontrado em ambientes naturais com taxas de positividade de cerca de 80% (Neves, 2003).

A espécie *Biomphalaria tenagophila* predomina na região Sul-Sudeste mas também é encontrada em alguns Estados do Centro-Oeste. A *B. straminea* tem registros extensos e encontra-se em diversos tipos de coleções de água doce por todo território nacional e é considerada uma espécie muito importante na transmissão da doença na região Nordeste (FUNASA, 2002). A Figura 01 mostra a distribuição dos vetores da doença no Brasil.

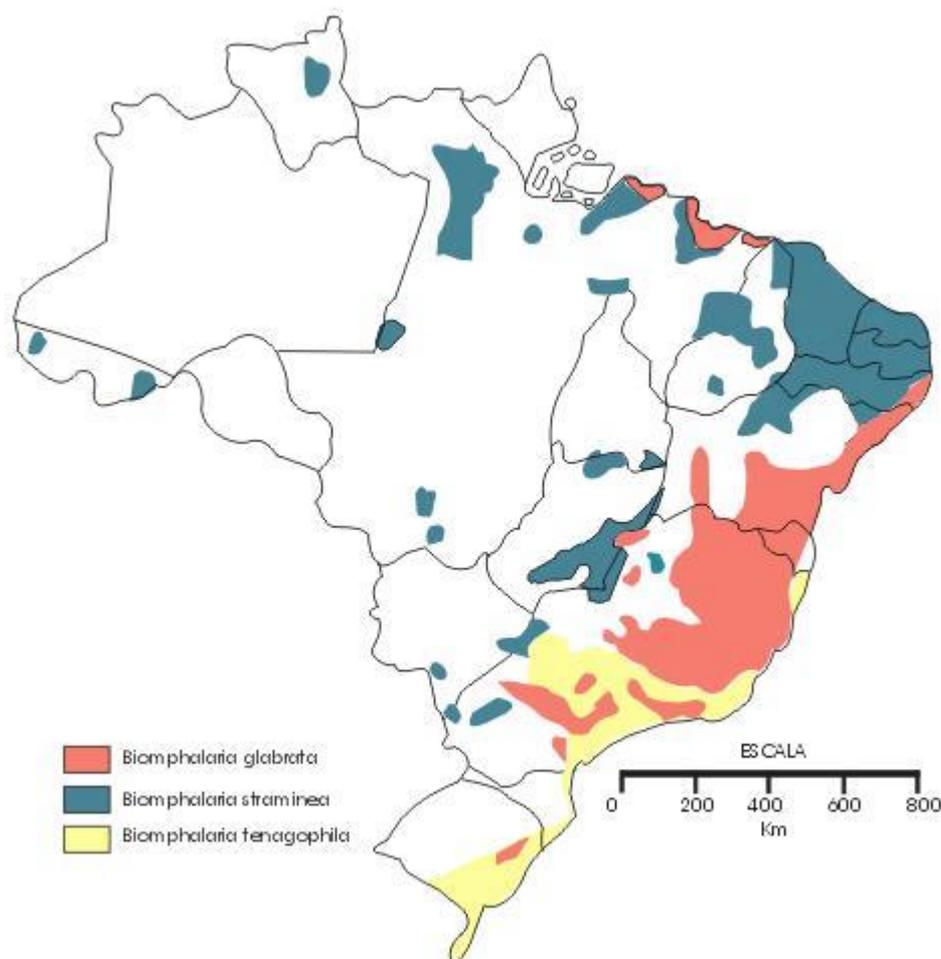


Figura 01: Mapa do Brasil, assinalando os principais pontos de distribuição de caramujos vetores da esquistossomose. Fonte-Neves, 2003

Acredita-se que esquistossomose mansônica foi trazida ao Brasil em meados do século XVI, por meio do tráfico de escravos africanos, que desembarcavam no Recife e eram levados para as lavouras de cana-de-açúcar de Pernambuco e café de São Paulo. Assim a doença foi disseminada pelo Nordeste e o Sudeste do Brasil, se espalhando por uma área que abrangia desde o Rio Grande do Norte até Minas Gerais e que é ainda hoje considerada de alta endemicidade.

Com a abolição da escravatura os movimentos migratórios aumentaram, o que facilitou a mobilidade da endemia. No início do século XX já havia boas condições epidemiológicas favoráveis para a manutenção da doença tais como: elevado número de portadores, moluscos transmissores susceptíveis favorecidos pelo meio ambiente, além de uma situação sanitária deplorável (Bichara, 1997).

1.2 Modo de Transmissão

Os ovos de *S. mansoni* (1) são eliminados pelas fezes do hospedeiro infectado (homem). Na água, estes eclodem, liberando uma larva ciliada denominada de miracídio, (2) a qual penetra no caramujo. Após quatro a seis semanas o caramujo desenvolve a forma infectante- a cercária- que é liberada nas águas naturais e está pronta para penetrar na pele humana intacta (3) O contato humano com as águas contaminadas pelas cercárias é a maneira pela qual o indivíduo adquire a esquistossomose. Um caramujo, com alta taxa de infecção produz cerca de 1500 cercárias por dia (WHO, 1995). A Figura 02 mostra o ciclo de transmissão da doença.

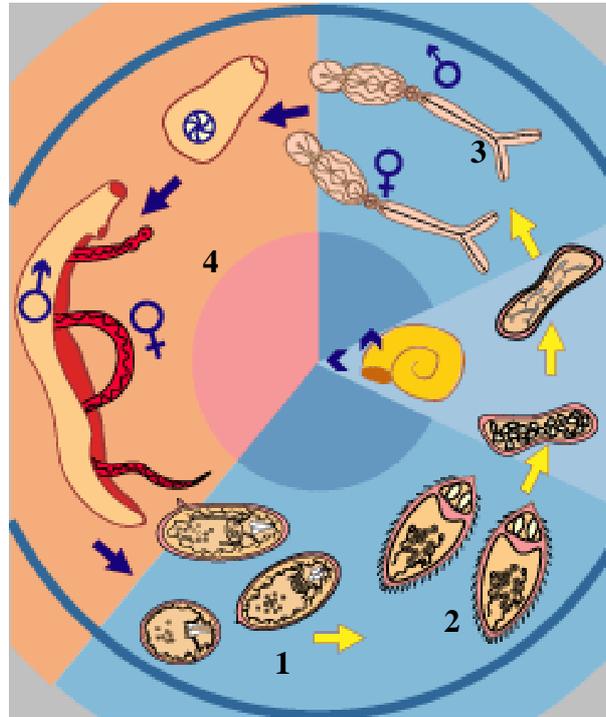


Figura 02: Ciclo de vida do *S. Mansoni*. Fonte: <http://www.who.int/tdr/diseases/schisto>

1.3. Epidemiologia

A esquistossomose mansônica é um dos grandes agravos de saúde pública e provoca impactos sócio-econômicos negativos nas populações pobres dos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

A distribuição mundial é particularmente relacionada em larga escala com as precárias condições sanitárias em que vivem essas populações. A doença é endêmica em 76 países, principalmente em áreas do continente africano, alguns países do Oriente Médio, ilhas do Caribe, Venezuela, Suriname e Brasil. Apesar de registrar alguns avanços no controle da expansão da doença em países da África e da Ásia, a Organização Mundial de Saúde relata que a degradação ambiental das águas

superficiais, a falta de condições básicas de saneamento e o aumento das populações e dos fluxos migratórios, tem contribuído para a ocorrência do aumento de casos da doença em áreas antes consideradas não endêmicas ou de baixa endemicidade (WHO, 1995).

As estimativas apontam cerca de 200 milhões de pessoas contaminadas no mundo e aproximadamente 600 milhões vivendo sob os riscos de contrai-la (WHO 1995) (Figura 03).

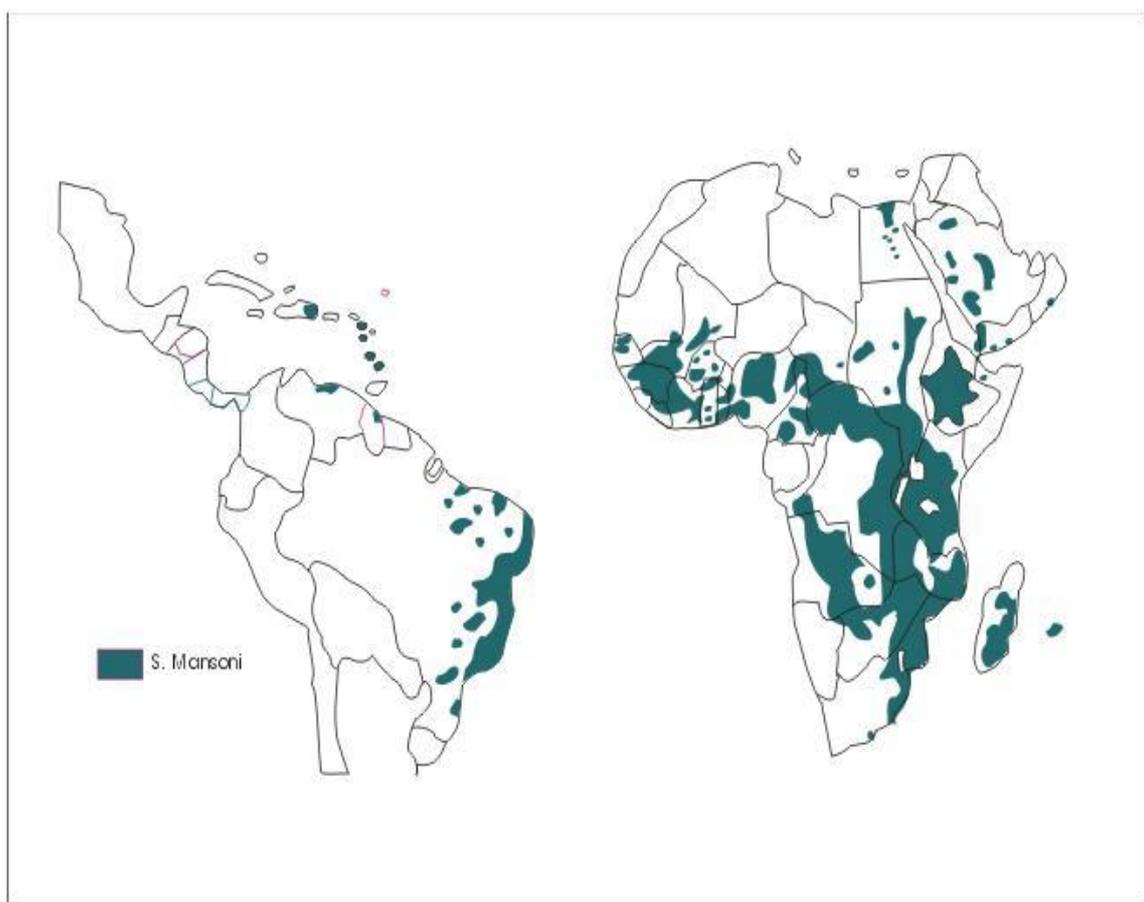


Figura 03. Áreas continentais atingidas pelo *S. Mansoni*. Fonte- OMS, 1994.

No Brasil, considerado um dos maiores focos endêmicos da parasitose nas Américas, tem-se cerca de 12 milhões de indivíduos infectados. Inquérito coprológico

de abrangência nacional, efetuado na década de 50 avaliou em 10% a prevalência da infecção por *S. mansoni*. Levantamentos realizados pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa) no início dos anos 90 indicavam prevalência semelhante, com casos da infecção parasitária ocorrendo em 17 dos 27 estados brasileiros (Amaral & Porto, 1994).

A disseminação da doença avança desde o Estado do Pará até o Norte do Paraná com maior incidência nos Estados do Nordeste e Sudeste destacando-se a Bahia, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba e Minas Gerais, conforme mostrado na Figura 04.

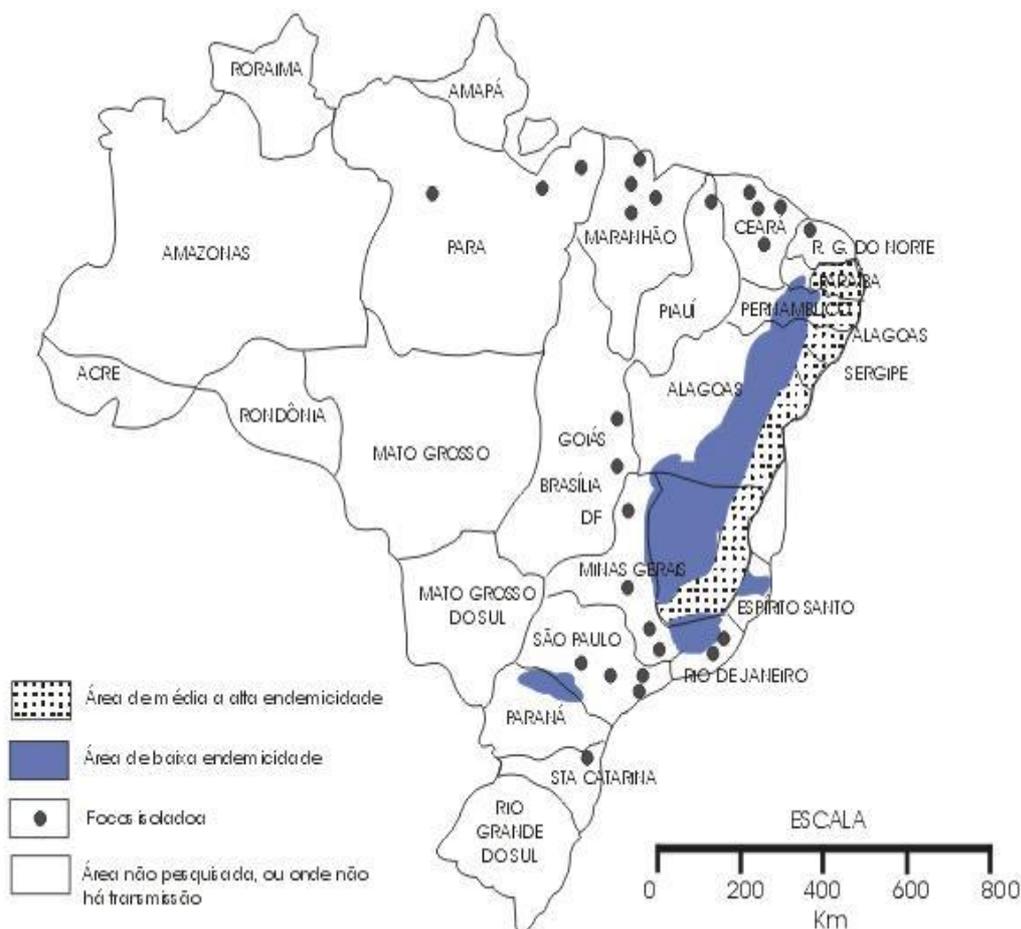


Figura 04: Estados brasileiros com registro de esquistossomose. Fonte- Neves, 2003

Esse quadro poderia ser alterado de forma positiva se nos últimos anos tivesse havido melhoria no sistema de esgotamento sanitário. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002), este é um serviço que registra a menor presença nos municípios brasileiros dentre os serviços de saneamento básico pesquisados durante a década de noventa. Entre os anos de 1989 a 2000 houve um aumento de aproximadamente 24% no número de municípios brasileiros enquanto que o esgotamento sanitário elevou-se em apenas 10% .

Outros fatores que também contribuem para a disseminação de doenças de veiculação hídrica como a esquistossomose, relacionam-se com a expansão urbana desordenada, a disposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes domésticos, a especulação imobiliária, a ocupação desordenada nas sedes municipais e o aterramento de áreas estuarinas. Estes fatores compõem os fenômenos antrópicos bem caracterizados como fontes de riscos e impactos ambientais, segundo o relatório do Ministério do Meio Ambiente sobre a biodiversidade brasileira (MMA, 2002).

No Estado de Pernambuco, segundo o censo demográfico de 2000 do IBGE (IBGE, 2002), 4.938.861 pessoas residem em municípios de áreas endêmicas, permitindo estimar que 60% da população total do Estado (7.911.937 pessoas) estejam sob risco de infecção (Coutinho et al., 1997; Moza, et al., 1998; Favre et. al. 2001). Katz & Peixoto (2000) estimaram, com base nos dados de prevalência levantados pela Fundação Nacional de Saúde em 1997, que 17% (1.275.325 entre 7.466.773) dos indivíduos examinados estavam parasitados por *Schistosoma mansoni* no Estado, o que mostra que o controle da endemia está longe de ser alcançado.

Em Pernambuco a esquistossomose mansônica é historicamente endêmica nas áreas rurais da Zona da Mata do Estado (Barbosa, et al, 2001; Gazin, et al, 2000). Nessa região a perenidade dos rios é mais acentuada do que em outras regiões, o que favorece a manutenção da endemia, principalmente após a ocorrência de enchentes em épocas de chuva rigorosa, criando focos peridomiciliares. Estes são os locais onde acontecem com mais frequência a transmissão da parasitose (Pereira, 1986).

Porém outros focos dessa doença estão surgindo recentemente, em áreas indenes no litoral de Pernambuco e casos humanos de infecção aguda têm sido detectados em áreas litorâneas onde a doença foi introduzida (Barbosa, C.S., 1996). Essa situação foi desencadeada a partir do êxodo de trabalhadores rurais em busca de opções de trabalho. Estes trabalhadores, muitas vezes infectados pelo *S. mansoni*, vêm se inserindo no mercado produtivo urbano como auxiliares na construção civil ou como prestadores de serviço em hotéis e residências de veranistas, em praias do litoral do Estado de Pernambuco. Passam a residir em favelas na periferia dessas praias, em condições insalubres, acabando por contaminar as coleções hídricas disponíveis, muitas delas habitadas por moluscos vetores. Como resultado desse tipo de ocupação, focos de esquistossomose estão sendo encontrados na região litorânea do Estado e novos sítios de transmissão ativa da doença têm sido detectados em localidades praianas de turismo e veraneio de classe média alta. Um exemplo disso são os registros dos anos de 1992 e 2001 de surtos epidêmicos em praias como Itamaracá e Porto de Galinhas, o que atesta a gravidade da situação, dada a repercussão social e econômica que estes eventos acarretaram (Gonçalves, 1992; Barbosa et. al., 1996, 1998, 2000, 2001, 2001a, 2001b).

Como consequência desse processo de ocupação, vem ocorrendo uma mudança no perfil epidemiológico e clínico da endemia em Pernambuco, onde as características socioeconômicas da população humana e do molusco vetor diferem daquelas classicamente observadas nos focos de transmissão da Zona da Mata. Em áreas rurais, a esquistossomose se apresenta predominantemente sob a forma crônica, incidindo na classe social de baixa renda e tendo como espécie vetora a *Biomphalaria straminea*. Já nas áreas litorâneas, a doença é representada por casos agudos em pessoas de classe média alta, sendo *B. glabrata* a espécie vetora (Barbosa, C.S., 2000).

Para agravar ainda mais a situação, os serviços municipais de assistência médica, no litoral do Estado, estão se deparando com mais este agravo à saúde que demanda um serviço assistencial específico aos doentes. Adicionalmente é necessário um controle urgente dos moluscos vetores, através do manejo dos criadouros por métodos que não sejam danosos nem ao meio ambiente, nem à saúde humana.

O sucesso de um controle natural-ambiental dos vetores da esquistossomose depende do conhecimento dos aspectos ecológicos e físico-químicos do ambiente aquático em que vivem, pois estes fatores podem ser limitantes ou favorecedores à sobrevivência da espécie.

Vários estudos determinaram os parâmetros físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência dos *Biomphalaria* em ambientes aquáticos naturais e também em condições de laboratório e neste caso último com vistas a utilização em trabalho de monitoramento ambiental.

Freitas et al (1976) estudaram a influência dos resíduos da indústria petrolífera sobre o ritmo de crescimento e taxa de mortalidade de *Biomphalaria glabrata* em área de lançamento de despejos da PETROBRAS. Cargas elevadas dos efluentes da refinaria provocaram morte total dos caramujos testados. Em cargas orgânicas mais reduzidas os caramujos conseguiram sobreviver, crescer e até se reproduzirem. Baseado nesses resultados é sugerido o emprego da espécie de caramujo testada como indicador da poluição provocada por despejos de petróleo.

Em trabalhos relacionados à sobrevivência de moluscos vetores em esgotos domésticos, Branco & Matheus (1983) analisaram o desenvolvimento de caramujos planorbídeos em tanques de criação, simulando condições de uma lagoa de estabilização. Relacionaram a sobrevivência dos caramujos a dados físico-químicos como oxigênio dissolvido, pH e temperatura, destacando a inibição do desenvolvimento e reprodução dos caramujos nos tanque que acumularam grandes quantidades de sedimentos orgânicos, provocado não apenas pela falta de oxigênio, como também pela produção de substâncias tóxicas em condições anaeróbias.

Freitas et al (1990) estudaram a influência de fatores físico-químicos e biológicos em um habitat colonizado por *B. Straminea*, relacionando às condições das águas doces encontradas no município de Lagoa Santa em Minas Gerais. Os autores demonstraram que as águas doces das lagoas são favoráveis ao desenvolvimento de macrófitas e também da espécie de *Biomphalaria* estudada no local.

Watanabe & Brito-Júnior (2000), analisaram a composição química das águas do açude de São José dos Cordeiros, no semi-árido paraibano, onde verificaram que alterações em parâmetros físico-químicos como concentração de oxigênio dissolvido (OD), matéria orgânica e uma irregularidades na distribuição das chuvas, um fenômeno muito comum na região, interferem na densidade populacional de moluscos do gênero *Biomphalaria* no referido açude.

Gazin et al (2000) registraram a ocorrência de vetores da esquistossomose no açude Flocos localizado no sertão de Pernambuco, verificando que as condições físico-químicas e biológicas das águas do açude tais como, presença de macrófitas, baixa condutividade e valores de pH próximos da neutralidade, parecem corresponder às condições necessárias para o desenvolvimento das espécies vetoras. Ressaltou-se a importância do achado nessa área para a vigilância e monitoramento desses ambientes.

Vale salientar que muitos estudos atuais sobre a ocorrência ecológica do vetor *Biomphalaria glabrata* em áreas endêmicas do Brasil, procuram relatar a presença do vetor, trabalhando com variáveis qualitativas sem relacioná-las à quantificação de parâmetros físico-químicos. Nesse sentido, Kools et al (2001) analisaram aspectos físicos e biológicos de ambientes das espécies de *Biomphalaria* em uma área rural de Minas Gerais. Os caramujos foram encontrados em maiores quantidades em tanques, lagos, canais, pequenas valas e em quantidades menores em fendas, campos de arroz e viveiros de peixes. É enfatizado ainda a importância do conhecimento da população local acerca dos caramujos e das formas de transmissão da esquistossomose, bem como o uso da tilápia como controle biológico do vetor na região. Giovanelli et al (2001) investigaram a

distribuição espacial, a abundância e os índices de infecção natural de *Biomphalaria glabrata* em diversos ambientes da localidade do Pamparrão no Rio de Janeiro. De acordo com os autores, a população de moluscos desta espécie foi negativamente influenciada pelo aumento da pluviosidade na região. Por outro lado o período de estiagem favoreceu um aumento da densidade populacional e da infecção dos caramujos, pois uma redução no volume de água, facilita um encontro do parasito com o seu hospedeiro intermediário. Outro fator ambiental que contribuiu bastante para a proliferação da referida espécie vetora na localidade estudada foi a presença de vegetação típica dos muitos córregos que abastece de água a região.

Para tornar mais eficiente a avaliação das ações de controle de caramujos vetores da esquistossomose, Leal & Franca (1982; 1982a) procuraram utilizar isótopos radiativos de estrôncio, ferro e selênio, para monitorar a atividade biológica de *Biomphalaria glabrata* em condições de laboratório e assim poder utilizá-los em trabalhos de campo, onde se faz necessário o acompanhamento do vetor.

Os estudos mais recentes sobre as condições ambientais de sobrevivência do vetor *Biomphalaria glabrata* no litoral de Pernambuco foram realizados há cerca de 20 anos atrás com os trabalhos de Pieri (1985). Durante este período, é razoável considerar que os ambientes aquáticos urbanos-litorâneos tenham sofrido uma variação na sua composição físico-química, devido à agentes poluidores disseminados pela ação antrópica, o que leva uma variação nessa composição.

Sendo assim, justifica-se a relevância do presente estudo para avaliar a atual composição química e biológica de alguns ambientes aquáticos litorâneos do Estado de Pernambuco nos quais predominam a espécie *Biomphalaria glabrata* – com vistas a possibilidade da elaboração de estratégias específicas para o controle desse molusco vetor e encaminhamento para a vigilância ambiental dos municípios estudados.

CAPÍTULO 2

ECOLOGIA DE CARAMUJOS VETORES DA ESQUISTOSSOMOSE

Por definição um vetor biológico pode ser considerado como sendo um artrópode ou outro animal invertebrado no qual se passa, obrigatoriamente, uma fase do desenvolvimento de um agente infeccioso (Rey, 1999). A variedade de espécies vetoras da esquistossomose mansônica e sua ampla distribuição geográfica no Brasil, a qual se associa a transmissão da doença em todas as áreas onde há um registro de casos, confere uma importância ímpar para o estudo dos ambientes naturais em que os moluscos vivem.

Os primeiros registros sobre a ecologia dos caramujos vetores da esquistossomose no Brasil relacionam-se com os trabalhos de Lutz (1918), no qual o autor faz um levantamento dos caramujos do gênero planorbídeo de maior ocorrência e importância na saúde pública, descrevendo os principais ambientes em que são encontrados. Durante a década 50, 70 e início dos anos 80, muitos estudos foram conduzidos em ilhas caribenhas e no Brasil, procurando relacionar a colonização de determinadas áreas pelo vetor às condições físico-químicas e biológicas apresentadas.

Seguindo essa linha de pesquisa, Herry, Cumbie & Jesus (1957); Pimentel & White (1959) relatam a interferência de diversos componentes ambientais relacionados a presença de *Australorbis glabratus* (atualmente *Biomphalaria glabrata*) vetor da esquistossomose mansônica, em diversos corpos d'água doce como córregos, rios, lagos e reservatórios em Porto Rico. Os autores destacaram a grande faixa de variação de parâmetros como temperatura, pH, condutância e sólidos totais dissolvidos em que o

molusco sobrevive, ressaltando ainda a proeza natural do referido vetor em sobreviver a quantidades bastante variáveis de eletrólitos.

Harrinson & Mckillop (1980) estudaram na Ilha de Santa Lúcia, diferentes habitats (charcos, rios, córregos, valas) onde o vetor *Biomphalaria glabrata* pôde ser encontrado. Nesses ambientes foi verificado que a qualidade das águas é regularmente uniforme em toda ilha, exceto nas regiões mais secas e próximas ao mar. As concentrações dos íons cálcio, magnésio, bicarbonato, ferro, sódio, potássio e manganês apresentaram-se acima dos padrões até então considerados para os moluscos de água doce, embora sem constatar grandes picos de concentração. Os maiores componentes foram registrados para sílica, sulfato, fósforo e nitrato, esses dois últimos relacionados à produção primária e à alimentação dos caramujos.

Michelson & Mota (1982) promoveram pesquisas malacológicas e epidemiológicas sobre a transmissão da esquistossomose em uma pequena localidade de Castro Alves, interior da Bahia. Realizaram estudos sobre o nível de infecção do caramujo *Biomphalaria glabrata* e também determinaram os limites dos componentes físico-químicos das águas de pequenos riachos e lagoas, habitats muito presentes na região estudada.

Outros pesquisadores como Rey & Pessoa (1953), Barbosa & Olivier (1958); Paraense (1977), desenvolveram estudos clássicos para subsidiar o conhecimento sobre a ecologia e comportamento de moluscos vetores da esquistossomose.

Na região Nordeste do Brasil, inúmeros outros estudos foram publicados, a partir da descrição física do habitat do caramujo, espécie predominante, condições climáticas favoráveis, principais locais de ocorrência, bem como o registro da importância epidemiológica desses ambientes. Esses registros foram descritos em trabalhos que caracterizaram as taxas de infecção natural de caramujos vetores enfatizando a relevância do local de estudo como foco de transmissão da esquistossomose (Favre et al, 1999; Barbosa, C.S., 1993; Barbosa, F.S., et al., 1992)

Com o intuito de poder elaborar estratégias de controle mais eficazes para barrar ou minimizar a transmissão da esquistossomose, Pieri (1985) caracterizou os principais aspectos físico-químicos e biológicos dos focos de contágio da doença, encontrados em parte do Litoral e Zona da Mata pernambucana. Tais focos ocorreram em sua grande maioria em água parada (lagoas ou pequenas poças) ou fluxos de pequenas correntezas como riachos e valas. A localização desses pontos de contágio estão em áreas peridomiciliares de comunidades urbanas e rurais que não dispõe de nenhum sistema seguro de distribuição de água e disposição de dejetos. Com relação aos aspectos físico-químicos das águas o autor relata que são bastante variáveis. Os valores dos parâmetros testados se enquadram dentro dos sistemas dulcícolas e segundo o autor caracterizaram à época os limites de tolerância da espécie vetora *Biomphalaria glabrata*. E relatado ainda aspectos biológicos relacionados à sobrevivência de moluscos vetores tais como a presença de macrófitas típicas de alagadiços e o tipo de substrato, constituindo indicadores ambientais de grande importância para a microdistribuição de caramujos vetores.

Várias pesquisas sobre as interações ambientais dos moluscos transmissores da esquistossomose, enfatizam que tais animais são por natureza de água doce e que a sua dinâmica populacional depende das condições geográficas de uma determinada região tais como relevo, composição do solo, hidrogeografia e o regime de chuvas (Freitas, 1976; 1978; 1990).

Sobre este último aspecto Barbosa, F.S & Barbosa, C.S (1994) observam que os vetores conseguem sobreviver a períodos de estiagem relativamente longos e valendo-se da sua extrema capacidade reprodutiva, promovem a recolonização da área, após a chegada das chuvas. Vale salientar também outros mecanismos de sobrevivência das espécies de *Biomphalaria* como a propriedade de manter a sua umidade natural por meio de seu aterramento na lama dos criadouros em épocas secas (Pieri, et al, 1980) e a formação de lamela (Dannemann, 1992), fenômeno de grande importância ecológica, pois permite a manutenção da vida do vetor em condições ambientais adversas.

Outros fatores que afetam a distribuição e abundância de caramujos vetores incluem componentes bióticos e abióticos do ambiente, comportamento, reprodução, genética, interações com e entre outras espécies e as influências humanas (Barbosa, F.S. & Barbosa, C.S., 1994). São encontrados em grandes variedades de habitats, e em particular em charcos, corpos d'água parados ou de baixa correnteza e de pequena profundidade. Vivem sob condições físico-químicas bem definidas: a temperatura ótima para o seu desenvolvimento é de 20-26°C, pH na faixa de 7-8, salinidade de no máximo 6000 ppm (OMS, 1957). Os caramujos não são encontrados em todos os corpos d'água, mas somente naqueles capazes de reunir essas condições básicas de sobrevivência, as quais afetam também o ciclo de desenvolvimento do *S. mansoni*.

A Tabela 1 mostra um resumo das características bioecológicas e alguns dados sobre a infecção dos moluscos em ambiente natural

TABELA 01. Resumo das características bioecológicas do vetor *Biomphalaria glabrata*

| BIOLOGIA | |
|--|--|
| Tempo de vida | 24 a 32 meses |
| Tempo para maturidade sexual | 35 a 56 dias |
| Tempo de vida reprodutiva | 18 meses |
| Frequência de postura | A cada três dias (média) |
| Número de ovos por postura | 19 a 25 |
| Tempo de eclosão dos ovos | 8 a 10 dias |
| Ciclo de vida (de ovo a ovo) | 53 dias (média) |
| Capacidade reprodutiva | 7 gerações em 1 ano |
| ECOLOGIA | |
| Resistência à temperatura | 18 a 41°C (com funções vitais normais) |
| Resistência dos ovos à salinidade | Até 0,05% de NaCl |
| Níveis de água ideais para sobrevivência | 1,5 a 2,0 m (suportam até 10 m) |
| Tempo de resistência fora da água | 3 meses |
| INFECCÃO | |
| Taxa de infecção natural | 51,9% |
| Poder infectivo do miracídeo | Cerca de 40% dos caramujos |
| Tempo médio de vida do caramujo infectado | 69 dias |
| Tempo máximo registrado de vida do caramujo infectado | 150 dias |
| Média diária de eliminação de cercárias por caramujo | 4598 |
| Máximo registro de eliminação de cercárias por caramujo | 17600 |
| Duração do ciclo de desenvolvimento do parasita no molusco | 27 a 30 dias |
| Produção de cercarias por 1 só miracídeo | 300.000 |
| Postura diária de uma fêmea de <i>S. mansoni</i> | Até 300 ovos |
| Temperatura ideal para eclosão dos ovos | 26-28°C |

Fontes: Barbosa, F.S., 1960; Rey, L., 1992; Barbosa F.S., 1995.

Com relação à alimentação, os caramujos planorbídeos têm hábitos dos mais diversos. São considerados herbívoros, pastadores, detritivos, parasitas, filtradores de plâncton, carnívoros e predadores (Barbosa, F.S, 1995). Conseguem o alimento raspando o substrato (macrófitas ou depósitos orgânicos) dotado de algas perifíticas, detritos,

bactérias, dentre outros que compõem a matéria orgânica dissolvida e particulada constituindo a sua principal fonte de alimento (Freitas,1976; 1990; Thomas, 1997).

Outro aspecto que deve ser ressaltado sobre a ecologia desses animais é o fenômeno da exclusão competitiva, o qual é naturalmente empregado como forma de controlar a distribuição e abundância das espécies vetoras. Vários trabalhos malacológicos foram desenvolvidos no Nordeste do Brasil para estudar o fenômeno, os mecanismos naturais usados pelos caramujos, no intuito também de promover um controle biológico utilizando cepas de moluscos mais resistentes à infecção pelo *S. mansoni*. Barbosa, C.S (1989;1993), apresentou resultados sobre a competição específica entre *Biomphalaria straminea* e *Biomphalaria glabrata* onde ressaltou a vantagem da primeira na ocupação e povoamento de criadouros naturais habitados pela segunda. De acordo com o autor a espécie *Biomphalaria straminea* apresentou-se mais tolerante à dessecação, com um poder invasivo bastante acentuado o que favoreceu o deslocamento competitivo entre as espécies.

CAPÍTULO 3

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

As águas superficiais brasileiras são parametrizadas e classificadas de acordo com a Resolução 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, publicada em 18 de junho de 1986. Segundo esta resolução, as águas doces são aquelas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; as águas salobras são aquelas possuidoras de uma salinidade situada entre 0,5‰ e 30‰; já as águas salinas têm salinidade igual ou superior a 30‰. Além disso, foram elaborados enquadramentos fixados de acordo com resultados dos parâmetros físico-químicos e biológicos utilizados na avaliação do corpo d'água e também segundo os usos preponderantes dos diversos recursos hídricos existentes. Tem-se então, dentre as águas doces, as águas de Classe Especial, Classe 1, 2, 3 e 4. As águas salinas são de classe 5 e 6 e as águas salobras englobam a classe 7 e 8. O Relatório de Monitoramento das Principais Bacias Hidrográficas do Estado de Pernambuco da Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos e Meio Ambiente-CPRH (CPRH, 2003), enquadra a maioria das águas superficiais do Estado na Classe 2.

Para a resolução CONAMA 20/86 as águas de classe 2 são destinadas:

- Ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário;
- À irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- À criação natural e ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

3.1 Parâmetros de qualidade das águas

A qualidade das águas pode ser avaliada através de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos empregados de acordo com a informação requerida para o uso ou estado em que se encontra um determinado corpo d'água.

Para efeito de enquadramento das águas superficiais, como Classe 2 são estabelecidos limites físico-químicos de tolerância máxima como mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Teores máximos admitidos alguns parâmetros físico-químicos para a Classe 2 (CONAMA 20/86)

| Parâmetro | CONAMA 20/86 Classe 2 |
|------------------------------|-----------------------|
| pH | 6-9 |
| Salinidade ‰ | Menor ou igual a 0,5 |
| TDS(mg/L) | 500 |
| OD (mg/L) | Não inferior a 5 |
| Cloretos (mg/L) | 250 |
| Cor (Pt/Co) | 75 |
| Turbidez NTU | 100 |
| Nitrito mg/L N | 1 |
| Nitrato mg/L N | 10 |
| Amônia mg/L N | 0,02 |
| Ferro Total mg/L | 0,3 |
| Sulfato mg/L | 250 |
| DBO mg/L | 5 |
| Fosfato mg/L PO ₄ | 0,025 |

Fonte: CONAMA, Resolução 20/86

Von Sperling (1995), CETESB (1978), descrevem os principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade das águas de abastecimento, residuárias, mananciais e corpos receptores, conforme itens a seguir.

3 1.1 Parâmetros físicos:

Cor- indica a coloração das águas devido a dissolução de substâncias orgânicas (ácidos húmicos e fúlvicos) e substâncias inorgânicas (sais de ferro e manganês).

Turbidez- representa o grau de interferência à passagem da luz através da água analisada, devido a partículas de tamanhos bastante variados em suspensão.

Temperatura- Mede a intensidade da transferência do calor para o corpo d'água que se dá por radiação, condução e convecção.

3. 1.2 Parâmetros químicos

pH- Mede a concentração molar de íons H^+ , livre presente numa amostra de água. O resultado indica o grau de acidez, alcalinidade ou neutralidade das águas.

Alcalinidade- É a medida da capacidade de neutralizar ácidos. O resultado deste parâmetro representa a concentração de íons carbonatos (CO_3), bicarbonatos (HCO_3) e hidróxidos (OH) que podem estar presentes em função do pH da água.

Dureza- É a concentração de íons Ca^{++} e Mg^{++} na água.

Ferro- Confere uma cor característica as águas e é resultante da dissolução de solos e rochas que tem esse mineral na sua constituição. Normalmente expressa a quantidade de ferro total (Fe^{++} e Fe^{+++}) encontrada numa amostra de água.

Cloretos- Presente em todas as águas naturais devido a dissolução de rochas minerais constituídas de cloretos metálicos como cloretos de sódio, magnésio, cálcio, ferro, que são bastante solúveis.

Série Nitrogenada (Nitrito, Nitrato e Amônia)

Esta série representa o ciclo de oxi-redução do nitrogênio na natureza, presente em compostos orgânicos e inorgânicos. A concentração dessas formas relacionam-se com a poluição recente de corpos receptores (amônia), toxicidade aquática (amônia e nitrito), a cianose (nitrato).

Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é extremamente importante aos organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica há uma diminuição dos níveis de oxigênio na água resultante da ação das bactérias. Nesse sentido é um parâmetro de grande valor para medir o grau de poluição de uma água.

DQO- Representa a Demanda Química de Oxigênio. Constitui a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar os compostos químicos passíveis aos processos de oxidação química.

DBO- Demanda Bioquímica de Oxigênio é a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar biologicamente a matéria orgânica. Juntos a DQO e a DBO representam o grau de poluição das águas e é um parâmetro extremamente utilizado para avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento dos esgotos.

Sulfatos- assim como os cloretos provêm da dissolução de rochas com metais tais como: ferro, cálcio, magnésio, dentre outros. A contaminação das águas superficiais por sulfatos indica intrusão de águas salinizadas.

3.1.3 Parâmetros Biológicos

A avaliação biológica das águas superficiais é feita através da análise de bactérias do grupo coliforme com vistas aos usos para consumo humano. Também se constitui num parâmetro muito importante para avaliação de despejos em corpos receptores. Além disso dentro da hidrobiologia sanitária, matérias biológicas como macrofitas, microalgas, protozoários, fungos e bactérias encerram uma ferramenta importante para entender o efeito do lançamento de um resíduo no ambiente natural. Neste trabalho, que procura caracterizar fatores determinantes a sobrevivência de vetores da esquistossomose, este parâmetro será avaliado por meio da presença de fitoplânctons nas águas pesquisadas, em função desses componentes constituírem-se de grande valor para a cadeia alimentar nos ecossistemas aquáticos.

Esses parâmetros, de uma maneira geral, traduzem não apenas a qualidade das águas em função das suas condições naturais mas também indicam, de acordo com a extrapolação dos seus valores, a extensão da ação antrópica sobre os ecossistemas aquáticos.

CAPÍTULO 4

CARACTERÍSTICAS SÓCIO-AMBIENTAIS DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas de estudo foram definidas tendo por base a verificação e confirmação de focos ativos de transmissão da esquistossomose através de inquéritos epidemiológicos realizados por Barbosa et al (1996, 1998, 2000, 2001); Barbosa & Pieri (2000) e Gonçalves et al, (1992) em localidades de municípios litorâneos localizados na Região Metropolitana do Recife, tais como: Itamaracá, Porto de Galinhas (Ipojuca) e Jaboatão dos Guararapes, confirmando assim a expansão urbana da endemia em Pernambuco. Nas localidades pesquisadas a transmissão da doença envolve aspectos sócio-ambientais tais como fluxo migratório, estrutura sanitária, fontes hídricas, ocupação e uso do solo.

No litoral de Pernambuco a transmissão da parasitose acontece em condições onde os focos, em geral, se localizam no entorno das habitações e o vetor encontrado foi o *Biomphalaria glabrata*.

4.1 ÁREAS DE ESTUDO

4.1.1. Ilha de Itamaracá

A Ilha de Itamaracá situa-se no litoral norte de Pernambuco a 42 km do Recife. Na ilha foram escolhidas as localidades de Enseada dos Golfinhos e Praia do Forte, ambas possuidoras de uma grande variedade de fontes hídricas como valas, charcos localizados em terrenos baldios, poças d'água e lagoas perenes e temporárias.

Tanto na Enseada dos Golfinhos, como na Praia do Forte é grande a exploração comercial imobiliária dos espaços naturais disponíveis, tanto por veranistas como por donos de hotéis e pousadas. Novos loteamentos surgem sem nenhum planejamento para esgotamento sanitário e escoamento das águas pluviais, o que propicia o surgimento de focos temporários e sazonais da esquistossomose como mostra a Figura 05 (A,B,C).



A



C



B

Figura.05: Focos de esquistossomose temporários: A- Acesso à Lagoa da Constança; B- Construção de casas; C- poças d'água na Praia do Forte.

Localizada no lado leste da Ilha de Itamaracá a Praia do Forte possui cerca de 2 km de orla marítima e é uma das localidades da ilha preferida por turistas e veranistas na alta-estação, época em que a população chega a 2000 habitantes, enquanto que os residentes somam 98 moradores que sobrevivem da pesca e da prestação de serviços (Barbosa, C.S., 2000).

As características do perfil da ocupação humana da Praia do Forte foram traçadas por Barbosa, C.S., et al, (1998). Veranistas e turistas são em sua maioria de classe média/alta, os residentes nativos se ocupam de serviços prestados aos veranistas e os trabalhadores da construção civil compõem uma população flutuante que consegue empregos temporários em função das atividades imobiliárias do local. Residem, nesse último contingente populacional, as possíveis razões para a introdução da endemia na área uma vez que ele procede de localidades rurais endêmicas de Pernambuco (Barbosa, C.S. et al., 1996).

Segundo o último inquérito malacológico realizado na área (Barbosa, C.S., 2000) a transmissão da esquistossomose ocorre em maior intensidade na época de pós-chuvas (setembro a dezembro), reunindo condições ambientais mais favoráveis para a ocorrência de casos novos, pois as chances de infecção aumentam em virtude da presença maior de veranistas.

4.1.2. Lagoa Olho D'água-Jaboatão dos Guararapes

A Lagoa Olho D'água fica situada no município de Jaboatão dos Guararapes, distante cerca de 15 km do Recife e a 500 m da Praia de Piedade.

Na década de 60, essa lagoa abrigava a sede campestre do Clube Náutico Capibaribe, sendo uma área de lazer bastante freqüentada pelos recifenses. Presume-se que a contaminação fecal e a introdução da esquistossomose nessa área tenha ocorrido após a década de 70, com a ocupação desordenada daquele espaço, provocada por invasões de

famílias oriundas , principalmente, da Zona da Mata, em busca de sobrevivência na Região Metropolitana do Recife.

Nessa área as características das condições climáticas são as seguintes: temperatura $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade relativa 80% e precipitação média anual de 1800 mm.

Grande parte dos moradores próximos à lagoa não possui serviço de esgotamento sanitário e as habitações são insalubres como mostra a Figura 06 (A,B) Os dejetos são normalmente descarregados nas valas de drenagem ou jogados em terrenos baldios.



Figura 06: A- Habitações erguidas próximas ao esgoto Olho D'água; B-Rua de acesso à Lagoa Olho D'água alagada em épocas de chuva.

De acordo com a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) apenas 15% de todo o município são atendidos pela rede de esgoto. A prefeitura municipal desenvolveu um programa de obras de esgotamento para cerca de 5000 famílias das 11 áreas de baixa renda do entorno da lagoa. Mas, diante da limitação dos recursos não foi possível a conclusão das obras (Florencio et al., 2001 & Honorato, 2002).

Em função da baixa capacidade de drenagem da área, em épocas de grandes precipitações pluviométricas ocorre transbordamento das águas da lagoa e inundações nas comunidades vizinhas, o que facilita a transmissão de doenças de veiculação hídrica como leptospirose, esquistossomose e hepatites. A Figura 07 mostra terrenos alagados na comunidade de Dom Hélder, localizada as margens da Lagoa Olho D'água, com despejo de lixo.



Figura 07: Terrenos alagados em na comunidade de Dom Hélder

4.1.3. Porto de Galinhas

A localidade de Porto de Galinhas pertence ao município de Ipojuca, localizado na Região Metropolitana do Recife, distante 60 km da capital

Foram escolhidos quintais de casas e charcos situados próximos ao mangue, cujas águas contribuem com enchentes em caso de grandes precipitações pluviométricas. Esses quintais e casas estão localizados nas comunidades de Salinas e Pantanal.



A



B

Figura. 08: A- área alagada na comunidade de Salinas, mostrando o mangue ao fundo; B- Lote destinado à construção de casas cuja vegetação pode abrigar o caramujo vetor.

Essas comunidades, juntamente com as áreas de Socó e Vila do Porto, foram surgindo a partir da ocupação desordenada de famílias oriundas do interior de Pernambuco.

Outro bairro, o de Merepe III é considerado nobre por ser mais próximo ao mar e também por reunir o maior número de pousadas e casas de veraneio

Juntas essas localidades representam cerca de 70% da área habitada de Porto de Galinhas com aproximadamente 3000 moradores fixos.

A espécie vetora responsável pela transmissão da esquistossomose teria sido introduzida em Porto de Galinhas através do transporte de areia dos leitos de rios oriundos de cidades interioranas consideradas endêmicas. Essa areia, utilizada na construção civil teria ficado retida em aterros nos quintais das residências, construídas em locais pantanosos. Por causa das constantes chuvas nesses pontos, os quintais mantêm uma quantidade de água suficiente para que os caramujos vivam e se reproduzam. A infecção dos caramujos teria ocorrido por contaminação fecal provocada pelo transbordamento das

fossas nos quintais. Com a enchente, ocorrida no ano de 2000, foi possível a propagação do vetor por áreas nobres de Porto de Galinhas, infectando pessoas sadias e registrando 460 casos agudos da doença, a maioria dos casos em Merepe III (Barbosa, C.S. et al, 2001).

CAPÍTULO 5

5. FUNDAMENTAÇÃO DOS OBJETIVOS

O fenômeno da expansão urbana da esquistossomose no Brasil é verificado em muitas de nossas regiões geográficas (Silva, 1985; Almeida et al, 1991; Lima, 1995; Barbosa et al., 1998; Barata et al., 2000; Silva et al., 2000). A incidência de novos casos na população dos grandes centros pode ser atribuída à maneira como as cidades são ocupadas, invadindo áreas naturalmente habitadas por vetores, à escassez de investimentos em áreas sociais, tais como: saúde, educação e saneamento, à migração de trabalhadores rurais e à ausência de políticas públicas permanentes que possam minimizar os efeitos e o custo social da esquistossomose.

A partir da constatação de surtos epidêmicos ocorridos no litoral de Pernambuco, procurou-se investigar parâmetros físico-químicos e biológicos condicionantes e relacionados à sobrevivência do vetor *Biomphalaria glabrata*.

É considerado neste trabalho que as modificações ambientais induzidas pelo homem e as características próprias de ambientes litorâneos que contém teores salinos elevados, podem conter também poluentes acima dos níveis até então conhecidos como toleráveis por tal espécie de vetor, podendo conduzir à seleção de populações de caramujos resistentes a determinados compostos químicos.

Sendo assim, foi elaborado os seguintes objetivos para conduzir a investigação científica no intuito de contribuir para o entendimento da sobrevivência de caramujos vetores em condições de campo e de laboratório.

5.1. Objetivo Geral

Conhecer a atual composição físico-química e bioecológica dos focos de vetores da esquistossomose no litoral de Pernambuco.

5.2. Objetivos específicos

No ambiente:

5.2.1. Caracterizar sob aspectos físicos, químicos e biológicos os ambientes litorâneos do Estado de Pernambuco atualmente colonizados por moluscos vetores da espécie *Biomphalaria glabrata*.

5.2.2 Identificar os valores mínimos e máximos dos diversos componentes físico-químicos encontrados em ambientes aquáticos que são focos de moluscos vetores da esquistossomose.

5.2.3. Comparar os valores encontrados com aqueles dados em literatura e relacioná-los à ocorrência dos moluscos vetores da esquistossomose.

No vetor

5.2.5 Determinar metais pesados presentes em caramujos da espécie *Biomphalaria glabrata*.

5.2.6. Avaliar em condições-padrão de laboratório os níveis de tolerância à salinidade da espécie *Biomphalaria glabrata*.

CAPÍTULO 6

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1. Materiais

6.1.1. Reagentes

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico (PA)

A água utilizada no preparo das soluções reagentes foi deionizada.

6.1.2 Equipamentos

Tabela 03: Relação dos equipamentos utilizados nos ensaios de laboratório

| EQUIPAMENTO | MARCA/MODELO |
|--|---------------------------------|
| pHmetro digital | LT LUTRON, pH-206 |
| Sistema de microfiltração a vácuo | MPS |
| Agitador magnético | FANEM, 258 |
| Espectrofotômetro | HACH, DR 210 |
| Chapa de aquecimento | QUIMIS |
| Fotômetro de chama | Digmed Mod. DM61 |
| Balança analítica (sensibilidade 0,0001g e capacidade 200 g) | FARTORIUS, BL 210-L |
| Agitador de tubos | FANEM, 251 |
| Turbidímetro | HACH, 2100 P |
| Colorímetro | NESSLER, Quanti 200 |
| Multianalisador digital | HACH Mod. CO150 |
| Estufa a 105 ±5 oC | FANEM, S15 SE |
| Muflas | QUIMIS, ALTRÔNIC |
| Deep-Freezer | Sciem-Temp, Adrian Michigan-USA |
| Destilador de nitrogênio | TECNAL, TE-036/1 |
| Digestor de DQO | HACH, COD Reactor |
| Liofilizador | Edwards |
| Espectrômetro de Fluorecencia de Raio-X | (Rigaku-RIX-3000) |
| Lupa estereoscópica | Leica |
| Espectrofotômetro (ICP) | |

6.2 Métodos

6.2.1 Coleta, Amostragem e Análise Físico-Química das Águas

Para avaliar a concentração dos diversos parâmetros físico-químicos no ambiente aquático dos moluscos vetores, foram realizadas coletas de água no período seco e chuvoso, compreendido entre os meses de setembro de 2002 a dezembro de 2003 em sete pontos demarcados e identificados como sendo de ocorrência do vetor *Biomphalaria glabrata* e considerados de transmissão ativa da esquistossomose. Estes pontos de coleta estão assim distribuídos:

6.2.1.1 Na Ilha de Itamaracá, Pernambuco

- Ø Ponto 1: charco situado na localidade de Forte Orange denominado de Charco Orange

- Ø Ponto 2: margem direita da Lagoa da Constança situada na localidade de Enseada dos Golfinhos .

A Figura 9 mostra o mapa da localização destes pontos de coleta.

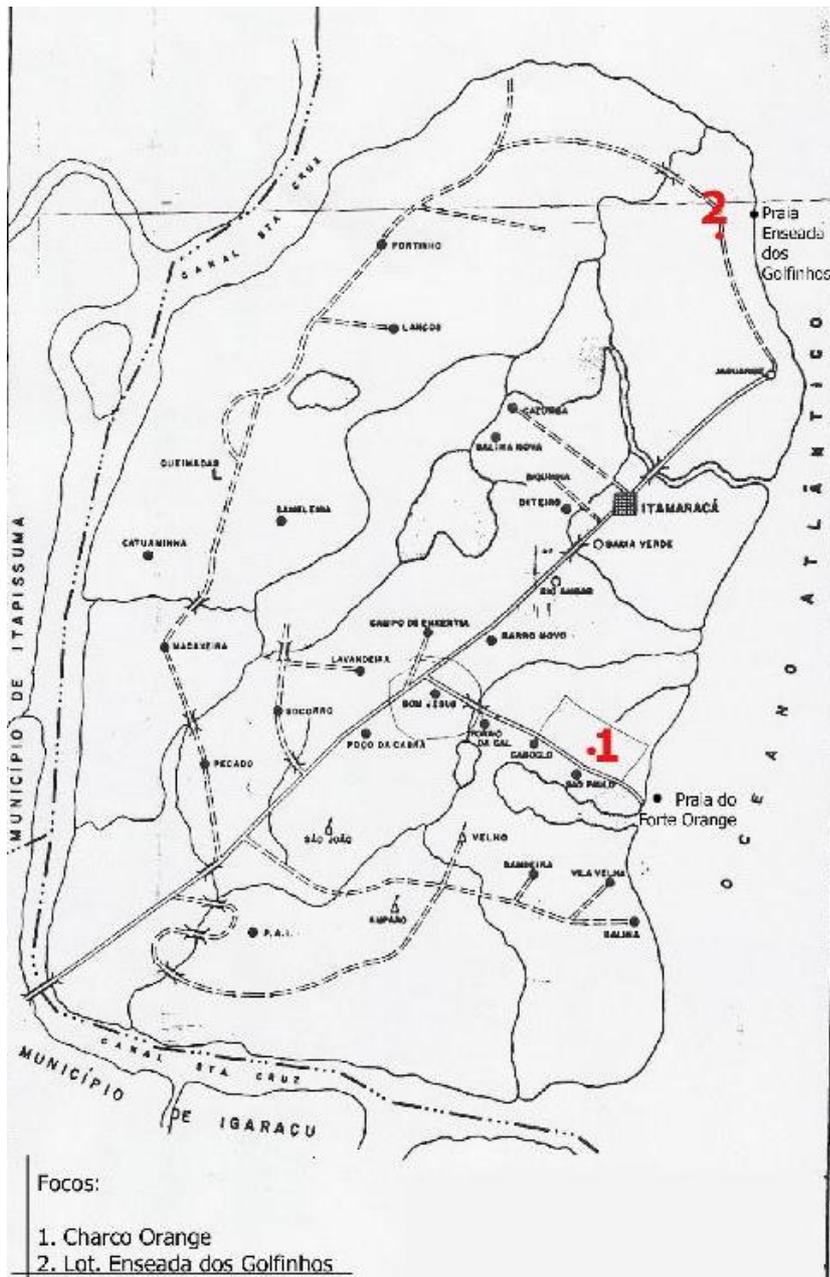


Figura 09: Localização do Charco Orange e da Lagoa da Constança na Enseada dos Golfinhos em Itamaracá

As Figuras 10 e 11 mostram os pontos de coleta.



Figura 10: Lagoa da Constança



Figura 11: Interior do Charco Orange

6.2.1.2 Em Porto de Galinhas, município de Ipojuca, Pernambuco

- Ø Um ponto no charco localizado no quarteirão 36 na localidade Salinas e denominado de Charco Salinas
- Ø Um reservatório artificial localizado no quarteirão 42 na localidade de Salinas e denominado de Tanque Salinas.

Ø Um alagado temporário em quintal de casas situado no quarteirão 46 na
localidade de Pantanal.

A Figura 12 mostra os pontos de coleta em Porto de Galinhas-Ipojuca-PE. Nota-se a proximidade com ambiente de manguezal.



Figura 12. Localização dos pontos de coleta em Porto de Galinhas-Ipojuca-PE.

A Figura 13 mostra fotos dos pontos de coleta em Porto de Galinhas



A



B



C

Figura 13: Pontos de coleta em Porto de Galinhas: A - Tanque Salinas; B- Charco Salinas; C-Quintal das casas em Pantanal.

6.2.1.3 No bairro Dom Hélder no peridomicílio da Lagoa Olho D'água, município de Jaboatão dos Guararapes-PE

- Ø Um ponto situado no final da rua Dom Pedro correspondente à margem direita superior da Lagoa Olho D'água
- Ø Um ponto situado nas margens de um canal de drenagem no início da Rua Dom Pedro que corre a céu aberto e que deságua na margem direita da Lagoa Olho D'água e denominado de Esgoto Olho D'água.

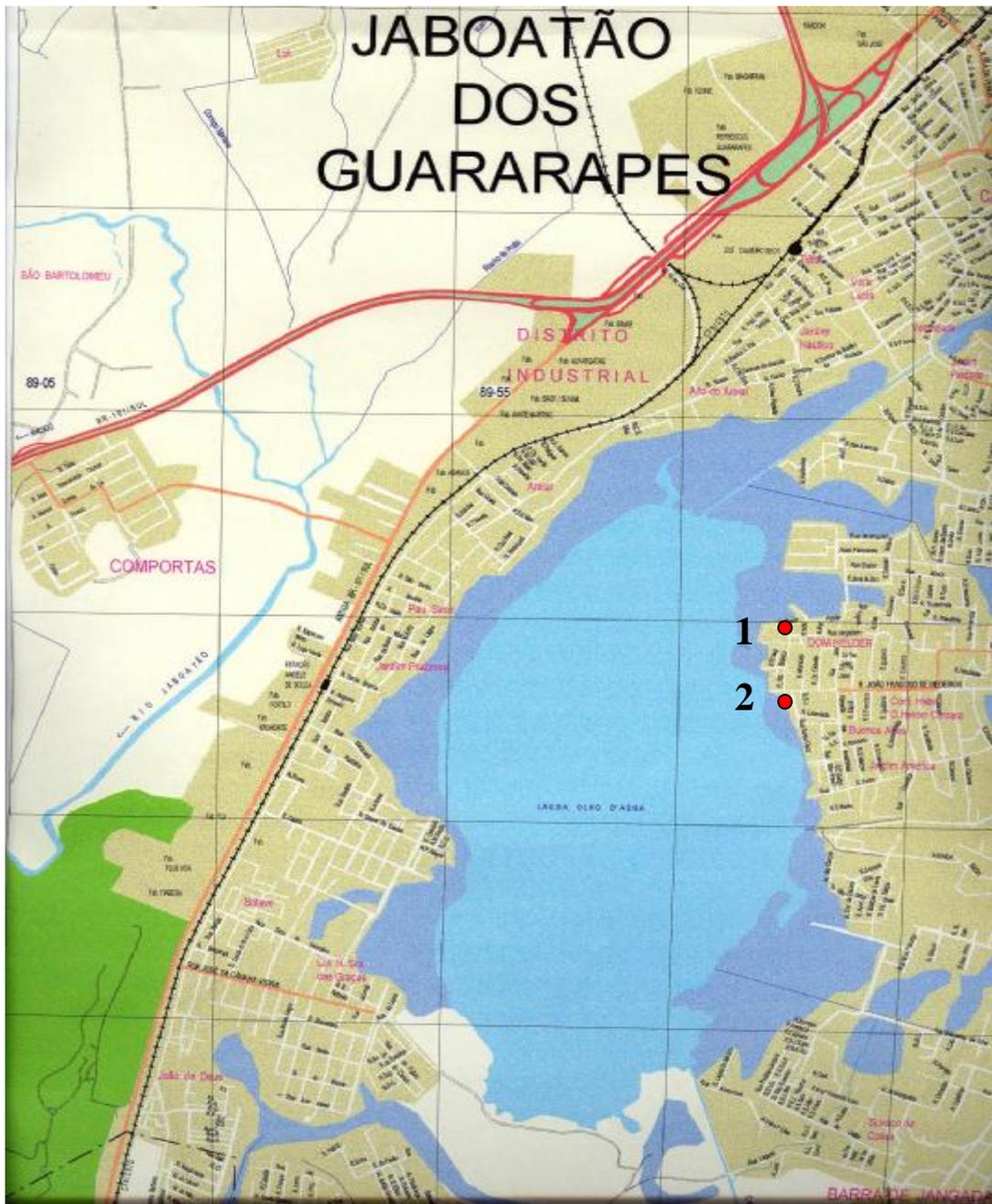


Figura 14: Ponto 1-área peridomiciliar da Lagoa Olho D'água; 2-Esgoto Olho D'água

As Figuras 15 e 16 mostram aspectos dos pontos de coleta no bairro Dom Helder, Lagoa Olho D'água, Jaboatão dos Guararapes, PE

- Ø Fotos dos Pontos de coleta no bairro Dom Helder, peridomicílio da Lagoa Olho D'água.



Figura. 15: Ponto de coleta no peridomicílio da Lagoa Olho D'água



Figura. 16: Esgoto Olho D'água

Em cada um dos pontos mencionados foram coletados mensalmente 5 litros de água em bombonas plásticas, acondicionados em isopor com pequenas barras de gelo (tipo gelock) para resfriamento das amostras e transportadas ao Laboratório de Saneamento

Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) onde eram mantidas sob refrigeração até o momento das análises.

Os parâmetros físico-químicos foram medidos de acordo com o Standard Methods (1995).

No campo, por ocasião das coletas, eram realizadas as medidas de temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e salinidade.

Os resultados de todos os testes físico-químicos foram avaliados através da Análise de Componentes Principais (ACP).

6.2.2 Análise de Componentes Principais (ACP)

Para uma melhor interpretação dos resultados de caracterização físico-química das águas dos pontos de coleta foi utilizada a técnica estatística multivariada da Análise de Componentes Principais (ACP). Utilizou-se o programa THE UNSCRAMBLER® versão 7.1, CAMO ASA. Neste tipo de análise, as informações originais são projetadas em um número menor de dimensões, de forma a permitir a visualização geral dos dados disponíveis em gráficos bidimensionais e tridimensionais. Os dados devem ser autoescalados para assegurar que todas as variáveis contribuam igualmente para o modelo, independente da escala em que foram medidos (Moita Neto & Moita, 1998).

A percentagem de variância explicada por cada componente principal indica o quanto da variação total original dos dados ficou retido em cada componente. A componente principal 1 (CP1) contém mais informação estatística que a componente

principal 2 (CP2) e assim por diante. Sendo assim, na CP1 são visualizados as variáveis de maior contribuição em relação ao conjunto de dados e também na projeção dos gráficos é indicado em que amostra essa maior variância pode ser constatada.

6.2.4 Coleta e Análise do Sedimento

A coleta do sedimento superficial foi realizada com a ajuda de uma espátula metálica e guardado em saco plástico.. Optou-se por coletar sedimentos de vários pontos das margens dos criadouros onde os caramujos puderam ser achados. As amostras foram secas em estufa a 110°C por 24 horas e finamente pulverizadas com um pistilo. Tomou-se 1,0000 g ($\pm 0,0001$) da amostra para o ensaio da perda ao fogo em mufla a 1000°C por duas horas. Todas as amostras foram prensadas a 25 tons/m². As amostras foram analisadas qualitativamente para elementos pesados e alguns leves, e então semi-quantitativamente, para alguns detectados na varredura qualitativa. Foi usado um espectrofotômetro de fluorescência de raio-X Rigaku modelo RIX 3000 equipado com tubo Rh.

6.2.5 Coleta e Análise do Fitoplâncton

As amostras de fitoplâncton foram coletas em bombonas plásticas de 5 litros, coradas com solução de lugol com 20% de ácido acético e mantidas sob refrigeração até o momento da análise do material. Foram preparadas lâminas com o material corado o qual foi visualizado com a ajuda de um microscópio Zeiss.

6.2.6 Análise de Metais Pesados nos Caramujos

Para a análise de metais pesados as espécimes de caramujos foram coletadas por busca livre simultaneamente às coletas de água, utilizando para isso pinças (em lugares rasos) e conchas (em lugares mais profundos e com vegetação) apropriadas (Thiengo,1995). O número de moluscos para compor uma amostra representativa é de 20 segundo NOAA (1993) .As coletas foram realizadas no intuito de obter caramujos para a determinação da concentração de metais pesados nos moluscos. Os caramujos coletados eram acondicionados em isopor e rotulados com etiquetas de identificação do local de coleta. Na chegada ao laboratório foi verificado se os mesmos estavam infectados para evitar a manipulação de animais contaminados com cercarias de *S. mansoni* .

Tanto no trabalho de campo como no laboratório foram adotados procedimentos básicos de biossegurança, como manipular os caramujos usando batas e luvas, as quais também são usadas na coleta de campo juntamente com botas plásticas.

Os caramujos coletados em campo foram lavados com água destilada e mantidos em deep-freezer a uma temperatura de -74°C , para posterior tratamento. Este tratamento consistia em descongelar os moluscos, imergi-los em água a 70°C e em seguida em água fria, quebrando levemente a concha para a retirada dos moluscos, os quais eram lavados em água destilada para eliminar os fragmentos de concha. Obtido a massa de moluscos, esta era então liofilizada e o pó resultante tratado de acordo com o fluxograma da Figura 17 sugerido por Rocha (2000). Para se obter uma massa de moluscos para os testes devem ser escolhidos cerca de 20 moluscos de maiores diâmetros NOAA (1993).

Foram analisados nos caramujos os seguintes metais pesados: Zinco (Zn), Chumbo (Pb), Cádmiio (Cd), Ni (Níquel); Cromo (Cr); Cobre (Cu).

Fluxograma do processo analítico para determinação de metais em caramujos



Figura 17: Fluxograma da metodologia de análise dos caramujos por ICP

6.2.7 Cultivo dos caramujos em laboratório

Para obter uma população significativa de caramujos para realização dos testes de tolerância à salinidade, o cultivo foi realizado a partir de 180 caramujos coletados na Lagoa Olho D'água e 180 caramujos adquiridos de uma colônia já adaptado às condições de laboratório. Essa quantidade foi dividida em três baterias de 60 caramujos cada, para a análise da salinidade nos caramujos de campo e de laboratório.

Foram constituídos os seguintes grupos de acordo com recomendações de Pieri (2003):

- Ø Um grupo experimental com um total de cerca de 300 caramujos constituído por exemplares da primeira geração (F1) de moluscos coletados na Lagoa Olho D'água .

- Ø Um grupo controle com um total de cerca de 300 caramujos formado por exemplares também de primeira geração (F1) provenientes de uma colônia já adaptada às condições de laboratório, que foi procedente de Pontezinha, uma localidade próxima à Lagoa D'água.

A escolha do segundo grupo foi intencional, para evitar que a população de campo fosse comparada com moluscos originários de uma área geográfica diversa.

A escolha da Lagoa Olho D'água é explicada em função dessa localidade ter apresentado teores de salinidade mais elevados nas análises preliminares de água.

A geração F1 se refere aos primeiros caramujos nascidos em condições de laboratório, para garantir à padronização das condições experimentais.

O quantitativo de caramujos F1 de cada grupo descrito acima e usado no teste de salinidade foi obtido da seguinte forma:

- Ø Os caramujos foram cultivados em caixas plásticas com dimensões 40,5 cm x 33,5 cm x 16,5 cm com cerca de 6 litros de água, de modo a manter uma proporção de 1 caramujo para cada 100 mL.
- Ø Os moluscos eram alimentados com alface fresca e suplementado com carbonato de cálcio (Figura 18).



A



B

Figura 18: (A) Caramujos alimentados com alface; (B) Cultivo dos caramujos em laboratório.

- Ø Em cada recipiente eram colocadas pequenas placas de isopor para permitir a oviposição das espécies como pode ser visto na Figura 19.



Figura 19: Massas ovíferas dos caramujos.

- Ø As massas ovíferas foram obtidas após cinco dias de semeio. Foi possível obter cerca de 100 caramujos em cada grupo a ser testado com diâmetros de 10 a 15 mm. Foi anotado, em cada recipiente de criação, a data das primeiras eclosões para que todos os exemplares fossem testados com a mesma idade.
- Ø A troca da água e do alimento foram realizadas duas vezes por semana.

A qualidade da água, o tipo de alimentação, a iluminação, o controle da temperatura da sala de criação, o controle de predadores e do efeito *crowding*, o qual se relaciona com a densidade populacional dos moluscos por área de criação, foram considerados para o cultivo de *Biomphalaria glabrata* desenvolvida no âmbito desta pesquisa, segundo

recomendações de Barbosa, C.S. (1995). O ciclo de luminosidade foi de 12 h com luz e 12 h sem luz, e a temperatura média da sala de criação foi de 26,3 °C.

Foi verificado também as condições de pH, salinidade e condutividade da água de cultivo.

6.2.8 Teste de tolerância à salinidade de *B. glabrata*

Os exemplares dos grupos controle e experimental foram selecionados de tanques de criação idênticos, semeados na mesma época e mantidos sob condições padrão de laboratório.

Os dois grupos foram constituídos por moluscos considerados adultos jovens (com diâmetro da concha de 10 a 15 mm) . Para que não houvessem diferenças significativas nas medidas de diâmetro entre os grupos controle e experimental foram desprezados os exemplares visivelmente fora dos padrões estabelecidos.

Os testes foram realizados em batelada de acordo com o protocolo sugerido por Pieri (2003). As concentrações de cloreto de sódio estendeu-se até que fossem obtidos 100% de mortes em duas concentrações consecutivas nos dois grupos testados. Em cada concentração eram colocados 10 exemplares dos caramujos imersos em 1 litro de solução. O controle de ambos os testes era composto de água deionizada sem cloreto de sódio.

Os dois grupos foram testados simultaneamente em dois períodos consecutivos de 24 horas. Inicialmente os moluscos eram mantidos imersos nas respectivas salinidades (período de exposição). Em seguida os moluscos eram retirados das soluções anteriores e

transferidos para recipientes com água deionizada de salinidade zero (período de recuperação). O esquema do teste está ilustrado na Figura 20.

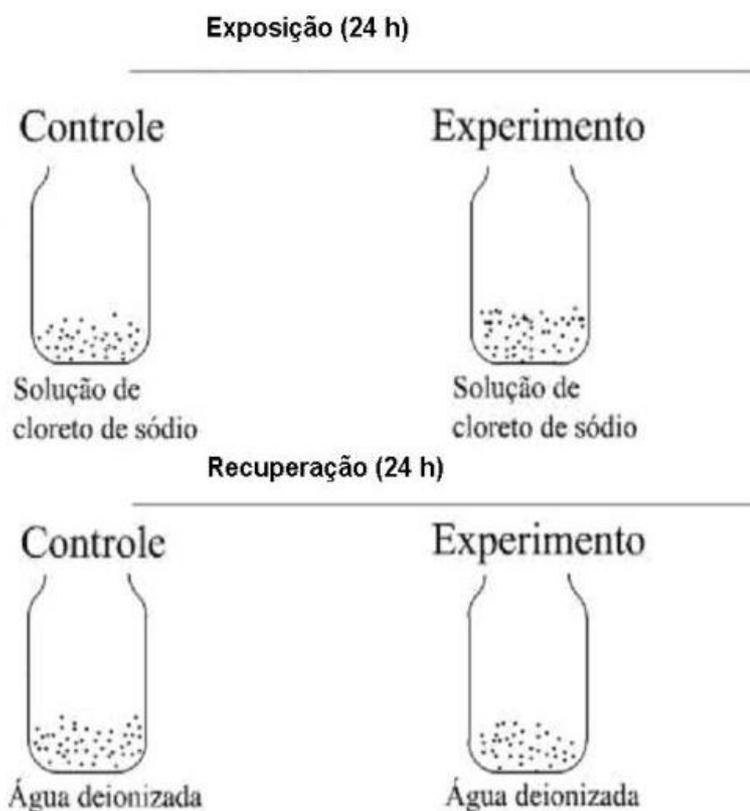


Figura 20: Esquema experimental do teste de tolerância à salinidade.

Ao final do período de recuperação os moluscos mortos foram contados para a tabulação dos resultados que foram expressos em termos de Concentração Letal (CL_{50}) acompanhados dos intervalos de confiança. A CL_{50} representa a concentração que mata metade dos indivíduos do experimento.

CAPÍTULO 7

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões serão apresentados por itens. O primeiro deles se refere aos resultados físico-químicos obtidos com as análises de águas dos criadouros de caramujo nos pontos de coleta. Em seguida esses resultados serão também discutidos com auxílio da Análise de Componentes Principais (ACP).

Outro resultado, dentro dos aspectos físico-químicos de criadouros litorâneos da esquistossomose, se refere à análise do sedimento dessas áreas.

Aspectos biológicos dos habitats naturais são discutidos em função do estudo exploratório realizado com as microalgas presentes nas áreas pesquisadas.

Por fim as análises no vetor *Biomphalaria glabrata* estão representadas nos resultados da análise de tolerância à salinidade.

7.1. Análises físico-químicas das águas

A qualidade da água é importante na distribuição dos caramujos vetores da esquistossomose. Muitos fatores e parâmetros envolvem a qualidade das águas, os quais devem ser considerados e relacionados à sobrevivência do vetor para assim poder compreender a sua presença em criadouros litorâneos. Nesse sentido as Tabelas 4 a 11 apresentam os resultados das análises físico-químicas das águas com os respectivos valores estatísticos de mínimo, máximo, média, desvio padrão e mediana. Esses valores são comparados com os dados de literatura e as normas brasileiras estabelecidas pela resolução

CONAMA de 20 julho de 1986 para a classe 2, na qual se enquadra a maioria das águas superficiais de Pernambuco. As águas do Esgoto Olho D'água são analisadas com os padrões de lançamento de Efluentes.

Tabela 04: Análise comparativa dos resultados físico-químicas de todas as áreas analisadas neste trabalho, da literatura pesquisada e do CONAMA 20/86.

| Parâmetros | Média | DP | Mínimo | Máximo | Mediana | Literatura apud Pieri, 1985 | CONAMA 20/86 Classe 2 |
|---------------------|---------|---------|--------|----------|---------|-----------------------------|-----------------------|
| T.°C | 30,46 | 2,00 | 27,00 | 36,50 | 30,00 | 41 | - |
| pH | 7,44 | 0,56 | 6,40 | 8,50 | 7,45 | 9,1 | 6,0-9,0 |
| condutividade µS/cm | 3165,24 | 6457,48 | 239,00 | 28700,00 | 894,50 | 2000 | - |
| salinidade g/L | 1,74 | 3,92 | 0,10 | 17,20 | 0,30 | - | 0,5 |
| TDS mg/L | 1735,50 | 3892,29 | 107,00 | 17600,00 | 403,00 | - | 500 |
| OD mg/L | 4,13 | 4,27 | 0,00 | 17,20 | 2,65 | - | ≥ 5 |
| cloreto mg/L | 920,35 | 2338,63 | 15,00 | 11371,00 | 95,30 | 3500 | 250 |
| Cor mg Pt/l | 197,38 | 144,40 | 30,00 | 600,00 | 145,00 | - | 75 |
| turbidez NTU | 100,00 | 194,75 | 3,90 | 1200,00 | 50,10 | 230 | 100 |
| alcalinidade mg/L | 231,68 | 91,51 | 53,20 | 428,00 | 245,00 | 415 | - |
| dureza mg/L | 525,04 | 836,19 | 73,00 | 3700,00 | 226,50 | 980 | - |
| DQO mg/L | 455,41 | 652,27 | 26,00 | 2692,00 | 233,00 | - | - |
| nitrito mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,13 | 0,01 | - | 1 |
| nitrato mg/L | 0,19 | 0,43 | 0,01 | 2,25 | 0,04 | - | 10 |
| amônia mg/L | 5,49 | 11,51 | 0,00 | 40,00 | 0,00 | 0,5 | 0,02 |
| Ferro mg/L | 0,60 | 0,62 | 0,07 | 3,30 | 0,40 | 5,4 | 0,3 |
| sódio mg/L | 439,21 | 1153,18 | 14,00 | 5800,00 | 62,10 | 750 | - |
| potássio mg/L | 31,84 | 48,20 | 2,60 | 250,00 | 16,10 | 54,5 | - |
| cálcio mg/L | 98,62 | 206,17 | 5,60 | 1120,00 | 33,00 | 129 | - |
| sulfato mg/L | 122,61 | 260,53 | 3,83 | 1296,00 | 30,60 | 255 | 250 |
| DBO mg/L | 45,07 | 52,24 | 2,00 | 200,00 | 24,00 | - | 5 |
| ST mg/L | 2538,82 | 5068,82 | 213,00 | 22639,00 | 522,50 | - | - |
| STF mg/L | 1921,61 | 4041,86 | 143,00 | 17934,00 | 408,00 | - | - |
| STV mg/L | 628,86 | 1079,26 | 49,00 | 4705,00 | 191,00 | - | - |
| fosfato mg/L | 1,31 | 1,91 | 0,00 | 6,23 | 0,61 | - | 0,025 |

Os parâmetros que se destacam pela sua grande variabilidade são aqueles relacionados as medidas do conteúdo salino das águas estudadas tais como condutividade, salinidade, TDS, cloretos e sólidos totais, que estão acima dos dados da literatura referente a sobrevivência de Biomphalarídeos e também acima dos padrões ambientais estabelecidos pelo CONAMA20/86.

Tabela 05: Análise comparativa dos resultados físico-químicas do quintal de casas em pantanal-Porto de Galimhas-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA 20/86.

| Parâmetros | Média | DP | Mínimo | Máximo | Mediana | Literatura apud Pieri, 1985 | CONAMA 20/86 Classe 2 |
|--------------------------------|---------|---------|--------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------|
| T.°C | 31,60 | 1,82 | 29,00 | 34,00 | 32,00 | 41 | - |
| Ph | 7,18 | 0,41 | 6,70 | 7,60 | 7,30 | 9,1 | 6,0-9,0 |
| condutividade $\mu\text{S/cm}$ | 678,80 | 459,71 | 239,00 | 1316,00 | 420,00 | 2000 | - |
| salinidade g/L | 0,32 | 0,27 | 0,10 | 0,70 | 0,20 | - | 0,5 |
| TDS mg/L | 322,40 | 231,74 | 107,00 | 646,00 | 188,00 | - | 500 |
| OD mg/L | 4,80 | 5,99 | 0,00 | 14,40 | 2,20 | - | ≥ 5 |
| cloreto mg/L | 95,96 | 90,17 | 15,00 | 224,00 | 42,80 | 3500 | 250 |
| Cor mg Pt/l | 162,00 | 68,70 | 100,00 | 280,00 | 140,00 | - | 75 |
| turbidez NTU | 290,90 | 511,78 | 15,40 | 1200,00 | 54,10 | 230 | 100 |
| alcalinidade mg/L | 167,24 | 126,74 | 53,20 | 339,00 | 105,00 | 415 | - |
| dureza mg/L | 151,84 | 95,52 | 73,00 | 279,00 | 90,00 | 980 | - |
| DQO mg/L | 244,20 | 203,01 | 26,00 | 542,00 | 279,00 | - | - |
| nitrito mg/L | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,07 | 0,05 | - | 1 |
| nitrato mg/L | 0,40 | 0,54 | 0,02 | 1,20 | 0,20 | - | 10 |
| amônia mg/L | 3,24 | 2,85 | 0,00 | 6,30 | 2,00 | 0,5 | 0,02 |
| ferro mg/L | 0,49 | 0,18 | 0,28 | 0,70 | 0,56 | 5,4 | 0,3 |
| sódio mg/L | 69,78 | 70,16 | 14,00 | 187,00 | 34,30 | 750 | - |
| potássio mg/L | 23,22 | 15,98 | 5,30 | 42,00 | 20,90 | 54,5 | - |
| cálcio mg/L | 40,34 | 37,31 | 16,10 | 106,00 | 28,10 | 129 | - |
| sulfato mg/L | 19,06 | 9,21 | 5,00 | 30,60 | 18,90 | 255 | 250 |
| DBO mg/L | 17,33 | 14,19 | 2,00 | 30,00 | 20,00 | - | 5 |
| ST mg/L | 1272,00 | 1989,46 | 213,00 | 4254,00 | 310,50 | - | - |
| STF mg/L | 675,50 | 1034,45 | 143,00 | 2227,00 | 166,00 | - | - |
| STV mg/L | 668,00 | 914,33 | 56,00 | 2027,00 | 294,50 | - | - |
| fosfato mg/L | 1,64 | 0 | 1,64 | 1,64 | 1,64 | - | 0,025 |

Com relação à análise pontual de cada área, verifica-se que a maioria dos valores médios encontrados para o quintal de casas em Pantanal-Porto de Galimhas, encontram-se dentro dos valores referentes a sobrevivência de *Biomphalaria glabrata* e também aos padrões ambientais do CONAMA, excetuando para este último caso, os dados de cor, turbidez, ferro, amônia, DBO e fosfatos.

Tabela 06: Análise comparativa dos resultados físico-químicas do Charco Salinas-Porto de Galinhas-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA 20/86.

| Parâmetros | Média | DP | Mínimo | Máximo | Mediana | Literatura apud Pieri, 1985 | CONAMA 20/86 Classe 2 |
|---------------------|---------|--------|--------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------|
| T.°C | 31,67 | 1,15 | 31,00 | 33,00 | 31,00 | 41 | - |
| pH | 7,10 | 0,52 | 6,50 | 7,40 | 7,40 | 9,1 | 6,0-9,0 |
| condutividade mS/cm | 1680,00 | 998,60 | 540,00 | 2400,00 | 2100,00 | 2000 | - |
| salinidade g/L | 0,77 | 0,42 | 0,30 | 1,10 | 0,90 | - | 0,5 |
| TDS mg/L | 757,00 | 440,67 | 255,00 | 1080,00 | 936,00 | - | 500 |
| OD mg/L | 1,83 | 1,04 | 1,00 | 3,00 | 1,50 | - | ≥ 5 |
| cloreto mg/L | 356,20 | 232,89 | 88,60 | 513,00 | 467,00 | 3500 | 250 |
| cor mg Pt/l | 363,33 | 230,29 | 140,00 | 600,00 | 350,00 | - | 75 |
| turbidez NTU | 59,17 | 20,17 | 46,10 | 82,40 | 49,00 | 230 | 100 |
| alcalinidade mg/L | 245,67 | 113,87 | 120,00 | 342,00 | 275,00 | 415 | - |
| dureza mg/L | 306,00 | 156,61 | 158,00 | 470,00 | 290,00 | 980 | - |
| DQO mg/L | 513,67 | 279,86 | 226,00 | 785,00 | 530,00 | - | - |
| nitrito mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | - | 1 |
| nitrato mg/L | 0,07 | 0,04 | 0,03 | 0,10 | 0,09 | - | 10 |
| amônia mg/L | 1,90 | 3,29 | 0,00 | 5,70 | 0,00 | 0,5 | 0,02 |
| ferro mg/L | 0,69 | 0,67 | 0,07 | 1,40 | 0,60 | 5,4 | 0,3 |
| sódio mg/L | 173,70 | 155,64 | 62,10 | 351,50 | 107,50 | 750 | - |
| potássio mg/L | 34,63 | 19,10 | 15,30 | 53,50 | 35,10 | 54,5 | - |
| cálcio mg/L | 63,33 | 30,39 | 30,80 | 91,00 | 68,20 | 129 | - |
| sulfato mg/L | 85,97 | 60,80 | 46,70 | 156,00 | 55,20 | 255 | 250 |
| DBO mg/L | 70,00 | 78,10 | 20,00 | 160,00 | 30,00 | - | ≤ 5 |
| ST mg/L | 1223,67 | 722,56 | 455,00 | 1889,00 | 1327,00 | - | - |
| STF mg/L | 863,67 | 415,44 | 406,00 | 1217,00 | 968,00 | - | - |
| STV mg/L | 360,00 | 311,50 | 49,00 | 672,00 | 359,00 | - | - |
| fosfato mg/L | 1,72 | 0 | 1,72 | 1,72 | 1,72 | - | 0,025 |

No Charco Salinas é observado que a grande maioria dos parâmetros analisados atende às condições físico-químicas registradas na literatura para a sobrevivência do caramujo vetor. A salinidade está um pouco acima do valor máximo para as águas doces, sem no entanto representar grandes modificações no teor dos demais medidas relacionadas à salinidade como cloretos e condutividade. Os parâmetros fora da norma ambiental são: fosfato, DBO, ferro, amônia, cor, cloreto, OD, TDS e salinidade.

Tabela 07: Análise comparativa dos resultados físico-químicas do Tanque Salinas-Porto de Galinhas-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA 20/86.

| Parâmetros | Média | DP | Mínimo | Máximo | Mediana | Literatura apud Pieri, 1985 | CONAMA 20/86 Classe 2 |
|---------------------|--------|---------|--------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------|
| T.°C | 29,00 | 1,89 | 27,00 | 30,00 | 29,50 | 41 | - |
| pH | 8,15 | 0,65 | 7,80 | 8,50 | 8,15 | 9,1 | 6,0-9,0 |
| condutividade mS/cm | 669,00 | 675,43 | 271,00 | 1088,00 | 658,50 | 2000 | - |
| salinidade g/L | 0,25 | 0,32 | 0,10 | 0,30 | 0,30 | - | 0,5 |
| TDS mg/L | 300,75 | 304,49 | 122,00 | 474,00 | 303,50 | - | 500 |
| OD mg/L | 7,58 | 4,17 | 6,80 | 9,00 | 7,25 | - | ≥ 5 |
| cloreto mg/L | 85,73 | 159,18 | 46,50 | 110,00 | 93,20 | 3500 | 250 |
| cor mg Pt/l | 175,00 | 150,96 | 60,00 | 350,00 | 145,00 | - | 75 |
| turbidez NTU | 28,25 | 334,82 | 7,00 | 59,70 | 23,15 | 230 | 100 |
| alcalinidade mg/L | 127,20 | 102,76 | 105,00 | 148,80 | 127,50 | 415 | - |
| dureza mg/L | 187,25 | 111,77 | 138,00 | 246,00 | 182,50 | 980 | - |
| DQO mg/L | 207,75 | 213,81 | 78,00 | 289,00 | 232,00 | - | - |
| nitrito mg/L | 0,05 | 0,04 | 0,01 | 0,13 | 0,03 | - | 1 |
| nitrato mg/L | 0,90 | 0,69 | 0,01 | 2,25 | 0,67 | - | 10 |
| amônia mg/L | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,5 | - |
| ferro mg/L | 0,33 | 0,35 | 0,12 | 0,59 | 0,31 | 5,4 | 0,3 |
| sódio mg/L | 53,93 | 97,77 | 35,20 | 70,90 | 55,70 | 750 | - |
| potássio mg/L | 15,47 | 15,27 | 12,00 | 18,30 | 16,10 | 54,5 | - |
| cálcio mg/L | 38,37 | 29,49 | 33,00 | 41,30 | 40,80 | 129 | - |
| sulfato mg/L | 67,77 | 42,12 | 54,70 | 82,60 | 66,00 | 255 | 250 |
| DBO mg/L | 23,00 | 46,22 | 2,00 | 70,00 | 10,00 | - | 5 |
| ST mg/L | 442,00 | 1261,28 | 349,00 | 548,00 | 429,00 | - | - |
| STF mg/L | 353,00 | 664,56 | 266,00 | 451,00 | 342,00 | - | - |
| STV mg/L | 102,33 | 601,88 | 87,00 | 123,00 | 97,00 | - | - |
| fosfato mg/L | 0,32 | 0,79 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | - | 0,025 |

No Tanque Salinas as condições físico-química das suas águas estão dentro das condições básicas requeridas para a sobrevivência do pelo vetor *Biomphalaria glabrata* de acordo com a literatura e com os padrões de tolerância ambiental com exceção do fosfato, cor e DBO.

Tabela 08: Análise comparativa dos resultados físico-químicas da Lagoa da Constança – Itamaracá-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA 20/86.

| Parâmetros | Média | DP | Mínimo | Máximo | Mediana | Literatura apud Pieri, 1985 | CONAMA 20/86 Classe 2 |
|---------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------|
| T.°C | 29,43 | 1,13 | 29,00 | 32,00 | 29,00 | 41 | - |
| pH | 7,43 | 0,37 | 6,90 | 7,90 | 7,50 | 9,1 | 6,0-9,0 |
| condutividade mS/cm | 879,00 | 146,00 | 686,00 | 1100,00 | 912,00 | 2000 | - |
| salinidade g/L | 0,34 | 0,15 | 0,10 | 0,50 | 0,40 | - | 0,5 |
| TDS mg/L | 402,29 | 61,33 | 322,00 | 481,00 | 400,00 | - | 500 |
| OD mg/L | 3,09 | 1,86 | 0,50 | 5,40 | 3,60 | - | ≥ 5 |
| cloreto mg/L | 102,93 | 48,47 | 65,00 | 190,00 | 90,80 | 3500 | 250 |
| cor mg Pt/l | 101,67 | 28,58 | 60,00 | 150,00 | 100,00 | - | 75 |
| turbidez NTU | 16,07 | 16,15 | 3,90 | 47,90 | 11,35 | 230 | 100 |
| alcalinidade mg/L | 289,00 | 56,68 | 195,00 | 357,00 | 303,00 | 415 | - |
| dureza mg/L | 336,92 | 88,69 | 166,00 | 427,50 | 357,50 | 980 | - |
| DQO mg/L | 53,07 | 17,91 | 35,00 | 83,00 | 52,50 | - | - |
| nitrito mg/L | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | - | 1 |
| nitrato mg/L | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | - | 10 |
| amônia mg/L | 0,53 | 0,84 | 0,00 | 1,80 | 0,00 | 0,5 | 0,02 |
| ferro mg/L | 0,33 | 0,18 | 0,13 | 0,60 | 0,26 | 5,4 | 0,3 |
| sódio mg/L | 57,33 | 21,77 | 36,50 | 94,50 | 51,45 | 750 | - |
| potássio mg/L | 7,62 | 9,52 | 2,60 | 26,90 | 4,05 | 54,5 | - |
| cálcio mg/L | 45,00 | 12,85 | 33,90 | 64,60 | 38,30 | 129 | - |
| sulfato mg/L | 13,75 | 16,71 | 3,83 | 43,20 | 7,00 | 255 | 250 |
| DBO mg/L | 4,75 | 2,22 | 2,00 | 7,00 | 5,00 | - | 5 |
| ST mg/L | 692,33 | 203,37 | 464,00 | 854,00 | 759,00 | - | - |
| STF mg/L | 538,00 | 141,81 | 375,00 | 633,00 | 606,00 | - | - |
| STV mg/L | 154,33 | 66,01 | 89,00 | 221,00 | 153,00 | - | - |
| fosfato mg/L | 0,24 | 0,00 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | - | 0,025 |

Dentre os ambientes de água doce anteriormente analisados a Lagoa da Constança reúne o maior número de parâmetros dentro das condições dulcícolas para a sobrevivência do caramujo vetor e também as suas águas se enquadram dentro dos padrões do CONAMA, com exceção do fosfato, cor e amônia.

Tabela 09: Análise comparativa dos resultados físico-químicos do Charco Orange–Itamaracá-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA 20/86.

| Parâmetro | Média | DP | Mínimo | Máximo | Mediana | Literatura apud Pieri, 1985 | CONAMA 20/86 Classe 2 |
|---------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------|
| T.°C | 30,50 | 2,75 | 28,00 | 36,50 | 30,00 | 41 | - |
| pH | 7,00 | 0,47 | 6,40 | 7,60 | 6,90 | 9,1 | 6,0-9,0 |
| condutividade mS/cm | 488,00 | 40,24 | 433,00 | 562,00 | 490,00 | 2000 | - |
| salinidade g/L | 0,19 | 0,04 | 0,10 | 0,20 | 0,20 | - | 0,5 |
| TDS mg/L | 222,43 | 18,10 | 195,00 | 242,00 | 227,00 | - | 500 |
| OD mg/L | 2,34 | 2,95 | 0,00 | 8,50 | 1,00 | - | ≥ 5 |
| cloreto mg/L | 40,86 | 16,06 | 16,00 | 70,00 | 41,00 | 3500 | 250 |
| cor mg Pt/l | 212,86 | 193,80 | 30,00 | 600,00 | 210,00 | - | 75 |
| turbidez NTU | 128,49 | 120,99 | 22,60 | 375,00 | 71,00 | 230 | 100 |
| alcalinidade mg/L | 179,86 | 26,94 | 135,00 | 216,00 | 175,00 | 415 | - |
| dureza mg/L | 203,71 | 52,78 | 143,00 | 310,00 | 190,00 | 980 | - |
| DQO mg/L | 68,67 | 28,20 | 29,00 | 110,00 | 74,00 | - | - |
| nitrito mg/L | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | - | 1 |
| nitrato mg/L | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | - | 10 |
| amônia mg/L | 0,23 | 0,57 | 0,00 | 1,40 | 0,00 | 0,5 | 0,02 |
| ferro mg/L | 1,27 | 1,35 | 0,07 | 3,30 | 0,60 | 5,4 | 0,3 |
| sódio mg/L | 31,11 | 2,17 | 28,10 | 34,20 | 30,88 | 750 | - |
| potássio mg/L | 13,20 | 6,87 | 8,50 | 26,90 | 10,95 | 54,5 | - |
| cálcio mg/L | 10,42 | 5,42 | 5,60 | 18,80 | 8,10 | 129 | - |
| sulfato mg/L | 15,47 | 9,02 | 5,00 | 32,40 | 13,85 | 255 | 250 |
| DBO mg/L | 14,67 | 8,33 | 8,00 | 24,00 | 12,00 | - | 5 |
| ST mg/L | 780,50 | 695,31 | 311,00 | 1815,00 | 498,00 | - | - |
| STF mg/L | 557,75 | 542,73 | 200,00 | 1361,00 | 335,00 | - | - |
| STV mg/L | 222,75 | 191,73 | 51,00 | 454,00 | 193,00 | - | - |
| fosfato mg/L | 0,43 | 0,50 | 0,00 | 0,88 | 0,43 | - | 0,025 |

O Charco Orange abriga a maior quantidade de ferro das águas naturais analisadas deste estudo e apresenta os valores de fosfato, DBO, turbidez, cor, OD, fora dos limites determinados pelo CONAMA para a classe 2, embora dentro dos valores encontrados na literatura como toleráveis para o caramujo *Biomphalaria glabrata* como mostrado na tabela acima.

Tabela 10: Análise comparativa dos resultados físico-químicos da Lagoa Olho Dagua-Jaboatao dos Guararapes-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA 20/86

| Parâmetro | Média | DP | Mínimo | Máximo | Mediana | Literatura apud Pieri, 1985 | CONAMA 20/86 Classe 2 |
|---------------------|----------|----------|---------|----------|---------|-----------------------------|-----------------------|
| T.°C | 31,56 | 2,35 | 29,00 | 36,50 | 31,00 | 41 | - |
| pH | 7,88 | 0,45 | 7,30 | 8,50 | 7,80 | 9,1 | 6,0-9,0 |
| condutividade mS/cm | 13137,50 | 10142,99 | 2610,00 | 28700,00 | 9515,00 | 2000 | - |
| salinidade g/L | 7,73 | 6,24 | 1,60 | 17,20 | 5,30 | - | 0,5 |
| TDS mg/L | 7515,88 | 6431,89 | 1356,00 | 17600,00 | 4975,00 | - | 500 |
| OD mg/L | 8,58 | 4,55 | 1,80 | 17,20 | 8,00 | - | ≥ 5 |
| cloreto mg/L | 4266,88 | 3910,81 | 769,00 | 11371,00 | 2967,00 | 3500 | 250 |
| cor mg Pt/l | 245,00 | 164,06 | 60,00 | 500,00 | 175,00 | - | 75 |
| turbidez NTU | 68,78 | 67,85 | 16,70 | 207,00 | 43,50 | 230 | 100 |
| alcalinidade mg/L | 291,00 | 94,70 | 140,00 | 428,00 | 279,00 | 415 | - |
| dureza mg/L | 1764,83 | 1285,29 | 554,00 | 3700,00 | 1172,00 | 980 | - |
| DQO mg/L | 1406,13 | 889,85 | 263,00 | 2692,00 | 1298,50 | - | - |
| nitrito mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | - | 1 |
| nitrato mg/L | 0,09 | 0,08 | 0,01 | 0,21 | 0,10 | - | 10 |
| amônia mg/L | 0,11 | 0,30 | 0,00 | 0,80 | 0,00 | 0,5 | 0,02 |
| ferro mg/L | 0,33 | 0,19 | 0,10 | 0,63 | 0,32 | 5,4 | 0,3 |
| sódio mg/L | 2226,35 | 2096,16 | 365,60 | 5800,00 | 1542,50 | 750 | - |
| potássio mg/L | 103,83 | 86,29 | 30,00 | 250,00 | 70,00 | 54,5 | - |
| cálcio mg/L | 396,82 | 371,83 | 106,40 | 1120,00 | 305,00 | 129 | - |
| sulfato mg/L | 488,86 | 429,56 | 65,00 | 1296,00 | 437,00 | 255 | 250 |
| DBO mg/L | 98,33 | 58,11 | 40,00 | 200,00 | 90,00 | - | 5 |
| ST mg/L | 8916,00 | 8558,54 | 2012,00 | 22639,00 | 4832,00 | - | - |
| STF mg/L | 6970,83 | 6946,07 | 1544,00 | 17934,00 | 3342,50 | - | - |
| STV mg/L | 1945,17 | 1700,81 | 468,00 | 4705,00 | 1502,00 | - | - |
| fosfato mg/L | 0,44 | 0,30 | 0,10 | 0,67 | 0,54 | - | 0,025 |

As áreas peridomiciliares da Lagoa Olho Dágua apresentaram-se com valores do conteúdo salino (cloretos, condutividade, TDS, dureza e salinidade) mais acentuado ultrapassando os limites encontrados na literatura e nos padrões ambientais do CONAMA, o que representa de certa forma uma nova condição físico-química de sobrevivência da espécie vetora. Os dados de sulfato elevados indicam influência de fluxos de maré na área estudada.

Tabela 11: Análise comparativa dos resultados físico-químicos do Esgoto Olho Dagua-Jaboatão dos Guararapes-PE, da literatura pesquisada e do CONAMA 20/86.

| Parâmetro | Média | DP | Mínimo | Máximo | Mediana | Literatura apud Pieri, 1985 | CONAMA 20/86 Art. 21 |
|---------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------------------------|----------------------|
| T °C | 29,93 | 1,30 | 28,00 | 32,00 | 30,00 | 41 | < 40 |
| PH | 7,16 | 0,29 | 6,70 | 7,60 | 7,15 | 9,1 | 5,0-9,0 |
| condutividade mS/cm | 867,57 | 148,79 | 573,00 | 1038,00 | 877,00 | 2000 | - |
| salinidade g/L | 0,33 | 0,11 | 0,20 | 0,50 | 0,30 | - | |
| TDS mg/L | 404,43 | 54,11 | 300,00 | 466,00 | 406,00 | - | |
| OD mg/L | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | |
| cloro mg/L | 99,93 | 51,44 | 50,00 | 205,00 | 89,00 | 3500 | |
| cor mg Pt/l | 147,50 | 64,48 | 75,00 | 250,00 | 120,00 | - | |
| turbidez NTU | 101,50 | 35,41 | 41,70 | 145,00 | 109,50 | 230 | |
| alcalinidade mg/L | 266,29 | 43,89 | 220,00 | 358,00 | 260,00 | 415 | - |
| dureza mg/L | 144,17 | 48,49 | 103,00 | 250,00 | 127,40 | 980 | - |
| DQO mg/L | 307,60 | 146,89 | 181,00 | 560,00 | 266,00 | - | - |
| nitrito mg/L | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | - | 1 |
| nitrato mg/L | 0,09 | 0,07 | 0,01 | 0,20 | 0,08 | - | 10 |
| Amônia mg/L | 29,28 | 11,08 | 14,50 | 40,00 | 30,00 | 0,5 | 5 |
| Ferro mg/L | 0,80 | 0,30 | 0,40 | 1,30 | 0,82 | 5,4 | 15 |
| sódio mg/L | 75,28 | 20,23 | 55,20 | 105,30 | 72,55 | 750 | - |
| potássio mg/L | 16,68 | 1,91 | 13,80 | 19,20 | 16,60 | 54,5 | - |
| cálcio mg/L | 14,92 | 6,72 | 6,00 | 21,90 | 16,15 | 129 | - |
| sulfato mg/L | 25,20 | 7,77 | 16,20 | 37,20 | 23,40 | 255 | |
| DBO mg/L | 66,67 | 40,41 | 30,00 | 110,00 | 60,00 | - | 5 |
| ST mg/L | 461,40 | 58,95 | 400,00 | 539,00 | 466,00 | - | - |
| STF mg/L | 356,60 | 33,61 | 318,00 | 402,00 | 350,00 | - | - |
| STV mg/L | 104,80 | 35,42 | 72,00 | 161,00 | 93,00 | - | - |
| fosfato mg/L | 5,60 | 0,90 | 4,96 | 6,23 | 5,60 | - | |

O esgoto Olho Dagua apresenta valores típicos característicos de esgotos domésticos brutos segundo estudos realizados por von Sperling (1995) e Metcalf e Eddy (1995) com relação as cargas poluidoras representadas pela DBO e DQO.

Os altos teores de amônia indicam que as suas águas ao serem despejadas na Lagoa Olho Dagua provoca poluição no meio.

Em função da grande disponibilidade de parâmetros e localidades a serem avaliados, o que torna trabalhoso uma análise mais homogênea, utilizou-se a ferramenta estatística Análise de Componentes Principais (ACP) para selecionar a informação química mais relevante, comparando no gráfico todos os locais de coleta com os valores mais representativos. Sendo assim, foi possível a construção de gráficos bidimensionais que agrupasse essa informação e facilitasse a discussão dos dados.

A Figura 21 mostra o resultado da Análise de Componentes Principais (ACP) feita a partir da correlação de todos os parâmetros físico-químicos das análises de água de todas as localidades pesquisadas. Obteve-se dois gráficos da ACP com três componentes principais totalizando 82% das amostras caracterizadas por estas componentes, conforme os parâmetros destacados nas mesmas.

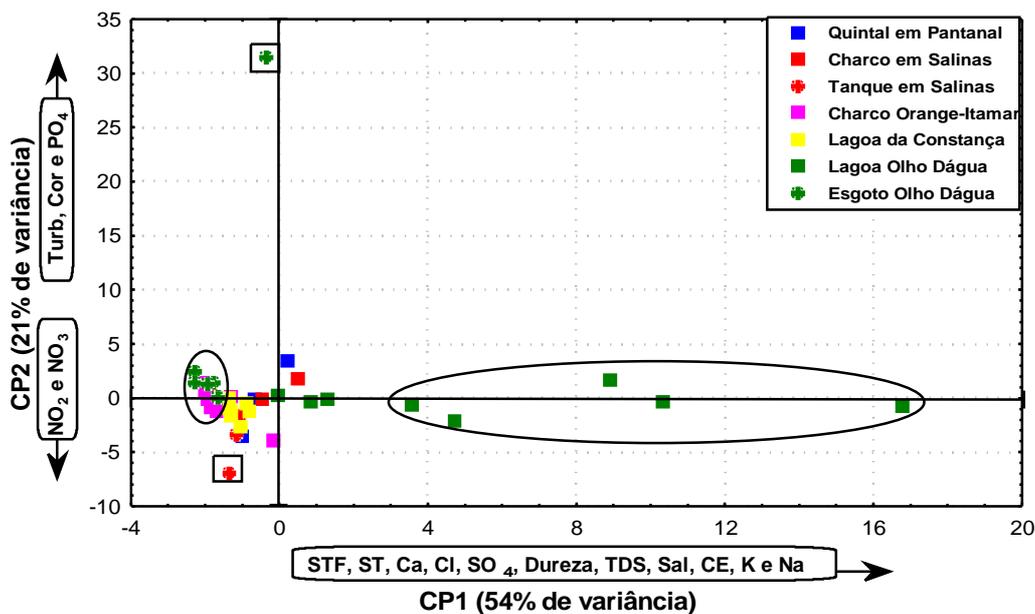


Figura 21: Gráfico dos escores dos objetos nas duas primeiras componentes principais da Análise de Componentes Principais para a caracterização das amostras de todas as localidades pesquisadas.

Na componente principal 1(CP1) da Figura 21, 54% das amostras foram caracterizadas pelo sódio, potássio, condutividade elétrica, salinidade, sólidos totais dissolvidos, dureza, sulfato, cloreto, cálcio, sólidos fixos e sólidos totais em suspensão. Os altos teores destes parâmetros foram encontrados na Lagoa Olho D'água no período de pós-chuvas em setembro/2002 e nos meses de novembro, fevereiro e dezembro, correspondentes aos meses de verão onde houve uma maior concentração de sais dissolvidos. Os baixos teores desses parâmetros foram encontrados nas demais amostras localizadas à direita do gráfico.

Na componente principal 2 (CP2) da Figura 22, 21% das amostras foram caracterizadas por altos teores de fosfato, cor e turbidez no quintal das casas em Pantanal e no Esgoto Olho D'água.

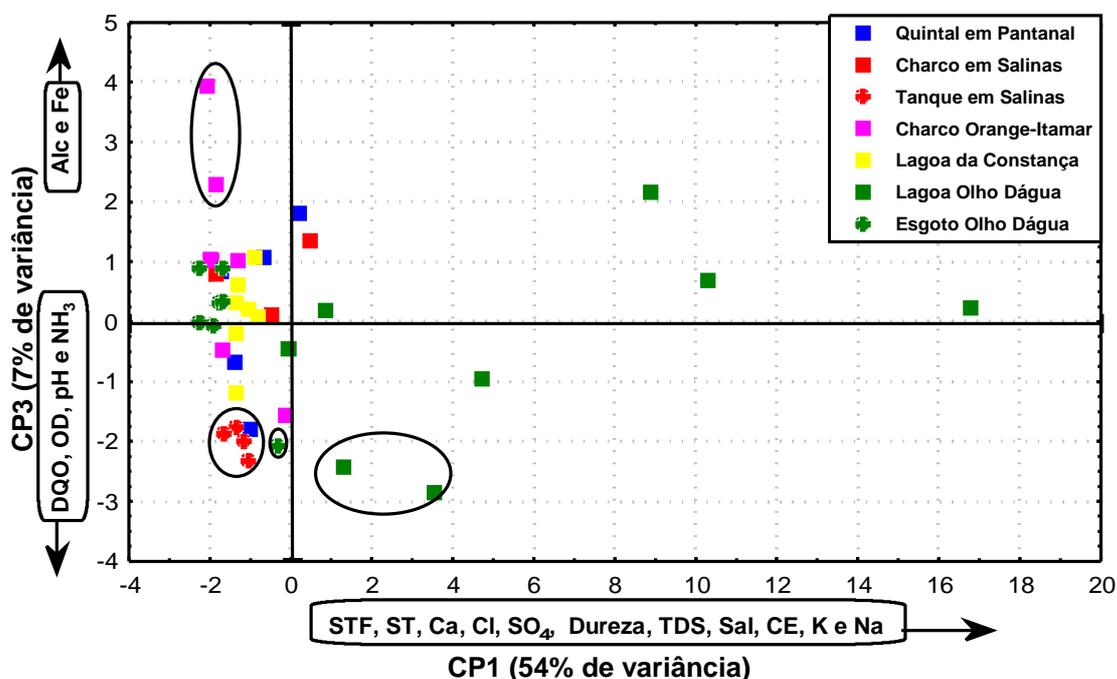


Figura 22: Gráfico dos escores dos objetos na primeira e terceira componente principal da ACP para caracterização das amostras de água de todas as localidades pesquisadas.

Na componente principal 3 (CP3), correspondente a Figura 22, 7% das amostras foram caracterizadas por altos teores de alcalinidade e ferro encontrados no Charco Orange, e altos teores de amônia, pH, OD, e DQO no Tanque Salinas e na Lagoa Olho D'água

Em relação aos valores médios dos íons que mais contribuem para a caracterização desses ambientes como sistemas dulcícolas, Esteves (1988) comenta que esses íons são sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio, carbonatos, bicarbonatos e sulfatos. Essas espécies químicas interferiram no equilíbrio iônico, proporcionando uma boa capacidade de tamponamento da água o que foi verificado pela pequena variação do pH (6,5-8,5) ao

longo do período de análise o que favorece a sobrevivência de organismos aquáticos, como pode ser visualizado na Figura 23.

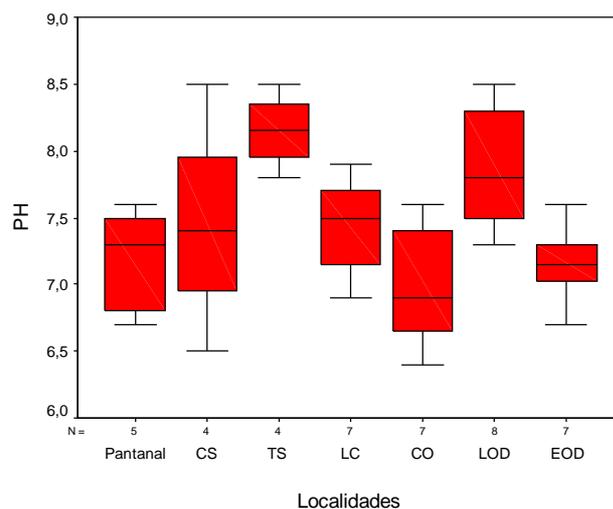


Figura 23: Variação dos valores de pH das amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho Dágua (LOD) e Esgoto Olho Dágua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes.

Para esta medida as águas da Lagoa Olho Dágua são alcalinas, variando de 7,3–8,5. Este resultado está de acordo com o obtido por Honorato(2002).

A matéria orgânica tem uma importância muito grande na sobrevivência dos caramujos vetores, pois fornece diversos ácidos orgânicos necessários ao seu metabolismo, os quais são utilizados por esses animais tanto em condições ambientais favoráveis como adversas (Bezerra; Kemper & Becker, 1999). A Figura 24 mostra a variação do teor de matéria orgânica nas localidades pesquisadas.

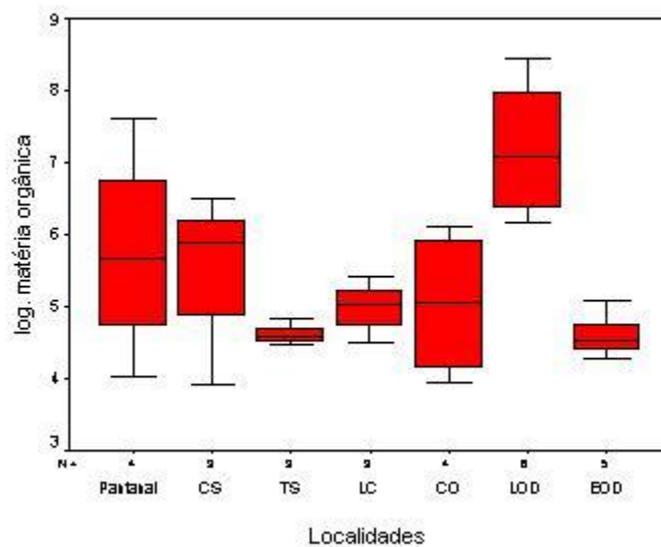


Figura 24: Gráfico do logaritmo dos valores da matéria orgânica das amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho Dágua (LOD) e o Esgoto Olho Dágua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes.

Analisando a Figura 24 é possível perceber que a Lagoa Olho Dágua apresenta a maior média de matéria orgânica em relação aos demais pontos. Esse valor está situado em torno de 7,0 da escala logarítmica.

Com relação aos criadouros lânticos de importância epidemiológica no Nordeste, Pieri (1985) comenta que são constituídos em sua maioria por criadouros temporários como charcos ou coleções de água empoçada. Como exemplo desses ambientes lânticos, os charcos das localidades de Salinas e Orange e as águas do quintal de casas em Pantanal também apresentaram valores significativos de matéria orgânica, situados entre 5 e 6 da escala logarítma.

As águas da Lagoa da Constança, tiveram uma média de matéria orgânica semelhante a média do Charco Orange, mostrando que apesar da distancia geográfica entre estes locais de coleta , são bastante semelhantes. do ponto de vista de fonte alimentar para os caramujos.

Os resultados apresentados na CP1 mostram a Lagoa Olho Dágua exibindo a maior variabilidade de componentes salinos. Esse comportamento também é mostrado no gráfico de salinidade da Figura 25. Com relação às outras localidades, observam-se características de água doce. Os valores de salinidade para as águas doces se situaram em torno do valor máximo permitido de 0,5 g/L, segundo a classificação CONAMA 20/86. O Charco Salinas apresentou uma pequena elevação da salinidade, chegando a ultrapassar o limite permitido para as águas doces.

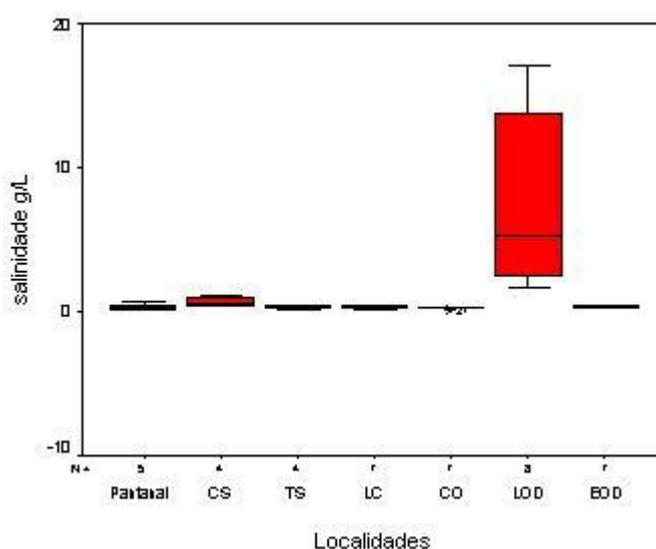


Figura 25. Variação dos valores de salinidade das amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho Dágua (LOD) e o Esgoto Olho Dágua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes.

Tendo em vista esse alto grau de salinidade apresentado pela Lagoa Olho D'água a discussão dos dados desse ponto de coleta, enfocará este aspecto que se constitui de grande relevância para sobrevivência de caramujos vetores da esquistossomose.

Nos meses de novembro e fevereiro de 2003 não se registrou a presença de caramujos nos pontos de coleta das áreas peridomiciliares da Lagoa Olho D'água (Jaboatão), talvez em função dos altos teores de sal e condutividade, bem como grandes quantidades de resíduos sólidos nas margens do ponto de coleta. No mês de setembro/2002, logo após o período de chuvas normalmente registrado no litoral, a salinidade encontrada chegou a 6,5 ‰, com a presença de caramujos vivos. Esse valor está cerca de 12 vezes acima do teor máximo de salinidade permitido para os corpos de água doce segundo a classificação CONAMA 20/86. Isto foi confirmado não só pela medida direta da salinidade, como também por meio dos teores de cloretos, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e sólidos fixos.

Segundo Barbosa (2000), o período de pós-chuvas (set-dez), preserva um ambiente mais equilibrado com relação ao aporte de água e calor em fontes perenes, favorecendo tanto a abundância como a positividade dos vetores.

Com relação ao valor máximo de salinidade, foi registrado 17,2 ‰ entre os meses de novembro e dezembro de 2002 na Lagoa Olho D'água, o que representa de certa forma uma condição inóspita para a sobrevivência da espécie vetora *Biomphalaria glabrata*.

A Figura 26 mostra a variação de salinidade da Lagoa Olho D'água e dos demais pontos de coleta durante o período de setembro de 2002 a junho de 2003.

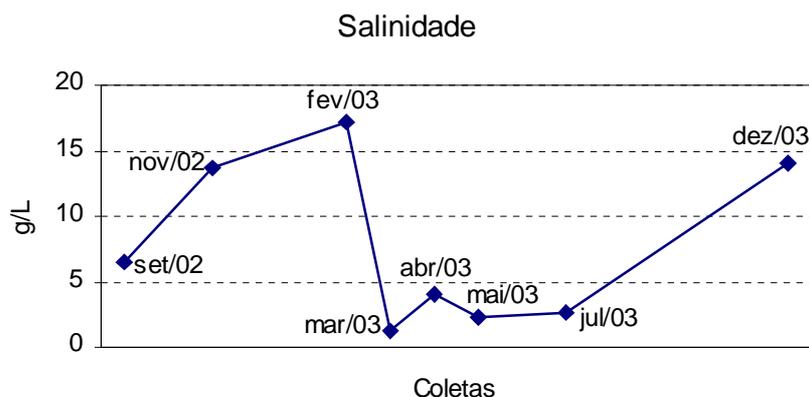


Figura 26: Variação da salinidade em (g/L) no peridomicílio da Lagoa Olho entre os meses de set. 2002 a dez. 2003.

Apesar dos valores acima exibidos, verifica-se que a espécie *Biomphalaria glabrata* consegue resistir tanto à redução do volume de água, como também à salinidades elevadas e com o retorno das condições ambientais favoráveis à sua sobrevivência, verificado nos meses seguintes, os moluscos voltam a povoar os habitats. É salientado também que o molusco sobrevive à influência dos fluxos das marés verificado na bacia de drenagem da Lagoa Olho D'água

Outros resultados apresentados por Luttermose & Castellanos (1945); Rey e Pessoa (1953); Herry, Cumbie & Jesus (1957); Pimentel & White (1959); Sturrock, (1974); Pointier et al (1977); Freitas (1978); McKillop & Harrison (1980); Michelson & Mota (1982); Patience, Thomas & Sterry (1983); Pieri (1985); Freitas (1990); Gazin & Audry (2000); que analisaram ambientes naturais de vetores da esquistossomose mansônica, tiveram valores de condutividade oscilando entre as faixas doce e salobra da classificação

CONAMA. As faixas de variação foram de 117 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de condutividade (maioria dos ambientes analisados), embora estes resultados se situem abaixo dos resultados obtidos por este estudo.

Os resultados da Demanda Química de Oxigênio (DQO) mostram que os altos valores deste parâmetro na Lagoa Olho D'água, podem ser atribuídos à interferência das altas concentrações do íon cloreto do que a uma carga poluidora condizente com esses resultados. A Figura 27 mostra a relação do íon cloreto com a DQO no peridomicílio Lagoa Olho D'água.

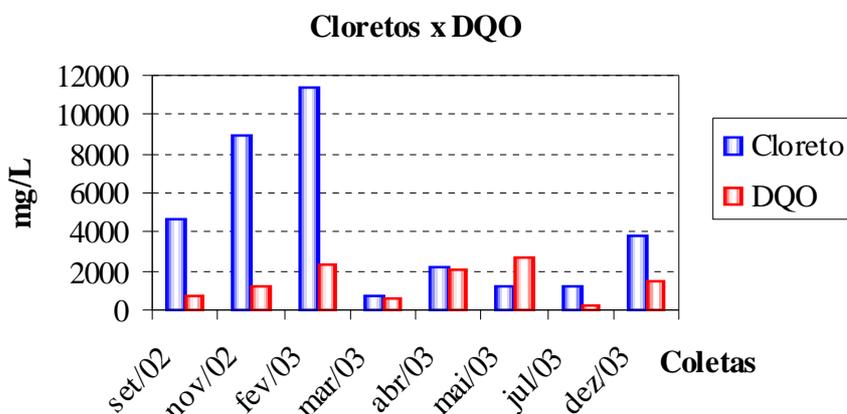


Figura. 27: Comparação dos valores de DQO obtidos nas amostras de água coletadas na Lagoa Olho D'água.

Em maio/2003 houve uma inversão, devido provavelmente ao efeito de diluição das chuvas ocorridas no período e o carreamento de outros sólidos que contribuíram para o aumento da DQO.

Sobre os valores de DBO, a Figura 28 mostra uma grande carga poluidora nas áreas peridomiciliares da Lagoa Olho D'água que recebe descargas de esgoto bruto por meio dos seus canais de alimentação. Outro fator contribuinte para este resultado, é o lançamento dos excrementos das comunidades, diretamente nas águas do entorno da lagoa, o que pode contribuir também para disseminação de doenças como a esquistossomose.

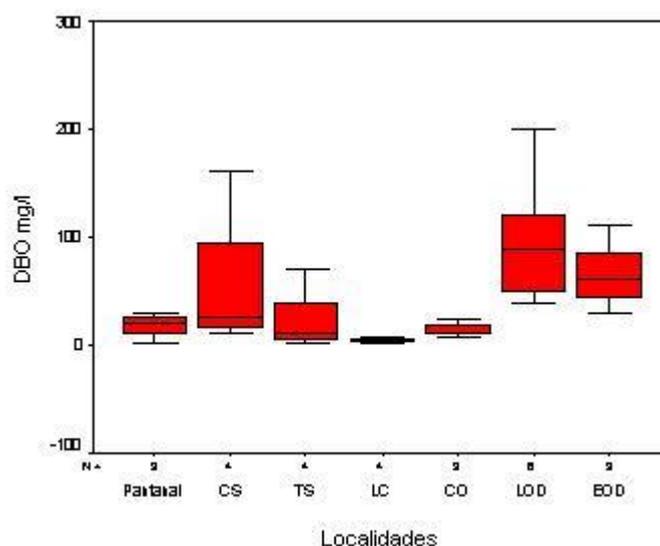


Figura 28: Variação de DBO nas amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho D'água (LOD) e o Esgoto Olho D'água (EOD) em Jaboatão dos Guararapes.

Outros valores elevados de DBO também foram encontrados no charco localizado na comunidade de Salinas (CS), Tanque Salinas (TS), Charco Orange e Pantanal com médias acima do máximo permitido para as águas de classe 2 que é de 5 mg/L, segundo a resolução CONAMA 20/86. A Lagoa da Constança permaneceu com uma média dentro do limite máximo de tolerância para este parâmetro. O Esgoto Olho D'água apresentou médias de DBO dentro de valores característicos de efluentes domésticos.

Em novembro de 2002 observou-se uma floração de microalgas, provavelmente devido ao aumento da poluição do meio. Por outro lado o teor de oxigênio dissolvido, visualizado na Figura 29, chegou a 11,8 mg/L naquele mês e a 17,2 mg/L em fevereiro/2003 em função da presença das algas e de uma alta luminosidade, favorecendo o aumento da produção de OD pela fotossíntese. Esses resultados estão de acordo com Branco (1983).

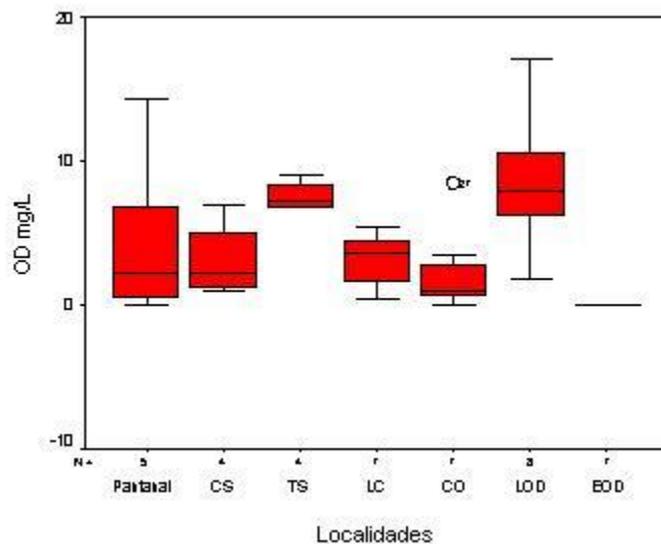


Figura. 29: Variação de Oxigênio Dissolvido nas localidades pesquisadas de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho Dágua (LOD) e o Esgoto Olho Dágua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes.

A temperatura é um parâmetro físico muito importante na sobrevivência de *Biomphalaria glabrata* em ambientes naturais. De acordo com o relatório da OMS (1957) o valor ótimo para a vida do vetor situa-se entre 20-26 °C e para eclosão dos seus ovos entre 26-28 °C (Barbosa, et al, 1990). Embora de acordo com Pimentel-Souza (1990), em

condições de laboratório, esse valor para eclosão pode oscilar entre 20-27,5 °C. Nas localidades pesquisadas neste estudo verificou-se picos de temperatura de 36,5 °C no Charco Orange e valores médios na faixa de 28-31 °C (Figura 30).

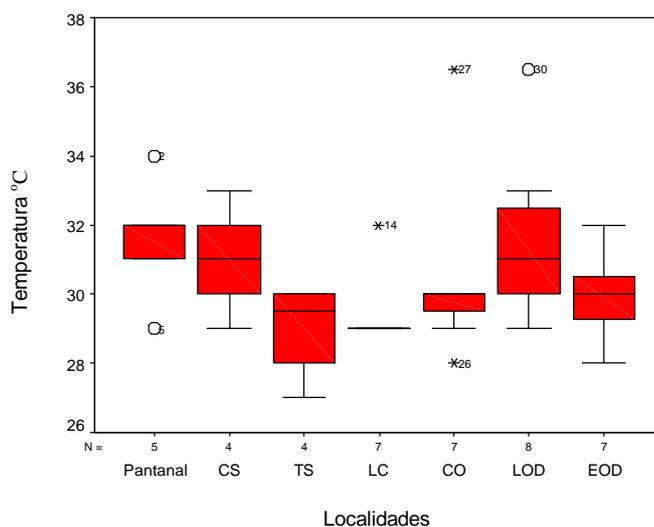


Figura 30: Variação dos valores de temperatura obtidas nas amostras de água coletadas nas localidades de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho Dágua (LOD) e o Esgoto Olho Dágua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes.

A amônia considerada tóxica para muitos organismos aquáticos foi encontrada em maior quantidade no Esgoto Olho Dágua e neste local foram achados caramujos sobrevivendo com teores médios de amônia de 39,2 mg/L (Figura 31). Segundo Thomas, Powles & Lodge (1976) o limite máximo que já pode inibir o crescimento da espécie é de 25 mg/L.

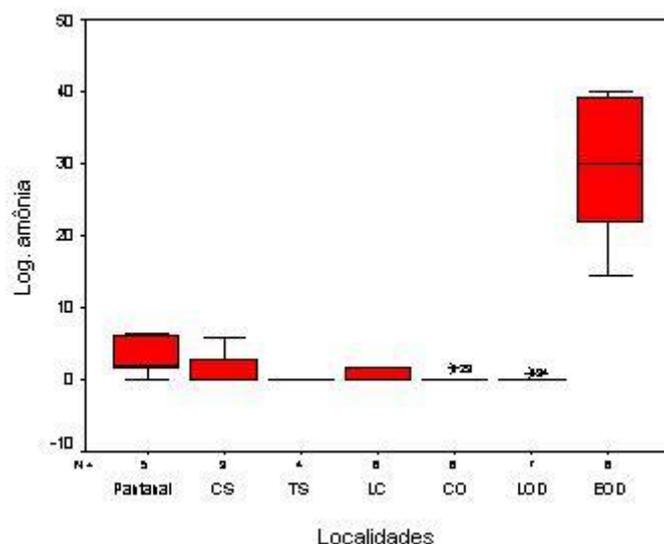


Figura 31: Variação de amônia nas localidades pesquisadas de Pantanal, Salinas (CS) e Tanque Salinas (TS) em Porto de Galinhas; Lagoa da Constança (LC) e Charco Orange (CO) em Itamaracá e Lagoa Olho Dágua (LOD) e o Esgoto Olho Dágua (EOD) em Jaboatão dos Guararapes.

Sobre as águas utilizadas para o cultivo dos caramujos em laboratório, estas apresentaram-se com os seguintes valores médios: salinidade (0,4 g/L), condutividade (964 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos totais dissolvidos (430 mg/L) e temperatura de 26,5°C, representando boas condições físico-químicas para o cultivo da referida espécie vetora.

7.2 Análise do Sedimento

A análise do sedimento se faz importante para enfatizar o papel que este componente tem no processo de fixação do vetor em ambientes costeiros e interioranos, pois sendo seres detritivos, os caramujos utilizam também substâncias do sedimento para

auxiliar na sua alimentação (Pieri, 1985; Barbosa, 1995) A Tabela 12 mostra dos resultados dessas análises.

Tabela 12. Resultado das análises dos sedimentos

| % | Charco Orange Itamaracá-PE | Lagoa Olho D'água Jaboatão-PE | Lagoa da Constança-Itamaracá-PE | Esgoto Olho D'água-Jaboatão-PE | Pantanal-P.de Galinhas-PE | Charco Salinas-P. de Galinhas-PE |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| SiO₂ | 52,63 | 57,15 | 37,99 | 65,27 | 65,29 | 16,62 |
| Al₂O₃ | 20,47 | 3,16 | 1,2 | 18,72 | 9,7 | 4,18 |
| CaO | 1,06 | 14,24 | 42,75 | 1,76 | 4,12 | 4,2 |
| Fe₂O₃ | 10,78 | 5,35 | 1,22 | 5,37 | 3,72 | 10,18 |
| TiO₂ | 2,91 | 0,62 | 0,3 | 1,6 | 1,49 | 0,78 |
| P₂O₅ | 1,02 | 1,28 | 0,85 | 1,36 | 2,55 | 1,35 |
| SO₃ | 0,7 | 6,28 | 1 | 0,83 | 1,7 | 12,34 |
| K₂O | 0,41 | 1,95 | 0,55 | 0,76 | 3,33 | 2,17 |
| Cr₂O₃ | 0,05 | 0,1 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,02 |
| MnO | 0,04 | 0,03 | | 0,01 | 0,03 | 0,05 |
| ZrO₂ | 0,4 | 0,12 | | 0,09 | 0,15 | 0,13 |
| CuO | | 0,01 | | 0,01 | 0,08 | 0,01 |
| ZnO | 0,01 | 0,01 | | 0,02 | 0,03 | 0,08 |
| SrO | 0,01 | 0,07 | 0,58 | 0,01 | 0,03 | 0,08 |
| NiO | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Na₂O | | 0,41 | | | | 0,12 |
| MgO | | 0,45 | | 0,08 | | 0,27 |
| Ga₂O₃ | 0,01 | | | | | |
| Br | | 0,03 | 0,01 | | | 0,03 |
| Rb₂O | | 0,01 | | | 0,01 | 0,02 |
| Nb₂O₅ | 0,01 | | | | | |
| BaO | | | | | | 0,06 |
| PbO | 0,01 | | | | 0,01 | 0,01 |
| ThO₂ | | | | | | |
| PF | 9,41 | 8,71 | 13,47 | 4,02 | 7,65 | 47,25 |
| Total | 99,95 | 100 | 100 | 99,97 | 99,97 | 99,96 |

PF= Perda ao fogo

De acordo com o resultado da análise do sedimento os elementos mais abundantes nesses ambientes foram Si, Al, Fe e Ca.

O ferro e o cálcio se relacionam diretamente com a sobrevivência do caramujo vetor. O cálcio é necessário ao processo de biomineralização da concha (Becker & Marxen 2000) e o ferro constitui a hemoglobina e a ferritina (Heneine, 1970). Os maiores diâmetros de conchas nas espécies de *Biomphalaria glabrata* coletadas nas áreas foi encontrado nos caramujos da Lagoa Olho D'água ($26,2 \text{ mm} \pm 4,11$) e nos caramujos da Lagoa da Constança ($24,7 \text{ mm} \pm 5,48$). Através de mecanismos de solubilização do sedimento, esses metais são disponibilizados para o caramujo que, por meio da ingestão de água, sintetiza-os formando as metaloproteínas, tão fundamentais ao seu desenvolvimento. Esse processo de solubilização de metais é representado de certa forma por um equilíbrio químico dinâmico do meio, pois ao mesmo tempo em que se tem a fixação dos metais no sedimento da lagoa, tem-se também a solubilização dos complexos metálicos pelas condições ambientais tais como, salinidade, pH, temperatura e hidrodinâmica. (Brayner, 1998) Essas condições ambientais são mais favoráveis na Lagoa Olho D'água visto que cálcio está presente em maior quantidade nas suas águas, cuja concentração média foi de 352,8 mg/L.

O cromo (Cr), metal pesado de elevado potencial tóxico aos ecossistemas aquáticos, apresentou-se em maior quantidade no peridomicílio da Lagoa Olho D'água, indicando contaminação dessas áreas.

O estrôncio (Sr) teve uma concentração percentual de 0,58 na Lagoa da Constança. Pertencente a família dos metais alcalinos terrosos de grande importância para espécies de caramujos pois, de acordo com Esteves (1988), na falta momentânea de cálcio, os caramujos vetores conseguem substituir este elemento pelo estrôncio.

7.3. Análise do Fitoplâncton

Nos ecossistemas de água doce a biomassa planctônica é constituída em parte por microplantas que são as grandes e principais responsáveis pelo suprimento alimentar da cadeia trófica. Dada essa importância para a manutenção da vida aquática foi realizado um estudo exploratório, relacionando os grupos e espécies mais encontrados nos ambientes referenciados neste estudo e que contribui para a sobrevivência da espécie *Biomphalaria glabrata* e manutenção dos focos litorâneos como transmissores da esquistossomose. As espécies encontradas nas localidades estudadas estão mostradas nas Tabelas 13 a 17. As fotos se encontram no Anexo.

Tabela 13. Relação das espécies de microalgas encontradas na Lagoa da Constança-Itamaracá-PE

| Clorophyta | Euglenophyta | Bacillariophyta | Xanthophyta | Cyanophyta |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| Scenedesmus acuminatus f. maximus | Phacus sp1 | Frustulia rhomboides | Cryptomonas sub-ovalis | Merismopedia sp |
| Scenedesmus acuminatus var. Elogantus | Phacus sp2 | | | Oscillatoria sp |
| Chorella vulgaris | Euglena sp | | | Lyngbia sp |
| Monoraphidium arcuatum | Lepocyndis sp | | | Spirulina sp |
| Scenedesmus quadriculata | | | | |
| Monoraphidium griffithii | | | | |
| Coelastrum pseudomicroporum | | | | |
| Coelastrum microporum | | | | |
| Oocystis lacustris | | | | |

Obs. Em vermelho espécie em floração

Tabela 14 - Relação das espécies de microalgas encontradas na Charco Orange-Itamaraca-PE

| Bacillariophyta | Cyanophyta |
|------------------------|------------------------|
| <i>Hantzsehia sp</i> | <i>Oscillatoria sp</i> |

Tabela 15-Relação das espécies de microalgas encontradas no Tanque Salinas-Porto de Galinhas-PE

| Clorophyta | Bacillariophyta | Cyanophyta | Xanthophyta |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| <i>Tetrastrum elegans</i> | <i>Cyclotella sp</i> | <i>Merismopedia sp</i> | <i>Cryptomonas sp</i> |
| <i>Oocystis sp</i> | | <i>Oscillatoria sp</i> | |
| <i>Golenkinia sp</i> | | | |
| <i>Scenedesmus quadriculata</i> | | | |
| <i>Monoraphidium arcuatum</i> | | | |

Tabela 16- Relação das espécies de microalgas encontradas na Lagoa Olho D'água-Jaboatão dos Guararapes-PE

| Clorophyta | Pgrophyta | Bacillariophyta | Xanthophyta | Cyanophyta |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| <i>Oocystis sp</i> | <i>Peridinium sp</i> | <i>Navicula sp</i> | <i>Cryptomonas sp1</i> | <i>Microcystis aeruginosa</i> |
| | <i>Gymnodinium sp</i> | <i>Chaetocerus diversus</i> | <i>Cryptomonas sp2</i> | <i>Limnospira sp</i> |
| | | | | <i>Geitlerinema</i> |

Obs. Em vermelho espécie em floração

Tabela 17- Relação das espécies de microalgas encontradas no Esgoto Olho D'água- Jaboatão dos Guararapes-PE

| Bacillariophyta | Cyanophyta |
|------------------------|--------------------------|
| <i>Synedra sp</i> | <i>Limnospira sp</i> |
| | <i>Spirulina sp</i> |
| | <i>Pseudoanabaena sp</i> |

Lyra et al, (1983) analisaram a microflora de charcos interiores no município de Castro Alves, Bahia, e observaram que o fitoplâncton tanto em quantidade, quanto em variedade em muito superou a microfauna desses ambientes, correlacionando com a presença de caramujos *Biomphalaria glabrata*. Resultados semelhantes foram obtidos nas áreas litorâneas de Pernambuco. Estavam presentes nas amostras várias espécies de Cyanobacteria, Chlorophytas, Bacillariophyta, Euglenophyta e menor frequência espécies de Xanthophyta, Pgrophyta. Todas as espécies encontradas são representantes do plancton de água doce. Destaca-se a espécie *Chaetocerus diversus* encontrada na Lagoa Olho D'água, que pode viver tanto em meios dulcícolas como em ambiente marinho, o que contribui para a caracterização das águas da lagoa como bem salinizadas (Tabela 16).

Entre os ambientes analisados a Lagoa da Constança com características dulcícolas e a Lagoa Olho D água com características físico-químicas salobras, apresentaram-se com uma maior quantidade e diversidade de espécies fitoplanctônicas, algumas até em floração. Na Lagoa da Constança observou-se *Euglena sp* e na Lagoa Olho D água a espécie em floração foi a *Microcystis aeruginosa*, constituindo-se em bons indicadores biológicos de saprobidade e poluição das águas (Tabelas 13 e 16) As espécies do gênero *Scenedesmus* foram registradas com maior frequência na Lagoa da Constança, o que ressalta mais um aspecto das águas doces desse ambiente. As fotos de algumas algas encontram-se ilustradas no anexo.

As concentrações de nitrito e nitrato são indicadoras das condições do meio para avaliar a presença de microalgas. Os valores da concentração de nitrito e nitrato mantiveram-se em níveis baixos nas duas lagoas mostrando a utilização desses nutrientes pelas microalgas como mostrado na Tabela 18.

Tabela 17. Concentração de nitro e nitrato nas águas da Lagoa da Constança e na Lagoa Olho D água

| Parâmetro | Lagoa Olho D água (valores médios) mg/L | Lagoa da Constança (valores médios) mg/L |
|------------------|--|---|
| Nitrito mg/L | 0,02 | 0,01 |
| Nitrato mg/L | 0,09 | 0,01 |

Dentre as Cyanobactéria, as espécies do gênero *Oscillatoria* foram frequentes e com relação as Chlorophytas constantou-se espécies de *Oocytis* no Charco de Orange, no Tanque Salinas e na Lagoa da Constança.

A população de microplantas em ecossistemas de água doce, possui uma variabilidade temporal e espacial. Os resultados apresentados por Lyra et al (1983) mostram uma certa linearidade, alterando em pequena extensão, apenas o quantitativo de algumas espécies. Com relação a essa variabilidade, Freitas & Santos (1995) comentam que a sobrevivência do vetor não é muito afetada por flutuações na densidade das microalgas, pois tal fenômeno não provoca seletividade dos caramujos por espécies de fitoplancton. Foi observado ainda, segundo o mesmo estudo, uma relação direta e positiva da presença de fitoplâncton com a nutrição de caramujos vetores da esquistossomose.

Sendo assim, vale considerar que, apesar de ter sido feita apenas uma coleta em dezembro de 2003 para analisar o componente biológico fitoplâncton nos ambientes anteriormente descritos, a diversidade das espécies encontradas principalmente na Lagoa Olho D'água e na Lagoa da Constança reflete a importância desses focos na manutenção e sobrevivência do caramujo *Biomphalaria glabrata*.

7.4 Análise de metais pesados em *Biomphalaria glabrata*

Esta avaliação foi constituída por num estudo preliminar sobre a potencialidade da espécie de molusco *Biomphalaria glabrata* em reter metais pesados e consequentemente servir como bioindicador em ambientes costeiros, dos níveis de poluição das águas. A Figura 31 mostra o resultado das análises de metais.

Convém ressaltar que em função dos diâmetros em que se encontravam os caramujos, só foi possível obter uma massa significativa para análise nos caramujos das localidades da Lagoa Olho D'água, Lagoa da Constança e no Tanque Salinas.

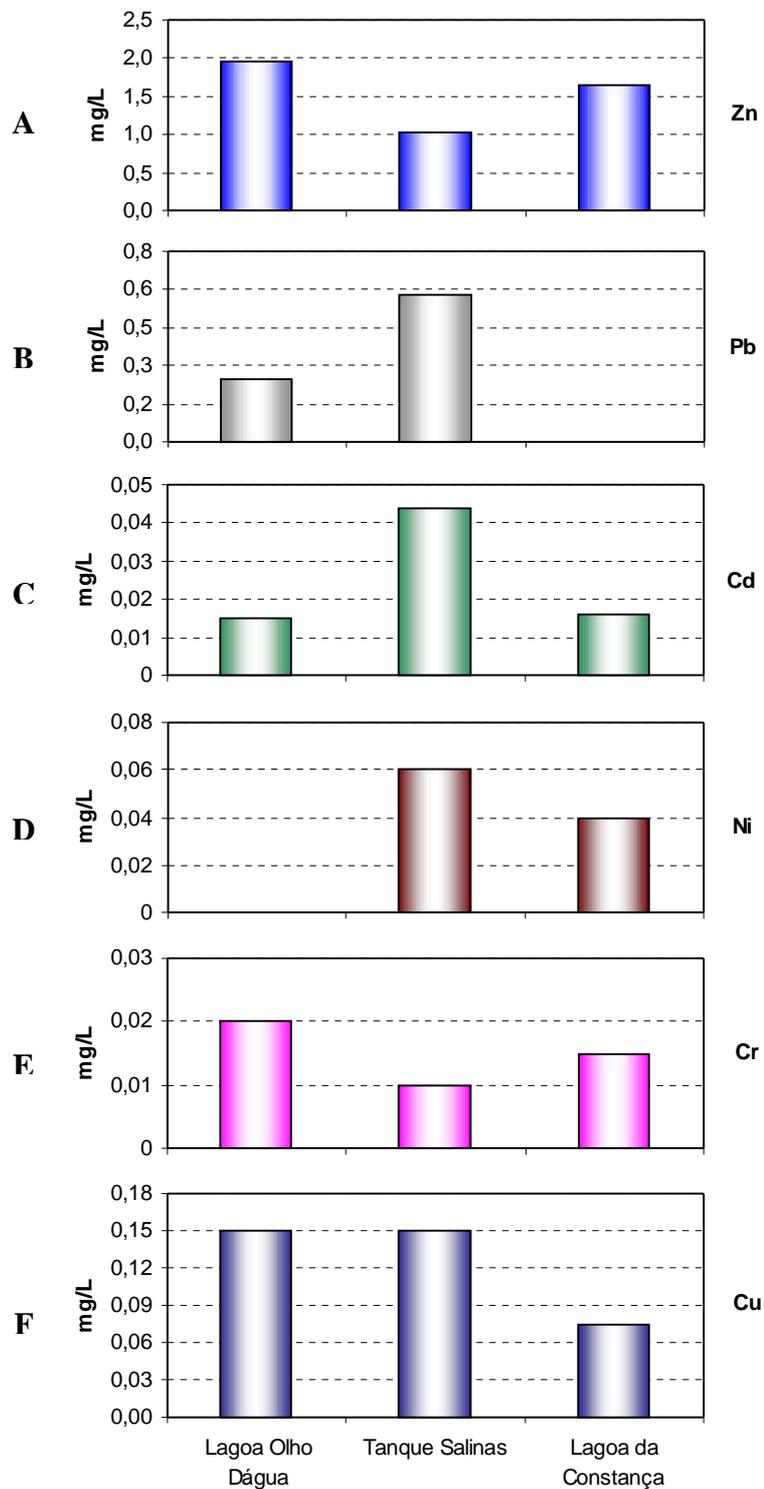


Figura 32: Concentração dos metais nas diferentes localidades pesquisadas.

O chumbo na Lagoa da Constança e o níquel na Lagoa Olho D'água encontra-se abaixo do nível de detecção do método.

Estudos experimentais realizados por Herry, Cumbie e Jesus, (1959), mostraram que 1 mg/L de cobre em água destilada com 150 mg/L de sólidos dissolvidos geralmente provocam retração do caramujo na concha, sangria e morte dentro de um período de exposição de 24 horas. Segundo o mesmo estudo, este mesmo efeito é verificado com concentrações semelhantes de zinco e cádmio.

Pieri & Jurberg (1981) ressaltam que as concentrações de cobre em que pode ser observado algum efeito tóxico, varia de 0,001 a 1 ppm em condições experimentais. Nos ambientes analisados foram obtidas as concentrações de 0,15mg/L para a Lagoa Olho D'água, 0,15 mg/L para o Tanque Salinas e 0,08mg/L para a Lagoa da Constança. No estudo dos caramujos nas águas dos habitats litorâneos de Pernambuco, a concentração de cobre encontrada esteve abaixo da concentração inibidora, citada por Herry, Cumbie e Jesus, (1959). Já o zinco manteve-se acima de 1 mg/L na Lagoa Olho D'água e na Lagoa da Constança. Em campo, não foi observada reações adversas nos moluscos coletados, sugerindo uma resistências desses animais a concentrações de metais pesados

Sobre a utilização de espécies de *Biomphalaria glabrata* como bioindicadores Freitas (1976) comenta que os caramujos da espécie *Biomphalaria glabrata*, podem servir como indicador de poluição em ambientes que recebem descargas de petróleo.

A utilização do referido caramujo como bioindicador corrobora com pesquisas de Mastkovic, et al (2004).

Mastro e Kikuchi, (1998); Franca e Leal, (1982, 1982a); estudaram a capacidade de Biomphalarídeos em acumular radioisótopos de césio, estrôncio, selênio e ferro e

constatarem a viabilidade da utilização destes moluscos como marcadores em ambientes de importância epidemiológica para o estudo da dispersão e dinâmica de sua população.

Guerrero et al., demonstraram que *Biomphalaria glabrata* pode servir também como um modelo experimental na análise de contaminação por arsênio (As).

7.5 Teste de Tolerância à Salinidade

A partir dos testes de salinidade em campo realizados em setembro de 2002, nos quais foram encontrados caramujos da espécie *Biomphalaria glabrata* em águas salobras com condutividade 11430 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e salinidade de 6,5‰ na região hidrográfica da Lagoa Olho D'água, foi montado um experimento de laboratório para avaliar a tolerância desta espécie à salinidade.

Os resultados do teste de sobrevivência de *Biomphalaria glabrata* à salinidades foram os seguintes: A CL_{50} para os caramujos do grupo controle foi de 6,918 (8,035-6,166) g/L ao passo que para os da Lagoa Olho D'água foi de 4,102 (4,529-3,648) g/L. Estes resultados estão representados graficamente nas Figuras 33 e 34.

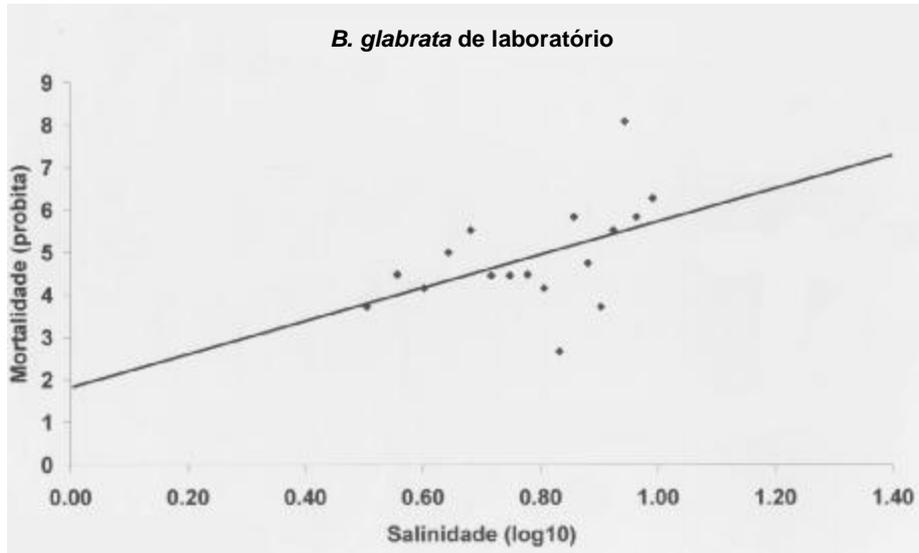


Figura 33. Dispersão da análise probita para os caramujos do grupo controle (caramujos de laboratório).

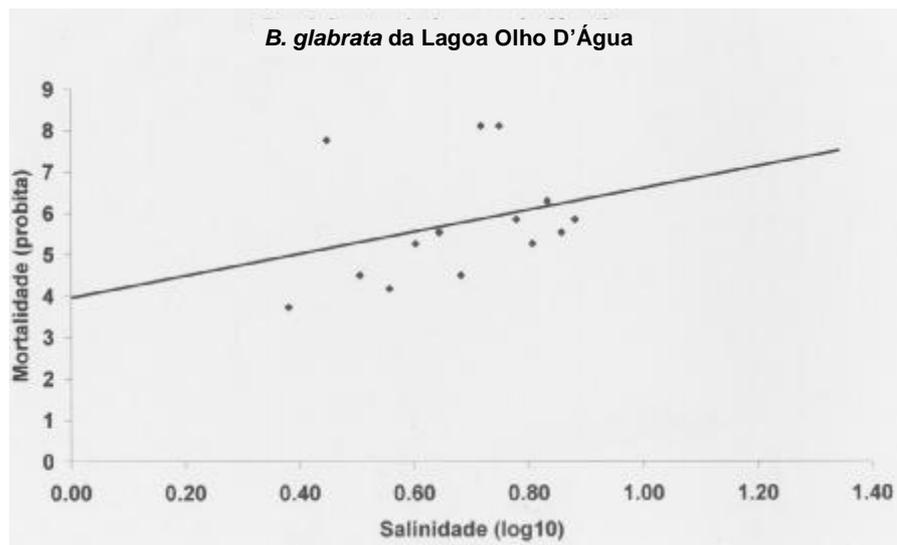


Figura 34 Dispersão da análise probita para os caramujos do grupo experimental (caramujos de campo)

Devemos considerar o sistema osmoregulatório do caramujo para explicar os resultados. A vida nos ecossistemas aquáticos é determinada também pela pressão osmótica exercida a partir da diferença de concentração de eletrólitos entre o meio interno (animal) e externo (solução), através das membranas celulares que têm permeabilidade seletiva.

Por definição a osmose representa o fluxo de solvente, através de uma membrana em uma solução mais concentrada (Atkins, 2000). Sendo assim, uma espécie selecionada em um ambiente mais salino, quando exposta a baixas concentrações de sal não consegue prevenir a entrada de água no seu interior, rompendo portanto as suas células. Já espécies selecionadas em ambientes menos salinos, conseguem equilibrar a pressão interna com a pressão externa (equilíbrio osmótico), sentindo os efeitos da pressão dos eletrólitos apenas em concentrações maiores que rompem esse equilíbrio. Devido a esse efeito, os caramujos da Lagoa Olho D'água não conseguem minimizar a entrada excessiva de água, morrendo a baixas concentrações. Já os caramujos de laboratório, procedentes de uma colônia já selecionada em ambientes de água doce, conseguem tornar mais seletiva a permeabilidade celular, prevenindo a entrada de água e portanto resistindo mais ao efeito dos gradientes de concentração. Pode-se considerar também que o cloreto de sódio não exerce um efeito tóxico tão acentuado. Esse resultados estão de acordo com os obtidos por Pimentel e White (1959).

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES

1. Com relação às características físico-químicas, as águas coletadas na Lagoa Olho D'água são salobras em grau acentuado com média geral de salinidade de cerca de 15 vezes maior que o padrão máximo aceito para as águas doces que é de 0,5 g/L.
2. As populações de *Biomphalaria glabrata*, analisadas neste estudo resistem a valores ambientais físico-químicos bem acima dos referenciados na literatura.
3. As análises de sedimento e fitoplâncton sugerem que a abundância de microalgas contribuem para a proliferação de vetores da esquistossomose fornecendo alimento a cadeia trófica e todos os seus componentes. As altas concentrações máximas de ferro (10,78 %), cálcio (42,75 %) e matéria orgânica (47,28 %) no sedimento ajudam no desenvolvimento do caramujo vetor.
4. As concentrações de metais pesados como zinco e cádmio da ordem de 2,0 mg/L e 0,045 mg/L respectivamente, parecem não provocar nenhum

efeito inibidor nos moluscos vetores encontrados no campo, diferentemente dos relatos de literatura.

5. Os caramujos da espécie *Biomphalaria glabrata* apresenta um potencial uso como bioindicador da contaminação por metais pesados.
6. O teste de resistência à salinidade mostra que a espécie de *Biomphalaria* estudada está selecionada à viver em ambientes mais salinos.
7. A diversidade de fatores ecológicos analisados neste trabalho contribui para a espécie de *Biomphalaria* colonizar criadouros também diversos, aumentando as possibilidades de expansão da esquistossomose.
8. Recomenda-se aos órgãos de saúde e vigilância ambiental uma maior atenção em regiões estuarinas salobras bem como o monitoramento da tendência de salinização das águas em regiões endêmicas para a esquistossomose.
9. A solução dos problemas causados por doenças de veiculação hídrica, como a esquistossomose é o investimento em esgotamento sanitário, para impedir o contato das pessoas com as águas contaminadas.

CAPÍTULO 9

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Y.M.; SOUZA-FILHO, J.V.; BRINGEL, M.J.A.; BARROS, JR., E.A.; DIAS JR., E.A.; .; Movimentos migratórios e a expansão da esquistossomose no estado do Ceará. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 33, supl.1, p.48, 1991.

AMARAL, R. S., PORTO, M. A. S. Evolução e Situação Atual do controle da Esquistossomose no Brasil. **Revista Brasileira de Medicina Tropical**, v.27, supl.3, p.73-89, 1994.

ATKINS, P.W.; JONES, L.; **Princípios de Química**. Porto Alegre, Bookman, 2001.

BARATA, C.H.; NETO, H.V.S.; CUNHA, I.C.L.; RODRIGUES JR., V.; PRATA, A.; Novo foco de esquistossomose mansoni em sacramento, Alto do Parnaíba, Minas Gerais, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 33 (supl.1):379, 2000.

BARBOSA, F. S.; OLIVIER, L. Studies on the snail vectors of bilharziasis mansoni in north-eastern Brazil. **Bulletin of the World Health Organization**. 18: 895-908.1958

BARBOSA, F. S.; CARNEIRO, E.; BARBOSA, I.; **Manual de Malacologia Médica**. Fundação Gonçalo Muniz (ed), Salvador, 1990

BARBOSA, F. S. BARBOSA, C. S. The bioecology of snail vectors for schistosomiasis in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**.10(2): 200-9.1994.

BARBOSA, F. S. (ORGANIZADOR) **Tópicos em Malacologia Médica**. Rio de Janeiro. Ed. FIOCRUZ, 1995.314p.

BARBOSA, C..S.; BARBOSA, F.S.; Dispersão de *Biomphalaria straminea* no Estado de Sergipe: um estudo comparativo com dezanove anos de intervalo. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.84, n.3. p.383-387, 1989.

BARBOSA, C..S.; BARBOSA, F.S.; ARRUDA, F.; Long term controlled field experiment in the competition between two species of *Biomphalaria* snail vector of *S. mansoni* in Northeastern Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro: v.9, n.2, p.170-176, 1993.

BARBOSA, C.S.; Cultivo em massa de *Biomphalaria Straminea*. In: **Tópicos de Malacologia Média**. Frederico Simões Barbosa(Org.), Rio de Janeiro, Fiocruz, 1995.Cap.6, p-297-299.

BARBOSA , C. S.; SILVA, C. B.; BARBOSA, F. S. Esquistossomose : reprodução e expansão da epidemia no Estado de Pernambuco , Brasil. **Revista de Saúde Publica**. 30(6): 609-6 16.1996.

BARBOSA, C. S.; BARBOSA, F. S. Padrão epidemiológico da esquistossomose em comunidade de pequenos produtores rurais de Pernambuco, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro 14(1): 129-37.1998.

BARBOSA, C. S.;GONCALVES, J. F.; ALBUQUERQUE, Y.; BARBOSA, F. S. Urban schistosomiasis in Itamaracá Island , Pernambuco, Brasil: Epidemiological Factors Involved in the recents endemic Process. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, 93(1): 265-66.1998.

BARBOSA, C..S.; PIERI, O.S.; Aspectos epidemiológicos e malacológicos da esquistossomose mansônica na Ilha de Itamaracá, Pernambuco. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo:, v.34, n.4, p.33-41, 2000.

BARBOSA, C. S.; PIERI, O.S.; SILVA, C. B. BARBOSA, F. S. Ecoepidemiologia da esquistossomose urbana na ilha de Itamaracá, Estado de Pernambuco. **Revista de Saúde Pública** 34 (4): 337-341.2000.

BARBOSA, C. S. DOMINGUES, A. L. C.; ABATH, F.; MONTENEGRO, S. M. L.; GUIDA, U.; CARNEIRO, J.; TABOSA, B.; MORAIS, C. N. L.; SPINELLI, V. Epidemia da esquistossomose aguda na praia de Porto de Galinhas , Pernambuco, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro 17 (3): 725-28. 2001.

BARBOSA, A.S.; BARBOSA, C..S.; BARBOSA, F.S.; A historical perspective and prospects of biomedical reseach on parasitic diseases_ **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. São Paulo: v.43, n.4, p.209-212, 2001a.

BICHARA, C. N. C. SOARES, I. S.; RODRIGUES, I. R. C. in LEAO, R. N. Q. de. **Doenças infecciosas e parasitarias**. Ed. CEJUP. Belém 1997.p-687-99.

BRANCO, S. M. ;MATHEUS, C. E. Desenvolvimento de aramujos planorbídeos em lagoas de estabilização de esgotos . **Revista DAE (SABESP)** São Paulo n. 135.p-37-41.1983.

BRAYNER, F. M. M. **Determinação de taxas de retenção de metais traço por sedimentos orgânicos em um viveiro de piscicultura em área estuarina e urbana; Tese de doutoramento** - Escola de Engenharia de São Carlos -USP. São Paulo,1998.103p.

CETESB. **Análises Físico- Químicas de Águas**. Normas Técnicas 07. São Paulo, 1978.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE RECURSOS HÍDRICOS-CPRH. **Monitoramento das Bacias Hidrográficas do Estado de Pernambuco**. Relatório Técnico, 2003.

CONAMA (Resolução) 20/86. Publicado no Diário Oficial da União (DOU de 30/07/86)

COUTINHO,E.; ABATH, F.; BARBOSA, C.S.; DOMINGUES, A L.; MONTENEGRO, S.; SOUZA, W.V.; COUTINHO, A factors involved in *S. mansoni* infection in rural areas in Northeast Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro v.92, n.5, p.707-712, 1997 Rio de Janeiro.

DANNEMANN, R. D. A.; PIERI, O.S. Lamella formation and emigration from the water by a laboratory colony of *Biomphalaria glabrata* (say) in a flow-through system. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro 87(1): 87-90.1992.

DEJONG, R.; PARAENSE, L.; POINTIER, J.P.; BARBOSA, C.S.; MORGAN, J.; SOUZA, C.P.; LOKER,E.; Evolucionary relationship and biogeography of *Biomphalaria glabrata* with implications regarding its role as host of the human bloodfluke *Schistosoma mansoni*. **Molecular Biology and Evolution**. USA, v.18, n.12, p.2225-2239, 2001b

ESTEVES, F DE A.; **Fundamentos de Limnologia**, Ed. Interciência, 1988.

FAVRE, T. C.; PIERI, OS.; BARBOSA, C. S.; BECK, L. Avaliação das ações de Controle da esquistossomose implementados entre1977-1996 na área endêmica de Pernambuco, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 34(6): 569-76, 2001.

FAVRE, T.C.; **Impacto da quimioterapia com oxamniquine sobre a infecção por *Schistosoma mansoni* em duas localidades da Zona Litoral-Mata de Pernambuco** 147 fl. Tese de Doutorado.Recife, 1999.

FAVRE, T.C.; PIEIR, O.S.; ZANI, L.C.; FERREIRA, J.M.; DOMÁS, G.G.; BECK,L.; BARBOSA, C.S.; A longitudinal study on the natural infection of *Biomphalaria straminea* and *B. glabrata* by *Schistosoma mansoni* in an endemic area of Schistosomiasis in Pernambuco, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, V.97(4):465-475, 2002

FLORENCIO, L.; KATO, M.T.; LIMA E.S. DE; Integrated measures for preservation, restoration and improvement of the environmental conditions of the Lagoon Olho D'água basin. **Environmental International** n. 26, p.551-555, 2001.

FRANCA, E.P.; LEAL, M.A.M.; Padronização da técnica de marcação de caramujos *Biomphalaria glabrata* com radioisótopos. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.(77(2):121-129, 1982

FRANCA, E.P.; LEAL, M.A.M.; Marcação de caramujos *Biomphalaria glabrata* por radionucleotídeos para trabalhos de campo. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, Vol.77(1): 1-8, 1982^a

FREITAS, J. R. ALVES, C. W.; DE MARCO, J. P.; ROCHA, L. A.; SANTOS, M. B. L. Preferências do habitat de *Biomphalaria straminea*. **Ciência e Cultura** 42:667-68. Anais da SBPC, 1990.

FREITAS, J. R., Ecologia de vetores de doenças: o habitat primitivo da *Biomphalaria glabrata*. **Ciência e Cultura** 28(2): 212-17. 1976

FREITAS, J. R.; GOMES, C. I.; OLIVEIRA, J. M.; FREITAS, A. J. Crescimento de *Biomphalaria glabrata* em esgotos industriais. **Ciência e Cultura**. 23 (suplemento): 404.1971.

FREITAS, J.R.DE; SANTOS, M.B.L.DOS; Alimentação.In: **Tópicos de Malacologia Médica**.Frederico Simões Barbosa(Org.)Rio de Janeiro, Fiocruz, 1995.Cap.6, p-300-314.

FREITAS, J.R.; Descrição do habitat de *Biomphalaria glabrata*. Belo Horizonte. Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa, 1978.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA) Guia de Vigilância Epidemiológica. Fundação Nacional de Saúde. 5 Ed. Brasília, 2002. 842p

GAZIN, P.; BARBOSA, C. S.; BOURY, M.; AUDRY, P. Registro da ocorrência de vetores da esquistossomose mansônica em açude do sertão de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 33(4): 22-23.2000.

GIOVANELLI, A.; SOARES, M. S.; D'ANDREA, P. S., GONCALVES, M. M. L.; REY, L. Abundância e infecção do molusco *Biomphalaria glabrata* pelo *Schistosoma mansoni* no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Saúde Pública** 35(6): 523-30, 2001.

GONÇALVES, J.F.; COUTINHO, A.; SANTANA, W.; BARBOSA, C.C.G.S.; Esquistossomose aguda de caráter episódico na Ilha de Itamaracá,PE., **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de janeiro: v.7, n.3, p.424-425, 1992.

HARRISON, A. D.; McKILLOP, W.B.; Hydrobiological studies of Eastern Lesser Antillean Islands. **Arch. Hydrobiological**, 57(3): 251-290, 1980.

HARRY, H. W.; CUMBIE, B. G.; JESUS, J. M. DE; Studies the quality of fresh waters of Puerto Rico relative to the occurrence of *Australorbis Glabratus* (Say). **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene** 6(2): 313-321, 1957

HENEINE, I. F.; SANTOS, M. C.; GAZZINELLI, G. Transferência de Ferro em *Biomphalaria glabrata*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 42 (suplemento): 171-5.1970.

HONORATO, E. V. **Sedimentos da Lagoa Olho Dagua: Geocronologia e Acumulação de Metais traço**. Tese de doutorado. PROTEN-DEN / UFPE. Recife, 2002.

HOSHINO-SHIMIZU, S.; KIMURA, R. T.; CHIEFFI, P. P. in FERREIRA, A. W.; AVILA, S. L. M. **Diagnóstico laboratorial das principais doenças infecciosas e auto-imunes**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de janeiro .1996, p-185-93.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000/IBGE. **Departamento de População e Indicadores Sociais**, Rio de Janeiro: IBGE,2002

KIKUCHI, O.K.; MASTRO, N. L. del. Incorporação e eliminação de Césio ¹³⁴ pelo caramujo *Biomphalaria Glabrata* (Say,1818). **Ipem (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares)** São Paulo, 160:1-7.1988.

KLOOS, H.; SOUZA, C.; GAZZINELLI, A.; SOARES-FILHO, B. S. TEMBA, P. C.; BEHONY, J.; PAGE, K.; GRIZYWACZ, C.; OLIVEIRA, R. C. Distribution of *Biomphalaria* sp. In different habitats in relation to physical, biological, water contact and cognitive factors in a Rural area in Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 96 (suplemento): 517-66.2001.

LIMA, V.L.C.; A esquistossome urbana e a heterogeneidade social e epidemiológica do município de Campinas, São Paulo. **Cadernos de Saúde Pública**, 11:45-56, 1995.

LYRA, L.T.; MUNIZ, T. M. Contribuição ao conhecimento da microflora e microfauna de habitat de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1918). **Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais**.35: 37-56.1983.

LUTZ, A. Caramujos de água doce do gênero planorbis, observados no Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 10: 65-82.1918.

LUTTERMOSER, G.W.; CASTELLANOS, J.V.; Observaciones sobre la propagación y la destrucción del caracol, *Australorbis glabratus* Say, 1818, vector *S. mansoni* (Bilharzia) en El valle, D.F. **Revista de Sanidad y Asistencia Social**, 10: 109-148.

MACKILLOP, W. B.; HARRISON, A. D. Hidrobiological studies of Eastern Lesser Antillean Islands. **Archives Hydrobiological**. Stuttgart 57(3): 251-90.1980.

MARXEN, J. C.; BECKER, W. Calcium binding constituents of the organic shell matrix from the freshwater snail *Biomphalaria glabrata*. **Comparative Biochemistry and Physiology** 127(B): 235-42. 2000

MATKOVIC,L; NAHABEDIAN,D.E.; ANSALDO, M.; HOLMES-BROWN,E.; EMILIOZZI,S; ANSAY, C; LONGINOTTI, G., RUMILLE, S.; WIDER., E.A.; ***Biomphalaria glabrata* un organismo posible de ser utilizado como centinela en contaminación de eco-sistemas dulceacuícolas.** Laboratorio de Biomarcadores. Depto de Química Biológica. FCEN. UBA-CONICET, 2004.

METCALF & EDDY, Wastewater Engineering. Treatment, Disposal and Reuse, 3.ed. Tata McGraw-Hill, 1995 .

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade dos biomas brasileiros.** Brasília:MMA/SBF, 2002.

MICHELSON, E. H.; MOTA, E.; Malacological observations bearing on the epidemiology of schistosomiasis in rural bahian community. **Rev. Inst. Medicine. Tropical**, 24(2):75-82, 1982.

MOZA, P.G.; PIERI, O.S; BARBOSA, C.S.; REY, L.; Fatores sócio-demográficos e comportamentais relacionados à esquistossomose numa agrovila da zona canavieira de Pernambuco. **Cadernos de Saúde Pública.** Rio de Janeiro, v.14, p-107-115, 1998.

NEVES, D. P. **Parasitologia Humana.** 10ed. Editora Atheneu, São Paulo. 428p. 2003.

NETO, J.M.M.; MOITA, G.C.; Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, v.21, (4), p-467-469, 1998.

NOAA. Sampling and Analytical Methods of the national Status and trends . Program national Benthic Surveillance and Mussel Watch projects 1994-1992 NOAA Technical Memorandum NOS ORCA71. V.3, 1993

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS) O controle da esquistossomose: Segundo relatório do comitê de especialistas da OMS, Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994.

PARAENSE, W. L. Distribuição geográfica dos vetores da xistosomose no nordeste do Brasil. In: **Painel Programa Especial de Controle da Esquistossomose** MACHADO, P. A. editor, Brasília, Ministério da Saúde: 47-51.1977

PATIENCE, R.L.; THOMAS, J.D.; STERRY, P.R.; Production and release of carboxylic acids during oxic and anoxic metabolism by the pulmonate snail *Biomphalaria glabrata* **Comparative Biochemistry and Physiology**, 76:253-263, 1983.

PEREIRA, G. Esquistossomose mansônica em Pernambuco: considerações epidemiológicas. **Arquivos Brasileiros de Medicina**. 60(5): 357-60.1986.

PIERI, OS.; RAYMUNDO, J. S. JURBERG, P. Estudo sobre o comportamento dos Planorbídeos: II Enterramento de *Biomphalaria glabrata* (Say 1818) como meio de proteção contra dissecação. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 75: 83-88, 1980.

PIERI, O.S.; **Studies on the host snails of schistosomiasis from North-eastern- Brazil, with special reference to diapause by *Biomphalaria glabrata* (Say)**, Broughton, 1985. Tese de Doutorado. University of Sussex-U.K.

PIERI, O.S.; Protocolo para realização dos testes de salinidade em *Biomphalaria glabrata*. Comunicação Pessoal, 2003.

PIERI, O.S.; JURBERG, P.; Comportamento de *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818) como critério de toxicidade em ensaios biológicos com moluscidas. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 76(2): 147-160, 1981.

PIMENTEL , D.; WHITE JR., P. C. Physiochemical environmental of *Australorbis glabratus*, the snail intermediate host of *Schistosoma mansoni* in Puerto Rico. **Ecology**, 40(4) ,1959.

POINTIER, J.P.; SALVAT, B.; DELPLANQUE, A; GOLVAN, Y.; Principaux facteurs regissant la densité des populations de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), mollusque vecteur de la schistosomose em Guadeloupe (Antilles française). **Annals of Parasitology**, 52:277-323, 1977.

REY, L. **Parasitologia Médica**. Ed. Guanabara Koogan. 2.Edição. 1992.

REY, L.; PESSOA, S. B. Contribuição ao estudo dos focos de *Australorbis glabratus* (transmissor de esquistossomose mansônica) em Sergipe. **Revista Clínica de São Paulo**, 29: 85-108,1953

REY, L.; **Dicionário de termos técnicos em medicina e saúde**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1999.

ROCHA, M.; **Variação espacial e sazonal dos níveis de metais nos sedimentos superficiais e ostra de mangue (*Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828) do complexo estuarino de Itamaracá**. Tese de mestrado. Recife, 2000.

SILVA, A.; SANTANA, L.B.; JESUS, A.R.; BURATTINI, M.N 7 CARVALHO, E.; Aspectos clínicos de surto de esquistossomose aguda no Estado de Sergipe, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 33(supl.1):376, 2000

SOUZA, F. P. BARBOSA, N. D. C.; RESENDE, D. F. Effect of temperature on the reproduction of the snail *Biomphalaria glabrata*. **Brazilian Journal of Medical Biology Research**.23 (5): 441-9.1990

Standard Methods For The Examination of Water And Waste Water. Washington: **American Public Health Association**, 19 th Ed., 1995.

STURROCK, R.F.; Ecological notes on habitats of the freshwater snail *Biomphalaria glabrata* intermediate host of *Schistosoma mansoni* on St. Lucia, West Indies. **Caribbean Journal of Science**, 14: 149-161, 1974

THIENGO, S.; Coleta, remessa de exemplares vivos, fixação e dissecação. In: **Tópicos de Malacologia Médica**. Frederico Simões Barbosa (Org.), Rio de Janeiro, Fiocruz, 1995. Cap.6, p-260-265.

THOMAS, J.D.; KOWALCZYK, C.; Utilization of Dissolved Organic Matter (DOM) from living macrophytes, by Pulmonate Snails: Implications to the “Food Web” and “Module” Concepts,. **Comparative Biochemical Physiology**, v.117A, n.1, p.105-119. 1997

VIANEY-LIAUD, M.; LANCASTRE, F. Weight loss and survival of *Biomphalaria glabrata* deprived of water. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro 81(2): 221-24.1986

von SPERLING, M., Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgoto, 2. ed. UFMG, 1996. 243 p.

WATANABE, T.; BRITO-JUNIOR, L.; Malacofauna do Açude São José dos Cordeiros - Paraíba. In: **Encontro de Iniciação científica da UFPB**, VIII., 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases, France, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) Study group on the Ecology of Intermediate snail host of Bilharziasis Geneva: WHO (Technical Reports Series, 120), 1957.

<http://www.who.int/tdr/diseases/schisto>

CAPÍTULO 10

SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS

Outros trabalhos sobre a ecologia de vetores da esquistossomose podem ser conduzidos para se conhecer aspectos relevantes da biologia de moluscos, tais como:

1. Relacionar a densidade de caramujos encontrados me criadouros litorâneos com a qualidade físico-química e biológica das águas
2. Pesquisar a resistência do caramujoa *Biomphalaria straminea* as condições de ambientes salinizados
3. Determinar a taxa de infecção dos moluscos em ambientes estuarinos.