Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

Levantamento da malacofauna límnic e aspectos
ecológicos de focos de esquistossomose em Ana Dias,
Vale do Ribeira – SP.

Cynthia Muniz

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Saúde Pública para
obtenção do título de Mestre em Saúde
Pública.

Área de Concentração: Saúde Ambiental

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Negrão
Mucci

São Paulo
2007

Levantamento da malacofauna límnic e aspectos
ecológicos de focos de esquistossomose em Ana Dias,
Vale do Ribeira – SP.

Cynthia Muniz

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Saúde Pública para
obtenção do título de Mestre em Saúde
Pública.

Área de Concentração: Saúde Ambiental

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Negrão
Mucci

São Paulo
2007

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da Tese/Dissertação.

DEDICATÓRIA:

*Aos meus pais e a minha família, pelo amor,
apoio e compreensão.*

*Ao meu noivo Fabio, por seu amor,
companheirismo e apoio incondicional.*

Vocês são meu porto seguro.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde, força e conhecimento para a realização deste trabalho e por ter me ajudado a vencer todas as dificuldades encontradas.

Aos meus pais e minha família por todo amor e dedicação e pelos sacrifícios que fizeram, que culminaram na realização deste sonho. Obrigada por acreditarem em mim.

Ao meu noivo e futuro marido Fabio, por todo amor, sacrifício, dedicação, apoio incondicional e por ter subsidiado as minhas viagens de campo e me auxiliado nas coletas, sem as quais este projeto não teria se concretizado.

Ao meu orientador, Dr. José Luiz Negrão Mucci, pela confiança, apoio, amizade e por sua orientação neste trabalho, sem a qual eu não teria realizado este sonho.

À Bióloga Marisa Cristina de Almeida Guimarães do Laboratório de Malacologia da SUCEN por todo apoio, carinho, amizade, dedicação, confiança e por sua coorientação (informal) deste trabalho, sem a qual não teria sido possível sua realização.

Ao Encarregado de Campo da Regional 2 (Pedro de Toledo) da SUCEN, Clóvis Tavares, por seu apoio nas coletas de campo, amizade e valiosas sugestões que permitiram a realização deste projeto.

Aos demais colegas da Regional 2 e do Laboratório de Malacologia da SUCEN pela amizade e carinho, em especial à Fernanda, Jucimara e Janete, amigas que levarei para sempre.

À Dra. Fernanda Pires Ohlweiler, pesquisadora da SUCEN, pelo apoio, amizade, pelas valiosas sugestões ao meu trabalho e pela ajuda na identificação dos moluscos ancilideos e gênero *Pomacea*.

À Dra. Regiane Maria Tironi de Menezes, pesquisadora da SUCEN, pela amizade, pela sua valiosa ajuda nas análises estatísticas e sugestões que contribuíram sobremaneira à realização deste trabalho.

À técnica Maria do Carmo de Oliveira Dória, do laboratório de análises físico-químicas da Faculdade de Saúde Pública, pelo carinho, amizade, sugestões e apoio na realização das análises químicas, sem o qual não teria sido possível a realização deste trabalho.

À Dra. Solange Martone Rocha, do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública pela amizade, ajuda e valiosas sugestões que enriqueceram este trabalho.

À Bióloga Francisca Alzira dos Santos do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública pela amizade e conselhos valiosos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde pública pela agradável convivência e amizade no decorrer do meu trabalho.

Ao Dr. Lester Chitsulo da World Health Organization pela indicação e ao Dr. Henry Madsen, pesquisador sênior do DBL – Institute for Health Research and Development, pelo apoio e envio de publicações valiosas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao pesquisador Dr. Luiz Ricardo Lopes de Simone do Museu de Zoologia da USP pela ajuda na identificação dos moluscos do gênero *Psidium*.

À pesquisadora Dra. Silvana Carvalho Thiengo do Instituto Oswaldo Cruz pelo apoio e pelo envio de publicações contribuíram para a realização deste trabalho.

À Professora Dra. Carmen Beatriz Taípe Lagos da Costa por sua amizade, apoio e confiança, desde os tempos da graduação.

Às minhas colegas de mestrado Adriana e Renata em especial e também Mariana e Ana Lúcia pelo companheirismo, apoio e amizade que levarei para sempre.

À Superintendência de Controle de Endemias – SUCEN, pelo apoio técnico e financeiro e por disponibilizar pessoal para as coletas, o que subsidiou esta pesquisa.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui, meus sinceros agradecimentos.

“Esquistossomose é causada pelas pessoas – não pelos caramujos”

Kenneth Mott

*“Para os crentes, Deus está no princípio das coisas. Para os cientistas,
no final de toda reflexão”*

Max Planck

RESUMO

MUNIZ C. **Levantamento da malacofauna límnic e aspectos ecológicos de focos de esquistossomose em Ana Dias, Vale do Ribeira - SP.** São Paulo; 2007. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública - USP].

A esquistossomose é uma das doenças parasitárias mais antigas que existem. Acredita-se que a doença chegou ao Brasil com o tráfico de escravos, e encontrou condições favoráveis ao seu estabelecimento. Entre as principais áreas de transmissão no Estado de São Paulo está incluída a região do Vale do Ribeira. O Vale do Ribeira caracteriza-se por sua hidrografia rica em pequenas coleções hídricas tais como valas de irrigação. Sua história de transmissão para a doença tem início em 1953 quando foi descrito o foco de Ana Dias, no município de Itariri. Nesse local o molusco hospedeiro intermediário é a espécie *Biomphalaria tenagophila*. Essa área é historicamente endêmica permanecendo um foco importante de esquistossomose no Estado de São Paulo justificando a necessidade de novos estudos desse ambiente.

O objetivo deste estudo foi fazer um levantamento da malacofauna límnic em valas de irrigação consideradas focos e criadouros na região de Ana Dias, verificando quais espécies de moluscos ocorrem associadas a *Biomphalaria tenagophila*, além de aspectos climáticos, físico-químicos e ambientais, relacionando essas variáveis.

O estudo de campo foi realizado com coletas mensais de água e moluscos, durante um ano. O material coletado foi identificado e analisado em laboratório juntamente com as variáveis ambientais e climáticas do local. Os resultados receberam tratamento estatístico e foram relacionados entre si.

Através deste estudo foi possível concluir que as valas são excelentes criadouros de moluscos. A malacofauna local é composta pelas espécies *B. tenagophila*, *M. tuberculatus*, *P. sordida*, *P. marmorata*, *L. columella*, *D.*

depressissimum, *D. anatinun*, *D. lucidum*, *G. ticaga* e *Pisidum* sp. A *B. tenagophila* foi a espécie dominante e apresentou competição com *M. tuberculatus*. As variáveis abióticas exercem influencia sobre a riqueza e abundância da malacofauna, principalmente aquelas relacionadas a pluviosidade.

Descritores: Malacofauna. *Biomphalaria tenagophila*. Esquistossomose. Limnologia. Vala de irrigação. Vale do Ribeira.

ABSTRACT

MUNIZ, C. **Malacofauna survey and ecological aspects of schistosomiasis focus in Ana Dias, Vale do Ribeira - SP.** São Paulo; 2007. [Masters' Dissertation – School of Public Health – University of Sao Paulo, SP].

Schistosomiasis is one of the oldest parasitic diseases that exist. It is believed that the disease arrived in Brazil with the slave trade, and found favorable conditions to its spreading out. The Vale do Ribeira region is among the main transmission areas in the State of Sao Paulo. The valley is characterized by a hydrographic layout rich in small water veins such as irrigation ditches. Its disease transmission history dates back to 1953 when the Ana Dias focus, in the Itariri district, was described. There the intermediate host mollusc is the *Biomphalaria tenagophila* specie. This area is historically endemic remaining as an important schistosomiasis focus in the State of Sao Paulo, which justifies the necessity of new studies on its environment.

The objective of this study was to carry out a malacofauna survey in irrigation ditches considered focus and breeding habitats in the region of Ana Dias, verifying which snail species occur associated to *Biomphalaria tenagophila*, as well as climatic, physical-chemical and environmental aspects and their correlations.

The field study was carried through monthly water and snail sample collections during one year. The collected material was identified and analyzed in laboratory together with the site's environmental and climatic variables. The results received statistical treatment and compared among themselves.

Through this study was possible to conclude that the ditches are excellent breeding habitats for snails. The local Malacofauna is composed by the *B. tenagophila*, *M. tuberculatus*, *P. sordida*, *P. marmorata*, *L. columella*,

D. depressissimum, *D. anatinun*, *D. lucidum*, *G. ticaga* and *Pisidium* sp species. The *B. tenagophila* specie was the dominant one competing with the *M. tuberculatus* one. The abiotic variables have influence on the malacofauna wealth and abundance, specially on those related to rainfall level.

Keywords: Malacofauna. *Biomphalaria tenagophila*. Schistossomiasis. Limnology. Irrigation Ditch. Vale do Ribeira.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Esquistossomose: do descobrimento a atualidade	2
1.1.1 A esquistossomose no Brasil.....	5
1.1.2 Hospedeiros intermediários no Brasil.....	7
1.1.3 Epidemiologia da doença no Brasil.....	9
1.1.4 A esquistossomose no Estado de São Paulo.....	12
1.1.5 A Região do Vale do Ribeira.....	15
1.2 Ciclo Biológico do parasita <i>Schistosoma mansoni</i>	18
1.3 Considerações sobre a biologia e ecologia do gênero <i>Biomphalaria</i>	20
1.4 Aspectos do parasitismo em <i>Biomphalaria</i>	23
1.5 O Controle da esquistossomose: combate ao caramujo.....	24
1.6 A niclosamida : aspectos relativos a sua utilização.....	26
2. OBJETIVOS.....	28
3. METODOLOGIA	30
3.1 Escolha dos pontos de coleta nas valas de irrigação e drenagem.....	31
3.2 Método de coleta.....	36
3.3 Acondicionamento dos moluscos no campo.....	37
3.4 Acondicionamento dos moluscos no laboratório.....	37
3.5 Dados coletados em campo: caracterização do ambiente.....	38
3.6 Variáveis Físico-químicas.....	38
3.7 Variáveis Meteorológicas.....	40
3.8 Dados obtidos em laboratório: variáveis biológicas.....	40
3.9 Análise dos resultados.....	42
4. RESULTADOS.....	43
4.1 Variáveis Ambientais e biológicas.....	43
4.2 Variáveis Meteorológicas.....	46
4.3 Variáveis Físico-químicas.....	50

4.4	Variáveis Biológicas.....	61
4.4.1	Riqueza de espécies.....	61
4.4.2	Abundância relativa.....	66
4.4.3	Tamanho dos moluscos	75
4.4.4	Parasitismo.....	83
4.5	Análises Estatísticas.....	84
4.5.1	Variável 1 – Riqueza de espécies.....	84
4.5.2	Variável 2 – Abundância Relativa.....	89
4.5.3	Variável 3 – Tamanho dos caramujos (<i>Biomphalaria tenagophila</i>).....	94
4.5.4	Parâmetros biológicos em relação ao tipo de Coleção hídrica.....	100
4.5.5	Parâmetros biológicos em relação às Estações (sazonalidade).....	102
5.	DISCUSSÃO.....	104
5.1	Variáveis ambientais e climáticas.....	104
5.2	Variáveis Físico-químicas.....	108
5.3	Variáveis Biológicas.....	113
5.4	Estatísticas.....	117
5.5	Considerações finais.....	126
6.	CONCLUSÕES.....	129
7.	RECOMENDAÇÕES.....	131
8.	REFERÊNCIAS.....	133

Lista de Figuras

Figura 1 – Símbolo hieroglífico da Esquistossomose hematóbica: um pênis gotejando.....	1
Figura 2 – Distribuição mundial da esquistossomose.....	3
Figura 3 – Principais gêneros de moluscos hospedeiros intermediários da esquistossomose: Gêneros <i>Biomphalaria</i> , <i>Bulinus</i> e <i>Oncomelania</i>	4
Figura 4 – Mapa ilustrando os fluxos migratórios da doença e a presença dos moluscos hospedeiros intermediários do gênero <i>Biomphalaria</i> no território Brasileiro.....	6
Figura 5 – Concha de <i>Biomphalaria glabrata</i>	8
Figura 6 – Concha de <i>Biomphalaria straminea</i>	8
Figura 7 – Concha de <i>Biomphalaria tenagophila</i>	9
Figura 8 – Mapa com a distribuição da Esquistossomose Mansônica no Brasil.....	11
Figura 9 – Distribuição dos criadouros de <i>Biomphalaria glabrata</i> descobertos no Estado de São Paulo entre os anos de 1983 a 2003.....	13
Figura 10 – Distribuição dos criadouros de <i>Biomphalaria straminea</i> descobertos no Estado de São Paulo entre os anos de 1983 a 2003.....	14
Figura 11 – Distribuição dos criadouros de <i>Biomphalaria tenagophila</i> descobertos no Estado de São Paulo entre os anos de 1983 a 2003.....	15
Figura 12 – Mapa com a distribuição dos casos autóctones de esquistossomose entre os anos de 1999 a 2001 no Estado de São Paulo com destaque para o Município de Itariri.....	17
Figura 13 – Ciclo biológico do parasita <i>S. mansoni</i>	20
Figura 14 – Placa de isopor contendo desovas da espécie <i>Biomphalaria tenagophila</i>	22
Figura 15 - Imagem de satélite com indicação de Ana Dias.....	30
Figura 16 - Indicação dos pontos de coleta.....	32
Figura 17 – vista geral dos pontos de coleta.....	35
Figura 18 – Instrumento utilizado para captura de moluscos em campo.....	37
Figura 19 – Método de medição do tamanho da concha para moluscos planorbídeos, demais gastrópodes e bivalves.....	42
Figura 20 – Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais registradas para o Município de Miracatu – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	48
Figura 21 – Precipitação Mensal registrada para o Município de Miracatu – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	49
Figura 22 – Evapotranspiração (ETP) e Precipitação Mensais registradas para o Município de Miracatu - SP entre os anos de 2005 a 2006.....	49

Figura 23 – Variação temporal do pH nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	51
Figura 24 – Variação temporal da condutividade nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	52
Figura 25 – Variação temporal da turbidez nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	54
Figura 26 – Variação temporal do oxigênio dissolvido nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	55
Figura 27 – Variação temporal da temperatura da água nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	57
Figura 28 – Variação temporal da dureza nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	58
Figura 29 – Variação temporal da lâmina d'água nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	60
Figura 30 – Espécies de moluscos identificadas em Ana Dias.....	61
Figura 31 – Variação temporal da riqueza de espécies nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	65
Figura 32 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	67
Figura 33 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Sabiá em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	68
Figura 34 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	69
Figura 35 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	70
Figura 36 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	71
Figura 37 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Canto das Pedras em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	72
Figura 38 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Adolfo em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	73
Figura 39 – Variação temporal da abundância relativa nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	74
Figura 40 – Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	76
Figura 41 – Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Sabiá em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	77
Figura 42 – Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos	

	no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	78
Figura 43 –	Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	79
Figura 44 –	Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	80
Figura 45 –	Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Canto das Pedras em Ana Dias– SP entre os anos de 2005 a 2006.....	81
Figura 46 –	Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Adolfo em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	82
Figura 47 –	Variação temporal dos valores médios de riqueza e lâmina d'água em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	87
Figura 48 –	Variação temporal dos valores médios de riqueza e precipitação, e dos valores obtidos nos pontos 4, 5 e 7 de coleta, em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006....	87
Figura 49 –	Variação temporal dos valores de riqueza e oxigênio dissolvido (O.D.) no ponto de coleta 2 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	88
Figura 50 –	Variação temporal dos valores de riqueza e turbidez no ponto de coleta 7 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	88
Figura 51 –	Variação temporal dos valores médios de abundância relativa e lâmina d'água em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	91
Figura 52 –	Variação temporal dos valores de abundância relativa e pH nos pontos de coleta 1 e 2 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	92
Figura 53 –	Variação temporal dos valores de abundância relativa e dureza no ponto de coleta 2 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	92
Figura 54 –	Variação temporal dos valores de abundância relativa e oxigênio dissolvido (O.D.) no ponto de coleta 3 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	93
Figura 55 –	Variação temporal dos valores médios do tamanho de <i>B. tenagophila</i> e condutividade em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	96
Figura 56 –	Variação temporal dos valores médios do tamanho de <i>B. tenagophila</i> e Dureza e dos valores obtidos para o ponto de coleta 6 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	97
Figura 57 –	Variação temporal dos valores médios do tamanho de <i>B. tenagophila</i> e temperatura da água no ponto de coleta 1 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	97
Figura 58 –	Variação temporal dos valores médios do tamanho de	

	<i>B. tenagophila</i> e lâmina da água no ponto de coleta 1 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	98
Figura 59 –	Variação temporal dos valores médios do tamanho de <i>B. tenagophila</i> e precipitação no ponto de coleta 2 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	98
Figura 60 –	Variação temporal dos valores médios do tamanho de <i>B. tenagophila</i> e pH no ponto de coleta 4 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	99
Figura 61 –	Variação temporal dos valores médios do tamanho de <i>B. tenagophila</i> e turbidez no ponto de coleta 7 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	99
Figura 62 –	Variação temporal dos valores médios de Riqueza nos focos e criadouros, em Ana Dias – SP (2005-2006).....	101
Figura 63 –	Variação temporal dos valores médios de Abundância Relativa nos focos e criadouros, em Ana Dias – SP (2005-2006).....	101
Figura 64 –	Variação temporal dos valores médios de Riqueza nas estações seca e chuvosa em Ana Dias – SP (2005-2006).....	103

Lista de tabelas e quadros

Quadro 1 – Coletas realizadas em Ana Dias – SP entre os meses de agosto de 2005 a julho de 2006.....	43
Quadro 2 - Dados climáticos e pluviométricos registrados para o Município de Miracatu – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	47
Quadro 3 – Delimitação dos períodos de Seca e Chuvoso para o distrito de Ana Dias – SP.....	49
Tabela 1 – Valores mensais de pH nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	50
Tabela 2 – Valores mensais de condutividade nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	52
Tabela 3 – Valores mensais de turbidez nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	53
Tabela 4 – Valores mensais de oxigênio dissolvido nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	55
Tabela 5 – Valores mensais de temperatura da água nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	56
Tabela 6 – Valores mensais de dureza nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	58
Tabela 7 – Valores mensais de lâmina d'água nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	59
Tabela 8 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	62
Tabela 9 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Sabiá em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	62
Tabela 10 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	63
Tabela 11 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	63
Tabela 12 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	64
Tabela 13 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Canto das Pedras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	64

Tabela 14 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Adolfo em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	65
Tabela 15 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	66
Tabela 16 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Sabiá em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	67
Tabela 17 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	68
Tabela 18 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	69
Tabela 19 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	70
Tabela 20 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Canto das Pedras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	71
Tabela 21 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Adolfo em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	72
Tabela 22 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	75
Tabela 23 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Sabiá em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	76
Tabela 24 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	77
Tabela 25 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	78
Tabela 26 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	79
Tabela 27 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Canto das Pedras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	80
Tabela 28 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Adolfo em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.....	81
Tabela 29 – Resultados obtidos no exame parasitológico de <i>B. tenagophila</i> coletada em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.....	83

Tabela 30: Resultados obtidos nas correlações (coeficiente de correlação de Spermann) entre a riqueza de espécies e os parâmetros abióticos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).....	85
Quadro 4 – Interpretação dos coeficientes de correlação.....	86
Tabela 31: Resultados obtidos nas correlações (coeficiente de correlação de Spermann e Pearson) entre a abundância relativa e os parâmetros abióticos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).....	90
Tabela 32: Resultados obtidos nas correlações (coeficiente de correlação de Spermann) entre o tamanho médio (<i>B. tenagophila</i>) e os parâmetros abióticos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).....	95
Tabela 33: Resultados obtidos nos testes de Mann-Whitney U e Teste T de Student para verificar diferenças entre as coleções hídricas (foco e criadouro) para os parâmetros biológicos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).....	100
Tabela 34: Resultados obtidos nos testes de Mann-Whitney U e teste T de Student para verificar diferenças entre as estações seca e chuvosa para os parâmetros biológicos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).....	103

1. INTRODUÇÃO

1.1 Esquistossomose: do descobrimento a atualidade

A esquistossomose é uma das doenças mais antigas de que se tem notícia. Existem relatos da presença de ovos do parasita *Schistosoma* nas vísceras de múmias egípcias que datam de 1250 a.C (FIGUEIREDO, 2000). Foi Theodore Bilharz que em 1851 no Egito, autopsiando um camponês, descobriu vermes trematódeos da espécie hoje denominada *Schistosoma haematobium* (NEVES *et al.*, 2002; AMARAL e PORTO, 1994). A doença era conhecida entre os antigos egípcios que possuíam um símbolo hieroglífico para descrevê-la, como indicado na figura 1.

Figura 1 – Símbolo hieroglífico da Esquistossomose hematóbica: um pênis gotejando. Fonte: BAYER, 1988.

Segundo a World Health Organization - WHO (1997), a esquistossomose é uma das doenças parasitárias de maior alcance mundial,

perdendo somente para a Malária em importância para a saúde pública nas regiões tropicais. É também considerada a doença de veiculação hídrica com maior prevalência mundial e que oferece maiores riscos à saúde das populações de áreas rurais dos países em desenvolvimento.

A esquistossomose ocorre em 74 países das regiões tropicais. Dados levantados em 2000 apontam 600 milhões o número de pessoas que se encontram sob risco de adquirirem infecção pelo *Schistosoma*. O número de pessoas infectadas no mundo é estimado em aproximadamente 200 milhões de pessoas, sendo que 140 milhões são sintomáticas e 60 milhões de pessoas apresentam a doença de forma assintomática (WHO, 1998; CHISTSULO et al., 2000).

Por suas características rurais, a esquistossomose afeta principalmente as pessoas que mantêm contato com as coleções hídricas, em função de suas atividades profissionais (agricultura ou pesca) além das atividades de recreação e higiene pessoal (WHO, 1997).

Existem seis espécies de parasitas trematódeos responsáveis pelas formas de esquistossomose encontradas no mundo. A espécie *Schistosoma mansoni* é responsável pela esquistossomose intestinal em 52 países, principalmente na África, Caribe e América do Sul, sendo os hospedeiros intermediários moluscos do gênero *Biomphalaria*. A esquistossomose intestinal asiática é causada pelo *Schistosoma japonicum* ou *Schistosoma mekongi*, ocorrendo em sete países asiáticos e cujo molusco hospedeiro intermediário pertence ao gênero *Oncomelania* na primeira e gênero *Neotricula* na segunda. A outra forma intestinal é causada pelo *Schistosoma*

intercalatum com ocorrência em 10 países da região central da África, cujo molusco hospedeiro intermediário pertence ao gênero *Bulinus*. Há a esquistossomose urinária causada pelo *Schistosoma haematobium*, sendo encontrada em 54 países na África e no mediterrâneo, sendo o molusco hospedeiro intermediário do gênero *Bulinus*. (WHO, 1997). Por último, existe a esquistossomose causada pelo parasita *Schistosoma malayensis*, que tem como área de ocorrência península da Malásia e como hospedeiro intermediário moluscos do gênero *Robertsiella* (GREER, OW-YANG e YONG, 1988). A figura 2 ilustra a distribuição dos principais tipos de esquistossomose no mundo e na figura 3 estão representados os gêneros mais importantes de moluscos hospedeiros.

Figura 2 – Distribuição mundial da esquistossomose. Fonte: FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ, 2006.

Figura 3 – Principais gêneros de moluscos hospedeiros intermediários da esquistossomose: Gêneros *Biomphalaria*, *Bulinus* e *Oncomelania*. Fonte: WHO, 1997.

1.1.1 A esquistossomose no Brasil

Embora existam várias espécies do parasita, somente a espécie *S. mansoni* conseguiu se estabelecer nas américas, incluindo o Brasil.

A teoria mais aceita entre os pesquisadores é a de que a esquistossomose mansônica tenha se instalado no Brasil primeiramente na região nordeste por volta de 1550, no Estado da Bahia. Em função da cultura da Cana-de-açúcar houve intenso tráfico de escravos, trazidos do continente africano que provavelmente trouxeram consigo o parasita. Em 1920 a doença começa a se dispersar no território brasileiro, surgindo focos fora da região inicialmente infestada (MACHADO, 1977).

O parasita *S. mansoni* encontrou no país condições favoráveis ao seu estabelecimento, tais como a presença de moluscos hospedeiros suscetíveis, a riqueza de coleções hídricas, a ausência de padrões de higiene e ao clima quente e úmido (MACHADO, 1977).

A expansão da doença está relacionada com o fluxo migratório interno dos trabalhadores para outras regiões do Brasil e a presença dos moluscos suscetíveis. (MACHADO, 1977; 1982).

A figura 4 ilustra como se deu a expansão da doença pelo território brasileiro e a distribuição dos moluscos hospedeiros.

Figura 4 – Mapa ilustrando os fluxos migratórios da doença e a presença dos moluscos hospedeiros intermediários do gênero *Biomphalaria* no território Brasileiro. Fonte: COURA e AMARAL, 2004.

1.1.2 Hospedeiros intermediários no Brasil

Os moluscos hospedeiros pertencem ao gênero *Biomphalaria* Preston, 1910. No Brasil foram descritas dez espécies sendo que apenas três transmitem a esquistossomose em condições naturais, são elas: *B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila* (SOUZA e LIMA, 1990, REY, 1991; LIMA, 1995). As espécies *B. peregrina* e *B. amazônica* apresentaram suscetibilidade ao parasita em infecções experimentais, de modo que são consideradas como hospedeiras em potencial (SOUZA e LIMA, 1990).

A descrição das três espécies hospedeiras no Brasil é baseada em PARAENSE (1975), REY (1991), LIMA (1995) e NEVES *et al.* (2002).

- *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818): O nome vem do latim *glabers* que quer dizer sem pelo, liso, em referência ao aspecto externo da concha. Sua concha (figura 5) apresenta o diâmetro máximo de 40 mm por 11 mm de largura na abertura. Contém de seis a sete giros arredondados e abertura oval. Sua principal característica anatômica usada como critério para identificação é a presença de crista renal pigmentada. É considerada a principal espécie hospedeira do parasita no Brasil. É encontrada numa faixa contínua em todos os Estados situados entre o Paraná e o Rio Grande do Norte, estando presente também em algumas áreas do Maranhão, Piauí e Pará.

Figura 5 – Concha de *Biomphalaria glabrata*. Fonte: modificado de SIMONE, 2006.

- *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848): O nome vem do latim *stramineus* que significa de palha, em referência a coloração da concha (figura 6) . As dimensões máximas da concha são 16,5 mm de diâmetro e 6 mm de largura na abertura. Possui cinco giros arredondados e abertura ovóide ou arredondada. Sua principal característica anatômica interna é a presença de um enrugamento na parede dorsal da vagina. É encontrada em quase todas as bacias hidrográficas do país, sendo a espécie, juntamente com *B. glabrata*, a principal hospedeira intermediária no nordeste.

Figura 6 – Concha de *Biomphalaria straminea*. Fonte: Modificado de SIMONE, 2006.

- *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835): O nome vem do grego *tenagos* (pântano) + *philos* (Amigo). As dimensões máximas da concha (figura 7) são 35 mm de diâmetro e 11 mm de largura na abertura. Possui de sete a oito giros e abertura deltóide. Apresenta carena em ambos os lados, porém, mais acentuada à esquerda. Quanto à anatomia interna, é semelhante a *B. glabrata* diferenciando-se principalmente na ausência da crista renal. É encontrada desde o sul da Bahia até o Rio Grande do Sul. É a principal espécie hospedeira intermediária no Estado de São Paulo.

Figura 7 – Concha de *Biomphalaria tenagophila*. Fonte: modificado de SIMONE, 2006.

1.1.3 Epidemiologia da doença no Brasil

No Brasil, em 1990, o número de pessoas expostas ao risco de adquirirem esquistossomose mansônica era estimado em 30 milhões de indivíduos. (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, OMS, 1993).

KATZ e PEIXOTO (2000) estimaram até o ano de 1997 o número de portadores da doença em 6,3 milhões de pessoas, porém os autores

ressaltam a necessidade de novos levantamentos para uma estimativa atualizada destes números.

No Brasil, a área de transmissão da esquistossomose mansônica compreende uma faixa contínua de terras ao longo do litoral do País (figura 8). Os Estados de abrangência são: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Maranhão, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Na região centro-oeste, a esquistossomose tem sido encontrada em Goiás, Distrito Federal e Mato Grosso (CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA – CVE, 2005).

Segundo Dias *et al.* (1994), pode-se classificar áreas de alta endemicidade como aquelas onde ocorrem alta prevalência e intensidade de infecção. Já as áreas de baixa e média endemicidade são aquelas onde a distribuição geográfica dos casos e a morbidade severa da doença estão bem localizadas, em áreas delimitadas.

As áreas de transmissão da esquistossomose no Brasil bem como suas características epidemiológicas estão representadas na figura 8.

Prevalência *

Alta Endemicidade = > 15%

Média Endemicidade = 5 – 10%

Baixa Endemicidade = < 5%

- Áreas de alta e média endemicidade
- Áreas de baixa endemicidade
- Focos Isolados
- Áreas não pesquisadas ou sem transmissão

Figura 8 – Mapa com a distribuição da Esquistossomose Mansônica no Brasil. Fonte: Modificado de FIOCRUZ, 2006.

* COURA e AMARAL, 2004.

1.1.4 A esquistossomose no Estado de São Paulo

A esquistossomose chegou ao Estado de São Paulo por volta da década de 1920, quando foram relatados os primeiros casos autóctones da doença no município de Santos em 1923. Na década de 1940 ocorreu intensa migração de trabalhadores oriundos do nordeste para o Estado de São Paulo, em busca de emprego e melhores condições de vida. Na década de 1960, praticamente todas as áreas de transmissão para o Estado já eram conhecidas (NASCIMENTO, 1995; FIGUEIREDO, 2000).

A doença apresenta-se com baixa endemicidade no Estado de São Paulo, e características epidemiológicas diferentes das observadas nas outras regiões do país. Os casos notificados são, em sua maioria, classificados como importados, ou seja, a transmissão ocorreu fora dos limites do Estado (Superintendência de Controle de Endemias – SUCEN 1994; GUIMARÃES, 2003).

Segundo o relatório de esquistossomose (SUCEN, 2004) a maior ocorrência de casos autóctones de esquistossomose mansônica no Estado de São Paulo é verificada em municípios situados no Litoral Sul, Litoral Norte, Vale do Paraíba, Região de Campinas.

No Estado de São Paulo ocorrem as três espécies de moluscos hospedeiros: *B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila*. Segundo TELES (2005) a maior parte dos criadouros da espécie *B. glabrata* encontram-se na região da Bacia do Paranapanema, o que pode ser verificado na figura 9.

Figura 9 – Distribuição dos criadouros de *Biomphalaria glabrata* descobertos no Estado de São Paulo entre os anos de 1983 a 2003. Fonte: TELES, 2005.

A espécie *B. straminea* pode ser encontrada em criadouros com distribuição dispersa nas bacias hidrográficas do Estado, conforme ilustra a figura 10.

Figura 10 – Distribuição dos criadouros de *Biomphalaria straminea* descobertos no Estado de São Paulo entre os anos de 1983 a 2003. Fonte: TELES, 2005.

Já os criadouros de *B. tenagophila* estão mais concentrados na Região do Vale do Paraíba, Vale do Ribeira, Parte da Bacia do Tietê e no Litoral, conforme ilustrado na figura 11.

Vale ressaltar que *B. tenagophila* é a principal espécie envolvida na transmissão da doença no Estado de São Paulo e na região do Vale do Ribeira.

Figura 11 – Distribuição dos criadouros de *Biomphalaria tenagophila* descobertos no Estado de São Paulo entre os anos de 1983 a 2003. Fonte: TELES, 2005.

1.1.5 A Região do Vale do Ribeira

A região do Vale do Ribeira caracteriza-se por apresentar topografia acidentada e hidrografia rica em pequenas coleções hídricas tais como córregos, brejos e valas de irrigação. A economia da região está sustentada na agricultura, sendo a banana o principal produto agrícola (SUCEN, 1982).

As obras de irrigação e drenagem como os canais e valas, ligados a agricultura, promovem o surgimento de locais atrativos para mosquitos e caramujos vetores de doenças. Quando o sistema de irrigação está implantado é freqüentemente impõe mudanças no padrão ou na densidade

dos assentamentos humanos. Além disso, as mudanças ecológicas e demográficas afetam a epidemiologia das doenças, cujo vetor está associado à água. Isto ocorre uma vez que os sistemas de irrigação permitem mudanças na distribuição e abastecimento de água da população local, além de modificarem o micro-clima (WHO, 1991).

Segundo REY (1956) os sistemas de valas de irrigação e drenagem são corpos de água ideais à proliferação de moluscos, especialmente para os hospedeiros intermediários da esquistossomose mansônica, as mesmas observações foram realizadas por RAMOS *et al.* (1960) no distrito de Ana Dias. Estes ambientes são prolíficos aos moluscos e a eles devem ser dispensadas grandes atenções no que se refere ao controle e vigilância epidemiológica (OMS, 1993).

A região do Vale do Ribeira apresenta os mais baixos indicadores sociais do Estado de São Paulo, incluindo os mais altos índices de analfabetismo e de mortalidade infantil (INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL – ISA, 2006). Além disso, leva-se em conta o fato de que essa região sempre sofreu com a carência de recursos médicos e de saneamento básico. (SILVA, 1983).

A história de transmissão da esquistossomose no Vale do Ribeira se inicia em 1953 quando foi descrito o foco de Ana Dias, distrito pertencente ao município de Itariri, graças ao trabalho do Dr. Antonio Nogueira (PIZA, 1977). A área endêmica contínua compreende os municípios de Itariri, Pedro de Toledo e Miracatu, sendo essa a área responsável pela produção de 2007 casos autóctones da doença entre 1990 e 2002, o que representa

99,8% dos casos autóctones notificados na região e 24% da autoctonia do Estado de São Paulo (SUCEN, 2004). A figura 12 ilustra a distribuição de casos autóctones da doença registrados no Estado de São Paulo, com destaque para o Município de Itariri.

Figura 12 – Mapa com a distribuição dos casos autóctones de esquistossomose entre os anos de 1999 a 2001 no Estado de São Paulo com destaque para o Município de Itariri. Fonte: SUCEN, 2004.

Em 1981 ocorreram no Município de Itariri 336 casos autóctones de esquistossomose mansônica, e 193 casos em 1993. No ano de 2001 foram registrados 37 casos autóctones, e em 2002 este número caiu para 6 casos

(SUCEN, 1994; 2004). Embora tenha havido diminuição significativa dos casos de esquistossomose, todas as condições de transmissão ainda persistem, o que implica na necessidade de manutenção e aprimoramento de medidas de controle.

Em Ana Dias a *B. tenagophila* já apresentou altos índices de infecção natural pelo *S. mansoni* demonstrando haver uma boa adaptação entre o molusco e o parasita (PARAENSE e CORRÊA, 1978). Isto torna essa área historicamente endêmica, ainda hoje, um foco importante de esquistossomose no Estado de São Paulo, justificando a necessidade de novos estudos desse ambiente.

1.2 Ciclo Biológico do parasita *Schistosoma mansoni*

O *Schistosoma mansoni* é um parasita trematódeo digenético que apresenta sexos separados e um acentuado dimorfismo sexual. É um verme delgado e longo, habitando as vênulas do plexo hemorroidário e as ramificações das veias mesentéricas de homens e mamíferos (roedores, marsupiais e eventualmente bovinos) (CUNHA, 1970; SOUZA e LIMA, 1990; REY, 1991). Os vermes adultos podem viver cerca de 25 anos em seu hospedeiro definitivo (SOUZA e LIMA, 1990).

O ciclo biológico do *S. mansoni* (figura 13) possui duas fases: uma sexuada e outra assexuada. A fase sexuada tem início quando os vermes adultos se acasalam nas veias mesentéricas inferiores do hospedeiro definitivo. As fêmeas fazem a postura de seus ovos, um a um, totalizando

cerca de 300 ovos por dia cada. Uma parte dos ovos vai cair na luz intestinal cerca de uma semana após a postura, sendo que 22% são eliminados com as fezes. Outra parte deles ficará retida nos tecidos hepáticos e parede intestinal originando granulomas. Os ovos eliminados com as fezes, encontrando uma coleção hídrica em condições favoráveis de temperatura, luz e oxigenação, vão eclodir na água e eliminar as larvas ciliadas denominadas miracídios. Estes têm um período de aproximadamente oito horas para encontrar um caramujo do gênero *Biomphalaria* suscetível para iniciar a fase assexuada do ciclo. Os miracídios vão penetrar nos caramujos, através de suas partes moles e tomá-los como hospedeiro intermediário. Nos tecidos dos moluscos os miracídios vão se transformar em esporocistos primários e esporocistos secundários, nos quais as células germinativas vão se desenvolver em cercárias de cauda bifurcada, após um período de 25 a 30 dias.

Em condições apropriadas de luz e temperatura, as cercárias serão liberadas na água e nadarão ativamente até encontrarem um hospedeiro vertebrado favorável que em geral é o homem. Ao encontrar o hospedeiro definitivo, as cercárias vão penetrar ativamente pela pele, levando de dois a quinze minutos, e perderão sua cauda. A partir deste momento, formam-se os esquistossômulos que migrarão através da corrente sangüínea até as veias mesentéricas, onde alcançarão a maturidade sexual (de 28 a 48 dias após a penetração no hospedeiro) e em seguida vão se reproduzir, reiniciando o ciclo do parasita (SOUZA e LIMA, 1990; REY, 1991; NEVES *et al.*, 2002).

Figura 13 – Ciclo biológico do parasita *S. mansoni*. Fonte: BAYER, 1988.

1.3 Considerações sobre a biologia e ecologia do gênero *Biomphalaria*

De modo geral, os hospedeiros intermediários são encontrados em águas lentas, próximos as margens dos lagos, riachos, valas e canais de irrigação, não ultrapassando os cinco metros de profundidade. Ocorrem associados a plantas aquáticas e ambientes ricos em material orgânico, de modo que são mais abundantes onde essas plantas apresentam-se em grande quantidade e a água está ligeiramente poluída com matéria orgânica

(MADSEN, 1985; PESSOA e MARTINS, 1988; WHO, 1997, BARBOSA e BARBOSA, 1994).

Os ambientes preferenciais apresentam boa iluminação e temperatura variando entre 20°C e 26°C. O pH próximo do neutro, tendendo ao alcalino, a velocidade da água abaixo de 30 cm/seg (NEVES et al., 2002).

A dinâmica populacional dos moluscos planorbídeos pode ser influenciada por fatores abióticos como a hidrografia, a topografia e os fatores climáticos e sazonais, principalmente a temperatura e a pluviosidade (MADSEN, 1985; BARBOSA e BARBOSA, 1994).

Outros parâmetros que podem influenciar as populações de planorbídeos são: tipo de substrato, turbidez excessiva, cálcio (dureza), condutividade (sais dissolvidos) e oxigênio, entre outros (MADSEN, 1985).

Eles alimentam-se de matéria em decomposição de origem vegetal, além de folhas verdes, sendo que os jovens dependem da presença de algas unicelulares para sua alimentação. Em condições laboratoriais os caramujos podem se alimentar de folhas como couve e alface (PESSOA e MARTINS, 1988).

As *Biomphalarias* são moluscos hermafroditas e possuem em sua extremidade caudal uma glândula chamada ovotestis onde são produzidos tanto óvulos como espermatozóides. Elas podem se reproduzir por autofecundação e fecundação cruzada. Dentre essas duas possibilidades, a fecundação cruzada é o modo preferencial (PARAENSE, 1955; MONTEIRO e DIAS, 1989). A capacidade de autofecundação explica o fato de um único caramujo ser capaz de repovoar um ambiente (PARAENSE, 1955).

Os moluscos fazem sua postura normalmente à noite, depositando os ovos unidos por uma delicada membrana que se chama cápsula ovígera. (REY, 1991). As desovas (figura 14) são depositadas sobre qualquer estrutura sólida tais como plantas, pedras, conchas e até pedaços de isopor que podem estar presentes em coleções hídricas poluídas. (NEVES et al., 2002).

Figura 14 – Placa de isopor contendo desovas da espécie *Biomphalaria tenagophila*. Fonte: GUIMARÃES, 2003.

Com relação ao tamanho, os moluscos poderão alcançar diâmetros maiores quanto menor for a densidade populacional de seu habitat (NEVES et al., 2002).

Os caramujos podem sobreviver durante meses no barro seco em estivação, num processo denominado anidrobiose (NEVES et al., 2002). Este processo ocorre de forma lenta e progressiva na natureza fazendo com que o metabolismo do molusco seja reduzido ao nível basal, acompanhado de uma diminuição do peso corpóreo do caramujo. Este segrega uma

camada de muco para obstruir a abertura da concha evitando maiores perdas de água (NEVES et al., 2002; OHLWEILER e KAWANO, 2002). Quando os caramujos estão fora da água, o processo de ovoposição é interrompido, o que permite uma economia de sua energia, explicando a sua longa sobrevivência nos períodos de seca (VIANEY-LIAUD e DUSSART, 1994).

1.4 Aspectos do parasitismo em *Biomphalaria*

O parasitismo pode desempenhar um importante papel na história de vida e evolução dos hospedeiros, devido à pressão seletiva que exerce sobre eles. Os parasitas são responsáveis por mudanças na sua história de vida e pela indução de respostas adaptativas (THOMAS et al., 2000).

Em *Biomphalaria*, a suscetibilidade ou resistência ao parasitismo é uma característica condicionada geneticamente, podendo variar de acordo com o tamanho e com a idade dos caramujos de forma que os jovens têm se mostrado mais suscetíveis (RICHARDS e MERRITT, 1972; RICHARDS, 1984; GRAHAM, 2003).

A infecção pelo *S. mansoni* poderá causar alguns prejuízos aos caramujos devido à localização do parasita. Quando localizado na glândula ovotestis, já foi observada uma inibição na reprodução (COELHO, 1954). Por outro lado, observou-se em outros estudos com caramujos infectados, um aumento na produção de ovos nas primeiras semanas após a infecção que se manteve por um tempo, seguido de uma diminuição da reprodução,

chegando até mesmo a castração parasitária (COOPER et al., 1996; AGNEW et al., 2000).

Outras conseqüências foram observadas, como a parada no crescimento do animal logo que ocorre liberação de cercárias (YAMAMOTO, 2002) e um aumento na mortalidade dos caramujos infectados (WEBSTER et al., 2003).

1.5 O Controle da esquistossomose: combate ao caramujo

De acordo com a Organização Mundial de Saúde - OMS as estratégias para o controle da esquistossomose devem ser definidas por cada país, segundo seus recursos e sua capacidade. Os principais componentes de um programa de controle seriam: educação sanitária, quimioterapia, melhoria das condições de saneamento e abastecimento de água e combate aos caramujos (OMS, 1993).

Em 1976 foi implementado no Brasil o PECE (Programa especial de controle da esquistossomose), cuja estratégia consistia em identificar os pontos vulneráveis do ciclo de transmissão (MACHADO, 1979). Neste mesmo ano foi criada a SUCEN que se torna o órgão responsável pelo controle da esquistossomose no Estado de São Paulo (NASCIMENTO, 1995).

Segundo CHIEFFI (1975) e SULAIMAN e IBRAHIM (1985) o ponto vulnerável da cadeia epidemiológica do *Schistosoma mansoni* sempre foi

considerado o caramujo, de modo que o maior enfoque sempre foi dado ao controle do molusco.

Dentre os principais métodos utilizados no controle dos moluscos estão:

- O uso de moluscicidas sintéticos: Os moluscicidas mais utilizados no país são: Cal, Sais de cobre e a Niclosamida (Bayluscid ®);
- Controle biológico : Através da introdução de espécies predadoras ou competidoras nos ambientes povoados pelos moluscos, com a finalidade de controlar a população ou mesmo eliminá-los do ambiente. Para essa finalidade estão sendo utilizados principalmente moluscos pilídeos, como a *Pomacea haustum* e a *Marisa cornuarietis*. Além disso, alguns peixes como *Tilapia melanopleura*, aves aquáticas como patos e marrecos, e alguns quelônios têm sido utilizados como predadores.
- Métodos Auxiliares: Entre os métodos auxiliares estão as pequenas obras para modificação dos criadouros, tais como aterros de coleções hídricas inúteis, drenagem de brejos, canalização de cursos d' água, limpeza e retirada da vegetação aquática que serve de habitat aos moluscos e obras de saneamento básico (SOUZA e LIMA, 1990).

1.6 A niclosamida : aspectos relativos a sua utilização

No Estado de São Paulo o controle dos moluscos hospedeiros intermediários é realizado com uma substância derivada do cloronitrofenol, que é comercializada com o nome de Bayluscide ®. Sua fórmula contém **niclosamida** e sal de etnolamida (MACHADO, 1996).

Atualmente, a niclosamida é o único moluscicida com uso permitido em programas de controle aos caramujos. Ela tem sido usada efetivamente no combate aos hospedeiros intermediários da esquistossomose e da fasciolose (WHO, 1997).

A niclosamida é um pó amarelado que se dispersa facilmente na água. O Bayluscid contém 25% de niclosamida em sua formulação. Recomenda-se, em campo, a dosagem de 0.6 ppm em águas correntes e 0.4 - 0.6 ppm em águas paradas, de modo que estas concentrações podem ser mantidas por até 8 horas (MADSEN, 1985).

Segundo MADSEN (1985), alguns fatores podem influenciar na eficácia da niclosamida quando aplicada em uma ambiente, tais como: Altos valores de pH, temperatura da água, dureza (sais dissolvidos), presença de vegetação aquática, e adsorção pelo sedimento ou matéria orgânica.

A niclosamida é tóxica não só para os caramujos, mas também para seus ovos, bem como para os miracídios e cercárias, formas larvais do parasita (MADSEN, 1985). Segundo SOUZA e LIMA (1990), a niclosamida é tóxica para peixes, causando mortandade, e pouco tóxica para mamíferos nas concentrações em que é utilizada.

A utilização da niclosamida possui algumas desvantagens, tais como: O grande número de repetições nas aplicações para se obter bons resultados, o alto custo do produto e a necessidade de pessoal capacitado para a sua aplicação, os efeitos adversos em outros organismos aquáticos, e o fato dos caramujos desenvolverem estratégias para escapar do moluscicida (WHO, 1997).

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo são:

OBJETIVO GERAL: Caracterizar a malacofauna límnică em valas na região de Ana Dias e os fatores abióticos e ambientais que influenciam na flutuação populacional e riqueza de espécies.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar as espécies de moluscos límnicos que ocorrem associadas a *Biomphalaria tenagophila* em valas de irrigação e drenagem com e sem histórico de transmissão de esquistossomose na Região de Ana Dias;
- Caracterizar os parâmetros físico-químicos, climáticos e ambientais desses locais;
- Determinar a abundância relativa, o tamanho dos moluscos e a riqueza de espécies nas diferentes valas;
- Comparar a riqueza e a abundância relativa das espécies entre focos e criadouros;
- Verificar a influência dos parâmetros climáticos e físico-químicos na abundância relativa, riqueza de espécies e tamanho de *B. tenagophila*;

- Comparar os parâmetros biológicos entre os períodos de seca e chuva;
- Pesquisar a ocorrência de parasitismo pelo *S. mansoni* na espécie *B. tenagophila* ao longo dos meses pesquisados;
- Verificar ocorrência de competição entre *B. tenagophila* e outras espécies de moluscos.

3. METODOLOGIA

O levantamento da fauna malacológica foi realizado em coleções hídricas com presença de moluscos e história de transmissão de esquistossomose (FOCOS) e outras coleções hídricas com presença de moluscos hospedeiros - sem história de transmissão (CRIADOUROS) localizadas no distrito de Ana Dias (figura 15), município de Itariri, no Vale do Ribeira. distante 150 Km de São Paulo; latitude 24°19'07 S e longitude 47°12'01 W .

Figura 15 - Imagem de satélite com indicação de Ana Dias. Fonte: EMBRAPA, 2006.

O município de Itariri encontra-se a 53 metros acima do nível do mar (sede), possui topografia acidentada na maior parte de seu território. O clima do município classifica-se como temperado, com temperatura média de 28°

C. O município é banhado pelos rios Itariri, Azeite, Areado, Rio das Pedras, Cabuçu e Guanhanhã (ITARIRI, 2005).

3.1 Escolha dos pontos de coleta nas valas de irrigação e drenagem

Foram determinados sete pontos de coleta (figura 16) que correspondem a trechos de valas de irrigação e drenagem situadas nos **focos**: Palmeiras, Sabiá, Canto das Pedras, Três Irmãos e Adolfo, e **Criadouros**: João Q Alves e Fábrica de Alumínio (denominação utilizada pelo setor de Pedro de Toledo, Regional 2 da SUCEN).

Os pontos de coletas considerados focos nas valas de irrigação e drenagem foram escolhidos segundo os critérios:

- focos já tratados com moluscicida quando positivos para *Schistosoma mansoni*;
- proximidade com pessoas;
- fácil acesso para as coletas.

Os criadouros foram escolhidos segundo os critérios:

- histórico livre de transmissão e aplicação de moluscicida;
- semelhança física com os focos;
- ausência de interligação com os focos;
- fácil acesso para as coletas.

A seguir uma breve descrição de cada um dos pontos escolhidos:

Figura 16 - Indicação dos pontos de coleta. Fonte: GOOGLE EARTH, 2007.

- Ponto 1 - Foco Palmeiras:

Localização Geográfica: 24°18'02.4" S e 047°05'15 ,1" W

Tamanho da Vala selecionada: 50 metros

Largura: aproximadamente 0,96 metros

Profundidade: aproximadamente 0,86 metros

Última aplicação de Niclosamida: 23 de setembro de 2001

- Ponto 2 - Foco Sabiá:

Localização Geográfica: 24°17'59" S e 047°01'01,04 " W

Tamanho da Vala selecionada: 80 metros

Largura: Aproximadamente 1, 20 metros

Profundidade: aproximadamente 0,40 metros

Última aplicação de Niclosamida: 17 de julho de 2003

- Ponto 3 - Criadouro Fábrica de Alumínio:

Localização Geográfica: 24°18'20,5" S e 047°04'01, 7" W

Tamanho da Vala selecionada: 300 metros

Largura: aproximadamente 2,0 metros

Profundidade: aproximadamente 1,90 metros

Última aplicação de Niclosamida: Nunca ocorreu positividade nem aplicação.

- Ponto 4 - Foco Três Irmãos:

Localização Geográfica: 24°18'47,9" S e 047°04'02, 7" W

Tamanho da Vala selecionada: 250 metros

Largura: aproximadamente 1,50 metros

Profundidade: aproximadamente 0,80 metros

Última aplicação de Niclosamida: Anterior a 2000.

- Ponto 5 - Criadouro João Q Alves:

Localização Geográfica: 24°18'51,7" S e 047°03'56, 6" W

Tamanho da Vala selecionada: 400 metros

Largura: aproximadamente 1,80 metros

Profundidade: aproximadamente 0,50 metros

Última aplicação de Niclosamida: Nunca ocorreu positividade nem aplicação.

- Ponto 6 - Foco Canto das Pedras:

Localização Geográfica: 24°19'06,6" S e 047°03'40, 1" W

Tamanho da Vala selecionada: 200 metros

Largura: aproximadamente 1,0 metro

Profundidade: aproximadamente 0,50 metros

Última aplicação de Niclosamida: 03 de novembro de 2004

- Ponto 7 - Foco Adolfo :

Localização Geográfica: 24°17'40,1" S e 047°04'56, 5" W

Tamanho da Vala selecionada: 300 metros

Largura: aproximadamente 1,50 metros

Profundidade: aproximadamente 0,70 metros

Última aplicação de Niclosamida: 15 de setembro de 2004 e 23 de junho de 2005.

Obs: Os valores de largura e profundidade são aproximados em função da variação dessas medidas ao longo da vala, sendo assim, adotou-se uma média.

Os pontos de coleta podem ser observados na figura 17.

Figura 17 – vista geral dos pontos de coleta.

3.2 Método de coleta

O método de coleta adotado foi descrito em 1956 por OLIVIER e SCHNEIDERMAN, sendo um método semi-quantitativo. Utilizando este método, pode-se estimar a abundância relativa de moluscos através do número de indivíduos coletados em relação ao tempo utilizado na coleta (minutos), e ao número de pessoas (coletores). O método consiste em selecionar um trecho de 30 metros em uma coleção hídrica, neste caso, valas de irrigação e drenagem, que foram nossos pontos de coleta. Durante a coleta esses trechos foram examinados e percorridos de modo que todos os moluscos encontrados fossem coletados utilizando concha metálica perfurada (figura 18) padrão da SUCEN e pinças metálicas, no período de 10 minutos e por duas pessoas (coletores), que foram as mesmas durante todo o estudo. Estes trechos de valas foram os mesmos durante todo o período de estudo. O cálculo da abundância relativa é feito da seguinte maneira:

$$\text{Abundância Relativa} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de caramujos coletados}}{\text{Tempo (10 minutos)} \times \text{N}^\circ \text{ de pessoas (2 coletores)}}$$

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de 1 ano, correspondendo a agosto de 2005 até julho de 2006.

Figura 18 – Instrumento utilizado para captura de moluscos em campo.

3.3 Acondicionamento dos moluscos no campo

Os caramujos foram colocados em recipientes de plásticos numerados, com algodão no fundo, e um pouco de água da coleção hídrica. Os recipientes foram tampados com gaze e elástico e transportados até o laboratório de Malacologia da SUCEN.

3.4 Acondicionamento dos moluscos no laboratório

No laboratório os moluscos* foram mantidos em aquários de plástico de 600 mL com água declorada. Duas vezes por semana foram alimentados com alface fresca até que todos passassem por exames parasitológicos e fossem identificados.

* Os moluscos coletados neste estudo serão incorporados a coleção do Laboratório de Malacologia da SUCEN.

3.5 Dados coletados em campo: caracterização do ambiente.

Durante a coleta, alguns dados foram registrados para uma caracterização do ambiente físico:

- substrato da vala;
- presença de vegetação aquática;
- presença de pessoas;
- presença de animais;

3.6 Variáveis Físico-químicas

No dia da coleta, foram medidas as temperaturas do ar e da água, utilizando termômetro de mercúrio. Também foi feita a medida da altura da lâmina d'água utilizando uma trena de 2 metros.

Foram coletadas amostras de água (200 mL) em frasco de vidro âmbar, contendo 2 ml de sulfato manganoso e 2 ml de álcali-iodeto azida, para preservação do oxigênio. Também foram coletadas amostras da água (300 ml) que foram acondicionadas em frascos de plásticos. Essas amostras foram mantidas na temperatura de 4°C, em caixa de isopor com gelo, conforme técnicas de preservação de amostras (CETESB, 1988).

As amostras foram levadas ao Laboratório de Qualidade da Água na Faculdade de Saúde Pública - USP, onde foram realizadas as análises das variáveis Físico-químicas que são: pH, Condutividade, Turbidez, Oxigênio

Dissolvido e Dureza total. A seguir uma breve descrição de cada um dos métodos utilizados:

- **Oxigênio Dissolvido:** Método de Winkler, modificado pela azida sódica. Os resultados são expressos em mg/L de oxigênio.
- **PH :** Método Potenciométrico. Uso de equipamento – WTW pH 3151, composto por sonda de medida – WTW pH Sentix 20. Logaritmo negativo da concentração de íons hidrogênio, com valores na faixa de 0 a 14.
- **Condutividade:** Método Potenciométrico. Uso de equipamento – COM 5 Meter-LaMotte. A condutividade é definida pela capacidade das soluções de conduzir corrente elétrica. O equipamento é composto por um eletrodo, e as medidas são expressas em $\mu\text{S}/\text{cm} = 1$.
- **Turbidez:** Turbidímetro Portátil – Policontrol AP 2000. Princípio do método é; medir a quantidade de material sólido suspenso a partir da luz dispersa num ângulo de 90° em relação a um feixe de luz incidente (ou a medida pode ser feita num ângulo de 45° em relação a vertical) – NT APWA/AWWA 163 A. As medidas são expressas em UNT (unidades nefelométricas de turbidez).
- **Dureza total:** Método titulométrico. A dureza é provocada pela presença de sais de Cálcio e Magnésio. Para esta determinação é utilizado como titulante uma solução de EDTA 0,01 M, uma solução tampão de $\text{pH} = 10+$ ou $-0,1$ ou hidróxido de amônio. Como indicador é usado uma solução sólida de negro eriocromo T e os resultados são expressos em mg/L de CaCO_3 .

3.7 Variáveis Meteorológicas

Os dados climáticos e pluviométricos referentes ao período de estudo foram obtidos junto ao Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) responsável pelo monitoramento desses parâmetros no Estado de São Paulo. Os dados foram: Temperatura média mensal, pluviosidade mensal e evapotranspiração mensal (perda de água pelos processos de evaporação do solo e transpiração das plantas), dado relevante devido ao uso do solo (Bananicultura) que provoca mudanças no regime hídrico.

3.8 Dados obtidos em laboratório: variáveis biológicas

No laboratório de Malacologia Médica da SUCEN, foram obtidos os seguintes dados:

- Exame Parasitológico: Foram realizados dois tipos de exames parasitológicos para verificar parasitismo em moluscos. O primeiro consistiu na exposição dos moluscos do gênero *Biomphalaria* à luz artificial (lâmpada de 60 w). Os moluscos foram expostos agrupados em aquários plásticos pelo período de 2 horas, preferencialmente no horário logo após o meio dia, para verificar se ocorreu eliminação de cercárias. Na água, as cercárias eliminadas foram visualizadas sob microscópio estereoscópico e identificadas. Quando constatada a presença de cercárias na água de um aquário, os caramujos eram

então individualizados em placas de cultura de células para determinação do número de infectados. O exame parasitológico foi repetido duas vezes por semana pelo período de 30 dias para assegurar sua qualidade. Após este período os foram esmagados entre placas de vidro e observados sob microscópio estereoscópico, para verificação de cercárias ou esporocistos nos tecidos dos moluscos. Os moluscos que se apresentaram positivos para qualquer um dos exames parasitológicos foram contabilizados para cálculo da Taxa de infecção (SOUZA e LIMA, 1990).

$$\text{TAXA} = \frac{100 \times \text{N}^\circ \text{ de positivos}}{\text{Total examinados}}$$

- Determinação do tamanho das conchas dos caramujos: No laboratório, as conchas dos caramujos foram medidas com auxílio de um paquímetro para determinação de seu diâmetro, no caso dos planorbídeos (gêneros *Biomphalaria* e *Drepanotrema*), comprimento da concha nos demais moluscos gastrópodes e largura da concha no caso dos moluscos bivalves (Figura 19). Foi determinada então uma média mensal do tamanho dos moluscos para cada coleta.

Figura 19 – Método de medição do tamanho da concha para moluscos planorbídeos, demais gastrópodes e bivalves.

- Identificação das espécies: Uma amostra de caramujos, de cada coleta, foi destinada a identificação taxonômica. Suas partes moles foram retiradas das conchas e conservadas em solução de Raillet-Henry. Elas foram dissecadas sob microscópio estereoscópico para identificação até o nível de espécie, sempre que possível. Após a determinação das espécies foi calculada a riqueza que é numericamente igual a quantidade de espécies encontradas em cada um dos pontos em cada coleta.

3.9 Análise dos resultados

Os resultados obtidos durante o estudo foram tabulados utilizando o software Microsoft Excel e SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows versão 11. Foram feitos quadros e gráficos, de modo a ilustrar os dados, fazer comparações e permitir para a aplicação de testes estatísticos e verificação de correlação entre as variáveis do estudo de acordo com os objetivos propostos.

4. RESULTADOS

As coletas foram realizadas entre os meses de agosto de 2005 a julho de 2006 nas datas indicadas no quadro 1, determinadas mensalmente, conciliando a disponibilidade de materiais de coleta e análise do laboratório da Faculdade de Saúde Pública, a disponibilidade do pessoal da Regional da SUCEN Pedro de Toledo e as condições climáticas.

Quadro 1 – Coletas realizadas em Ana Dias – SP entre os meses de agosto de 2005 a julho de 2006.

<i>Datas das coletas</i>		
1 ^a - 18/08/2005	5 ^a - 14/12/2005	9 ^a - 27/04/2006
2 ^a - 22/09/2005	6 ^a - 18/01/2006	10 ^a - 29/05/2006
3 ^a - 27/10/2005	7 ^a - 15/02/2006	11 ^a - 30/06/2006
4 ^a - 24/11/2005	8 ^a - 15/03/2006	12 ^a - 28/07/2006

O horário das coletas foi sempre das 8:00h às 12:00h e no período da tarde foram feitas as análises químicas no laboratório da Faculdade de Saúde Pública.

4.1 Variáveis Ambientais e Biológicas

É feita para cada um dos pontos de coletas uma breve caracterização do ambiente com base nas observações feitas durante as coletas:

- Ponto 1 – Foco Palmeiras

A vegetação existente na vala é composta basicamente por capim – Ciperáceas – que freqüentemente sofre capina. O substrato é composto por lama e lodo, além de folhas de bananeiras. A presença de trabalhadores andando pelo local é constante. Os animais (fauna associada) que foram observados nas valas durante as coletas são: Insetos aquáticos, larvas de anuros (girinos), peixes e crustáceos (caranguejos). Embora não visualizada a fonte poluidora pode-se perceber, devido ao aspecto da água, que ocorrem despejos de esgoto.

- Ponto 2 – Foco Sabiá

A vegetação existente na vala é composta basicamente por capim – Ciperáceas - e a vala sofre capina mecânica e algumas vezes química com o uso de produtos do tipo “mata-mato”. O substrato é composto por lama e lodo, além de folhas de bananeira onde podem ser encontrados os moluscos. A presença de trabalhadores andando pelo local é constante. Os animais que foram observados nas valas durante as coletas são: Insetos aquáticos, larvas de anuros (girinos), peixes e crustáceos (caranguejos). Não foi verificada a presença de despejos de esgoto na vala estudada.

- Ponto 3 – Criadouro Fábrica de Alumínio

A vegetação existente na vala é composta basicamente por capim – Ciperáceas – e macrófitas flutuantes do gênero *Nymphoides* sendo que a vala não sofreu capina mecânica durante todo período de estudo. O substrato é composto por lama e lodo e pedras em alguns trechos. A

presença de pessoas transitando pelo local é constante. Há uma igreja poucos metros do local e muitas casas próximas. Os animais que foram observados nas valas durante as coletas são: Insetos aquáticos, larvas de anuros (girinos), peixes e crustáceos (caranguejos). Foi visualizada uma fonte de despejo de esgotos (cano). Nos últimos meses de coleta não foram observados animais aquáticos nas valas.

- Ponto 4 – Foco Três Irmãos

A vegetação existente na vala é composta basicamente por capim – Ciperáceas - e Junco (*Eleocharis sp.*). A vala sofre capina mecânica com frequência. O substrato é composto por lama e lodo. A presença de pessoas transitando local é constante, e há uma residência em frente ao local. Os animais que foram observados nas valas durante as coletas são: Insetos aquáticos, larvas de anuros (girinos), peixes e crustáceos (caranguejos). Foi visualizada uma fonte de despejo de esgotos.

- Ponto 5 – Criadouro João Q Alves

A vegetação existente na vala é composta basicamente por capim – Ciperáceas. O substrato é composto por lama e lodo, além de folhas de bananeira. Não foram vistos trabalhadores no local durante as coletas. Os animais que foram observados nas valas durante as coletas são: Insetos aquáticos, larvas de anuros (girinos), peixes e crustáceos (caranguejos). Não foram observadas fontes de despejo de esgotos.

- Ponto 6 – Foco Canto das Pedras

A vegetação existente na vala é composta basicamente por capim – Ciperáceas. O substrato é composto por lama e lodo e folhas de

bananeira em decomposição. A presença de trabalhadores andando pelo local é freqüente. Os animais que foram observados nas valas durante as coletas são: Insetos aquáticos, larvas de anuros (girinos), peixes, crustáceos (caranguejos), peixes e uma cobra aquática. Embora não tenham sido observadas fontes de despejo de esgoto o aspecto da água indica contaminação.

- Ponto 7 – Foco Adolfo

A vegetação existente na vala é composta basicamente por capim – Ciperáceas – e macrófitas flutuantes do gênero *Nymphoides*. O substrato é composto por lama e lodo. A presença de trabalhadores andando pelo local é constante e também há uma residência muito próxima do local onde residem algumas crianças em idade escolar. Os animais que foram observados nas valas durante as coletas são: Insetos aquáticos, larvas de anuros (girinos) e peixes. Essa vala possui ligação com um ribeirão e devido ao aspecto da água acredita-se que ocorre contaminação por esgotos.

4.2 Variáveis Meteorológicas

Os dados referentes as variáveis climatológicas e pluviométricas foram obtidos na página do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO por serem informações oficiais. Devido ao fato de não existir ponto de medição no Município de Itariri, os dados utilizados são do Município vizinho, Miracatu, que possui as mesmas características rurais.

O Quadro 2 contém as informações obtidas climáticas e pluviométricas obtidas para Miracatu. Nas figuras 20, 21 e 22 observa-se a distribuição das variáveis temperatura, precipitação e evapotranspiração para o Município de Miracatu.

Quadro 2 - Dados climáticos e pluviométricos registrados para o Município de Miracatu – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Mês	Temperatura °C			ETP * mm	Precipitação mm
	Máxima	Mínima	Média		
Agosto/05	26,4	13,8	20,1	68	27,7
Setembro/05	22,1	14,7	18,4	74	295,2
Outubro/05	25,7	17,9	21,8	105	197,5
Novembro/05	26,8	17,4	22,1	112	64,9
Dezembro/05	28,2	19,2	23,7	135	130,3
Janeiro/06	30,2	21,8	26	160	212,1
Fevereiro/06	29,8	21,9	25,9	135	240,7
Março/06	29,2	21,7	25,4	125	253
Abril/06	27,3	19,3	23,3	83	130,9
Mai/06	24,3	16,8	20,6	62	47
Junho/06	24,9	17,1	21	55	25,8
Julho/06	26,1	16,4	21,3	61	57,1

Fonte: Boletim agrometeorológico do CIIAGRO, 2006.

* ETP - Evapotranspiração

Figura 20 – Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais registradas para o Município de Miracatu – SP entre os anos de 2005 a 2006. Fonte: CIIAGRO, 2006.

Figura 21 – Precipitação Mensal registrada para o Município de Miracatu – SP entre os anos de 2005 a 2006. Fonte: CIIAGRO, 2006.

Figura 22 – Evapotranspiração (ETP) e Precipitação Mensais registradas para o Município de Miracatu - SP entre os anos de 2005 a 2006. Fonte: CIIAGRO, 2006.

Com base nessas informações climáticas obtidas, delimitou-se para o local de estudo um período de seca e um período chuvoso que estão indicados no quadro 3.

Quadro 3 – Delimitação dos períodos de Seca e Chuvoso para o distrito de Ana Dias – SP.

Período de Seca	de abril a agosto
Período Chuvoso	de setembro a março

4.3 Variáveis Físico-químicas

Os resultados das variáveis físico-químicas analisadas no laboratório da Faculdade de Saúde Pública da USP são descritos a seguir:

- pH

A tabela 1 contém os valores de pH obtidos durante o período de estudo e a figura 23 ilustra a distribuição desses valores.

Tabela 1 – Valores mensais de pH nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

<i>Valores de pH obtidos para cada ponto de coleta**</i>							
Mês de Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Agosto/05	6,08	5,61	6,35	6,30		6,33	7,12
Setembro/05	5,70	5,87	6,05	6,23	6,03	6,09	6,33
Outubro/05	5,52	5,53	5,56	5,95	5,49	5,85	6,20
Novembro/05	6,06	6,37	6,36	6,95	6,09	6,89	8,53
Dezembro/05	5,96	5,95	6,24	6,53	6,09	6,37	7,15
Janeiro/06	5,73		6,37				5,85
Fevereiro/06	5,13	5,00	5,16	5,24	5,35	5,40	5,74
Março/06	6,15	5,70	5,46	5,76	5,50	5,75	5,96
Abril/06	6,15	5,73	5,64	5,80	5,67	5,98	6,44
Mai/06	5,96	5,13	5,70	5,82		6,08	6,47
Junho/06	6,54		6,32	6,21		6,35	6,75
Julho/06							6,58
Legenda: Ponto Seco *							

* Vala sem água.

** Ponto 1 – Foco Palmeiras; Ponto 2 – Foco Adolfo; Ponto 3 – Criadouro Fáb. de Alumínio; Ponto 4 – Foco Três Irmãos; Ponto 5 – Criadouro João Q Alves; Ponto 6 – Foco Canto das Pedras; Ponto 7 – Foco Adolfo.

Figura 23 – Variação temporal do pH nos sete pontos de coleta em Ana Dias

– SP entre os anos de 2005 a 2006.

- Condutividade

A tabela 2 contém os valores de condutividade obtidos durante o período de estudo e a figura 24 ilustra a distribuição desses valores.

Tabela 2 – Valores mensais de condutividade nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Valores de Condutividade ($\mu\text{S/cm}$) obtidos para cada ponto de coleta**							
Mês de Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Agosto/05	103,10	115,50	98,60	76,60		241,00	138,30
Setembro/05	344,00	166,40	101,80	89,50	120,80	262,00	145,20
Outubro/05	169,30	129,20	124,30	76,60	100,80	247,00	139,70
Novembro/05	143,50	136,60	132,80	75,20	103,20	284,00	120,80
Dezembro/05	231,00	120,50	122,00	84,80	109,00	239,00	135,60
Janeiro/06	145,50		169,10				137,10
Fevereiro/06	180,00	115,80	108,20	89,20	105,40	188,70	123,40
Março/06	173,00	118,00	144,40	71,20	96,20	180,10	124,60
Abril/06	222,00	170,00	197,00	182,00	163,20	247,00	185,00
Mai/06	216,00	215,00	175,60	162,00		227,00	195,00
Junho/06	198,00		194,70	185,00		250,00	227,00
Julho/06							197,20
Legenda: Ponto Seco*							

* Vala sem água.

** Ponto 1 – Foco Palmeiras; Ponto 2 – Foco Adolfo; Ponto 3 – Criadouro Fáb. de Alumínio; Ponto 4 – Foco Três Irmãos; Ponto 5 – Criadouro João Q Alves; Ponto 6 – Foco Canto das Pedras; Ponto 7 – Foco Adolfo.

Figura 24 – Variação temporal da condutividade nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

- Turbidez

A tabela 3 contém os valores de turbidez obtidos durante o período de estudo e a figura 25 ilustra a distribuição desses valores.

Tabela 3 – Valores mensais de turbidez nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Valores de Turbidez (UNT) obtidos para cada ponto de coleta**							
Mês de Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Agosto/05	45,00	4,00	17,00	72,00		100,00	10,00
Setembro/05	38,00	3,00	24,00	4,30	10,00	12,00	18,00
Outubro/05	85,00	15,00	22,00	14,00	30,00	33,00	37,00
Novembro/05	20,00	100,00	50,00	2,00	30,00	120,00	55,00
Dezembro/05	24,00	3,00	95,00	2,80	2,20	50,00	6,60
Janeiro/06	35,00		60,00				13,00
Fevereiro/06	37,00	10,00	25,00	22,00	3,50	19,00	4,50
Março/06	65,00	23,00	97,00	23,00	3,20	32,00	27,00
Abril/06	86,00	5,40	120,00	38,00	18,00	90,00	13,00
Maio/06	76,00	34,00	63,00	49,00		49,00	3,80
Junho/06	50,00		98,00	45,00		18,00	4,00
Julho/06							3,50
Legenda: Ponto Seco*							

* Vala sem água.

** Ponto 1 – Foco Palmeiras; Ponto 2 – Foco Adolfo; Ponto 3 – Criadouro Fáb. de Alumínio; Ponto 4 – Foco Três Irmãos; Ponto 5 – Criadouro João Q Alves; Ponto 6 – Foco Canto das Pedras; Ponto 7 – Foco Adolfo.

Figura 25 – Variação temporal da turbidez nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

- Oxigênio Dissolvido

A tabela 4 contém os valores de oxigênio dissolvido obtidos durante o período de estudo e a figura 26 ilustra a distribuição desses valores.

Tabela 4 – Valores mensais de oxigênio dissolvido nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Valores de O.D. (mg/L) obtidos para cada ponto de coleta**							
Mês de Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Agosto/05	9,40	3,80	7,60	6,00		2,20	9,60
Setembro/05	4,00	5,40	5,60	8,60	6,40	5,20	9,00
Outubro/05	3,42	3,78	2,70	4,68	3,78	1,44	7,20
Novembro/05	4,80	1,00	1,20	7,00	3,20	2,20	13,00
Dezembro/05	3,20	4,00	3,80	8,40	8,60	4,80	10,80
Janeiro/06	4,60		0,60				
Fevereiro/06	1,20	1,20	2,00		4,60	2,20	5,40
Março/06	2,00	1,20	0,00	2,20	3,60	0,80	2,00
Abril/06	0,20	0,60	0,00	4,60	5,00	2,00	5,60
Mai/06	2,16	1,18	0,78	1,37		5,68	8,43
Junho/06	4,30		1,56	6,06		7,83	9,98
Julho/06							11,00
Legenda: Ponto Seco*			Amostra perdida				

* Vala sem água.

** Ponto 1 – Foco Palmeiras; Ponto 2 – Foco Adolfo; Ponto 3 – Criadouro Fáb. de Alumínio; Ponto 4 – Foco Três Irmãos; Ponto 5 – Criadouro João Q Alves; Ponto 6 – Foco Canto das Pedras; Ponto 7 – Foco Adolfo.

Figura 26 – Variação temporal do oxigênio dissolvido nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

- Temperatura da água

A tabela 5 contém os valores de temperatura da água durante o período de estudo e a figura 27 ilustra a distribuição desses valores.

Tabela 5 – Valores mensais de temperatura da água nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Valores de Temperatura da água (°C) obtidos para cada ponto de coleta**							
Mês de Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Agosto/05	19,20	22,00	23,00	22,50		22,50	24,00
Setembro/05	20,50	22,00	23,00	25,00	24,00	24,50	23,00
Outubro/05	22,00	22,00	23,00	24,00	23,50	24,00	25,00
Novembro/05	24,00	25,00	25,50	27,50	27,00	30,00	33,00
Dezembro/05	21,50	22,00	22,50	23,50	23,00	24,50	26,00
Janeiro/06	25,50		27,00				27,50
Fevereiro/06	24,00	25,50	26,50	25,50	26,00	27,00	28,00
Março/06	24,00	24,50	25,50	26,00	26,50	26,00	26,50
Abril/06	21,00	22,00	23,50	24,00	22,50	24,00	24,00
Maio/06	20,00	21,00	20,00	21,00		21,00	22,00
Junho/06	16,00		19,00	19,50		19,00	22,00
Julho/06							24,00
Legenda: Ponto Seco*							

* Vala sem água.

** Ponto 1 – Foco Palmeiras; Ponto 2 – Foco Adolfo; Ponto 3 – Criadouro Fáb. de Alumínio; Ponto 4 – Foco Três Irmãos; Ponto 5 – Criadouro João Q Alves; Ponto 6 – Foco Canto das Pedras; Ponto 7 – Foco Adolfo.

Figura 27 – Variação temporal da temperatura da água nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

- Dureza Total

A tabela 6 contém os valores de dureza obtidos durante o período de estudo e a figura 28 ilustra a distribuição desses valores.

Tabela 6 – Valores mensais de dureza nos 7 pontos de coleta em Ana Dias

– SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Valores de Dureza (mg CaCO₃/L) obtidos para cada ponto de coleta**							
Mês de Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Agosto/05	32,00	59,00	21,00	22,00		93,00	50,00
Setembro/05	90,00	76,00	35,00	39,00	21,00	97,00	49,00
Outubro/05	58,00	42,00	30,00	21,00	29,00	84,00	49,00
Novembro/05	42,00	49,00	37,00	17,00	30,00	110,00	35,00
Dezembro/05	68,00	44,00	30,00	25,00	34,00	84,00	43,00
Janeiro/06	28,00		42,00				48,00
Fevereiro/06	74,00	38,00	63,00	28,00	32,00	66,00	55,00
Março/06	60,00	41,00	50,00	25,00	34,00	63,00	45,00
Abril/06	37,00	37,00	47,00	39,00	26,00	67,00	47,00
Mai/06	50,00	44,00	31,00	27,00		62,00	46,00
Junho/06	41,00		25,00	36,00		78,00	55,00
Julho/06							47,00
Legenda: Ponto Seco*							

* Vala sem água.

** Ponto 1 – Foco Palmeiras; Ponto 2 – Foco Adolfo; Ponto 3 – Criadouro Fáb. de Alumínio; Ponto 4 – Foco Três Irmãos; Ponto 5 – Criadouro João Q Alves; Ponto 6 – Foco Canto das Pedras; Ponto 7 – Foco Adolfo.

Figura 28 – Variação temporal da dureza nos sete pontos de coleta em Ana

Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

- Lâmina d'água

A tabela 7 contém os valores de lâmina d'água obtidos durante o período de estudo e a figura 29 ilustra a distribuição desses valores..

Tabela 7 – Valores mensais de lâmina d'água nos 7 pontos de coleta em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Valores de Lâmina d'água (metro) obtidos para cada ponto de coleta**							
Mês de Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Agosto/05	0,05	0,11	0,20	0,09		0,05	0,07
Setembro/05	0,10	0,13	0,21	0,09	0,18	0,15	0,18
Outubro/05	0,16	0,15	0,25	0,12	0,12	0,13	0,05
Novembro/05	0,12	0,03	0,18	0,06	0,04	0,05	0,06
Dezembro/05	0,15	0,16	0,28	0,10	0,11	0,13	0,12
Janeiro/06	0,07		0,13				0,07
Fevereiro/06	0,15	0,21	0,40	0,06	0,20	0,12	0,08
Março/06	0,14	0,18	0,22	0,04	0,11	0,08	0,08
Abril/06	0,09	0,12	0,22	0,05	0,08	0,08	0,06
Mai/06	0,11	0,06	0,20	0,09		0,10	0,10
Junho/06	0,07		0,15	0,06		0,06	0,06
Julho/06							0,05
Legenda: Ponto Seco*							

* Vala sem água.

** Ponto 1 – Foco Palmeiras; Ponto 2 – Foco Adolfo; Ponto 3 – Criadouro Fáb. de Alumínio; Ponto 4 – Foco Três Irmãos; Ponto 5 – Criadouro João Q Alves; Ponto 6 – Foco Canto das Pedras; Ponto 7 – Foco Adolfo.

Figura 29 – Variação temporal da lâmina d'água nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

4.4 Variáveis Biológicas

A seguir, serão descritos os resultados referentes a cada uma das variáveis biológicas estudadas.

4.4.1 Riqueza de espécies

Foram identificadas, para o distrito de Ana Dias, além da espécie *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835), mais nove espécies de moluscos diferentes, conforme ilustra a figura 30:

Figura 30 – Espécies de moluscos identificadas em Ana Dias. Fonte: Modificado de SIMONE, 2006.

Devido à baixa diversidade de espécies encontradas no distrito de Ana Dias, foi feito somente o cálculo de riqueza de espécies. A riqueza para cada um dos pontos de coleta, bem como as espécies de moluscos coletadas, estão descritas nas tabelas 8 a 14.

Tabela 8 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Moluscos e riqueza mensal no Foco Palmeiras – Ponto 1												
Espécie	Espécies encontradas por mês											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Drepanotrema drepressissimum</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	X	---	---	
<i>Pomacea sordida</i>	X	---	X	X	X	---	X	---	---	X	---	
<i>Physa marmorata</i>	X	X	---	---	X	X	X	---	X	X	---	
<i>Melanoides tuberculatus</i>	X	X	X	X	---	X	X	X	X	X	X	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	X	---	---	---	X	X	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	X	---	---	---	---	---	---	---	---	
RIQUEZA MENSAL	4	3	4	3	4	3	4	2	5	5	2	
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Tabela 9 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Sabiá em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Moluscos e riqueza mensal no Foco Sabiá– Ponto 2												
Espécie	Espécies encontradas por mês											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X		
<i>Pomacea sordida</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X		
<i>Physa marmorata</i>	---	---	---	---	---		X	X	X	X		
<i>Melanoides tuberculatus</i>	---	---	---	---	---		---	---	X	X		
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	X	X	X	X		X	X	X	X		
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	---	X	---		---	---	---	X		
RIQUEZA MENSAL	2	3	3	4	3		4	4	5	6		
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Tabela 10 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Moluscos e riqueza mensal no Criadouro Fáb. de Alumínio – Ponto 3												
Espécie	Espécies encontradas por mês											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Drepanotrema anatinum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	---		
<i>Drepanotrema lucidum</i>	---	X	---	---	---	---	---	---	---	---		
<i>Drepanotrema depressissimum</i>	---	X	---	X	---	---	---	---	---	---		
<i>Lymnaea collumela</i>	X	X	X	X	X	---	---	---	---	---		
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	X	---	---	---	X	---		
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	X	X	X	---	X	---	---	---		
RIQUEZA MENSAL	3	5	4	5	5	2	3	2	3	1		
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Tabela 11 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Moluscos e riqueza mensal no Foco Três Irmãos – Ponto 4												
Espécie	Espécies encontradas por mês											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
<i>Drepanotrema anatinum</i>	---	X	---	X	---		X	---	X	X	X	
<i>Drepanotrema lucidum</i>	X	---	---	---	---		---	---	---	---	---	
<i>Pomacea sordida</i>	X	X	---	X	X		---	X	X	X	X	
<i>Lymnaea collumela</i>	X	X	X	X	X		---	X	X	X	X	
<i>Physa marmorata</i>	X	---	X	X	---		---	---	---	---	---	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	---		---	---	X	---	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	X	X	X		---	---	X	X	X	
RIQUEZA MENSAL	5	4	5	6	4		2	3	6	5	5	
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Tabela 12 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Moluscos e riqueza mensal no Criadouro João Q Alves – Ponto 5												
Espécie	Espécies encontradas por mês											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>		X	X	X	X		X	X	X			
<i>Pomacea sordida</i>		X	X	X	X		X	X	X			
<i>Physa marmorata</i>		---	---	X	X		X	---	X			
<i>Pisidium sp.</i>		---	X	X	---		---	---	X			
RIQUEZA MENSAL		2	3	4	3		3	2	4			
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Tabela 13 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Canto das Pedras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Moluscos e riqueza mensal no Foco Canto das Pedras – Ponto 6												
Espécie	Espécies encontradas por mês											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
<i>Pomacea sordida</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
<i>Lymnaea collumela</i>	X	---	---	---	---		---	---	---	X	X	
<i>Physa marmorata</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
<i>Melanoides tuberculatus</i>	---	X	---	---	---		---	---	---	---	---	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	---		---	---	X	X	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	---	X	X		X	---	X	X	---	
RIQUEZA MENSAL	4	4	3	4	4		4	3	5	6	4	
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Tabela 14 – Espécies de moluscos e valores mensais de riqueza no Foco Adolfo em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Moluscos e riqueza mensal no Foco Adolfo – Ponto 7												
Espécie	Espécies encontradas por mês											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pomacea sordida</i>		---	X	---	---	---	X	X	X	X	---	---
<i>Lymnaea collumela</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Physa marmorata</i>		---	---	---	X	---	---	---	---	X	---	X
<i>Gundlachia ticaga</i>		---	X	X	X	X	X	---	X	X	X	X
<i>Pisidium sp.</i>		---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	---
RIQUEZA MENSAL		2	4	3	4	3	4	3	4	5	4	4
Legenda: Ausência de caramujos												

A figura 31 ilustra a comparação entre os valores de riquezas mensais para os sete pontos de coleta.

Figura 31 – Variação temporal da riqueza de espécies nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

4.4.2 Abundância relativa

Serão descritos os resultados obtidos, separadamente, para cada ponto de coleta nas tabelas 15 a 21. As figuras 32 a 38 ilustram os valores obtidos bem como a participação de cada espécie no total coletado, evidenciando a dominância da espécie *B. tenagophila*.

Tabela 15 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Abundância Relativa mensal no Foco Palmeiras – Ponto 1												
Espécie	Abundância relativa mensal											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	3,90	1,90	3,30	3,30	3,35	2,55	2,95	0,80	5,65	1,75	1,10	
<i>Drepanotrema drepressissimum</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	0,10	---	---	
<i>Pomacea sordida</i>	0,05	---	0,05	0,20	0,25	---	0,10	---	---	0,10	---	
<i>Physa marmorata</i>	0,10	0,05	---	---	0,15	0,10	0,35	---	0,25	0,05	---	
<i>Melanoides tuberculatus</i>	0,05	0,20	0,25	1,15	---	2,20	2,50	7,55	3,20	1,80	5,50	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	0,10	---	---	---	0,05	0,05	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	0,10	---	---	---	---	---	---	---	---	
TOTAL	4,10	2,15	3,70	4,65	3,85	4,85	5,90	8,35	9,25	3,75	6,60	
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Figura 32 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 16 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Sabiá em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Abundância Relativa mensal no Foco Sabiá – Ponto 2												
Espécie	Abundância relativa mensal											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	6,45	6,75	8,65	5,75	5,80		7,10	6,70	10,15	10,05		
<i>Pomacea sordida</i>	0,95	0,50	0,35	0,35	0,80		0,75	0,05	0,80	0,50		
<i>Physa marmorata</i>	---	---	---	---	---		0,20	0,05	0,25	0,10		
<i>Melanoides tuberculatus</i>	---	---	---	---	---		---	---	0,30	0,30		
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	0,05	0,05	0,10	0,15		0,15	0,90	3,60	1,55		
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	---	0,15	---		---	---	---	0,10		
TOTAL	7,40	7,30	9,05	6,35	6,75		8,20	7,70	15,10	12,60		
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Figura 33 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Sabiá em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 17 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Abundância Relativa mensal no Criadouro Fáb. de Alumínio – Ponto 3												
Espécie	Abundância relativa mensal											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	4,65	4,15	4,75	7,05	5,60	1,80	1,75	0,25	0,20	0,15		
<i>Drepanotrema anatinum</i>	0,35	0,30	0,40	0,35	1,20	0,35	0,70	0,20	0,40	---		
<i>Drepanotrema lucidum</i>	---	0,40	---	---	---	---	---	---	---	---		
<i>Drepanotrema depressissimum</i>	---	0,05	---	0,05	---	---	---	---	---	---		
<i>Lymnaea collumela</i>	0,05	0,05	0,35	0,30	0,15	---	---	---	---	---		
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	0,05	---	---	---	0,05	---		
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	0,15	0,40	0,30	---	0,15	---	---	---		
TOTAL	5,05	4,95	5,65	8,15	7,30	2,15	2,60	0,45	0,65	0,15		
Legenda: Ponto Seco*			Ausência de caramujos									

* Vala sem água.

Figura 34 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 18 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Abundância Relativa mensal no Foco Três Irmãos – Ponto 4												
Espécie	Abundância relativa mensal											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	2,95	8,00	20,00	12,00	13,40		11,50	3,75	13,75	12,70	9,15	
<i>Drepanotrema anatinum</i>	---	0,80	---	0,05	---		0,10	---	0,05	0,35	0,65	
<i>Drepanotrema lucidum</i>	0,20	---	---	---	---		---	---	---	---	---	
<i>Pomacea sordida</i>	0,20	0,10	---	0,15	0,60		---	0,05	0,20	0,60	0,15	
<i>Lymnaea collumela</i>	0,55	0,55	0,20	0,15	0,05		---	0,05	---	0,10	0,20	
<i>Physa marmorata</i>	0,05	---	0,10	0,15	---		---	---	---	---	---	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	---		---	---	0,10	---	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	0,35	0,15	0,25		---	---	0,90	0,15	0,10	
TOTAL	3,95	9,45	20,65	12,65	14,30		11,60	3,85	15,00	13,90	10,25	
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Figura 35 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 19 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Abundância Relativa mensal no Criadouro João Q Alves – Ponto 5												
Espécie	Abundância relativa mensal											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>		2,05	1,90	4,90	8,75		7,05	4,75	8,15			
<i>Pomacea sordida</i>		0,65	0,65	0,45	0,30		0,80	1,05	0,70			
<i>Physa marmorata</i>		---	---	0,65	0,50		0,10	---	0,10			
<i>Pisidium sp.</i>		---	0,30	0,35	---		---	---	0,05			
TOTAL		2,70	2,85	6,35	9,55		7,95	5,80	9,00			
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Figura 36 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 20 – Abundância relativa mensal de moluscos (por espécie e total) no Foco Canto das Pedras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Abundância Relativa mensal no Foco Canto das Pedras – Ponto 6												
Espécie	Abundância relativa mensal											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	10,10	9,70	9,00	8,55	6,10		3,80	11,40	18,90	10,00	6,10	
<i>Pomacea sordida</i>	0,90	0,35	0,35	0,55	0,50		0,25	0,05	0,40	0,10	0,15	
<i>Lymnaea collumela</i>	0,05	---	---	---	---		---	---	---	0,05	0,05	
<i>Physa marmorata</i>	1,25	0,05	0,45	0,40	0,25		0,70	0,15	1,25	0,25	0,15	
<i>Melanoides tuberculatus</i>	---	0,05	---	---	---		---	---	---	---	---	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	---		---	---	0,30	0,10	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	---	0,05	0,05		0,05	---	1,35	0,45	---	
TOTAL	12,30	10,15	9,80	9,55	6,90		4,80	11,60	22,20	10,95	6,45	
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Abundância Relativa mensal no Foco Adolfo – Ponto 7												
Espécie	Abundância relativa mensal											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>		0,15	1,80	3,85	10,35	6,00	9,15	2,25	5,05	4,65	4,05	3,70
<i>Pomacea sordida</i>		---	0,05	---	---	---	0,10	0,15	0,05	0,10	---	---
<i>Lymnaea collumela</i>		0,10	0,10	0,25	0,60	0,35	0,05	0,05	0,05	0,70	1,15	1,00
<i>Physa marmorata</i>		---	---	---	0,05	---	---	---	---	0,20	---	0,20
<i>Gundlachia ticaga</i>		---	0,25	0,10	0,25	0,90	0,10	---	3,25	0,60	0,30	0,10
<i>Pisidium sp.</i>		---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,05	---
TOTAL		0,25	2,20	4,20	11,25	7,25	9,40	2,45	8,40	6,25	5,55	5,00
Legenda: Ausência de caramujos

Figura 38 – Variação temporal da abundância relativa e contribuição de cada espécie no Foco Adolfo em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

A figura 39 permite a comparação dos valores de abundância relativa (total) entre os pontos de coleta.

Figura 39 – Variação temporal da abundância relativa nos sete pontos de coleta em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

4.4.3 Tamanho dos moluscos

Os resultados obtidos, referentes à média mensal do tamanho dos caramujos (tamanho da concha) , serão descritos separadamente para cada ponto de coleta nas tabelas 22 a 28 e ilustrados nas figuras 40 a 46.

Tabela 22 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Tamanho médio dos moluscos no foco Palmeiras – Ponto 1												
Espécie	Milímetros (mm)											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	6,24	6,6	7,54	7,4	6,8	6,56	8,44	12,28	4,82	5,95	6,07	
<i>Drepanotrema drepressissimum</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	4,55	---	---	
<i>Pomacea sordida</i>	12,7	---	28,4	13,32	14,9	---	21,2	---	---	8,1	---	
<i>Physa marmorata</i>	10,45	5,5	---	---	6,5	6,5	7,35	---	9,54	8,3	---	
<i>Melanoides tuberculatus</i>	24,3	13,8	9,76	11,89	---	16,41	17,92	15,3	15,35	14,92	14,15	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	2,9	---	---	---	3,5	3,1	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	2,8	---	---	---	---	---	---	---	---	
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Figura 40 – Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Palmeiras em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 23 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Sabiá em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Tamanho médio dos moluscos no foco Sabiá – Ponto 2												
Espécie	Milímetros (mm)											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	6,77	5,21	8,3	5,64	5,57	---	5,4	4,28	6,05	7,61	---	---
<i>Pomacea sordida</i>	9,01	9,5	17,01	5,2	8,3	---	6,24	6,8	5,26	7,15	---	---
<i>Physa marmorata</i>	---	---	---	---	---	---	6,1	6,7	5,27	5,8	---	---
<i>Melanoides tuberculatus</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	19,03	21,35	---	---
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	3,2	3,5	2,15	2,63	---	2,96	2,64	2,52	2,23	---	---
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	---	2,2	---	---	---	---	---	1,7	---	---

Legenda: Ponto Seco*

* Vala sem água.

Figura 41 –Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Sabiá em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 24 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Tamanho médio dos moluscos no Criadouro Fáb. de Alumínio – Ponto 3												
Espécie	Milímetros (mm)											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	4,37	6,21	4,24	4,79	5,82	5,12	4,62	4,16	3,17	5,33		
<i>Drepanotrema anatinum</i>	3,07	3,6	3,82	3,75	3,93	4,1	3,35	3,02	3,21	---		
<i>Drepanotrema lucidum</i>	---	4	---	---	---	---	---	---	---	---		
<i>Drepanotrema depressissimum</i>	---	4,5	---	3,2	---	---	---	---	---	---		
<i>Lymnaea collumela</i>	2	3,8	5,38	4,01	5,3	---	---	---	---	---		
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	3,5	---	---	---	3,3	---		
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	2,33	2,33	2,46	---	2,35	---	---	---		
Legenda: Ponto Seco*			Ausência de caramujos									

* Vala sem água.

Figura 42 – Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Criadouro Fábrica de Alumínio em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 25 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Tamanho médio dos moluscos no Foco Três Irmãos – Ponto 4												
Espécie	Milímetros (mm)											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	4,43	5,29	5,28	6,17	5,33		4,31	4,84	4,45	5	5,33	
<i>Drepanotrema anatinum</i>	---	4,06	---	2,6	---		4	---	3,4	4,04	4,47	
<i>Drepanotrema lucidum</i>	4,02	---	---	---	---		---	---	---	---	---	
<i>Pomacea sordida</i>	29	42,3	---	6,73	10,08		---	7,3	10,37	6,55	6,33	
<i>Lymnaea collumela</i>	8,89	7,77	6,55	5,7	3,9		---	4,7	---	6,9	6,75	
<i>Physa marmorata</i>	5,3	---	4,5	5,8	---		---	---	---	---	---	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	---		---	---	2,65	---	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	1,7	1,96	2,08		---	---	2,4	2,4	1,85	

Legenda: Ponto Seco*

* Vala sem água.

Figura 43 – Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Três Irmãos em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 26 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Tamanho médio dos moluscos no Criadouro João Q Alves – Ponto 5												
Espécie	Milímetros (mm)											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>		7,85	4,18	6,61	7,02		8,12	8,04	7,64			
<i>Pomacea sordida</i>		15,4	14,8	12,13	6,86		9,81	24,47	14,82			
<i>Physa marmorata</i>		---	---	6,56	5,58		5,2	---	6,15			
<i>Pisidium sp.</i>		---	2,36	2,31	---		---	---	2			
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Figura 44 – Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Criadouro João Q Alves em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Tabela 27 – Tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Canto das Pedras em Ana Dias – SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Tamanho médio dos moluscos no Foco Canto das Pedras – Ponto 6												
Espécie	Milímetros (mm)											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	11,18	12,35	11,66	16,45	16,03		11,52	6,35	7	7,95	9,89	
<i>Pomacea sordida</i>	14,47	18,11	14,68	20,97	12,72		11,3	4	4,97	23,4	17,06	
<i>Lymnaea collumela</i>	9,5	---	---	---	---		---	---	---	5,2	8,7	
<i>Physa marmorata</i>	7,1	9,7	8,78	7,66	7,28		6,08	5,86	6,78	5,68	6,26	
<i>Melanoides tuberculatus</i>	---	4	---	---	---		---	---	---	---	---	
<i>Gundlachia ticaga</i>	---	---	---	---	---		---	---	3,05	1,95	---	
<i>Pisidium sp.</i>	---	---	---	1,3	2,3		2	---	2,55	2,54	---	
Legenda: Ponto Seco*												

* Vala sem água.

Tamanho médio dos moluscos no Foco Adolfo – Ponto 7												
Espécie	Milímetros (mm)											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Biomphalaria tenagophila</i>		6,33	8,01	6,54	5,19	6,93	6,34	6,73	8,14	5,83	5,5	5,98
<i>Pomacea sordida</i>		---	27,8	---	---	---	19,7	4,26	7,9	4,75	---	---
<i>Lymnaea collumela</i>		7,45	7	8,08	8,06	5,3	5,4	6	5,2	9,89	10,73	11,35
<i>Physa marmorata</i>		---	---	---	9,4	---	---	---	---	8,17	---	7,72
<i>Gundlachia ticaga</i>		---	2,26	3,5	2,26	2,5	2,25	---	1,78	2,29	1,95	3,1
<i>Pisidium sp.</i>		---	---	---	---	---	---	---	---	---	2,2	---

Legenda: Ausência de caramujos

Figura 46 – Variação temporal do tamanho médio mensal dos moluscos no Foco Adolfo em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

4.4.4 Parasitismo

Os resultados positivos para a presença de larvas do parasita *Schistosoma mansoni* no exame parasitológico podem ser verificados na tabela 29. Nos demais focos não foram encontrados caramujos positivos.

Tabela 29 – Resultados obtidos no exame parasitológico de *B. tenagophila* coletada em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Ponto de coleta	Mês	Nº de caramujos positivos	Nº de caramujos coletados	Taxa de infecção (%)
Foco Palmeiras Ponto 1	Outubro/05	1	66	1,51%
Foco Sabiá Ponto 2	Novembro/05	1	115	0,86 %

O exame de esmagamento para verificação de cercárias ou esporocistos não apresentou resultados positivos, com exceção dos 2 caramujos citados na tabela 29.

4.5 Análises Estatísticas

Para as análises estatísticas foram consideradas 3 variáveis dependentes: Riqueza de espécies, Abundância Relativa (total) e tamanho (média mensal) dos caramujos *Biomphalaria tenagophila*. Essas 3 variáveis foram correlacionadas aos parâmetros físico-químicos e climáticos. A seguir o resultado das análises estatísticas para cada variável.

4.5.1 Variável 1 – Riqueza de espécies

Foram feitos testes estatísticos para testar a normalidade da variável dependente riqueza e para cada um dos parâmetros abióticos estudados (variáveis independentes). O teste aplicado foi o Kolmogorov-Smirnov. A variável dependente apresentou distribuição de dados não normal, assim como todas as variáveis independentes, exceto o parâmetro temperatura da água que apresentou distribuição normal. Com base nestes resultados, optou-se pelo coeficiente de correlação de Spermann para verificar as correlações existentes entre a riqueza e os parâmetros abióticos. Os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 30:

Tabela 30: Resultados obtidos nas correlações (coeficiente de correlação de Spearman) entre a riqueza de espécies e os parâmetros abióticos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).

Parâmetros	Riqueza							
Abióticos	Total	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
pH	*	*	*	*	*	*	*	*
Oxigênio	*	*	rs= -,832 p = 0,005 *****	*	*	*	*	*
Condutividade	*	*	*	*	*	*	*	*
Dureza	*	*	*	*	*	*	*	*
Temperatura da água	*	*	*	*	*	*	*	*
Turbidez	*	*	*	*	*	*	*	rs= -,655 p = 0,03 ***
Lâmina d'água	rs= -,236 p = 0,05 **	*	*	*	*	*	*	*
Temperatura Média Mensal	*	*	*	*	*	*	*	*
Precipitação	rs= -,369 p = 0,002 *****	*	*	*	rs= -,741 p = 0,01 ****	rs= -,850 p = 0,02 ***	*	rs= -,646 p = 0,03 ***

Legenda: * $p > 0,05$ - não significante; ** $p = 0,05$ – considerou-se significante; *** $p < 0,05$ – significante; **** $p = 0,01$ – significante no nível de 1% ($\alpha = 0,01$); ***** $p < 0,001$ –significante no nível de 0,1% ($\alpha = 0,001$).

Nível de significância estabelecido: $\alpha = 0,05$ (5%).

Para a interpretação dos resultados das correlações aqui obtidas, e das demais correlações presentes no estudo, será utilizada a classificação apresentada no quadro 4.

Quadro 4 – Interpretação dos coeficientes de correlação.

+1,00	Correlação linear positiva perfeita
+0,80	Correlação positiva forte
+0,50	Correlação positiva moderada
+0,10	Correlação positiva fraca
0,00	Ausência de correlação
-0,10	Correlação negativa fraca
-0,50	Correlação negativa moderada
-0,80	Correlação negativa forte
-1,00	Correlação negativa linear perfeita

A riqueza apresentou, no total, correlação com a lâmina d'água (correlação negativa moderada) e com a precipitação (correlação negativa moderada). No ponto 2 houve correlação entre a riqueza e o oxigênio dissolvido (correlação negativa forte). No ponto 4 a riqueza apresentou correlação com a precipitação (correlação negativa moderada). No ponto 5 a riqueza apresentou correlação com a precipitação (correlação negativa forte). No ponto 7 houve correlação entre a riqueza e os parâmetros turbidez (correlação negativa moderada) e precipitação (correlação negativa moderada).

As figuras 47 a 50 ilustram essas correlações.

Figura 47 – Variação temporal dos valores médios de riqueza e lâmina d'água em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 48 – Variação temporal dos valores médios de riqueza e precipitação, e dos valores obtidos nos pontos 4, 5 e 7 de coleta, em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 49 – Variação temporal dos valores de riqueza e oxigênio dissolvido (O.D.) no ponto de coleta 2 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 50 – Variação temporal dos valores de riqueza e turbidez no ponto de coleta 7 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

4.5.2 Variável 2 – Abundância Relativa

Foram feitos testes estatísticos para testar a normalidade da variável dependente abundância relativa (total). A partir do teste de Kolmogorov-Smirnov verificou-se que a variável dependente apresentou uma distribuição de dados normal, porém as variáveis independentes apresentaram distribuição não normal, exceto o parâmetro temperatura da água que também apresentou distribuição normal. Com base nestes resultados, optou-se pelo coeficiente de correlação de Spermann para verificar as correlações existentes entre a abundância relativa e os parâmetros abióticos, exceto na correlação entre a abundância relativa e a temperatura da água, onde se optou por um teste paramétrico, o coeficiente de correlação de Pearson. Os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 31:

Tabela 31: Resultados obtidos nas correlações (coeficiente de correlação de Spermann e Pearson) entre a abundância relativa e os parâmetros abióticos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).

Parâmetros	Abundância Relativa (total)							
Abióticos	Total	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
pH	*	rs= ,603 p = 0,05 **	rs= -,683 p = 0,04 ***	*	*	*	*	*
Oxigênio	*	*	*	rs= ,644 p = 0,04 ***	*	*	*	*
Condutividade	*	*	*	*	*	*	*	*
Dureza	*	*	rs= -,669 p = 0,05 **	*	*	*	*	*
Temperatura da água	*	*	*	*	*	*	*	*
Turbidez	*	*	*	*	*	*	*	*
Lâmina d'água	rs= -,270 p = 0,03 ***	*	*	*	*	*	*	*
Temperatura Média Mensal	*	*	*	*	*	*	*	*
Precipitação	*	*	*	*	*	*	*	*

Legenda: * $p > 0,05$ - não significativa; ** $p = 0,05$ – considerou-se significativa; *** $p < 0,05$ – significativa. Nível de significância estabelecido: $\alpha = 0,05$ (5%).

A abundância relativa apresentou, no total, correlação com a lâmina d'água (correlação negativa moderada). No ponto 1 houve correlação entre a abundância relativa e o pH (correlação positiva moderada). No ponto 2 a abundância apresentou correlação com o pH (correlação negativa moderada) e com a dureza (correlação negativa moderada). No ponto 3 a abundância apresentou correlação com o oxigênio dissolvido (correlação positiva moderada).

As figuras 51 a 54 ilustram essas correlações.

Figura 51 – Variação temporal dos valores médios de abundância relativa e lâmina d'água em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 52 – Variação temporal dos valores de abundância relativa e pH nos pontos de coleta 1 e 2 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 53 – Variação temporal dos valores de abundância relativa e dureza no ponto de coleta 2 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 54 – Variação temporal dos valores de abundância relativa e oxigênio dissolvido (O.D.) no ponto de coleta 3 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

4.5.3 Variável 3 – Tamanho dos caramujos (*Biomphalaria tenagophila*)

Foram feitos testes estatísticos para testar a normalidade da variável dependente tamanho médio (diâmetro da concha) da espécie *Biomphalaria tenagophila*. O teste aplicado foi o Kolmogorov-Smirnov. A variável dependente apresentou uma distribuição de dados não normal, assim como as variáveis abióticas, exceto o parâmetro temperatura da água, que apresentou distribuição normal. Com base nestes resultados, optou-se pelo coeficiente de correlação de Spermann para verificar as correlações existentes entre a abundância relativa e os parâmetros abióticos. Os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 32.

Somente o tamanho da espécie *B. tenagophila* recebeu tratamento estatístico devido ao foco deste estudo, voltado ao hospedeiro intermediário. Além disso, vale ressaltar que as outras espécies ocorrem em quantidade inferior a *B. tenagophila*, espécie dominante, de modo que a análise estatística com as demais espécies provavelmente não revelaria resultados significantes.

Tabela 32: Resultados obtidos nas correlações (coeficiente de correlação de Spearman) entre o tamanho médio (*B. tenagophila*) e os parâmetros abióticos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).

Parâmetros	Tamanho médio <i>B. tenagophila</i> (Diâmetro da concha)							
Abióticos	TOTAL	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
pH	*	*	*	*	rs= ,705 p = 0,02 ***	*	*	*
Oxigênio	*	*	*	*	*	*	*	*
Condutividade	rs= ,412 p = 0,000 *****	*	*	*	*	*	*	*
Dureza	rs= ,476 p = 0,000 *****	*	*	*	*	*	rs= ,784 p = 0,007 *****	*
Temperatura da água	*	rs= ,651 p = 0,03 ***	*	*	*	*	*	*
Turbidez	*	*	*	*	*	*	*	rs= ,620 p = 0,04 ***
Lâmina d'água	*	rs= ,717 p = 0,01 ****	*	*	*	*	*	*
Temperatura Média Mensal	*	*	*	*	*	*	*	*
Precipitação	*	*	rs= -,667 p = 0,05 **	*	*	*	*	*

Legenda: * $p > 0,05$ - não significante; ** $p = 0,05$ – considerou-se significante; *** $p < 0,05$ – significante; **** $p = 0,01$ – significante no nível de 1% ($\alpha = 0,01$); ***** $p < 0,001$ –significante no nível de 0,1% ($\alpha = 0,001$).

Nível de significância estabelecido: $\alpha = 0,05$ (5%).

O tamanho médio de *B. tenagophila*, no total, apresentou correlação com a condutividade (correlação positiva fraca) e com a dureza (correlação positiva fraca). No ponto 1 houve correlação entre o tamanho e os parâmetros temperatura da água (correlação positiva moderada) e lâmina d'água (correlação positiva moderada). No ponto 2 o tamanho apresentou correlação com a precipitação (correlação negativa moderada). No ponto 4 o tamanho apresentou correlação com o pH (correlação positiva moderada). No ponto 6 o tamanho apresentou correlação com a dureza (correlação positiva moderada). No ponto 7 o tamanho apresentou correlação com a turbidez (correlação positiva moderada).

As figuras 55 a 61 ilustram essas correlações.

Figura 55 – Variação temporal dos valores médios do tamanho de *B. tenagophila* e condutividade em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 56 – Variação temporal dos valores médios do tamanho de *B. tenagophila* e Dureza e dos valores obtidos para o ponto de coleta 6 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 57 – Variação temporal dos valores médios do tamanho de *B. tenagophila* e temperatura da água no ponto de coleta 1 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 58 – Variação temporal dos valores médios do tamanho de *B. tenagophila* e lâmina da água no ponto de coleta 1 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 59 – Variação temporal dos valores médios do tamanho de *B. tenagophila* e precipitação no ponto de coleta 2 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 60 – Variação temporal dos valores médios do tamanho de *B. tenagophila* e pH no ponto de coleta 4 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

Figura 61 – Variação temporal dos valores médios do tamanho de *B. tenagophila* e turbidez no ponto de coleta 7 em Ana Dias – SP entre os anos de 2005 a 2006.

4.5.4 Parâmetros biológicos em relação ao tipo de coleção hídrica

Foram feitos testes estatísticos para testar as normalidades das variáveis dependentes riqueza e abundância relativa (total). O teste aplicado foi o Kolmogorov-Smirnov. A variável dependente riqueza apresentou uma distribuição de dados não normal, porém a variável abundância relativa apresentou uma distribuição normal. Com base nestes resultados, optou-se pelo teste de hipótese de Mann-Whitney U para verificar se existem diferenças significativas entre o parâmetro riqueza nas coleções hídricas consideradas focos e criadouros. Para a variável abundância relativa foi aplicado o teste T de Student para verificar se ocorrem diferenças significativas para este parâmetro entre os dois tipos de coleções hídricas. Os resultados obtidos podem ser verificados no quadro 36:

Tabela 33: Resultados obtidos nos testes de Mann-Whitney U e Teste T de Student para verificar diferenças entre as coleções hídricas (foco e criadouro) para os parâmetros biológicos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).

Parâmetros Biológicos	Coleção (Foco e Criadouro)
Riqueza	U = 290,5 Z = -2,107 p = 0,03
Abundância Relativa	T = 2,95 df = 66 p = 0,004

Legenda: **p < 0,05** – significante; **p < 0,001** –significante no nível de 0,1% ($\alpha = 0,001$). Nível de significância estabelecido: $\alpha = 0,05$ (5%).

Com base nos resultados obtidos verificam-se diferenças significativas na riqueza e na abundância relativa entre focos e criadouros, o que pode ser visualizado nas figuras 62 e 63.

Figura 62 – Variação temporal dos valores médios de Riqueza nos focos e criadouros, em Ana Dias – SP (2005-2006).

Figura 63 – Variação temporal dos valores médios de Abundância Relativa nos focos e criadouros, em Ana Dias – SP (2005-2006).

4.5.5 Parâmetros biológicos em relação às estações (sazonalidade)

Foram feitos testes estatísticos para testar as normalidades das variáveis dependentes riqueza, abundância relativa (total) e tamanho médio de *B. tenagophila* (diâmetro da concha). O teste aplicado foi o Kolmogorov-Smirnov. As variáveis dependentes riqueza e tamanho apresentaram uma distribuição de dados não normal, porém a variável abundância relativa apresentou uma distribuição normal. Com base nestes resultados, optou-se pelo teste de hipótese de Mann-Whitney U para verificar se existem diferenças significativas entre esses parâmetros nas estações seca e chuvosa. Para a variável abundância relativa foi aplicado o Teste T de Student para verificar se ocorrem diferenças significativas para este parâmetro entre as duas estações. Os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 34:

Tabela 34: Resultados obtidos nos testes de Mann-Whitney U e teste T de Student para verificar diferenças entre as estações seca e chuvosa para os parâmetros biológicos obtidos em Ana Dias – SP (2005-2006).

Parâmetros Biológicos	Estação (Seca e Chuvosa)
Riqueza	U = 302,5 Z = -2,899 p = 0,004
Abundância Relativa	T = 1,42 df = 66 p = 0,160
Tamanho <i>B. tenagophila</i>	U = 455 Z = -,810 p = 0,418

Legenda: $p > 0,05$ - não significativa; $p = 0,001$ – significativa no nível de 0,1% ($\alpha = 0,001$). Nível de significância estabelecido: $\alpha = 0,05$ (5%).

Com base nos resultados obtidos verifica-se que ocorrem diferenças significativas na riqueza entre as estações secas e chuvosas, o que pode ser visualizado na figura 64.

Figura 64 – Variação temporal dos valores médios de Riqueza nas estações seca e chuvosa em Ana Dias – SP (2005-2006).

5. DISCUSSÃO

5.1 Variáveis ambientais e climáticas

Aspectos do meio ambiente são sem dúvida importantes elementos da cadeia epidemiológica. Os locais estudados são valas de irrigação entre cultura de bananas, sendo que se apresentaram como excelentes criadouros de moluscos, o que vai de encontro com as informações contidas em REY (1956) e WHO (1993). Ambos evidenciam o potencial desses ambientes como criadouros de vetores e na transmissão de doenças.

Torna-se evidente ainda o impacto ambiental causado pela agricultura, visto que o município está inserido no domínio da floresta ombrófila densa do bioma Mata Atlântica, e a cobertura vegetal existente foi removida, dando lugar a uma paisagem agrícola, o que provoca alterações no microclima e na hidrografia local. Além disso, a construção de sistemas de irrigação favorece a instalação de doenças onde antes não figuravam entre a população, segundo a WHO (1993).

De modo geral, os ambientes estudados localizam-se próximos a habitações humanas, além de se tratar do local de trabalho de muitas pessoas, visto que a economia do local é baseada principalmente na bananicultura, não sendo raro o encontro de pessoas transitando próximas a estes locais.

Pode-se verificar, além da ocorrência de moluscos, a presença de outros animais aquáticos como insetos, crustáceos, anuros, peixes e até

mesmo ofídios, demonstrando a adaptação da fauna local a esses ambientes antrópicos.

De modo geral, a vegetação ao redor das valas é composta por ciperáceas (capim) e em alguns casos por macrófitas (no interior das valas) como o junco (*Eleocharis sp*) no ponto de coleta 5 e macrófitas flutuantes (*Nymphoides sp.*) nos pontos de coleta 3 e 7. PIERI (1995) descreve a vegetação em criadouros de moluscos como sendo abundante em gramíneas e ciperáceas, devido às ações antrópicas, e também a presença de macrófitas do tipo ninfeáceas, o que vai de encontro aos achados deste estudo.

Sabe-se que a presença de vegetação aquática é um fator que colabora com o estabelecimento de moluscos pois oferece abrigo, proteção contra predadores, substrato para as desovas e alimento MADSEN (1985).

Em muitos casos, a vegetação das valas é cortada periodicamente, visto alguns pontos se tratarem de propriedades particulares. Além da capina mecânica, pode-se verificar no ponto de coleta 2 o uso de capina química, com a utilização de produtos do tipo “mata-mato”. No ponto de coleta 3, não houve capina durante todo o período de estudo, o que culminou com a cobertura total da vala por ciperáceas, dificultando a coleta. Neste mesmo local, já nas últimas coletas, não foi possível observar a presença de animais aquáticos e nem de moluscos.

Uma outra característica dos pontos de coleta é o substrato composto principalmente por lama e lodo. Também é comum observar a presença de folhas de bananeira na água fornecendo abrigo (substrato) aos moluscos.

Devido ao fato das folhas sofrerem processos de decomposição, também fornecem alimento aos moluscos (*Biomphalaria*), visto que estes podem assumir hábitos detritívoros (MADSEN, 1985).

Em muitos dos pontos de coleta tornou-se evidente a presença de despejo de esgotos doméstico, quer pelo aspecto da água ou pela proximidade das residências e até mesmo a visualização de canos de lançamento de esgotos, conforme pode ser verificado nas descrições de cada ponto contidas nas páginas 44 a 46 desse trabalho.

A presença de esgotos evidencia o potencial desses locais na transmissão das doenças, uma vez que mantém o ciclo do parasita *S. mansoni* através da contaminação fecal das coleções hídricas. Além disso, segundo ANDRADE (1959) o lançamento de esgoto doméstico nas coleções hídricas favorece o estabelecimento de populações de moluscos do gênero *Biomphalaria*, uma vez que tendem a ocupar ambientes antrópicos, próximos as populações humanas.

Em todas as valas estudadas a água apresenta pouca ou nenhuma correnteza, sendo que a velocidade apresenta-se ligeiramente maior no ponto 7, visto possuir ligação com um ribeirão. Essa característica torna esses ambientes bons criadouros de moluscos, vistos que esses animais possuem hábitos bentônicos e preferem ambientes lênticos, como descrito nos trabalhos de MADSEN (1985), PESSOA e MARTINS (1988) e WHO (1997).

Em relação as variáveis climáticas, pode-se observar que a estação predominante no local é a chuvosa começando em setembro e finalizando

em abril, como pode ser verificado na figura 21. Os picos de precipitação ocorreram nos meses de setembro e março. As temperaturas são altas no verão e mais amenas no outono e inverno, porém a média se mantém normalmente acima dos 20°C, o que pode ser verificado na figura 20. Isso ocorre porque o município de Itariri encontra-se em uma região de clima tropical que se caracteriza por umidade e altas temperaturas.

Pelo uso extensivo do solo na bananicultura, um outro fator deve ser considerado na caracterização do ambiente, a evapotranspiração. A evapotranspiração é a perda de água pelos processos de evaporação do solo e transpiração das plantas e possui um papel importante no ciclo hidrológico da região.

Como os locais estudados (valas) são coleções hídricas intermitentes, a presença ou ausência de água está relacionada com a precipitação. Devido às altas taxas de evapotranspiração dos vegetais, visto se tratar de um sistema de irrigação e drenagem, este fator também se torna determinante para a presença de água nesses ambientes.

Pode-se observar na figura 22 que no mês de janeiro de 2006 a evapotranspiração mensal atingiu seu pico anual. Sendo assim, mesmo se tratando do período de chuvas, boa parte das valas apresentaram-se secas. Sabe-se que a bananeira possui uma necessidade hídrica em função da evapotranspiração e das condições climáticas locais, de modo que nos meses de verão, quando ocorrem as maiores temperaturas, estes vegetais chegam a consumir de 20 a 55 litros de água por dia, cada (OLIVEIRA et al.,

2005). Este fenômeno pode explicar o aumento da evapotranspiração em janeiro e conseqüentemente o déficit hídrico do solo.

5.2 Variáveis físico-químicas

Sabe-se que alguns parâmetros físico-químicos exercem influência sobre as populações de moluscos.

Em relação aos valores de pH obtidos nos pontos de coleta, verificou-se que se mantiveram na faixa de 5,0 a 8,5 (predominando os valores levemente ácidos), apresentando os maiores valores (mais alcalinos) no ponto 7, que por possuir ligação com um ribeirão pode sofrer influência desse corpo d'água. Os valores podem ser verificados na tabela 1. Ao longo do período de estudo esses valores não apresentaram grande variação, o que pode ser verificado na figura 23.

Embora ANDRADE (1959) afirme que o pH ideal para criadouros de *Biomphalaria* esteja entre 6 a 8,5, neste estudo os valores foram sempre mais baixos, levemente ácidos. Porém, SOUZA et al. (1998) afirma que o pH entre 5,0 a 7,0 é favorável ao desenvolvimento desses moluscos, sendo que é comum na literatura a presença de *Biomphalaria* em ambientes com pH próximo de 5,0.

No trabalho de ANDRADE (1959) são mencionados os fatores que causam a acidez da água, sendo que a presença de CO₂ livre, oriundo de processos de decomposição de matéria orgânica, é um deles. Como dito

anteriormente, nos pontos estudados ocorre grande quantidade de folhas de bananeira em decomposição, o que pode promover a acidez do meio.

Além disso, no ponto 7 não foram observadas folhas em decomposição, apresentando valores de pH mais elevados, sendo a presença de matéria orgânica um fator que pode explicar a variação do pH.

Condutividade elétrica é a medida da capacidade da água em conduzir corrente elétrica e será tanto maior, quanto maior for a concentração de íons dissolvidos (ESTEVES, 1998) e pode estar relacionada com a salinidade da água, de acordo com MADSEN (1985). Segundo o mesmo autor, os valores de condutividade podem variar ao longo do ano em função das chuvas e da evaporação, o que concentra os sais.

De modo geral, os valores de condutividade apresentaram-se elevados, variando em uma faixa de 71 $\mu\text{S/cm}$ a 344 $\mu\text{S/cm}$, o que pode ser verificado 2. Além disso, os valores em todos os pontos mantiveram-se maiores quando próximos ao período de seca, mais especificamente nos meses de abril a junho, o que pode ser verificado na figura 24.

Nos pontos de coleta 1 e 6 foram obtidos os maiores valores de condutividade. Esses pontos foram os que apresentaram, ao longo de todo o período de estudo, o aspecto da água com indícios de contaminação, além de folhas de bananeira em decomposição. Segundo ESTEVES (1998) a presença de esgotos domésticos e as altas taxas de decomposição podem ser refletidas em altos valores de condutividade.

A turbidez possui efeitos variáveis sobre os organismos, sendo ocasionada principalmente pela presença de plâncton, partículas em

suspensão ou matéria orgânica em suspensão, sendo que esta última tende a mostrar um efeito desfavorável (ANDRADE, 1959). Ainda segundo o mesmo autor, no período de chuvas ocorre um aumento nos valores de turbidez em parte por ações mecânicas e em parte por causa da própria precipitação. Segundo MADSEN (1985) a turbidez pode apresentar flutuações sazonais, sendo que altos valores de turbidez em coleções hídricas tornam estas pouco favoráveis ao estabelecimento de moluscos (MADSEN, 1985). De modo geral a turbidez variou de 2,2 UNT a 120 UNT como pode ser verificado na tabela 3. Os maiores valores foram obtidos na estação chuvosa, o que pode ser observado na figura 25 e está de acordo com as informações da literatura.

O oxigênio dissolvido é um parâmetro físico-químico dos mais relevantes, relacionado tanto a qualidade das águas quanto à presença de seres vivos. Os valores de oxigênio dissolvido obtidos podem ser verificados na tabela 4, e apresentaram uma grande variação, indo desde o estado de anoxia (ausência de oxigênio) como no ponto 3, até valores mais altos como no ponto 7 (13 mg/L). Os valores mais altos foram obtidos nos meses de agosto a dezembro, como pode ser observado na figura 26. Sabe-se que a temperatura é um fator determinante na solubilidade de oxigênio na água e que quanto maior a temperatura, menor a quantidade de oxigênio dissolvido solubilizado (ESTEVES, 1998).

O ponto 3, foi o ponto no qual a vala, por falta de capina, foi totalmente tomada por vegetação, além da descarga de efluentes domésticos, o que pode ter provocado um estado de eutrofização que

culminou com a ausência de oxigênio (anoxia) nesse ponto nos meses de março e abril.

De modo geral, o oxigênio apresentou valores baixos. Esses valores podem estar relacionados a grande quantidade de material em decomposição nas valas, despejos de esgotos domésticos e a presença de microorganismos, fator que gera um aumento na demanda química e bioquímica de oxigênio nos corpos d'água e maior consumo de oxigênio, ocasionando sua depleção (ESTEVES, 1998).

A temperatura da água, além de estar relacionada com a solubilidade de oxigênio também é de extrema importância para a fauna aquática. Em Ana Dias, as temperaturas registradas no momento da coleta variaram de 16°C (em julho) a 33°C (em novembro), como pode ser verificado na tabela 5. Mas, de modo geral, essa variação não foi muito significativa ao longo do período de estudo, mantendo-se com valores próximos a 20° C como pode ser observado na figura 27.

ESTEVES (1998) atribui a estabilidade térmica das coleções hídricas ao alto calor específico da água, de modo que em relação aos ecossistemas terrestres, ocorre pouca variação na temperatura.

Deve-se ressaltar que todas as coletas foram realizadas no período da manhã (8:00h às 12:00h) , de modo que a temperatura da água nos primeiros pontos de coleta provavelmente ainda não havia atingido seu pico diário.

A dureza é considerada como um dos parâmetros mais importantes no estabelecimento de populações de moluscos aquáticos, relacionada à

disponibilidade de cálcio no ambiente. Quimicamente a dureza é a quantidade de sais de cálcio (CaCO_3) e magnésio. No ambiente estudado, os valores obtidos variaram de 17 mgCaCO_3/L (ponto 4) a 110 mgCaCO_3/L (ponto 6), como pode ser verificado na tabela 6.

MADSEN (1985) apresenta uma classificação das águas em relação à dureza. Segundo esta classificação, as águas podem ser brandas (0 - 20 mgCaCO_3/L), médias (20 - 200 mgCaCO_3/L) e duras (> 200 mgCaCO_3/L). Sendo assim, pode-se dizer que nos pontos de coleta as águas apresentaram-se como brandas (somente em uma amostra) e médias na em todas as outras amostras.

Os valores apresentaram-se mais estáveis entre os meses de fevereiro a junho e com maiores variações e picos entre os meses de agosto a dezembro (início do período de chuvas), como pode ser observado na figura 28. Os maiores picos nos períodos de chuvas talvez estejam relacionados ao carregamento de materiais junto as águas, durante a precipitação, o que pode ter provocado um aumento desses valores.

A lâmina d'água está relacionada ao volume de água disponível nas coleções hídricas. Houve períodos de estiagem onde as valas apresentaram-se secas, como pode ser verificado na tabela 7. O único ponto que se manteve com água durante todo o período de estudo foi novamente o ponto 7, em função de receber águas de um ribeirão. No restante dos pontos a lâmina d'água variou desde 0,04 metros a 0,40 metros (no mês de fevereiro). Além disso, os maiores valores foram obtidos nos meses que correspondem à estação chuvosa, e nos períodos onde a evapotranspiração

foi menos intensa, o que pode ser observado na figura 22. De modo geral, todas as valas estudadas são ambientes de água muito rasa.

5.3 Variáveis biológicas

Dentre as variáveis biológicas estudadas a riqueza de espécies é a que permite fazer observações sobre a diversidade da fauna desses ambientes. De modo geral, os ambientes apresentaram uma riqueza baixa, sendo que no total, foram encontradas 10 espécies de moluscos, sendo 9 de gastrópodes e 1 de bivalve. As espécies de moluscos encontradas são as que mais freqüentemente ocorrem associadas a *Biomphalaria*, podendo ser encontradas em inúmeros levantamentos malacológicos.

As tabelas 8 a 14 apresentam os valores de riqueza obtidos para cada ponto de coleta. O menor valor obtido foi 1 (no ponto 3) e o maior foi 6 (nos pontos 4 e 6). Os maiores valores ocorreram nos meses de abril e maio (período de seca), como pode ser observado na figura 31.

A abundância relativa foi utilizada para verificar a flutuação da população ao longo dos meses de estudo. O método utilizado é amplamente utilizado em estudos malacológicos e tem se mostrado adequado a esta finalidade.

No ponto 1 os valores de abundância relativa obtidos variaram de 2,15 a 9,25 (caramujos/pessoa/minuto) o que pode ser verificado na tabela 15. O pico populacional ocorreu no mês de abril, como pode ser observado na figura 32. A espécie dominante ora é a *Biomphalaria tenagophila* ora é o

Melanoides tuberculatus, ou seja, há variação de dominância entre essas duas espécies, evidenciando a existência de competição interespecífica.

De acordo com VAZ et al. (1986), a espécie *M. tuberculatus* (espécie exótica) vem sendo utilizada no controle biológico de *Biomphalaria* sp. em muitos países. Além disso, o autor enfatiza o potencial desta espécie invasora como hospedeira intermediária de trematódeos parasitas humanos.

Segundo MADSEN (1992) os mecanismos de competição entre *Biomphalaria* e *M. tuberculatus* não são totalmente compreendidos, de modo que se pode atribuir ao fato de possuírem dietas similares (detritos e microalgas).

No ponto 2 os valores de abundância relativa variaram de 6,35 a 15,10 como pode ser verificado na tabela 16. Novamente o pico populacional ocorre no mês de abril e a espécie dominante é a *B. tenagophila* o que pode ser observado na figura 33. Neste ponto, a espécie *M. tuberculatus* surge a partir do mês de abril.

No ponto 3 os valores de abundância relativa variaram de 0,15 a 8,15 como pode ser verificado na tabela 17. Neste ponto o pico populacional aparece no mês de novembro e vai declinando gradativamente e a espécie dominante é a *B. tenagophila*, o que pode ser observado na figura 34. Vale lembrar que neste ponto ocorreu a diminuição gradativa do oxigênio dissolvido que culminou com o estado de anoxia do ambiente, sendo que não foram mais encontrados caramujos a partir do mês de junho.

No ponto 4 os valores de abundância relativa variaram de 3,85 a 20,65 como pode ser verificado na tabela 18. Novamente o pico

populacional ocorre no mês de novembro e a espécie dominante é a *B. tenagophila* o que pode ser observado na figura 35.

No ponto 5 os valores de abundância relativa variaram de 2,70 a 9,0 como pode ser verificado na tabela 19. O pico populacional ocorre no mês de dezembro e a espécie dominante é a *B. tenagophila* como que pode ser observado na figura 36.

No ponto 6 os valores de abundância relativa variaram de 4,80 a 22,20 como pode ser verificado na tabela 20. O pico populacional ocorre no mês de abril e a espécie dominante é a *B. tenagophila* o que pode ser observado na figura 37.

No ponto 7 os valores de abundância relativa variaram de 0,25 a 11,25 como pode ser verificado na tabela 21. O pico populacional ocorre no mês de dezembro e a espécie dominante é a *B. tenagophila* o que pode ser observado na figura 38. Um fator importante a ser considerado é que no dia 36/06/2005, pouco tempo antes do início das coletas, este ponto recebeu aplicação de moluscicida (Bayluscid ®), sendo que somente no mês de setembro foram encontrados moluscos neste local.

De modo geral, os maiores valores ocorreram no período de chuvas, sendo que os pontos 4 e 6 são os que apresentaram os maiores valores neste estudo, como ilustra a figura 39. Além disso, os pontos com maior densidade populacional de moluscos, pontos 4 e 6, são ricos em matéria orgânica.

As medidas de tamanho da concha permitem uma caracterização dos moluscos no que se refere a “idade” das populações.

As médias mensais de tamanho das conchas obtidas para cada espécie de molusco por ponto de coleta podem ser verificadas nas tabelas 22 a 28. Porém, a observação das figuras 40 a 46 permite alguns comentários. A espécie *Pomacea sordida* apresentou maiores tamanhos de concha na estação chuvosa, entre setembro e outubro, com exceção dos pontos 2 e 6, onde ocorreu logo após as chuvas, no mês de maio. A espécie *M. tuberculatus* apresentou picos no tamanho da concha no mês de agosto para o ponto 2, onde sua presença é constante. A espécie *B. tenagophila* apresentou variações de tamanho da concha entre os pontos de coleta sendo que os maiores tamanhos foram encontrados no ponto 6, com média de 16,45 mm.

Vale ressaltar que o ponto 6 apresenta grande quantidade de matéria em decomposição, além do despejo de esgotos, o que proporciona boa disponibilidade de nutrientes aos moluscos. Além disso, neste ponto foram obtidos os maiores valores de dureza, como citado anteriormente, o que contribui com a formação da concha e conseqüentemente com o crescimento dos moluscos. O ponto 3 apresentou o menor tamanho para esta espécie (3,17 mm). Este ponto foi o que apresentou a diminuição gradativa do oxigênio dissolvido. Sabe-se que a dieta dos moluscos inclui microorganismos (algas) e que estas necessitam de oxigênio para seu desenvolvimento. Além disso, a ausência de oxigênio afeta toda a comunidade aquática.

O parasitismo em *B. tenagophila* ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2005, nos pontos 1 e 2, como pode ser verificado na tabela 29.

Do total de caramujos examinados, foi obtido 1 caramujo positivo para o parasita *S. mansoni* nos pontos de coleta 1 e 2, com taxas de infecção de 0,86 % e 1,51% respectivamente.

Em trabalhos realizados na região foram obtidos resultados similares, revelando baixas taxas de infecção. O município de Pedro de Toledo (vizinho ao município estudado) apresentou o molusco *B. tenagophila* com taxas de infecção natural inferiores a 2% (DIAS et al., 1988; DIAS et al., 1989). Porém, a *B. tenagophila* já apresentou índices de infecção natural bem elevados em Ana Dias, local de estudo, como 51,3% na década de 60 (RAMOS, PIZA e CAMARGO, 1960). As baixas taxas de infecção atuais podem estar relacionadas ao fato da doença apresentar-se mais controlada. Além disso, SILVA et al. (1994) sugere que as baixas taxas de positividade do molusco, para o parasita *S. mansoni*, não refletem a prevalência da doença em uma região, de modo que essas taxas de infecção muito baixas podem ser suficientes para manter o ciclo de transmissão no local.

5.4 Estatísticas

As correlações estatísticas obtidas neste estudo e resultados dos testes de hipótese serão discutidos levando-se em conta somente os resultados que apresentaram significância estatística.

A variável riqueza de espécies foi correlacionada com as variáveis físico-químicas e os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 30. A lâmina d'água apresentou correlação negativa moderada com a riqueza,

na média de todos os pontos. Isso sugere uma tendência de que o aumento da lâmina d'água provoque a diminuição da riqueza. Esta tendência pode estar relacionada ao fato de que a maior parte dos moluscos encontrados tem preferência por águas rasas. Segundo MADSEN (1985) os moluscos pulmonados, em função de sua respiração, tendem a habitar locais de pouca profundidade, visto que precisam ir à superfície periodicamente para renovar o ar. Além disso, o autor afirma que a preferência por águas mais rasas visto que estas são ricas em vegetação aquática que pode servir como substrato e alimento.

A figura 47 permite a comparação destas duas variáveis ao longo do estudo.

A variável precipitação apresentou correlação negativa moderada com a riqueza na média de todos os pontos e nos pontos 4 e 7 isoladamente, sendo que apresentou correlação negativa forte no ponto 5. Sendo assim, pode-se dizer que há uma tendência de que o aumento da precipitação provoque a diminuição da riqueza nesses ambientes. A diminuição da riqueza pode estar relacionada ao fato que na estação chuvosa, onde as precipitações são mais intensas, ocorre o “carregamento” de alguns moluscos, em função de seu tamanho e por não possuírem estruturas de fixação, selecionando espécies. Deste modo, é provável que algumas espécies desapareçam ou diminuam nos meses chuvosos. Essas variáveis podem ser com paradas na figura 48.

No ponto 2 houve correlação negativa forte e muito significativa entre o oxigênio e a riqueza. Isso significa que há uma tendência de que o

aumento do oxigênio provoque a diminuição da riqueza de espécies. Este fato pode estar relacionado ao aumento da temperatura da água, que como exposto anteriormente, pode diminuir a solubilidade do oxigênio, de modo que os menores valores de oxigênio e os maiores valores de riqueza ocorreram nos meses de fevereiro a maio (figura 49), quando as temperaturas são mais elevadas.

Sabe-se que os moluscos alimentam-se de material em decomposição e microorganismos, de modo que a diminuição do oxigênio no ambiente poderia estar relacionada à disponibilidade de alimentos, provocando um aumento na diversidade desses ambientes.

Mas, de modo geral, o oxigênio está sempre relacionado de maneira positiva com as comunidades aquáticas, de modo que o resultado obtido pode apenas significar uma coincidência estatística.

No ponto 7 a turbidez apresentou correlação negativa moderada, o que significa que há uma tendência de que o aumento da turbidez provoque uma diminuição na riqueza deste ambiente. De modo geral, a turbidez está relacionada à presença de partículas em suspensão (MADSEN, 1985).

Sabe-se que a turbidez excessiva pode afetar a disponibilidade de luz no ambiente, o que provoca a diminuição das populações de algas fotossintetizantes, que servem de alimento aos moluscos. As chuvas provocam o aumento da turbidez em função do carregamento de partículas sólidas. Os meses em que ocorreram os picos de turbidez foram os da estação chuvosa.

Não seria errado afirmar que a diminuição da riqueza pode estar relacionada a turbidez somente porque a turbidez possui distribuição semelhante à precipitação. A figura 50 permite a observação dos valores de riqueza e de turbidez para este ponto.

A variável abundância relativa (total) foi correlacionada as variáveis físico-químicas e os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 31.

A abundância relativa apresentou correlação negativa moderada com a lâmina d'água na média de todos os pontos. Isso significa que há uma tendência de que o aumento da lâmina d'água ocasione a diminuição da abundância relativa de espécies. Pelo mesmo motivo exposto anteriormente, o aumento da lâmina d'água pode estar relacionado ao fato de que os moluscos pulmonados preferem ambientes de águas mais rasas, onde a respiração é facilitada. Além disso, uma vez que a lâmina d'água está maior, supõe-se que tenham ocorrido precipitações pluviométricas, que podem ter provocado a diminuição da densidade populacional em função do carreamento de moluscos pelas águas. A comparação dessas variáveis pode ser verificada na figura 51.

Nos pontos 1 e 2 houve correlação entre o pH e a abundância relativa. Esta correlação foi positiva moderada, no ponto 1. Isto significa que há uma tendência de que o aumento do pH esteja relacionado ao aumento da abundância relativa de caramujos, ou seja, são diretamente relacionadas. Já o ponto 2 apresentou correlação negativa moderada, significativa, o que significa que há uma tendência de que o aumento do pH provoque a diminuição da abundância relativa e portanto da população de moluscos. De

modo geral, o aumento do pH é um fator favorável ao estabelecimento de moluscos, uma vez que valores de pH muito ácidos diminuem a disponibilidade de cálcio na água, o que interfere diretamente na formação de conchas e, portanto, nas comunidades de moluscos.

Sendo assim, embora tenha havido uma correlação negativa no ponto 2 essa correlação não tem significado biologicamente comprovado, podendo ser apenas um resultado estatístico. A figura 52 ilustra a comparação destes valores.

No ponto 2 houve correlação negativa moderada entre a dureza e a abundância relativa. Isto significa que há uma tendência de que o aumento da dureza provoca a diminuição da abundância relativa. Este resultado é contrário as informações existentes na literatura que sempre associam a presença de moluscos com águas de maiores durezas. Sendo assim, embora tenha existido correlação, esta não possui significado do ponto de vista biológico. A comparação dessas variáveis pode ser verificada na figura 53.

No ponto 3 houve correlação positiva moderada entre o oxigênio dissolvido e a abundância relativa. Isso significa que há uma tendência de que o aumento do oxigênio provoque o aumento da abundância relativa, ou seja, são diretamente proporcionais. Esse resultado confirma os dados contidos na literatura e também o fato de que quando este ambiente entrou em anoxia houve a diminuição da abundância relativa de espécies, sendo que no mês de maio já não foram mais encontrados moluscos. Isto pode ser verificado na figura 54.

O tamanho das conchas (média mensal), dos moluscos da espécie *B. tenagophila*, foi correlacionada as variáveis físico-químicas e os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 32. O tamanho dos caramujos apresentou correlação positiva fraca com a condutividade (muito significativa) no geral (todos os pontos). Isso significa que há uma tendência de que o aumento da condutividade provoque o aumento do tamanho dos caramujos, tornando essas duas variáveis diretamente proporcionais. A comparação entre as médias obtidas para essas variáveis pode ser verificada na figura 55. De modo geral, o aumento da condutividade pode estar relacionado ao aumento de substâncias (íons) presentes em esgotos domésticos. Por outro lado, o incremento de efluentes gera um aumento na disponibilidade de alimentos para os moluscos, aumentando seus tamanhos, o que pode explicar a correlação obtida.

A dureza também apresentou, na média de todos os pontos, correlação positiva fraca (muito significante) com o tamanho de *B. tenagophila*. Esta correlação também ocorre no ponto 6, sendo classificada como positiva moderada (muito significante). Isso significa que há uma tendência de que o aumento da dureza provoque o aumento no tamanho dos caramujos, sendo que essas duas variáveis são diretamente proporcionais, o que pode ser confirmado através da observação da figura 56. Este resultado confirma os dados da literatura uma vez que os moluscos desenvolvem-se melhor em ambientes com águas mais duras, onde há maior disponibilidade de cálcio para formação de suas conchas.

No ponto 1 a temperatura da água apresentou correlação positiva moderada com o tamanho dos caramujos. Isso sugere uma tendência de que o aumento da temperatura provoque o aumento no tamanho dos caramujos. Biologicamente isso pode ser explicado pelo fato de que os moluscos do gênero *Biomphalaria* preferem temperaturas entre 20 – 30 °C para seu desenvolvimento, crescimento e reprodução (ANDRADE, 1959). Além disso, quanto maior a temperatura da água, maior a quantidade de microorganismos presentes e processos de decomposição e, portanto, maior disponibilidade de alimentos. Pode-se observar a comparação destas variáveis na figura 57.

Ainda no ponto 1, houve correlação positiva moderada entre a lâmina d'água e o tamanho dos caramujos. Isso significa que há uma tendência de que o aumento da lâmina d'água induza a um aumento dos caramujos, tornando essas duas variáveis diretamente proporcionais. Isto pode ser explicado pelo fato de que o crescimento dos moluscos pode ser afetado pela densidade populacional do ambiente. Segundo NEVES et al. (2002) os moluscos poderão alcançar diâmetros maiores quanto menor for a densidade populacional em seu habitat. Isto porque ocorre competição por espaço e por alimento. A comparação dessas variáveis está ilustrada na figura 58.

No ponto 2 houve correlação positiva moderada (significativa) entre a precipitação e o tamanho dos moluscos. Isso indica que há uma tendência de que o aumento da precipitação acarrete no aumento do tamanho dos moluscos, o que torna essas duas variáveis diretamente proporcionais. O

aumento da precipitação promove o carregamento, pelas águas, dos moluscos menores, selecionando os de maior tamanho. Além disso, o aumento da precipitação promove o aumento da lâmina d'água e conseqüentemente o aumento do “espaço” disponível para os moluscos, como discutido anteriormente. A comparação entre essas variáveis está ilustrada na figura 59.

No ponto 4 a variável pH apresentou correlação positiva moderada (significativa) com o tamanho dos moluscos. Isto significa uma tendência de que o aumento do pH (alcalinidade) provoque o aumento do tamanho dos caramujos. Segundo ANDRADE (1969), o pH deve manter-se alcalino uma vez que pH está relacionado a disponibilidade de carbonato de cálcio e portanto, cálcio para formação das conchas dos moluscos, o que promove seu crescimento. Segundo o autor, ambientes permanentemente ácidos não poderiam ser colonizados por moluscos. A comparação dessas variáveis pode ser observada na figura 60.

No ponto 7 ocorre correlação positiva moderada (significativa) entre a turbidez e o tamanho dos moluscos. Isto significa que há uma tendência de que o aumento da turbidez provoque o aumento do tamanho dos caramujos, o que torna essas variáveis diretamente proporcionais. Apesar de existir a correlação estatística, o aumento da turbidez provoca diminuição do alimento disponível para os moluscos, ou seja, biologicamente esta correlação não tem sentido, uma vez que a turbidez nos pontos de coleta é proveniente de material em suspensão. A comparação dessas variáveis é ilustrada na figura 61.

Foram feitos testes de hipótese para verificar se as coleções hídras do tipo foco e criadouro apresentam diferenças significativas em relação aos parâmetros biológicos riqueza e abundância relativa de espécies. Os resultados podem ser verificados na tabela 33.

A riqueza mostrou-se diferente entre os focos e os criadouros, sendo maior nas coleções consideradas focos, o que pode ser verificado na figura 62. A Abundância relativa também foi maior nas coleções classificadas como focos, o que pode ser verificado na figura 63. Isto pode ser um indicativo de que os focos, embora semelhantes aos criadouros, possuem características que favorecem o estabelecimento de moluscos nesses ambientes, ou seja, são ambientes mais estabilizados do ponto de vista ecológico.

Por se mostrarem ambientes ideais aos moluscos, oferecem condições que favorecem o ciclo do parasita *S. mansoni*.

Sabe-se que a precipitação e a temperatura exercem uma grande influência sobre a distribuição e sazonalidade dos moluscos (BARBOSA e BARBOSA, 1994). Foram aplicados testes de hipóteses para verificar se ocorrem diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa para os parâmetros biológicos riqueza, abundância relativa e tamanho médio dos caramujos (*B. tenagophila*). Os resultados dos testes, que podem ser verificados na tabela 34, revelaram que a riqueza apresentou-se diferente nas estações seca e chuvosa. Para as outras variáveis a hipótese é nula. A figura 64 ilustra as diferenças existentes entre as duas estações, revelando que a riqueza é maior na estação seca. Este resultado, mais uma vez, pode estar relacionado ao carreamento dos moluscos pelas chuvas,

principalmente das espécies com tamanhos reduzidos, provocando uma diminuição da riqueza.

Com bases nos resultados obtidos, pode-se verificar que a espécie *B. tenagophila* apresenta capacidade de adaptação aos diversos ambientes. Além disso, as variáveis biológicas estiveram correlacionadas principalmente aos parâmetros precipitação e lâmina d'água (pluviométricos) sendo que na estação seca ocorreu a maior riqueza de moluscos.

5.5 Considerações finais

Os estudos ecológicos em áreas de transmissão de doenças são indispensáveis a epidemiologia. Esses ambientes antrópicos mostraram-se como excelentes criadouros de moluscos, possuindo características ambientais favoráveis ao seu estabelecimento.

Sabe-se que estes ambientes recebem a aplicação de moluscicida quando apresenta caramujos parasitados pelo *S. mansoni*. Porém, os ambientes são rapidamente repovoados pelos moluscos, como foi observado no ponto de coleta 7. SOUZA e MENDES (1991), concluíram que a aplicação de moluscicida dever ser feita juntamente com a limpeza da vegetação e muitas vezes do substrato, visto que os caramujos podem permanecer enterrados na lama.

Dentre as desvantagens do uso de moluscicida estão o alto custo do produto, uma vez que os países onde a doença ocorre são pobres e com más condições sanitárias.

Além disso, o fato do produto não ser totalmente seletivo acarreta na mortalidade de outros organismos aquáticos, e portanto, em impacto ambiental a fauna aquática.

Sendo assim, torna-se necessário o desenvolvimento de novos produtos com efeito moluscicida que sejam mais acessíveis economicamente, mais seletivos e com eficiência compatível a niclosamida, de modo a atender a realidade desses locais.

Um outro fator que vem contribuindo com a permanência da doença nesse local é a municipalização dos serviços de saúde, sendo o levantamento parasitológico da população passou a ser de atribuição dos municípios, que geralmente não estão preparados para assumir esta demanda.

Como consequência disso, embora o número de casos seja baixo, a descoberta de novos focos com moluscos parasitados é um indício de que a doença deve figurar entre a população por muito tempo.

A grande dificuldade no controle baseado unicamente no extermínio do hospedeiro intermediário está justamente no fato de que as populações de *Biomphalaria* se restabelecem rapidamente e também são adaptadas as mais diversas condições ambientais, apresentado grande plasticidade.

Esses caramujos tendem a acompanhar o homem, se estabelecendo em coleções hídricas “fabricadas” como os sistemas de irrigação. Vale ressaltar o impacto ambiental e para a saúde pública que as modificações do meio físico podem gerar.

Essas valas de irrigação, em sua maioria, recebem cargas de esgotos domésticos o que não deveria ocorrer com águas que possuem este tipo de finalidade, ressaltando a ausência de padrões sanitários que predomina nessa região.

Sendo assim, o controle da esquistossomose não deve ser focado somente no caramujo e no ambiente de transmissão, sendo indispensável que haja a identificação e o tratamento dos portadores da doença.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- A espécie *Biomphalaria tenagophila* é a espécie dominante no local, sendo que foram encontradas 9 espécies de moluscos (8 gastrópodes e 1 bivalve) associadas a ela. As espécies são: *M. tuberculatus*, *P. sordida*, *P. marmorata*, *L. columella*, *D. depressissimum*, *D. anatinun*, *D. lucidum*, *G. ticaga* e *Pisidium* sp..
- Os parâmetros físico-químicos apresentaram variação entre os pontos de coleta, porém mantiveram valores dentro da faixa ideal para as espécies de moluscos, com exceção do Criadouro Fábrica de Alumínio (ponto 3), que entrou em anoxia, o que influenciou diretamente a malacofauna deste local.
- A região apresenta uma estação seca entre os meses de abril a agosto e uma estação chuvosa predominante, entre os meses de setembro a março, com temperaturas médias elevadas ao longo do ano, superiores a 20°C.
- A riqueza de espécies variou de um ponto de coleta para outro sendo que o Criadouro Fábrica de Alumínio (ponto 3) foi o que apresentou a menor riqueza de espécies e os Focos Três Irmãos e Canto das Pedras (4 e 6 respectivamente) apresentaram os maiores valores deste parâmetro. Na estação seca ocorreram os maiores valores de riqueza.

- A abundância relativa dos moluscos apresentou os menores valores no Criadouro Fábrica de Alumínio (ponto 3) e os maiores valores nos Focos Três Irmãos e Canto das Pedras (4 e 6 respectivamente).
- O tamanho da espécie *B. tenagophila* (diâmetro da concha) apresentou seus maiores valores no foco Canto das Pedras (ponto 6), onde há grande concentração de matéria orgânica em decomposição.
- Os parâmetros biológicos riqueza e abundância relativa de espécies foram maiores nos focos, indicando-os como ambientes mais favoráveis à manutenção da fauna malacológica do que os criadouros.
- Existiram correlações entre as variáveis biológicas riqueza de espécies, abundância relativa e tamanho de *B. tenagophila* e as variáveis abióticas pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, dureza, temperatura da água, lâmina d'água e precipitação, destacando-se esta última.
- Os moluscos tendem a apresentar baixas taxas de infecção pelo *S. mansoni* em Ana Dias.
- A riqueza de espécies apresentou-se maior na estação seca, provavelmente porque na estação chuvosa ocorre o carreamento de moluscos.
- Ocorre competição entre a *B. tenagophila* e a espécie exótica *M. tuberculatus* no foco Palmeiras.

7. RECOMENDAÇÕES

Este estudo apresenta uma caracterização deste ambiente de transmissão. Os resultados aqui obtidos visam contribuir com a elaboração de medidas de controle mais efetivas e diretivas a localidade. Sendo assim, seguem as seguintes recomendações:

- É importante que se estude o repovoamento das valas após a aplicação de moluscicida (Bayluscid ®), sendo que os dados contidos neste estudo poderão ser utilizados em uma comparação dos parâmetros biológicos após sua aplicação, verificando a efetividade do controle químico sobre as populações de moluscos;
- É importante o desenvolvimento de novas substâncias de ação moluscicida, com menor custo econômico, maior seletividade sobre as populações hospedeiras intermediárias e baixo impacto ambiental na sua utilização;
- A pesquisa malacológica realizada pela SUCEN para fins de controle e vigilância dos moluscos hospedeiros intermediários deve adotar critérios metodológicos definidos, sugerindo-se inclusive a metodologia de coleta adotada neste estudo, a fim de se obter amostras mais representativas e permitir o acompanhamento da flutuação populacional dos moluscos nas coleções hídricas;

- Sugere-se que a pesquisa de moluscos seja feita associada ao exame parasitológico dos moradores e trabalhadores de Ana Dias, tornando o controle da esquistossomose mais efetivo.
- Novos estudos sobre parasitismo no hospedeiro intermediário em Ana Dias são necessários para que se possam confirmar as baixas taxas de infecção relatadas frente a outras metodologias de pesquisa;
- Estudos genéticos em populações de *Biomphalaria tenagophila* de Ana Dias provenientes de coleções hídricas, focos e criadouros, associados as investigações do potencial parasitológico dessas populações, são importantes para o Programa de Controle de Esquistossomose.

Além disso, vale ressaltar que medidas de saneamento básico, principalmente em uma área tão carente de recursos, são essenciais para que se obtenha resultados expressivos na diminuição da prevalência das doenças veiculação hídrica.

8. REFERÊNCIAS

Andrade RM. Ecologia. **Revista Brasileira de Malariologia**. V.11, p. 171-217, 1959.

Andrade RM. Nota ecológica sobre o lago da Pampulha (Belo Horizonte, MG), com especial referência aos planorbídeos (*Pulmonata, planorbidae*). **Revista Brasileira de Malariologia**. V. 21, p. 59-116, 1969.

Agnew P, Jacob CK, Yannis M. Host life history responses to parasitism. **Microbes and Infection**, v. 2, p. 891-896, 2000.

Amaral RS, Porto MAS. Evolução e situação atual do controle da esquistossomose no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 27, suplemento 3, p. 73-90, out-dez 1994.

Barbosa FS, Barbosa CS. The bioecology of snail vectors for schistosomiasis in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 10, n. 2, p. 200-209, jun 1994.

Bayer. **Theodor Bilharz e a bilharziose**. Bayer do Brasil. Rio de Janeiro, 1988.

[CETESB] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, 1988.

[CIIAGRO] Centro integrado de informações meteorológicas. **Boletim climático SP: Miracatu 2005-2006**. 2006. Disponível em:

<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>

Acesso em: 22 de ago. 2006

Chieff PP. **Revisão do conhecimento sobre os principais aspectos da biologia e ecologia de moluscos planorbídeos do gênero *Biomphalaria* (Preston, 1910), com importância na transmissão da esquistossomose mansonii.** 1975. 90 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

Chitsulo L., Engels AM, Savioli L.. The global status of schistosomiasis and its control. **Acta Tropica**, v. 77, p. 41-51, 2000.

Coelho MV. Ação das formas larvárias do *Schistosoma mansonii* sobre a reprodução de *Australorbis glabratus*. **Publicações avulsas do Instituto Aggeu Magalhães**. V. 3, p. 39-54, 1954.

Cooper LA, Larson SE, Lewis FA. Male reproductive success of *Schistosoma mansonii*-infected *Biomphalaria glabrata* snails. **Journal of Parasitology**. v. 82, n. 3, p. 428-431, 1996.

Coura JR, Amaral RS. Epidemiological and control aspects of schistosomiasis in Brazilian endemic areas. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. V. 99, suppl. 1, p. 13-19, 2004.

Cunha AS (Org.). **Esquistossomose Mansonii**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1970. 435 p.

[CVE] Centro de Vigilância Epidemiológica. **Manual de doenças transmitidas por água e alimentos: *Schistosoma mansonii*/Esquistossomíase**. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/IF_ESQUI05.htm>
Acesso em: 17 dez. 2005.

Dias LCS et al.. The epidemiology and control of Schistosomiasis mansoni where Biomphalaria tenagophila is the snail host. **Revista de Saúde Pública**. V. 22, p. 462-463, 1988.

Dias LCS et al.. Schistosomiasis mansoni in the municipality of Pedro de Toledo (São Paulo, Brazil) where the Biomphalaria tenagophila is the snail host. I -Prevalence in human population. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. v. 31(2), p. 110-118, 1989.

Dias LCS et al.. Epidemiologia da esquistossomose mansônica em área de baixa endemicidade. **Cadernos de Saúde Pública**. V. 10 (22), p. 462-463, 1994.

[EMBRAPA] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O Brasil visto do Espaço: Itariri**. Disponível em:

<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/sp/htm0/sp50_55.htm>

Acesso em: 09 jan. 2006.

Esteves FA. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 1998.

Figueiredo WS. **Epidemiologia da Esquistossomose Mansônica e o processo de organização espacial: O caso do Município de Ourinhos, S.P.**. 2000. 152 f. Dissertação (Mestrado em epidemiologia) – Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

[FIOCRUZ] Fundação Oswaldo Cruz. **Esquistossomose: Aspectos clínicos e epidemiológicos**. Minas Gerais, 2006. Disponível em:

<http://www.cpqrr.fiocruz.br/labes/paginas/pagina_interna_disc.asp?cod_menudisc=17ecod_submenu=9>

Acesso em: 09 jan. 2006.

Greer GJ, Ow-Yang CK e YOUNG H, *Schistosoma malayensis* n. sp.: a *Schistosoma japonicum*-complex schistosome from peninsular Malaysia. *Journal of Parasitology*. V. 74(3), p. 471-480, 1988.

Google Earth. **Imagem de satélite: Ana Dias**. 2007.

Graham AL. Effects of snail size and age on the prevalence and intensity of avian Schistosome infection: Relating laboratory to field studies. **Journal of parasitology**. v. 89, n. 3, p. 458-463, 2003.

Guimarães MCA. **Estudo comparativo dos aspectos reprodutivos de duas populações de *B. tenagophila* (orbigny 1835) de áreas com e sem transmissão de esquistossomose no Estado de São Paulo**. 2003. 93 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Itariri. **Itariri e sua geografia**. São Paulo, 2005. Disponível em:

<<http://www.itariri.sp.gov.br/revista/rev14.htm>>

Acesso em: 30 ago. 2005.

[ISA] Instituto Sócio Ambiental. **Vale do Ribeira**. São Paulo, 2006.

Disponível em:

<<http://www.socioambiental.org/prg/rib.shtm>>

Acesso em: 09 jan. 2006.

Katz N, Peixoto SV. Análise Crítica do número de protadores de esquistossomose mansoni no Brasil: Critical analysis of the estimated

number of schistosomiasis mansoni carriers in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, V. 33, p. 303 – 308, mai – jun 2000.

Lima LC. Espécies e subespécies do gênero *Biomphalaria*. In: Barbosa S (Org.). **Tópicos em Malacologia médica**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1995. p. 90-96.

Machado PA (Coord.). **Painel: Programa especial de Controle da Esquistossomose**. Brasília: Ministério da Saúde, 1977. p. 216.

Machado PA. The Brazilian program for Schistosomiasis Control, 1975 – 1979. **American Journal of Tropical and Medicine Hyg.**, v. 31, nº 1, p. 75-86, 1982.

Machado RT. **Biologia de *Biomphalaria tenagophila* (Pulmonata, Planorbidae) em relação ao uso do moluscicida químico Bayluscide® (Bayer); implicações para o controle**. 1996. (Tese de doutorado)

Monteiro W, Dias BFS. Estratégias reprodutivas em *Biomphalaria* (Mollusca, Planorbidae). **Ciência e Cultura. Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, v.41, n. 11, p. 1051-1054, novembro 1989.

Madsen H. **Ecology and control of african freshwater pulmonate snails**. Danish Bilharziasis laboratory. Dinamarca, 1985. 117p.

Madsen H. Food selection by freshwater snails in the Gezira irrigation channels, Sudan. **Hydrobiologia**. V. 228, p. 203-217, 1992.

Nascimento CB. **Esquistossomose Mansônica em São Paulo: O controle na década de 80**. 1995. 86 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

Neves DP et al.. **Parasitologia Humana**. 10ª edição. São Paulo: Editora Atheneu, 2002. 428 p.

Ohlweiler FP, Kawano T. *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) (Mollusca): Adaptation to desiccation and susceptibility to infection with *Schistosoma mansoni* Sambom, 1907. **Rev. Inst Med Trop**. v. 44, p. 191-201, 2002.

Oliveira SL et al.. Uso da Irrigação e da Fertirrigação na Produção Integrada de Banana no Norte de Minas Gerais. **Circular técnica 77. EMBRAPA**. Dez, 2005.

Olivier L , Schneiderman M. A method for estimating the density of aquatic snail populations. **Experimental Parasitology**, V, p. 109-117, 1956.

[OMS] Organização Mundial de La Salud. **Control de la esquistosomiasis**. Série de informes técnicos 830. Ginebra, 1993.

Paraense WL. autofecundação e fecundação cruzada em "*Australorbis glabratrus*". **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 53, n. 2/4, p. 277-584, janeiro 1955.

Paraense WL. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros (mollusca, gastropoda). **Arquivos do museu nacional**, Rio de Janeiro. v. 55, p. 105-127, novembro de 1975.

Paraense WL, Corrêa LR. Differential susceptibility of *Biomphalaria tenagophila* populations to infection with a strain of *Shistosoma mansoni*. **J. Parasitology** . v. 64 (5), p. 822-826, 1978.

Pessoa SB, Martins AV. **Parasitologia Médica**. 11^o edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1988. 872 p.

PIERI, OS. Perspectivas no controle ambiental dos moluscos vetores da esquistossomose. In. Barbosa S (Org.). **Tópicos em Malacologia médica**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1995. p. 239-252.

Piza JT. Esboço histórico da Esquistossomose em São Paulo: Relato de alguns fatos de importância referentes ao seu combate. In [SUCEN]. **Relatório: situação da Esquistossomose no Estado de São Paulo**. São Paulo, 1977.

Ramos AS *et al.*. **Observações sobre Australorbis tenagophilus, transmissor da esquistossomose mansônica**. Arquivos de Higiene e Saúde Pública, v.25, p. 121-124, 1960.

Rey L. **Contribuição para o conhecimento da morfologia, biologia e ecologia dos planorbídeos brasileiros transmissores da esquistossomose**. Rio de Janeiro: Serviço nacional de educação sanitária, 1956. 217p.

Rey L. **Parasitologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1991. 731p.

Richard CS, Merrit JR, James W. Genetic factors in the susceptibility of juvenile *Biomphalaria glabrata* to *Schistosoma mansoni* infection. **The American journal of Tropical Medicine and Hygiene**. USA., v. 21, nº 4, p. 425-434, julho de 1972.

Richard, SC. Influence of snail age on genetic variations in susceptibility of *B. glabrata* for infection with *S. mansoni*. **Malacologia**, v. 25, nº 2, p. 493-502, 1984.

Silva LJ. Sobre a antiguidade de alguns focos de esquistossomose do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Malario. D. Trop**, v. 35, p. 73-78, 1983.

Silva, REM et al.. Levantamento malacológico da bacia Hidrográfica do Lago Soledade, Ouro Branco (Minas Gerais, Brasil). **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. v. 36 (5), p. 437-444, 1994.

Simone, LRL. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. São Paulo. 2006.

Souza CP, Lima LC. **Moluscos de interesse parasitológico do Brasil**. Minas Gerais: Editora Fiocruz, 1990.

Souza CP, Mendes NM. Repovoamento de criadouros de *Biomphalaria glabrata* após tratamento com niclosamida. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. v. 33 (4), p. 297-302, 1991.

Souza OS et al.. Investigação Sobre a transmissão da esquistossomose no complexo turístico da Serra do Cipó, MG. **IESUS**. V. 7(4), 1998.

[SUCEN] Superintendência de Controle de Endemias. **Relatório: situação da Esquistossomose no Estado de São Paulo**. 2º encontro sobre esquistossomose, 1982.

[SUCEN] Superintendência de Controle de Endemias. **Relatório de avaliação do programa da Esquistossomose no Estado de São Paulo 1981-1992**. São Paulo, 1994.

[SUCEN] Superintendência de Controle de Endemias. **Relatório de Esquistossomose no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2004.

Sulaiman SM, Ibrahim SM. *Schistosoma mansoni* (Gezira) infection in *Biomphalaria pfeifferi* snails from Gezira and Jebel Marra. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. v. 88, p. 91-3, 1985.

Teles HMS. Distribuição geográfica das espécies dos caramujos transmissores de *Schistosoma mansoni* no Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. V. 38(5), p. 426-432, 2005.

Thomas F *et al.*. Parasites and host life-history traits: implications for community ecology and species co-existence. **International Journal of Parasitology**. v. 30, p. 669-674, 2000.

Universidad Nacional Autónoma de México. **Apuntes de farmacología: Céstodos**. Disponível em:

<http://132.248.60.110/farmacologia/digestivo/cestodos.jsp>. Acesso em: 05 de abril de 2007.

Vaz, JF *et al.*. Ocorrência no Brasil de *Thiara* (Melanoides) *tuberculata* (O.F. Muller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875) (Trematoda, Platyhelminthes). **Rev. Saúde Pública**. vol. 20, no. 4, 1986.

Vianey-liaud M, Dussart G. Starvation, desiccation and use of allosperm in the hermaphrodite freshwater snail *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda: Pulmonata). **Journal of Moll. Stud.** v. 60, p. 255-262, 1994.

Webster JP, Hoffman JI, Berdoy M. Parasite infection, host resistance and mate choice: battle of the genders in a simultaneous hermaphrodite. **Proc. Royal Society of London**. v. 270, p. 1481-1485, 2003.

[WHO] World Health Organization. **Guidelines for the Incorporation of Health Safeguards into Irrigation Projects through Intersectoral**

Cooperation with special reference to the vector-borne diseases. Geneva, 1991.

Disponível em:

<http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/Documents/PEEM1/English/peem1chap1.htm>

Acesso em: 02 de abr. 2006

[WHO] World Health Organization. **Vector Control - Methods for Us by Individuals and Communities.** Geneva, 1997.

Disponível em:

http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/vectcontrol/ch45.htm#TopOfPage

Acesso em: 20 ago. 2005

[WHO] World Health Organization. **Report of the WHO informal Consultation on Schistosomiasis Control.** Geneva, 1998.

Yamamoto MM. **Aspectos quantitativos na infecção de *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) pelo *Schistosoma mansoni* Sambom, 1907.** 2002. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de zoologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.