

UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

**DINÂMICA POPULACIONAL DE MOLUSCOS *Biomphalaria* EM
POTENCIAIS FOCOS DE TRANSMISSÃO DA ESQUISTOSSOMOSE
EM ÁREAS RURAIS E URBANAS DO MUNICÍPIO DE SÃO
CRISTÓVÃO/SE**

KLEBER WILLER COUTINHO DE SANTANA

ARACAJU
Fevereiro – 2016

UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

**DINÂMICA POPULACIONAL DE MOLUSCOS *Biomphalaria* EM
POTENCIAIS FOCOS DE TRANSMISSÃO DA ESQUISTOSSOMOSE
EM ÁREAS RURAIS E URBANAS DO MUNICÍPIO DE SÃO
CRISTÓVÃO/SE**

Dissertação de Mestrado submetida à banca examinadora como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Saúde e Ambiente, na área de concentração Saúde e Ambiente.

KLEBER WILLER COUTINHO DE SANTANA

Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo, D.Sc
Orientadora

ARACAJU
Fevereiro – 2016

S231d Santana, Kleber Willer Coutinho de
Dinâmica populacional de moluscos *Biomphalaria* em potenciais focos de transmissão da esquistossomose em áreas rurais e urbanas do município de São Cristóvão /Kleber Willer Coutinho de Santana; orientação [de] Prof. Dr^a. Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo– Aracaju: UNIT, 2016.

46p.; il.

Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente)-
Universidade Tiradentes, 2016.

Inclui bibliografia.

1. *Biomphalaria glabrata*. 2. Áreas urbano-rurais.3. Esquistossomose. I.Jeraldo, Verônica de Lourdes Sierpe.(orient.). II.Universidade Tiradentes. III.Título.

CDU:616.995.122

**DINÂMICA POPULACIONAL DE MOLUSCOS *Biomphalaria* EM POTENCIAIS
FOCOS DE TRANSMISSÃO DA ESQUISTOSSOMOSE EM ÁREAS RURAIS E
URBANAS DO MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO/SE**

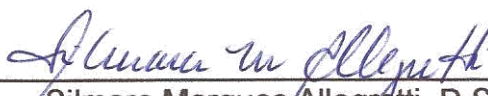
Kleber Willer Coutinho de Santana

“DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDO À BANCA EXAMINADORA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM SAÚDE E AMBIENTE, NA ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO SAÚDE E AMBIENTE.

Aprovada por”



Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo, D.Sc
Orientadora
Universidade Tiradentes - UNIT



Silmara Marques Allegretti, D.Sc
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP



Claudia Moura de Melo, D.Sc
Universidade Tiradentes - UNIT

ARACAJU

Fevereiro – 2016

Dedico essa Dissertação a Deus, a minha família, a minha orientadora e a todos que ajudaram na execução deste trabalho.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito”.

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela superação dos inúmeros obstáculos.

Aos meus filhos **Guilherme** e **Gabriele**, por aguentarem meus momentos de ansiedade e estresse nos meses que tive que me dedicar ao curso.

Aos meus queridos pais **José Vieira** e **Maria Elba**, agradeço do fundo do meu coração por sempre acreditarem em mim, pelo incentivo incansável e pelo apoio incondicional.

Aos meus irmãos **Karla**, **Jully** e **Arnaldo**, por compreenderem a minha ausência durante esse período e sempre respeitaram os meus momentos de dedicação aos estudos.

A minha sogra **Anete** e meu cunhado **João** pelo apoio e por sempre acreditar e confiar em mim.

À Professora e orientadora Doutora **Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo** pelos ensinamentos científicos transmitidos ao longo desses dois anos, pela disponibilidade e dedicação sempre presente, paciência, profissionalismo e pela sua ajuda imprescindível nos momentos mais difíceis. Muito Obrigado!

Aos professores da Pós-graduação por terem ministrado as disciplinas, pelos ensinamentos e acolhimento ao longo do curso.

Ao professor Doutor **Rubens Riscala Madi** pelo conhecimento adquirido durante a minha formação e pela contribuição inestimável na participação do trabalho.

Aos agentes de endemias do município de São Cristóvão, **Valdere** e **Nelson**, que foram fundamentais na procura dos pontos de coleta.

Aos amigos do LDIP: **Taíssa**, **Andrea**, **Victor**, **Paulo** e **Rodrigo**, pelo agradável convívio.

A minha amiga **Taíssa Alice Soledade Calasans**, pelas constantes e enriquecedoras discussões sobre este e outros trabalhos; pelo estímulo e atenção a mim dispensados.

Ao amigo **Weber de Santana Teles**, pelos incentivos em todos os momentos do trabalho e pelo grande estímulo dado desde o início dessa jornada.

Ao amigo **José Murillo**, pela atenção dada em todos os momentos em que eu o procurei. Obrigado!

Aos colegas de trabalho, por proporcionarem coleguismo, ambiente de trabalho agradável e por me auxiliarem em algumas etapas dos experimentos.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Esse agradecimento só poderia ser dedicado a uma pessoa: minha amada esposa **Juliana Alves Gomes de Santana**. O tempo todo ao meu lado, incondicionalmente. Nos momentos mais difíceis, que não foram raros durante esses dois anos, sempre me fazendo acreditar que chegaria ao final desta difícil, porém gratificante etapa. Você foi fundamental nesta relevante etapa da minha vida profissional e sou muito grato por cada gesto carinhoso, cada sorriso, e ansioso para estar ao seu lado, com nossos filhos Guilherme e Gabriele, o resto da minha vida. Te amo!

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
3.1 Esquistossomose mansônica	3
3.2 Agente etiológico e ciclo evolutivo	5
3.3 O molusco hospedeiro intermediário	6
3.4 Epidemiologia.....	9
3.5 Patologia	11
3.6 Diagnóstico	12
3.7 Tratamento.....	13
3.8 Prevenção	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1. Área de estudo	16
4.2 Coletas de moluscos <i>Biomphalaria</i>	17
4.3 Avaliação da infecção parasitária	18
4.4 Análise Microbiológica.....	18
4.5 Análises Físico-químicas.....	19
4.6 Dados pluviométricos	19
4.7 Análise Estatística	19
5. REFERÊNCIAS	21
ARTIGO: Estudo de populações de <i>Biomphalaria glabrata</i> em áreas urbanas e rurais do Nordeste do Brasil*	28
ANEXOS.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição de moluscos *Biomphalaria glabrata* em áreas rurais e urbanas, e prevalência de infecção por *Schistosoma mansoni*..... 33

Tabela 2. Diâmetro médio e desvio padrão do tamanho da concha de moluscos *Biomphalaria glabrata* coletados em áreas rurais e urbanas, parasitados ou não por *Schistosoma mansoni*..... 34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disseminação da esquistossomose tendo como origem a região Nordeste. Fonte: BRASIL, 2014.	4
Figura 2. Morfologia da concha das espécies: <i>Biomphalaria glabrata</i> (A), <i>B. straminea</i> (B) e <i>B. tenagophila</i> (C). Fonte: BRASIL, 2014.	7
Figura 3. Mapa do Brasil com a distribuição geográfica das espécies: <i>Biomphalaria glabrata</i> (A), <i>B. straminea</i> (B) e <i>B. tenagophila</i> (C). Fonte: Carvalho et al., 2008.	8
Figura 4. Localização do município de São Cristóvão no estado de Sergipe. Fonte: Google Earth.	16
Figura 5. Distribuição dos pontos de coleta de moluscos <i>Biomphalaria glabrata</i> em áreas rurais (R) e urbanas (U) no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.	17
Artigo - Fig. 1. Localização do estado de Sergipe no Brasil e do município de São Cristóvão.	30
Artigo - Fig. 2. Distribuição dos pontos de coleta de moluscos <i>Biomphalaria glabrata</i> em áreas rurais (R) e urbanas (U) no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.	31
Artigo - Fig. 3. Distribuição de moluscos <i>Biomphalaria glabrata</i> coletados em áreas rurais e urbanas e índice de precipitação mensal. Município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.	35
Artigo - Fig. 4. Correlação entre a precipitação e a quantidade de moluscos <i>Biomphalaria glabrata</i> coletados em áreas rurais e urbanas no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.	35
Artigo - Fig. 5. Valores de turbidez encontrados em 10 pontos de coleta de moluscos <i>Biomphalaria glabrata</i> em áreas rurais e urbanas do município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.	36

RESUMO

Moluscos do gênero *Biomphalaria* estão associados à distribuição da esquistossomose no mundo por serem hospedeiros intermediários do parasita *Schistosoma mansoni*. No Brasil a espécie *B. glabrata* é considerada uma das mais importantes do ponto de vista de eficiência na transmissão da endemia, por tanto o conhecimento sobre os aspectos ecológicos que envolvem a transmissão são imprescindíveis quando se trata de efetivar medidas de controle. Assim, o objetivo desta pesquisa foi estudar a dinâmica populacional de moluscos *Biomphalaria* em potenciais focos de transmissão da esquistossomose em áreas rurais e urbanas do município de São Cristóvão/SE. Foram realizadas coletas mensais de moluscos em dez pontos (6 na área urbana e 4 na área rural), durante um período de dez meses. Foi realizada avaliação específica, biométrica e da infecção pelo *Schistosoma mansoni* nos moluscos coletados. Paralelamente foi avaliado o pH e a turbidez a cada coleta e amostras de água foram coletadas em três períodos sazonais para pesquisa de coliformes termotolerantes. Dados de pluviometria mensal foram fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente. Entre fevereiro e novembro de 2015, foram coletados 7.947 moluscos todos da espécie *B. glabrata*, dos quais 593 (7,46%) estavam positivos para infecção pelo *S. mansoni*. As maiores prevalências ocorreram na área urbana, com 14,4% dos moluscos liberando cercárias de *Schistosoma*. Em cinco dos dez pontos de coleta (um localizado na área rural e outros quatro na área urbana) foram encontrados moluscos infectados em todas as coletas realizadas. Contudo, em dois pontos de coleta localizados na área rural e em dois pontos na área urbana, não foram encontrados moluscos infectados. Os moluscos infectados apresentaram um diâmetro da concha menor, independente da área de coleta. Entretanto quando se comparou o diâmetro dos moluscos entre área rural e urbana, os moluscos encontrados na primeira, apresentaram o diâmetro menor independente da infecção. A pluviosidade mostrou-se uma variável que afeta o número de moluscos coletados, visto que, tanto na área rural como urbana foram coletados um menor número de moluscos nos períodos mais chuvosos. Os resultados de pH e turbidez nas coleções hídricas, apresentaram valores favoráveis para manutenção de vida dos moluscos, entretanto a turbidez foi uma variável que apresentou características próprias em cada local. As análises microbiológicas detectaram a presença de coliformes termotolerantes em todos os pontos de coleta, o que certamente propiciou a infecção dos moluscos na região. Os resultados obtidos mostram que a endemia que vem se alastrando de forma progressiva para áreas urbanas depende de condições favoráveis a manutenção das populações de *B. glabrata*. A poluição do ambiente produto de ações antrópicas, principalmente nas áreas urbanas com pouco ou nenhum saneamento vem acarretando a expansão e permanência da endemia fora do ambiente rural com características ecológicas

próprias que merecem uma abordagem diferenciada quando se trata de prevenção da esquistossomose utilizando o controle de moluscos transmissores.

Palavras-chave: *Biomphalaria glabrata*; Áreas urbanas e rurais; Esquistossomose.

ABSTRACT

Biomphalaria Clams are associated with the distribution of schistosomiasis in the world because they are intermediate hosts of the parasite *Schistosoma mansoni*. In Brazil the species *B. glabrata* is considered one of the most important efficiency point of view in the transmission of endemic disease, therefore the knowledge about the ecological aspects involving the transmission are indispensable when it comes to effect control measures. The objective of this research was to study the dynamic population of *Biomphalaria* snails on potential outbreaks of schistosomiasis transmission in rural and urban areas of the municipality of Saint Kitts / SE. Monthly collections of mollusks were carried out in ten points (6 in urban areas and 4 in rural areas), for a period of ten months. All patients were assessed specifically, biometric and *Schistosoma mansoni* infection in clams collected. At the same time it evaluated the pH and turbidity every collection and water samples were collected in three seasonal periods for research of coliforms. Monthly rainfall data were provided by the Department of Environment. Between February and November 2015, they collected 7,947 molluscs all the species *B. glabrata*, of which 593 (7.46%) were positive for *S. mansoni* infection. The highest prevalence occurred in the urban area, with 14.4% of mollusks releasing cercariae of *Schistosoma*. In five of the ten collection points (one located in the rural area and four in the urban area) snails were found infected in all samples taken. However, in two collection points located in rural areas and at two points in urban areas, were not infected snails found. The infected snails had a diameter of smaller shell, regardless of the collection area. However when comparing the diameter of mollusks between rural and urban areas, mollusks found in the first, showed the smallest diameter independent of the infection. Rainfall has shown to be a variable that affects the number of collected mollusks, since that, in both rural and urban areas were collected fewer mollusks in the rainiest periods. The pH and turbidity results in basins, showed favorable values for maintaining living clam, but the turbidity was a variable that showed characteristics at each location. Microbiological tests detected the presence of fecal coliforms at all collection points, which certainly led to the infection of the mollusks in the region. The results show that the endemic disease that has been spreading gradually to urban areas depends on favorable conditions to maintain the populations of *B. glabrata*. Pollution product of human actions

environment, especially in urban areas with little or no sanitation is causing the expansion and persistence of endemic disease outside the rural environment with its own ecological characteristics that merit a differentiated approach when it comes to prevention of schistosomiasis using the control transmitters mollusks.

Keywords: *Biomphalaria glabrata*; urban and rural areas; Schistosomiasis.

1. INTRODUÇÃO

A esquistossomose mansônica é uma enfermidade parasitária causada pelo helminto *Schistosoma mansoni* que tem como hospedeiro definitivo o homem e intermediário o molusco do gênero *Biomphalaria* (ROCHA *et al.*, 2013). De acordo com as estimativas da Organização Mundial de Saúde a esquistossomose está estabelecida em 76 países, com a estimativa de que 779 milhões de pessoas estejam sob o risco de infecção e 207 milhões estejam infectadas em todo mundo (MASSARA *et al.*, 2012). No Brasil os dados apontam que entre 2,5 e 6 milhões de pessoas distribuídas nas unidades federativas estejam infectadas pela doença. É considerada endêmica no país e dentre as regiões geográficas, o nordeste é a região que apresenta maior prevalência e focos endêmicos que se estendem da área litorânea do Estado do Rio Grande do Norte até o sul da Bahia, onde penetra para o estado de Minas Gerais. No total, existem 19 Unidades Federadas com transmissão (AGUDO-PADRÓN *et al.*, 2013; DIAS *et al.*, 2013; BRASIL, 2014).

Especificamente no Estado de Sergipe os surtos de casos da esquistossomose podem ocorrer com a criação de áreas de veraneio em regiões com condições inadequadas de saneamento básico e que, pela característica do relevo plano da zona rural e urbana, favorece a formação de coleções hídricas temporárias e, juntamente com o clima permitem a instalação e propagação da esquistossomose. (MELO *et al.*, 2011; ROLLEMBERG *et al.*, 2011; BRASIL, 2014).

Esta parasitose constitui um importante problema de saúde pública e, se destaca como uma das infecções que mais afetam as populações humanas. Esta relacionada à precariedade ou ausência de saneamento básico, representando um risco para aquelas populações que residem em localidades que possuem espaços ambientais, sociais e culturais degradados (BRASIL, 2014). Desde o primeiro relato da esquistossomose no Brasil (Pirajá, 1908), a doença se apresentava como uma endemia rural, hoje ela existe nos espaços urbanos das grandes cidades e, um dos fatores que contribuíram para o seu estabelecimento foi o movimento migratório de pessoas que saem da zona rural para a zona urbana a fim de melhores condições de vida, ocupação desordenada dos espaços urbanos, exploração dos recursos hídricos de forma inadequada, ampla distribuição dos hospedeiros intermediários e a ineficiência de políticas públicas de saúde e infraestrutura, tais condições são responsáveis pela disseminação da esquistossomose (MELO *et al.*, 2011; CARDIM, 2011; SCHOLTE *et al.*, 2014).

Historicamente, a natureza das relações parasita-hospedeiro tem atraído muita atenção da comunidade científica, especialmente os parasitas que afetam as populações humanas, dado o interesse médico em controlar sua transmissão. Os hospedeiros naturais

do *S. mansoni* no Brasil pertencem à família Planorbidae do gênero *Biomphalaria*, são organismos pulmonados e hermafroditas, que habitam coleções de água doce. Conhecidos a mais de 140 milhões de anos, esses moluscos sobreviveram a diversas pressões ambientais e ocupam atualmente grandes extensões territoriais habitando preferencialmente coleções hídricas lânticas. De modo geral, são encontrados em diversas coleções como rios, lagoas, valas, córregos, pântanos, pequenas poças, margens de reservatórios ou coleções artificiais (BARON *et al.*, 2013; BRASIL, 2014; STANDLEY *et al.*, 2014).

No território brasileiro existem dez espécies e uma subespécie do gênero *Biomphalaria*, contudo três espécies foram encontradas naturalmente infectadas por *Schistosoma mansoni*: *Biomphalaria glabrata*, *Biomphalaria tenagophila* e *Biomphalaria straminea* (BRASIL, 2014). O *B. glabrata* é um molusco muito resistente, vivendo principalmente em canais e valas de irrigação e em pequenos cursos de água, mas, pode colonizar grandes rios e lagoas, alimenta-se de algas finas de água doce, a reprodução acontece por autofecundação e fecundação cruzada, capacidade de manter-se vivo nos períodos de seca e tem alta potencialidade na transmissão da esquistossomose (TIBIRIÇA *et al.*, 2011; CANTINHA, 2012; LEAL – NETO *et al.*, 2013; BRASIL, 2014).

Em São Cristóvão, município do Estado de Sergipe, Brasil, o controle da esquistossomose ainda representa um desafio e segundo os dados do Programa de Controle da Esquistossomose do município, não são observadas diminuição da frequência da infecção, e por outro lado, há um crescimento de focos de transmissão da doença em diversas localidades, onde em 2013 tiveram 346 casos confirmados, em 2014, 449 casos e em 2015, até o mês de setembro apresentou 350 casos da doença (SERGIPE, 2015). Desta forma, como o conhecimento da distribuição de populações de moluscos é vital para o controle e prevenção de possíveis endemias e que a esquistossomose é de grande relevância para a saúde pública e a área estudada está inserida no Estado de Sergipe, endêmico para a esquistossomose, o objetivo da pesquisa é estudar a dinâmica populacional, a abundância e a prevalência da infecção do *B. glabrata* em potenciais focos para a transmissão da esquistossomose em área rural e urbana do município de São Cristóvão/SE.

2. OBJETIVOS

Geral

- Estudar a dinâmica populacional de moluscos *Biomphalaria* em potenciais focos de transmissão da esquistossomose em áreas rurais e urbanas do município de São Cristóvão/SE.

Específicos:

- Verificar a presença de moluscos do gênero *Biomphalaria* em locais com casos humanos confirmados pelo PCE (Programa de Controle da Esquistossomose) e identificar as espécies em cada local de estudo;
- Avaliar a abundância e dimensão de moluscos coletados no período estudado;
- Verificar a presença de moluscos infectados com *S. mansoni*;
- Relacionar os dados obtidos com a pluviosidade no período estudado;
- Avaliar a qualidade da água nos pontos de coleta de moluscos por meio do monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Esquistossomose mansônica

A esquistossomose é uma das doenças endêmicas de grande importância no contexto mundial, apresenta um perfil epidemiológico complexo com vários fatores causais e ampla distribuição geográfica. É transmitida por moluscos de água doce do gênero *Biomphalaria* e é caracterizada como uma doença relacionada às condições socioeconômicas e sanitárias, resultante da distribuição de ovos nos tecidos do hospedeiro pelo verme da espécie *Schistosoma mansoni* que se aloja no sistema porta do seu hospedeiro definitivo. A doença é considerada uma das doenças tropicais negligenciadas mais prevalentes no mundo e, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), perde apenas para a malária em importância socioeconômica apresentando-se como a terceira das doenças parasitárias mais frequentes de importância para a saúde pública mundial (SARVEL *et al.*, 2011; APPLETON; MADSEN, 2012; ENK *et al.*, 2012; MELTZER; SCHWARTZ, 2013; SANTANA *et al.*, 2014; GASHAW *et al.*, 2015).

No Brasil a doença é endêmica em ampla extensão do seu território, considerada ainda um grave problema de saúde pública porque acomete milhões de pessoas, provocando um número significativo de formas graves e óbitos. Possivelmente, foi introduzida no país durante o tráfico de escravos africanos infectados pelo parasita, que desembarcaram no nordeste do país, principalmente nos portos de Recife e Salvador para trabalharem nas lavouras de cana-de-açúcar e, através de movimentos migratórios desordenados, a infecção se expandiu em direção as regiões Sul e Sudeste (Figura 1), criando assim, novos focos de infecção em áreas ainda não afetadas. A manutenção da infecção nessas regiões ocorreu pela presença dos hospedeiros intermediários *Biomphalaria glabrata*, *B. tenagophyla* e *B. straminea* (SOUZA *et al.*, 2011; CONCEIÇÃO *et al.*, 2012; BRASIL, 2014).

A doença foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1908, pelo médico Manuel Pirajá da Silva ao observar a presença de ovos do parasita em um dos pacientes no município de Salvador. A partir daí, ele identificou e divulgou a descrição completa do parasita (CONCEIÇÃO *et al.*, 2012).

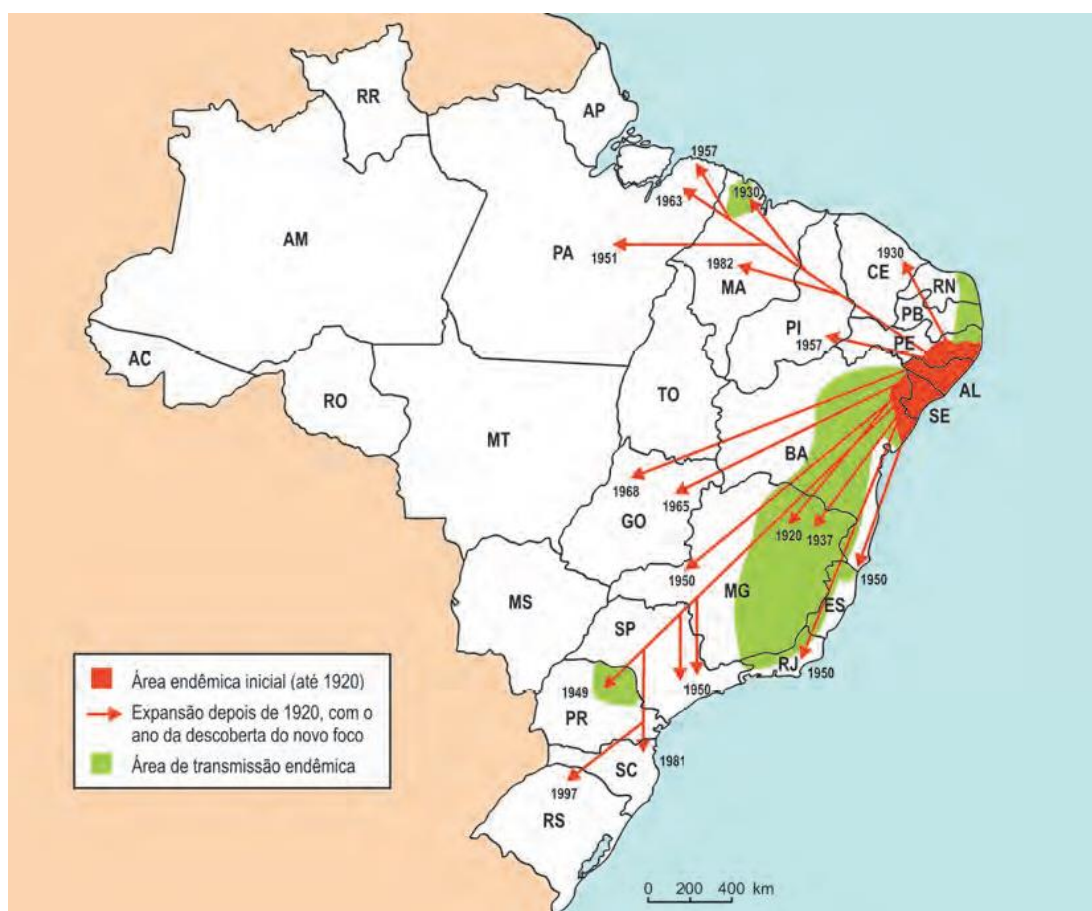


Figura 1. Disseminação da esquistossomose tendo como origem a região Nordeste. Fonte: BRASIL, 2014.

Até pouco tempo, a esquistossomose era classificada como endemia rural devido às altas prevalências encontradas nesse ambiente, principalmente em indivíduos de baixa renda e aquelas que dependem de irrigação, uma vez que, os recursos hídricos imprescindíveis ao desenvolvimento agrícola, contribuem para a disseminação da doença. Mas, estudos recentes vêm demonstrando uma mudança no perfil epidemiológico da doença que passou a ser transmitida também nas periferias dos centros urbanos devido à precariedade do saneamento nessas áreas, possibilitando a contaminação das coleções hídricas, amplamente utilizadas pela população mais pobre. Belo Horizonte, Salvador, Maceió, Recife e Aracaju estão entre as capitais brasileiras em que focos de esquistossomose estão presentes em áreas urbanas (MASSARA *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013; BRASIL, 2014; GASHAW *et al.*, 2015).

3.2 Agente etiológico e ciclo evolutivo

Schistosoma é um helminto pertencente ao filo Platyhelminthes, classe trematódea e família Schistosomatidae, possuindo diferentes estágios de desenvolvimento (ovos, miracídeos, esporocistos, cercárias, esquistossômulos e vermes adultos), apresenta duas fases larvais, o miracídio, que é infectante para o molusco e a cercária, que infecta o hospedeiro definitivo. Os vermes adultos apresentam corpo com aproximadamente 1 a 1,5 cm de comprimento sendo visíveis macroscopicamente, possuem sexos separados, sendo os machos menores que as fêmeas, enquanto estas possuem o corpo cilíndrico mais longo e mais fino. Ambos vivem na corrente sanguínea do hospedeiro definitivo, onde podem permanecer em média cinco anos, mas alguns podem fazê-lo por muito mais tempo, com isso, os seres humanos podem acumular uma grande quantidade de parasitas quando reinfectados. Existe até relatos de pacientes eliminando ovos até 30 anos depois de sair da área endêmica (NEVES, 2005; SOUZA *et al.*, 2011; APPLETON; MADSEN, 2012; BRASIL, 2014).

Existem várias espécies de *Schistosoma* e cada uma delas só pode ser transmitida por espécies específicas de moluscos dos gêneros *Biomphalaria* (*S. mansoni*), *Bulinus* (*S. haematobium*), ou *Oncomelania* (*S. japonicum*). Os seres humanos são hospedeiros de seis espécies de *Schistosoma*: *S. japonicum* (China e Sudeste Asiático), *S. mansoni* (África, Arábia Saudita e América do Sul), *S. haematobium* (África e Arábia Saudita), *S. intercalatum*, *S. mekongi*, e *S. malayensis*. No entanto, a maioria dos casos mundiais são atribuídos às três primeiras espécies, sendo o homem reservatório principal de *S. mansoni*, que é, a única espécie relatada nas Américas do Sul e Central devido à ausência de moluscos suscetíveis aos demais helmintos e que também pode ser encontrada em outros primatas e roedores

(GRYSEELS, 2012; MELTZER; SCHWARTZ, 2013; BRASIL, 2014; DELMONDES *et al.*, 2014).

O ciclo de vida do *Schistosoma* é do tipo heteroxênico, tendo como hospedeiro intermediário um molusco encontrado em água doce, onde sofre reprodução assexuada e um hospedeiro definitivo vertebrado de sangue quente, onde o parasita realiza reprodução sexuada. Os ovos que são depositados pela fêmea parte deles, vão para o trato urinário (*S. haematobium*) ou para a luz intestinal (a partir da mucosa da porção inferior do intestino e reto - *S. mansoni*), ao mesmo tempo em que a outra metade vai para a corrente sanguínea onde atingem os órgãos e, de modo especial, no caso da esquistossomose mansônica, o fígado, ocasionando uma resposta inflamatória de tipo granulomatosa (REY, 2008; SOUZA *et al.*, 2011; APPLETON; MADSEN, 2012; SANTANA *et al.*, 2014).

3.3 O molusco hospedeiro intermediário

O filo dos moluscos é o segundo maior grupo de animais em número de espécies, reúne seres de corpo mole, na maioria cobertos por uma concha cálcica e dura que protege seus corpos, também recebe destaque pela sua ampla distribuição ambiental e papel na dinâmica humana como fonte de alimentação e hospedeiros de patógenos. A classe gastropoda é a mais abundante desse filo, que tem sido bastante empregada na comunidade científica, principalmente por estar associado a transmissão de doenças, e os moluscos do gênero *Biomphalaria* da família Planorbidae possuem importância médica devido às espécies deste gênero serem hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni* (CANTINHA, 2012; BRASIL, 2014; FRIED; REDY, 2015).

Os moluscos desse gênero, em condições autóctone se reproduzem preferencialmente por fecundação cruzada ampliando a variabilidade genética, no entanto, isoladamente são capazes de se reproduzir por autofecundação, uma vez que, são seres hermafroditas e, por conta dessa característica, a presença de apenas um molusco pode caracterizar como um efeito proemial, uma vez que esse indivíduo tem a capacidade de formar uma nova colônia, tornando-se o elo entre populações precedentes e subsequentes. O habitat natural do molusco *Biomphalaria* consiste em corpos de água doce parada ou com pouca corrente, preferencialmente em áreas rasas, vivendo em diferentes ambientes aquáticos. A presença de vegetação vertical ou flutuante é indispensável tanto para alimentação e abrigo dos animais quanto para o suporte das desovas, que são depositadas sempre na parte submersa (CANTINHA, 2012; SCHOLTE *et al.*, 2012; KENGNE-FOKAM *et al.*, 2016).

O sistema digestivo dos moluscos é completo com boca, faringe, esôfago, estômago, intestino, ceco, reto e ânus. A identificação desses animais pode ser feita visualmente, pela observação morfológica de suas conchas, que são espirais em um plano, com diâmetro podendo chegar até 40 mm, apresenta uma depressão central em cada face da concha amarronzada, além de possuir uma abertura pela qual os animais saem para se locomover e retraem quando se sentem ameaçados (Figura 2). De fato, conhecer os agentes responsáveis pela distribuição e a ecologia desses planorbídeos é fundamental na medida em que esse grupo zoológico funciona como hospedeiro intermediário da esquistossomose. O conhecimento das áreas colonizadas por esses moluscos é essencial para vigilância epidemiológica, servindo de base para o planejamento das medidas usadas pelos programas de controle da esquistossomose (GRYSEELS, 2012; SULLIVAN *et al.*, 2012; BRASIL, 2014).

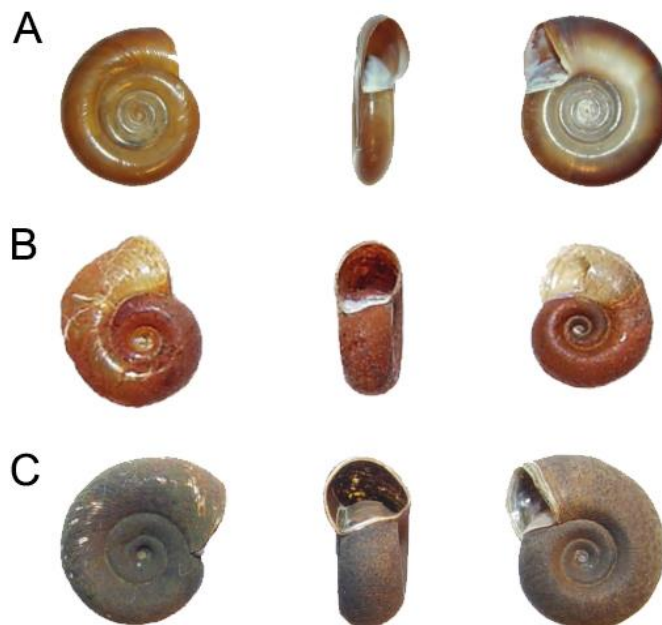


Figura 2. Morfologia da concha das espécies: *Biomphalaria glabrata* (A), *B. straminea* (B) e *B. tenagophila* (C). Fonte: BRASIL, 2014.

No Brasil, foram descritas até o momento 10 espécies e uma subespécie de *Biomphalaria*, sendo os principais hospedeiros naturais de *S. mansoni*: *B. glabrata* (Nordeste, Sudeste e no Norte da região Sul do país), *B. straminea* (alta probabilidade de ocorrência no Nordeste e Sudeste) e o *B. tenagophila* (Sudeste e Sul) (Figura 3.). Outras três espécies têm sido consideradas como potenciais hospedeiras intermediárias: *B. amazônica*, *B. peregrina* e o *B. cousini*. Notadamente, *Biomphalaria glabrata* é identificada como o melhor hospedeiro intermediário para a transmissão de *S. mansoni* devido à sua

ampla distribuição, altas taxas de infecção e a eficiência da transmissão (SCHOLTE *et al.*, 2012; PINTO *et al.*, 2013; SANTANA *et al.*, 2014; TELES *et al.*, 2014).

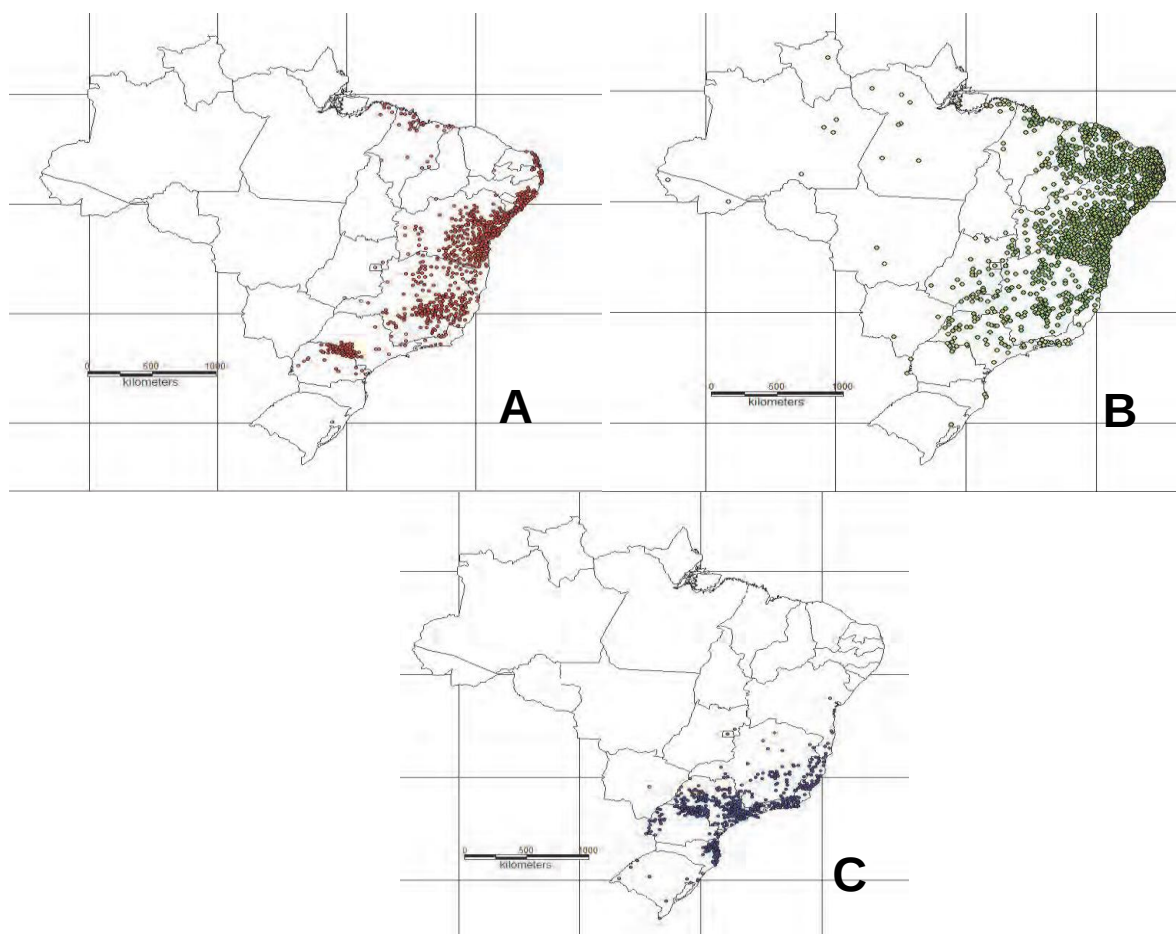


Figura 3. Mapa do Brasil com a distribuição geográfica das espécies: *Biomphalaria glabrata* (A), *B. straminea* (B) e *B. tenagophila* (C). Fonte: Carvalho *et al.*, 2008.

O molusco *B. glabrata*, é a maior espécie da família e uma das mais estudadas pela área médica por ser considerada mais suscetível à penetração das larvas do trematódeo *S. mansoni*. Apresenta ampla distribuição geográfica, alta potencialidade na transmissão da esquistossomose e alto nível de infecção natural, possui intensa multiplicação de parasitas no seu interior, além da capacidade de eliminar cerca de 4.500 cercárias/dia, mais de 10 vezes a capacidade de eliminação das outras espécies. Destaca-se por ser o maior molusco da família dos Planorbídeos, podendo atingir 40 mm de diâmetro e 11 mm de largura, possui sistema circulatório simples, apresentando um coração com uma aurícula e um ventrículo e o rim, sendo o órgão responsável pela excreção. Na natureza, são altamente resistentes, encontrados em localidades com altitudes e temperaturas variáveis alimentando-se predominantemente de vegetais, sendo capazes de viver em coleções hídricas com condições bastante variáveis de pH entre 6,0 a 8,0, sais e concentração de

matéria orgânica (NEVES, 2005; CANTINHA, 2012; BARBOSA *et al.*, 2013; LEAL-NETO *et al.*, 2013; BRASIL, 2014; SANTOS *et al.*, 2015).

Os moluscos são combatidos com moluscidas químicos, retirada de vegetação ribeira, além da drenagem e aterramento de criadouros. Porém, em resposta às mudanças desfavoráveis do ambiente, os moluscos desenvolveram mecanismos de defesa como; enterramento, diapausa, quiescência e anidrobiose, o que dificulta a erradicação de focos. Entre os mecanismos de dispersão dos moluscos, considerados mais importantes, estão o transporte das desovas ou mesmo de moluscos através de aves, peixes e plantas aquáticas. A retirada e o transporte de areia das margens de coleções hídricas com moluscos e as cheias provocadas pelas chuvas são também mecanismos de dispersão. Alguns exemplares de moluscos podem migrar contra a correnteza, ocupando lentamente outros criadouros a montante das colônias originais (CANTINHA, 2012; BRASIL, 2014).

3.4 Epidemiologia

A esquistossomose mansônica é uma doença endêmica que acompanha o homem desde a antiguidade, comprovado pelo encontro de ovos calcificados de *S. mansoni* em vísceras de múmias egípcias cuja origem remonta a 1.250 a.C. Igualmente, existem relatos de que na cidade de Cehang-lha, na China, foram encontrados ovos de *Schistosoma japonicum* em restos mortais com cerca de 2.000 anos (SILVA *et al.*, 2012; BRASIL, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A endemia encontra-se distribuída em várias regiões tropicais e subtropicais do globo. Nos continentes, americano e africano é observada em mais de 74 países, e segundo a Organização Mundial de Saúde estima-se que aproximadamente 207 milhões de pessoas estejam infectadas no mundo todo, e o número de mortes provocadas pela esquistossomose seja de duzentas mil por ano, onde, 93% dos casos ocorrem na África, sendo a Nigéria o país com o maior número de casos da doença em todo o mundo. Nas Américas, estima-se que 95% dos casos de esquistossomose se encontram no Brasil (GRYSEELS, 2012; HOTEZ *et al.*, 2012; VITORINO *et al.*, 2012; MELTZER; SCHWARTZ, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2014; SANTANA *et al.*, 2014).

Nos países localizados nas Américas, como o Brasil, Suriname, Venezuela e Ilhas do Caribe, possuem áreas endêmicas, sendo o Brasil o país mais afetado do continente, com aproximadamente 30 milhões de pessoas expostas ao risco de contrair a doença e provavelmente 4,6 milhões de indivíduos infectados. A maioria dos casos provem dos estados situados na região Nordeste do país, que apresenta as maiores prevalências, como também, do estado de Minas Gerais (BARRETO *et al.*, 2015). Fatores biológicos, sociais,

políticos e culturais têm contribuído para a formação de quadros endêmicos específicos nessas regiões. Os principais estados atingidos são Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, onde a endemia se interioriza alcançando Minas Gerais, no Sudeste, seguindo o trajeto de importantes bacias hidrográficas. Outros estados como o Piauí, Maranhão, Ceará, Pará, Goiás, Distrito Federal, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, apresentam focos da infecção. No total, existem 19 Unidades Federadas com transmissão da doença (ENK *et al.*, 2010; SILVA; DOMINGUES, 2011; CONCEIÇÃO *et al.*, 2012; VITORINO *et al.*, 2012; LEAL-NETO, 2013; BRASIL, 2014; DELMONDES *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

No Estado de Sergipe vem sendo detectados altos índices de positividade da infecção esquistossomótica, segundo dados do Ministério da Saúde, esse estado apresenta uma das maiores prevalências do país, onde a média da prevalência de esquistossomose no período de 1980 a 1989 foi de 17,3%, segunda maior do Brasil, menor apenas do que a do Estado de Alagoas (ROLLEMBERG *et al.*, 2011). Considerando-se o período de 1990 a 2002, a média no Estado de Sergipe foi de 17,7%, bem acima da média nacional de 9,2% (BRASIL, 2011). A transmissão da esquistossomose é endêmica em 51 dos 75 municípios Sergipanos e, se encontra estabelecida nos municípios das Zonas da Mata e do Litoral. A prevalência do estado em 2010 foi 6,7% em 27.256 pessoas examinadas. A média anual de internação, no período de 2005 a 2010 foi de 17 internações com redução da taxa de internação por 100 mil habitantes de 1,58 em 2005 para 0,44 em 2010. O número médio de óbitos no mesmo período foi de 17 óbitos, sendo que a taxa de mortalidade por 100 mil habitantes manteve-se em 0,86 nesse período (ROLLEMBERG *et al.*, 2011).

Estudos mostram que o perfil epidemiológico da esquistossomose vem sofrendo modificações significativas desde que começou a ser transmitida nas periferias dos centros urbanos, onde há precariedade na moradia e carência de saneamento ou com saneamento básico inadequado, sendo a doença adquirida em consequência do contato humano com águas contendo formas infectantes de *S. mansoni*. O modelo de contato com a água contaminada por cercárias do parasita ocorre por diversas razões as quais são associadas com as características sócio-econômicas e culturais da população dessas áreas endêmicas, além de ocupação, lazer e até mesmo informação da população exposta ao risco de contrair a doença. Esses fatores se relacionam e favorecem a transmissão da doença, em maior ou menor intensidade, de acordo com a realidade local (BRASIL, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

3.5 Patologia

O estado de saúde dos seres humanos infectados com o *S. mansoni* dependerá de sua carga parasitária, o que por sua vez é intimamente relacionado com a frequência e duração das exposições a água contaminada por cercárias. Uma das dificuldades para detecção precoce dos portadores do *S. mansoni* é que a infecção pode evoluir de maneira silenciosa até a instalação das formas graves da doença (REY, 2008; BRASIL, 2014; TELES *et al.*, 2014).

De acordo com o Ministério da Saúde, o período de incubação da doença é de duas a seis semanas após a infecção, desde a penetração das cercárias até o possível aparecimento dos primeiros sintomas. Qualquer pessoa pode adquirir a infecção, não havendo resistência natural. Clinicamente, a esquistossomose tem duas fases evolutivas: aguda e crônica (SILVA *et al.*, 2012; TELES *et al.*, 2014).

O desenvolvimento clínico da esquistossomose acompanha o ciclo do parasita, que na fase aguda pode ocasionar uma reação inflamatória e, com a maturação do esquistossômulo, que ocorre entre 1 a 4 semanas após a infecção, pode acontecer uma hipersensibilidade sistêmica, conhecida como febre katayama. Inicia-se com sintomas semelhantes aos da gripe com febre prolongada, dor abdominal, cansaço, dor de cabeça, vômitos e tosse seca. O fígado pode inchar e com a instalação dos vermes adultos nas veias mesentéricas pode provocar sintomas abdominais como cólicas intestinais e diarreia. A esquistossomose aguda desaparece dentro de várias semanas quando da sua instalação, embora as queixas respiratórias podem persistir por meses (GRYSEELS, 2012; MELTZER; SCHWARTZ, 2013).

A fase crônica da doença é classificada de acordo com a patologia envolvida, como intestinal, hepático-intestinal e hepático-esplênica (NEVES, 2005; SANTANA *et al.*, 2014). Imediatamente após a fase aguda, a deposição dos ovos segue e leva ao surgimento da fase crônica da doença com sintomas que incluem: cirrose com hipertensão no sistema porta, esplenomegalia, hipertensão pulmonar, estenose urinária e hidronefrose. Os sintomas da doença são determinados pela alta carga de infecção, localização dos vermes e seus ovos (REY, 2008; MELTZER; SCHWARTZ, 2013).

Ovos de *S. mansoni* podem ficar presos nas paredes do intestino grosso e reto provocando inflamação granulomatosa o que leva ao aparecimento de pequenas ulcerações e sangramento microscópico. Dores abdominais, anorexia e diarreia com presença ou não de sangue, são sintomas comuns. Porém, muitas pessoas são assintomáticas. A esquistossomose hepática inicia-se com hepatomegalia e acúmulo de granuloma, provocada pela presença de ovos no fígado e outros órgãos, e em etapas subsequentes por

fibrose que pode avançar para enormes estrias fibróticas. Tipicamente o lobolo esquerdo do fígado é expandido para 15 cm para baixo e a anemia pode estar associada com a perda de sangue pelo intestino, o que reforça o mal-estar. Potencialmente a mais perigosa complicação é a gastresofágica, devido ao sangramento das varizes internas, a qual pode romper-se provocando hemorragia e levar a indivíduo à morte (Rey, 2008; GRYSEELS, 2012; SANTANA *et al.*, 2014).

3.6 Diagnóstico

A constatação da presença de ovos nas fezes é o modo mais empregado na prática clínica, no entanto métodos imunológicos também podem ser utilizados para o diagnóstico. No diagnóstico parasitológico é fundamental, com especial importância para as técnicas de Lutz e Kato-Katz, esta última um método quantitativo, com grande aplicabilidade na inferência da carga parasitária, detectando a presença de ovos nas fezes, o que pode ocorrer entre o 28º ao 45º dia de infecção em linhagens diferentes, em que o tamanho e a forma característica deles permite uma fácil diferenciação de outros ovos liberados por helmintos, mesmo entre as outras espécies de *Schistosoma*. A intensidade da infecção pode ser identificada pela quantidade de ovos encontrados nas fezes. O exame de fezes possui baixa sensibilidade, sobretudo em áreas endêmicas nas quais predominam as infecções por *S. mansoni* com pequena carga parasitária. Recomendam-se a realização de exames laboratoriais com um mínimo de três amostras sequenciais de fezes, coletadas em dias distintos, com intervalo máximo de 10 dias entre a primeira e a última coleta (VITORINO *et al.*, 2012; SANTANA *et al.*, 2014).

Testes adicionais, como a sorologia e a reação em cadeia da polimerase (PCR) possuem alta sensibilidade e são úteis, especialmente em áreas de baixa prevalência da doença, ou em pacientes com baixa parasitemia, porém estes métodos são impraticáveis em uma rotina, devido aos custos elevados. A sorologia é um exame que pode ser utilizado principalmente na fase aguda da doença, para detecção de anticorpos, porém, devido a sua sensibilidade pode ocorrer uma reação cruzada com outras infecções por helmintos ocasionando um resultado falso-positivo. Por isso, é indicada quando o resultado parasitológico ainda se apresenta negativo. Vale resaltar, que a positividade dos exames imunológicos não indica necessariamente infecção ativa por *S. mansoni*, pois os anticorpos circulantes permanecem após a cura da doença ou os indivíduos podem apresentar quadro imunológico em função de infecções esquistossomóticas pregressas. Portanto, tais provas não são úteis para comprovação da eficácia do tratamento medicamentoso (ENK *et al.*, 2012; GRYSEELS, 2012; VITORINO *et al.*, 2012; SANTANA *et al.*, 2014).

3.7 Tratamento

Segundo vários autores (SARVEL *et al.*, 2011; RAPADO *et al.*, 2013; BRASIL, 2015), a principal estratégia para controlar a esquistossomose baseia-se na detecção precoce de casos por meio de realização de exames coproscópicos e tratamento periódico de pessoas que vivem em áreas endêmicas com praziquantel, a fim de reduzir a morbidade e transmissão. Mas, estudos apontam que o grande problema presente nessas áreas é a reinfecção, que vem sendo identificada como um dos principais fatores relacionados ao insucesso no controle da infecção (CONCEIÇÃO *et al.*, 2012).

A importância do tratamento consiste em curar a doença, reduzir ou diminuir a carga parasitária do hospedeiro, impedir a evolução para as formas graves, e também minimizar a produção e a eliminação dos ovos do helminto como uma forma de prevenção primária da transmissão da doença. Na fase inicial o tratamento pode ser feito com anti-histamínicos locais e corticosteróides tópicos, associados à terapêutica com o praziquantel, na tentativa de propiciar o alívio do prurido. Já na fase crônica em sua forma intestinal deve-se contemplar medidas para minimizar o quadro diarréico, quando presente e na forma hepatoesplênica se faz necessário realizar procedimentos na tentativa de reduzir risco de hemorragias digestivas. O tratamento específico é feito atualmente no Brasil com Praziquantel, único fármaco disponível (VITORINO *et al.*, 2012; MELTZER; SCHWARTZ, 2013)

A indústria farmacêutica tem diminuído o interesse pelo desenvolvimento de um fármaco para a esquistossomose, devido ao fato de que a doença atinge as populações mais pobres (MELTZER; SCHWARTZ, 2013). Atualmente o controle e tratamento de todas as formas de esquistossomose baseia-se na quimioterapia por um único fármaco que é o praziquantel 600 mg, administrado na dose 50 mg/kg, disponível para uso humano por mais de quatro décadas, e é distribuído de forma sistemática para a realização da quimioterapia curativa desde 2006 (MELTZER; SCHWARTZ, 2013; ZWANG; OLLIARO, 2014; BARRETO *et al.*, 2015). Entretanto, os dois fármacos que são ou foram utilizados no tratamento da esquistossomose (praziquantel e oxaminiquina), apresentam limitações, como baixa eficácia no tratamento da esquistossomose mansonii na fase aguda, baixa atividade sobre o verme na forma imatura, diminuição na sensibilidade ao fármaco vista em algumas cepas, e a pouca atividade contra os esquistossômulos, mostrando a necessidade de pesquisas de novas alternativas terapêuticas contra o parasita. A vacina contra a esquistossomose faz parte de recentes avanços no campo da genômica. Em pacientes com neuroesquistossomose o tratamento com glicocorticóides deve preceder o praziquantel (apenas se tiver na fase intestinal) e deve ser reduzida com cuidado, ao longo de várias

semanas, especialmente em pacientes com envolvimento da medula espinhal (SILVA *et al.*, 2012; MELTZER; SCHWARTZ, 2013; DELMONDES *et al.*, 2014; SANTANA *et al.*, 2014).

As reinfecções constantes podem evidenciar uma demanda para a implementação do monitoramento de programas de vigilância epidemiológica onde a criação de bancos de dados pode construir uma ferramenta que permita definir ações de combate a doença (SANTANA *et al.*, 2014).

3.8 Prevenção

No Brasil, o Ministério da Saúde criou, em 1975, através da SUCAM (Superintendência de Campanhas de Saúde Pública), o Programa Especial de Controle da Esquistossomose (PECE), que ficou responsável pelo planejamento e implementação de ações profiláticas contra a esquistossomose, com o intuito de realizar atividades relacionadas ao tratamento quimioterápico da doença. Pela primeira vez, a esquistossomose foi tratada com prioridade correspondente a sua importância médico-social. Em 1999 já com a denominação de Programa de Controle da Esquistossomose (PCE), tornou-se um programa de responsabilidade dos municípios, que passaram a assumir gradativamente o controle dessa endemia em seus territórios (SARVEL *et al.*, 2011; BRASIL, 2014; SANTANA *et al.*, 2014; TELES *et al.*, 2014).

A Organização Mundial de Saúde através da Resolução WHA65-21 propõe a eliminação da transmissão da esquistossomose. Desta forma, a partir de 2011 o programa brasileiro passou a ter como objetivo principal a eliminação da doença como problema de saúde pública nas áreas endêmicas, o que significa a redução do número de casos a níveis aceitáveis (menores que 5%). Nas áreas de baixa endemicidade o objetivo é a interrupção da transmissão, o que significa a não existência de casos, mesmo que persistam as causas que podem potencialmente produzi-la, no caso a presença dos caramujos, hospedeiros intermediários (BRASIL, 2014).

A criação e conservação do PCE vêm contribuindo para reduzir os casos da doença por meio de diagnóstico precoce e de tratamento oportuno para milhares de pessoas portadoras de *S. mansoni*, especialmente os casos de forma grave (hepatosplênica), mas não tem sido suficiente para impedir o aparecimento de novos casos e novas áreas endêmicas. Para uma redução da prevalência e eliminação da transmissão da doença se faz necessário medidas complementares de educação em saúde, saneamento ambiental, além de controlar as populações do molusco como uma maneira de diminuir o risco de transmissão da doença, associado com a melhoria das condições de vida da população (BRASIL, 2014; PEREIRA FILHO *et al.*, 2014).

Para monitorar as atividades de controle, é sugerida a realização de exames coproscópicos nas populações localizadas em regiões endêmicas e com isso, diagnosticar a infecção e tratar o máximo possível de indivíduos positivos (BRASIL, 2008). O exame parasitológico de fezes é realizado, pelo método Kato-Katz, que permite, além da visualização, a contagem dos ovos por grama de fezes para avaliação da intensidade da infecção (KATZ *et al.*, 1972). O Ministério da Saúde preconiza exames coproscópicos com apenas uma amostra de fezes e uma lâmina por indivíduo. Entretanto, o método Kato-Katz possui a limitação de subestimar a infecção nos casos de carga parasitária baixa, que pode ser melhorada com o aumento do número de amostras de fezes e de lâminas por amostra, mas por aumentar os custos com recursos materiais e humanos não é rotina nos serviços de saúde (BRASIL, 2008, ENK *et al.*, 2008). O Ministério da Saúde recomenda, além dos exames parasitológicos de fezes, melhoria das condições de saneamento básico e de abastecimento de água tratada e educação em saúde e o controle do hospedeiro intermediário por meio de moluscidas com certas limitações. Vale ressaltar que nenhum destes métodos pode ser considerado capaz de proporcionar o controle da esquistossomose separadamente (COURA; CONCEIÇÃO, 2010; BRASIL, 2015).

A participação da comunidade nos programas de controle das doenças negligenciadas, como a esquistossomose, é considerada de grande importância, uma vez que, se torna uma maneira de alargar a autonomia das pessoas e provocar a capacitação, principalmente nos países em desenvolvimento em forma de acesso a recursos de saúde (GAZZINELLI, *et al.*, 2012).

Vale ressaltar, que a presença dos moluscos de água doce do gênero *Biomphalaria* desempenha papel importante como hospedeiros intermediários na transmissão de *S. mansoni* por causa da imensa multiplicação que ocorre neste hospedeiro, por isso, deve-se fazer um controle nas populações desses moluscos na tentativa de reduzir a transmissão da esquistossomose principalmente nas localidades que apresentam alto risco de transmissão da doença. O moluscida que vem sendo considerado o mais importante recomendado pela Organização Mundial de Saúde é o niclosamida, já que apresenta alta toxicidade para os moluscos na concentração de 1mg/L, provocando uma mortalidade de 100% do *Biomphalaria glabrata*. Porém, o seu uso ocasiona uma alteração significativa no ambiente aquático, além do elevado custo quando aplicado em áreas extensas e dificuldade no transporte para áreas rurais mais distantes (CANTANHEDE *et al.*, 2010; RAPADO *et al.*, 2013; ROCHA *et al.*, 2013; PEREIRA FILHO *et al.*, 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O cenário de estudo, o município de São Cristóvão está geograficamente localizado ao norte do estuário do rio Vaza-Barris, no litoral sergipano (latitude 11° 00' 54" S e longitude 37° 12' 21" W) na região da grande Aracaju, numa zona cujo bioma é a Mata Atlântica. Limita-se com os municípios de Aracaju ao leste, Nossa Senhora do Socorro e Areia Branca ao norte, e Itaporanga d'Ajuda a oeste e sul, distante 26 km de Aracaju (Figura 4). Sua extensão territorial é de 436, 863 km² com uma população estimada de 86.979 habitantes (IBGE, 2015). O clima é considerado tropical quente e úmido, com um a três meses de estiagem que vai de janeiro até início de março e inverno caracterizado por um período de chuva entre os meses de março a agosto.



Figura 4. Localização do município de São Cristóvão no estado de Sergipe. Fonte: Google Earth.

O município por ser considerado como o quarto mais antigo do país, apresenta o perfil econômico voltado para o turismo cultural, principalmente na sede do município, considerado o centro urbano, com ruas revestidas de paralelepípedo, água encanada, rede de esgoto coberto. Porém, nos bairros periféricos encontram-se ruas de piçarras, valas e córregos a céu aberto, onde são depositados resíduos domésticos, além da existência de vegetação em torno dessas valas. Já na zona rural as atividades são voltadas para a agricultura (cana-de-açúcar), a indústria da pesca (peixes, mariscos e camarão) e pecuária (bovinos). A maioria dos povoados apresenta água encanada, ruas de piçarras e valas de esgoto a céu aberto, com presença de vegetação. Existe uma Secretaria de Vigilância

Epidemiológica, que possui um Programa de Controle da Esquistossomose (PCE) com uma equipe permanente de combate a esquistossomose.

4.2 Coletas de moluscos *Biomphalaria*

Foram estabelecidos 10 pontos de coletas (Figura 5), definidos de acordo com dados do Programa de Controle da Esquistossomose (PCE), utilizando-se como critérios de escolha: a presença de moluscos, casos confirmados da doença nas localidades e áreas de riscos para a comunidade pela possibilidade do contato com a água possivelmente contaminada pela população local. Os pontos foram distribuídos em áreas rurais: povoados Colônia Miranda e Rita Cassete, e áreas urbanas: Bairros; Baixa da Divineia, Apicumerem, Colônia Pintos, Loteamento Lauro Rocha e Centro. Cada ponto de coleta foi georeferenciado com GPS plataforma Garmin, modelo Etrex Legend, para demonstrar a distribuição geográfica dos moluscos.



Figura 5. Distribuição dos pontos de coleta de moluscos *Biomphalaria glabrata* em áreas rurais (R) e urbanas (U) no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

A coleta de moluscos foi realizada mensalmente no período de fevereiro a novembro de 2015, com padronização de 15 minutos/homem de coleta. Foi aplicada a técnica manual para captura dos moluscos, utilizando-se peneira metálica perfurada, bota de borracha, luvas e pinças metálicas. Os moluscos foram acondicionados em recipientes plásticos identificados com local e data, em seguida levados para o laboratório de Doenças Infecciosas e Parasitárias - LDIP no Instituto de Tecnologia e Pesquisa – ITP. No

laboratório, os moluscos foram lavados, contados e medido o maior diâmetro da concha com paquímetro digital caliper Messen 150 mm.

Foi realizada também, a identificação dos moluscos através da avaliação morfológica da concha; que é espiralada, geralmente lisa, com 7 a 40 mm de diâmetro, giros arredondados, aumentando gradativamente o seu diâmetro, cor escura/marrom, lado direito côncavo, com giro central profundo, abertura oval com diâmetro de aproximadamente 11 mm, e o lado esquerdo formando uma concavidade rasa. As estruturas internas apresentam o manto que abriga a maioria dos órgãos, na parte ventral encontra-se um pé muscular que adere e move o animal sobre as superfícies, sistema excretor; manto sem e com crista renal pigmentada, sistema reprodutor; parede vaginal com e sem bolsa e enrugada. Essa fase possibilitou a confirmação da espécie *B. glabrata* como o molusco hospedeiro intermediário do *S. mansoni* na região e a identificação dos principais focos de transmissão da esquistossomose na área de estudo (DESLANDES, 1951; BRASIL, 2014).

4.3 Avaliação da infecção parasitária

Todos os moluscos coletados foram expostos em grupos de cinco em frascos de vidro transparente, com 4 mL de água decolorada, e expostos a luz de lâmpadas incandescentes (60W) por um período de 2 horas para verificar a eliminação de cercárias, que apresentam cauda bifurcada medindo 230 por 50 µm, com o corpo medindo 190 por 70 µm e duas ventosas presentes, uma oral e a outra ventral. A exposição foi realizada semanalmente durante três semanas consecutivas para garantir a ausência ou presença de infecção por *S. mansoni*. Após este procedimento os moluscos positivos foram expostos de forma individual para a confirmação da positividade e cálculo de prevalência de infecção (NEVES, 2005; TUAN, 2009; CANTINHA, 2012).

4.4 Análise Microbiológica

A coleta de água nos pontos estudados foi realizada em três momentos durante o período da pesquisa, considerando os períodos; pré-chuvoso (janeiro a março), chuvoso (abril a julho) e pós-chuvoso (agosto a dezembro), utilizando recipientes esterilizados.

A análise realizada no Laboratório Central de Saúde (LACEN) utilizou a metodologia do Substrato Cromogênico/Enzimático SMEWW, 22^a Ed. 9223 B que usa substrato constituído de sais, fontes de carbono e nitrogênio, indicadores e nutrientes específicos para a detecção simultânea de coliformes totais e termotolerantes. As amostras coliformes positivas são detectadas visualmente por desenvolvimento de cor amarela no meio de

cultura, sendo a presença de *Escherichia coli* (coliformes termotolerantes) detectada pela observação de fluorescência sob a luz UV (SOUZA *et al.*, 2015).

4.5 Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório Central de Saúde Pública de Sergipe (LACEN), onde foram analisadas as variáveis pH e turbidez. Estes procedimentos, de análise seguiram recomendação da PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011 com relação à coleta, transporte e preservação das amostras.

Determinou-se o pH pelo Método Eletrométrico SMEWW, 22ª Ed. 4500-H+ B que se baseia na atividade de íons hidrogênio por meio de potenciometria usando, um eletrodo de vidro e um de referência ou um eletrodo de vidro combinado (SOUZA *et al.*, 2015).

A turbidez é uma característica decorrente de partículas suspensas e colóides, presentes na amostra, e foi determinada por turbidímetro usando o Método Nefelométrico SMEWW, 22ª Ed. 2130 B que compara a intensidade de luz espalhada pela amostra com a de uma amostra-padrão de referência, sob condições definidas (SOUZA *et al.*, 2015).

Realizaram-se no total três coletas de água nos 10 pontos estudados, em um intervalo aproximado de três meses entre cada uma (coleta trimestral). A primeira coleta foi realizada no dia 27 de março de 2015, a segunda em 07 de julho do mesmo ano, e a terceira em 05 de novembro de 2015. O tempo decorrido de transporte das amostras foi em torno de 2 horas, onde as mesmas permaneceram armazenadas durante todo o percurso em caixa térmica.

4.6 Dados pluviométricos

Os índices pluviométricos foram estimados com base em dados cedidos pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (SRH-SE) para posteriores testes estatísticos.

4.7 Análise Estatística

Calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) para verificar a relação entre a quantidade de moluscos coletados e precipitação mensal. Para avaliar a relação entre a prevalência de moluscos infectados, a quantidade de chuva (rural e urbano) e a média mensal, foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s). O teste de Mann-

Whitney foi utilizado para comparar a prevalência de moluscos positivos e pH nas áreas de coleções hídricas rurais e urbanas.

O teste ANOVA (univariada), com post-hoc teste de Tukey para comparação de diâmetro da concha dos moluscos positivos e negativos em geral e entre as áreas rurais e urbanas, bem como o montante entre as áreas foi aplicado.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando software STATISTICA 7.1, com um nível de significância de 5%.

5. REFERÊNCIAS

AGUDO-PADRÓN, A.I.; VEADO, R.W.AD-VINCULA.; SAALFELD, K. Moluscos e Saúde Pública em Santa Catarina: subsídios para a formulação estadual de políticas preventivas sanitárias. Duque de Caxias; 2013.

APPLETON, C.C.; MADSEN, H. Human schistosomiasis in wetlands in southern Africa. *Wetlands Ecol Manage* 2012; 20:253–269.

BARON, O.L.; WEST, P.V.; INDUSTRI, B.; PONCHET, M.; DUBREUIL, G.; GOURBAL, B.; et al. Parental Transfer of the Antimicrobial Protein LBP/BPI Protects *Biomphalaria glabrata* Eggs against Oomycete Infections. *PLOS Pathog* 2013; 9(12): e1003792.

BARBOSA, L.M.; SILVA, L.K.; REIS, E.A.; AZEVEDO, T.M.; COSTA, J.M.; BLANK, W.A.; et al. Characteristics of the Human Host Have Little Influence on Which Local *Schistosoma mansoni* Populations Are Acquired. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 2013; 12(7): 1-9.

BARRETO, A.V.M.; MELO, N.D.; VENTURA, J.V.T.; SANTIAGO, R.T.; SILVA, M.B.A. Análise da positividade da esquistossomose mansoni em Regionais de Saúde endêmicas em Pernambuco, 2005 a 2010. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, 2015; 24(1): 87-96.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância em saúde: dengue, esquistossomose, hanseníase, malária, tracoma e tuberculose**. MS. 2008; 119 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde. Relatório de Situação_Sergipe**. MS. 2011; 34 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância da Esquistossomose Mansoní**. MS. 2014; 142 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Informe Técnico “Campanha Nacional de Hanseníase, Verminoses, Tracoma e Esquistossomose 2015”**. MS. 2015; 18 p.

CANTINHA, R.S. Estudo da resposta do caramujo *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818) frente a estímulos ambientais estressores, com enfoque na proteína HSP70 [TESE]. São Paulo: Ipen – Autarquia Associada à Universidade de São Paulo; 2012.

CONCEIÇÃO, M.J.; COURA, J.R. Epidemiology of Schistosomiasis Mansonii in Brazil. In: Rokni MB. Schistosomiasis. 2012. 183-192.

CARDIM, L.L.; FERRAUDO, A.S.; PACHECO, S.T.A.; REIS, R.B.; SILVA, M.M.N.; CARNEIRO, D.D.M.T.; BAVIA, M.E. Análises espaciais na identificação das áreas de risco para a esquistossomose mansônica no Município de Lauro de Freitas, Bahia, Brasil. Cad. Saúde Pública 2011; 27(5): 899-908.

CARVALHO OS, SCHOLTE RGC, AMARAL RS. Distribuição dos moluscos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* no Brasil, *Biomphalaria glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila*. In: Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas. 2. ed. Brasília: Ed. MS. Cap. 8. P.111-126. (Série A: Normas e Manuais Técnicos), 2008.

CANTANHEDE, S.P.D.; MARQUES, A.M.; SILVA-SOUZA, N.; VALVERDE, A.L. Atividade moluscicida de plantas: uma alternativa profilática. Revista Brasileira de Farmacognosia: Brazilian Journal of Pharmacognosy 2010; 20(2): 282-288.

COURA, J.R.; CONCEIÇÃO, M.J. Specific schistosomiasis treatment as a strategy for disease control. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 2010; 105(4): 598-603.

DELMONDES, L.M.; CRUZ, M.A.F.; GUIMARÃES, M.K. H.; SANTANA, L.G.; GONÇALVES, V.P.C.; BRITO, H.L.F. Esquistossomose endocervical: relato de caso. Rev Bras Ginecol Obstet 2014; 36(6): 276-80.

DESLANDES, N. Técnica de dissecação e exame de planorbídeos. Rev Serv Espec Saúde Pública 1951; 4: 371-382.

DIAS, A.S.; SOBREIRA, R.R.; AGUIAR G.B.; MELOTTI, V.D.; ARAÚJO J.V.; BRAGA, F.R.; PUPPIN, A.C.; PERBONI, W.R.; BERTONCELI, R.M.; SILVA, R.G.; RAMOS, R.F. Estudo da distribuição de moluscos aquáticos no sul do Estado do Espírito Santo. Acta Veterinaria Brasilica 2013; 7(2): 154-157.

ENK, M.J.; LIM, A.C.; DRUMMOND, S.C.; SCHALL, V.T.; COELHO, P.M. The effect of the number of stool samples on the observed prevalence and the infection intensity with

Schistosoma mansoni among a population in an area of low transmission. *Acta Tropica* 2008; 108(2-3): 222-228.

ENK, M.J.; AMARAL, G.L.; SILVA, M.F. C.S.; LEMOS, S.; CARVALHO, A.T.; FILHO, O.A.M.; *et al.* Rural tourism: a risk factor for schistosomiasis transmission in Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2010; 105(4): 537-540.

ENK, M.J.; SILVA, G.O.; RODRIGUES, N.B. Diagnostic Accuracy and Applicability of a PCR System for the Detection of *Schistosoma mansoni* DNA in Human Urine Samples from an Endemic Area. *PLoS ONE* 2012; 6(7): 1-6.

FRIED, B.; REDDY, A. Recent High Performance Thin Layer Chromatographic Studies on *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda), *Chromatography* 2015; 2:118-124.

GASHAW, F.; AEMERO, M.; LEGESSE, M.; PETROS, B.; TEKLEHAIMNOT, T.; MEDHIN, G.; *et al.* Prevalence of intestinal helminth infection among school children in Maksegnit and Enfranz Towns, northwestern Ethiopia, with emphasis on *Schistosoma mansoni* infection. *Parasites & Vectors* 2015; 8:567.

GAZZINELLI, A.; OLIVEIRA, R.C.; YANG, G.J.; BOATIN, B.A.; KLOOS, H. A Research Agenda for Helminth Diseases of Humans: Social Ecology, Environmental Determinants, and Health Systems. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 2012; 6(4): e1547.

GRYSEELS, B. Schistosomiasis. *Infect Dis Clin N Am* 2012; 26: 383–397.

HOTEZ, P.J.; ASOJO, O.A.; ADESINA, A.M. Nigeria: “Ground Zero” for the High Prevalence Neglected Tropical Diseases. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 2012; 6(7) e1600.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE. 2015 [acessado em 22 outubro 2015]. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>.

KATZ, N.; CHAVES, A.; PELLEGRINO, J. A simple device for quantitative stool thick-smear technique in schistosomiasis mansoni. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo* 1972; 14(6): 397-400.

KENGNE-FOKAM, A.C.; NANA-DJEUNGA, H.C.; DJUIKWO-TEUKENG, F.F.; NJIOKOU, F. Analysis of mating system, fecundity, hatching and survival rates in two *Schistosoma mansoni* intermediate hosts (*Biomphalaria pfeifferi* and *Biomphalaria camerunensis*) in Cameroon. *Parasites & Vectors* 2016; 9:10.

LEAL-NETO, O.B.; GOMES, E.C.S.; OLIVEIRA-JUNIOR, F.J.M.; ANDRADE, R.; SANTOS, R.S.; BOCANEGRA, S.; BARBOSA, C.S. Biological and environmental factors associated with risk of schistosomiasis mansoni transmission in Porto de Galinhas, Pernambuco State, Brazil. *Caderno Saúde Pública* 2013; 29(2): 357-367.

LYDIG, A. Factors conditioning the distribution of fresh water pulmonates, *Biomphalaria spp.*, *Bulinus spp.*, and *Lymnea spp.*, in Babati District, Tanzania. Södertörn University | School of Life Science Bachelor's Thesis 15 ECTS | Biology | Spring Term 2009 Biology Programme.

MASSARA, C.L.; ENK, M.J; CALDEIRA, R.L.; MENDONÇA, C.L.F.; SCHOLTE, R.G.C.; CARVALHO, O.S. Ocorrência de moluscos do gênero *Biomphalaria* em parques da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Revista de patologia tropical* 2012; 41(4): 471-479.

MELO, A.G.S.; MELO, C.M.; OLIVEIRA, C.C.C.; OLIVEIRA, D.S.; SANTOS, V. B.; JERALDO, V.L.S. Esquistossomose em área de transição rural-urbana: reflexões epidemiológicas. *Ciências Cuidado e Saúde* 2011; 10(3): 506-513.

MELTZER, E.; SCHWARTZ, E. Schistosomiasis: Current Epidemiology and Management in Travelers. *Curr Infect Dis Rep* 2013; 15(3): 211–215

NEVES, D.P. *Parasitologia Humana*. São Paulo: Atheneu; 2005.

OLIVEIRA, D.S.; SANTOS, V.B.; MELO, A.G.S.; LIMA, A.S.; CARVALHO, C.D.; ALLEGRETTI, S.M.; *et al.* *Schistosomiasis mansoni* in urban Northeast Brazil: influence of rainfall regime on the population dynamics of *Biomphalaria sp.* *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2013; 46(5): 654-657.

OLIVEIRA, R.N.; REHDER, V.L.G.; FREZZA, T.F.; JERALDO, V.L.S.; MELO, C.M.; ALLEGRETTI, S.M. Epidemiology, Chemotherapy and New. Therapeutic Approaches of Schistosomiasis. In: *Schistosomiasis: Epidemiology, Diagnosis and Treatment*. 1 ed. 2014: 33-62.

PINTO, H.A.; MATI, V.L.T.; MELO, A.L. The Pampulha reservoir remains a potential urban focus of schistosomiasis mansoni in Brazil: changes in the occurrence patterns of *Biomphalaria* species and a new record of the parasite. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2013; 46(4): 478-483.

PEREIRA FILHO, A.A.; FRANÇA, C.R.C.; OLIVEIRA, D.S.; MENDES, R.J.A.; GONÇALVES, J.R.S.; ROSA, I.G. Evaluation of the molluscicidal potential of hydroalcoholic extracts of *Jatropha gossypifolia* Linnaeus, 1753 ON *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, 2014; 56(6): 505-510

RAPADO, L.N.; LOPES, P.O.M.; YAMAGUCHI, L.F.; NAKANO, E. Brief Communication Ovicidal effect of Piperaceae Species on *Biomphalaria glabrata*, *Schistosoma mansoni* Host. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo* 2013; 55(6): 421-424.

REY, L. *Parasitologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

ROCHA, T.J.M.; FILHO, B.P.N.; NOÉ, B.D.R.; JÚNIOR, C.P.V.; COSTA, G.N.; ARAGÃO, M.B.; FEITOSA-SANTOS, A. Estudo do Efeito Moluscicida de Espécies Vegetais em Embriões e Caramujos Adultos de *Biomphalaria glabrata* Say, 1818 (GASTROPODA, PLANORBIDAE). *Rev Patol Trop* 2013; 42 (2): 230-239.

ROLLEMBERG, C.V V.; SANTOS, C.M.B.; SILVA, M.M.B.L.; SOUZA, A.M.B.; SILVA, Â.M.; ALMEIDA, J.A.P.; ALMEIDA, R.P.; RIBEIRO-JESUS, A.. Aspectos epidemiológicos e distribuição geográfica da esquistossomose e geo-helminthos, no Estado de Sergipe, de acordo com os dados do Programa de Controle da Esquistossomose. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2011; 44(1): 91-96.

SANTANA, K.T.O.; PEGO, K.V.T.; PEREIRA, V.V.; RODRIGUES, L.P.; FERREIRA, J.V.; OLIVEIRA, K.N.; *et al.* Ocorrência de esquistossomose em Divinópolis-MG baseada em estudo com escolares e em inquéritos de notificação da doença. *J Bras Patol Med Lab* 2014; 50(4): 265-271.

SANTOS, D.V.V.; JUNIOR, J.A.P.D.; SANTOS, M.A.V. Detecção de atividade de fosfatase ácida nos hemócitos de *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda: Planorbidae): um estudo em moluscos da Região Amazônica, Brasil. *Rev Pan-Amaz Saude* 2015; 6(1):45-50

SARVEL, A.K.; OLIVEIRA, A.A.; SILVA, A.R.; LIMA, A.C.L.; KATZ, N. Evaluation of a 25-Year-Program for the Control of *Schistosomiasis Mansoni* in an Endemic Area in Brazil. PLOS Neglected Tropical Diseases 2011; 5(3): e990.

SERGIPE. Secretaria de Vigilância Epidemiológica de São Cristóvão. **Plano de Controle de esquistossomose**. São Cristóvão, 2015.

SCHOLTE, R.G.C.; CARVALHO, O.S.; MALONE, J.B.; UTZINGER, J.; VOUNATSOU, P. Spatial distribution of *Biomphalaria* spp., the intermediate host snails of *Schistosoma mansoni*, in Brazil. Geospatial Health 2012; 6(3): p. S95-S101.

SCHOLTE, R.G.C.; GOSNIU L.; MALONE, J.B.; CHAMMARTIN, F.; UTZINGER, J.; VOUNATSOU, P. Predictive risk mapping of schistosomiasis in Brazil using Bayesian geostatistical models, Acta Tropica 2014, 132: 57–63.

SILVA, P.B.; BARBOSA, C.S.; PIERI, O.; TRAVASSOS, A.; FLORENCIO, L. Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. Quimica Nova 2006; 29(5): p. 901-906.

SILVA, P.C.V.; DOMINGUES, A.L.C. Aspectos epidemiológicos da esquistossomose hepatoesplênica no Estado de Pernambuco, Brasil. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília 2011; 20(3): p. 327-336.

SILVA, K.E.R.; SILVA, R.M.F.; COSTA, S.P.M.; ROLIM, L.A.; LIMA, M.C.A.; ROLIM-NETO, P.J. Alternativas terapêuticas no combate à esquistossomose Mansônica. Rev Ciênc Farm Básica Apl 2012; 33(1):9-16.

SOUZA, F.P.C.; VITORINO, R.R.; COSTA, A.P.; JÚNIOR, F.C.F.; SANTANA, L.A.; GOMES, A.P. Esquistossomose mansônica: aspectos gerais, imunologia, patogênese e história natural. Rev Bras Clin Med. São Paulo 2011; 9(4): p. 300-307.

SOUZA, J.A.R.; MOREIRA, D.A.; CONDÉ, N.M.; CARVALHO, W.B.; CARVALHO, C.V.M. Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG. Rev. Ambiente e Água 2015; 10(3): p. 614-622.

STANDLEY, C.J.; GOODACRE, S.L.; WADE, C.M.; STOTHARD, R. The population genetic structure of *Biomphalaria choanomphala* in Lake Victoria, East Africa: implications for schistosomiasis transmission. *Parasites & Vectors* 2014; 7: 1-10.

SULLIVAN, C.O.; FRIED, B.; SHERMA, J. Studies on the pH tolerance of *Biomphalaria glabrata* snails infected with *Schistosoma mansoni*. *Trends in Comparative Biochem & hysiol*, 2012; 16: 21-23.

TELES, H.M.S.; FERREIRA, C.S.; CARVALHO, M.E. Assessment of control and epidemiologic details of the schistosomiasis mansoni in Bananal, São Paulo, Brazil. *Rev Bras Epidemiol* 2014; 17(2): 531-542.

TIBIRIÇA, S.H.C.; GUIMARÃES, F.B.; TEIXEIRA, M.T. *Schistosoma mansoni* in the context of the Brazilian health policy. *Ciência & Saúde Coletiva* 2011; 16(1): 1375-1381.

TUAN, R. Distribuição e diversidade de espécies do gênero *Biomphalaria* em microrregiões localizadas no Médio Paranapanema, São Paulo, SP, Brasil. *Biota Netrop* 2009; 9(1): 279-276.

VITORINO, R.R.; SOUZA, F.P.C.; COSTA, A.P.; JUNIRO, F.C.F.; SANTANA, L.A.; GOMES, A.P. Esquistossomose mansônica: diagnóstico, tratamento, epidemiologia, profilaxia e controle. *Rev Bras Clin Med* 2012; 10(1): 39-45.

ZWANG, J.; OLLIARO, P.L. Clinical Efficacy and Tolerability of Praziquantel for Intestinal and Urinary Schistosomiasis—A Meta-analysis of Comparative and Non-comparative Clinical Trials. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 2014; 8(11): e3286.

Estudo de populações de *Biomphalaria glabrata* em áreas urbanas e rurais do Nordeste do Brasil*

Kleber W. C. Santana (kleber.willer@hotmail.com)

Abstract: Species of *Biomphalaria glabrata* snails are the main vectors for *Shistosoma mansoni* in Brazil, to present greater geographical distribution and the highest rates of infection and transmission efficiency, being the main transmitter specie in the Northeast. To clarify possible differences in populations of *Biomphalaria* originating in rural and urban environments was studied the dynamics of these snails in potential foci of transmission of schistosomiasis in the municipality of São Cristóvão/SE, Northeast region of Brazil. They were sampled in 10 points distributed in urban and rural area of the municipality. The harvested snails were counted, measured and evaluated *S. mansoni* infection. They rainfall data were obtained in 10 months of study and evaluated the pH, turbidity and presence of coliforms in three periods. We collected a total of 7,947 *B. glabrata* snails; although in rural areas were collected as many snails, the prevalence of infection was approximately 10 times higher in the snails from the urban area. The shell of the snails infected by *S. mansoni* had a diameter significantly smaller, independent of the sampling area. Unlike when the diameter of the shellfish compared between urban and rural, independent of infection, the first show significantly larger diameter. Rainfall is a variable that affects the amount of snails harvested, both urban and rural areas was observed significantly fewer snails during rainy periods. It was observed the presence of thermotolerant coliforms in all collect points, meanwhile the pH fluctuates between 6.3 and 7.7. Turbidity is kept constant during the study period in each local sampling and each local maintains its own characteristics in relation to this parameter, which does not seem to interfere with the snail population. In this study we show how in urban areas the problems caused by the lack of health infrastructure allied to the adaptability of the snails do with the endemic disperse affecting directly communities living in these places. Simultaneously, precipitation create new scenarios that can be designed and used in order to monitor risk, minimizing dispersion of snails hosts for *S. mansoni*.

Key words: *Biomphalaria glabrata*; rural areas; urban areas; *Schistosoma* infection; Brazil.

*Artigo formatado segundo as normas da Revista de Biologia Tropical (ISSN 0034-7744) – B1 Área Interdisciplinar

Na região Neotropical são descritas 14 espécies de moluscos do gênero *Biomphalaria* Preston 1910 (Gastropoda, *Planorbidae*), entre estas se destacam três principais espécies hospedeiras intermediárias do trematódeo *Schistosoma mansoni*: *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) e *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848) (Brasil, 2014). Estes moluscos são encontrados em corpos de água naturais como lagos e rios, artificiais como canais de irrigação ou em outros ambientes nos quais existam condições para garantir a sobrevivência. A presença destes moluscos em ambientes de água salgada como aqueles encontrados em áreas costeiras e em locais com alto teor de matéria orgânica tais como em canais de despejo de águas residuais, mostra que estes planorbídeos vêm sofrendo um processo de adaptação a novos ambientes e que isto vem influenciando nas áreas de distribuição da esquistossomose mansônica (Moraes et al., 2014).

Planorbídeos do gênero *Biomphalaria* se reproduzem tanto por fecundação cruzada, quanto por autofecundação e durante períodos de seca intensa podem entrar em diapausa até o próximo período de chuvas, estas características garantem a preservação e a expansão das espécies para novas áreas geográficas (Dannermann & Pieri, 1989). Desta forma, a distribuição das chuvas exerce uma importante influência na dinâmica de populações de planorbídeos, de modo geral os relatos mostram que uma maior quantidade de moluscos pode ser encontrada nos períodos menos chuvosos (Barbosa & Barbosa, 1994; Fernandez et al. 2014; Palasio et al., 2015), e um número menor quando as chuvas são mais intensas, isto provavelmente devido ao arraste de moluscos nas áreas de estudo (Oliveira et al., 2013).

A distribuição das espécies de *Biomphalaria*, transmissoras da esquistossomose, depende principalmente de características fisiológicas do molusco que determinam sua resistência as condições climáticas nas diversas áreas geográficas (Gerard & Theron, 1997). Das três espécies consideradas vetores naturais de *S. mansoni* no Brasil, *B. glabrata* é aquela que apresenta maior distribuição geográfica e os maiores índices de infecção e eficiência na transmissão do parasito. Por outro lado *B. straminea* é menos susceptível a pesar de apresentar maior resistência a condições climáticas adversas (Barbosa et al., 1992). Estas duas espécies são encontradas em diferentes ambientes de água doce com pouca corrente, de preferência com plantas, a pesar de que podem ser encontradas aderidas a paredes de pedra ou cimento (Brasil, 2008). Entretanto a distribuição de *B. tenagophila* se concentra nos estados das regiões sudeste e sul chegando até o norte da Argentina (Brasil, 2008).

O parasitismo pode afetar os moluscos, entretanto a fisiologia pode também ser alterada por fatores ambientais (Gerard et al, 2007), que interferem fortemente na dinâmica de populações de moluscos. Por outro lado, os fatores de origem antrópico e/ou climático na

maioria dos casos interferem nas populações de moluscos de uma forma particular que depende de características regionais. Para esclarecer possíveis diferenças em populações de *Biomphalaria* originárias de ambientes rurais e urbanos, o objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica dos moluscos em potenciais focos de transmissão da esquistossomose no município de São Cristóvão/SE, região Nordeste de Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: este estudo foi desenvolvido durante um período de 10 meses (fevereiro a novembro de 2015) no município de São Cristóvão, geograficamente localizado ao norte do estuário do rio Vaza-Barris, no litoral do estado de Sergipe/Brasil (latitude 11° 00' 54" S e longitude 37° 12' 21" W) (Fig. 1). O clima da região é considerado tropical quente e úmido com condições térmicas homogêneas em que a temperatura media anual flutua entre 25 e 26 °C e um regime de chuvas dividido em três períodos: pré-chuvoso (janeiro a março), chuvoso (abril a julho – inverno) e pós-chuvoso (agosto a dezembro).

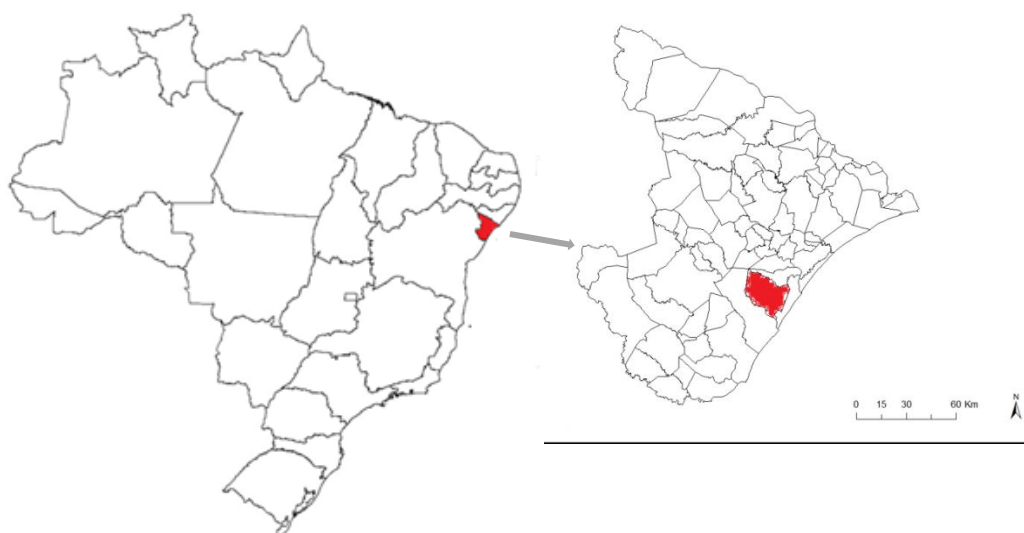


Fig. 1. Localização do estado de Sergipe no Brasil e do município de São Cristóvão.

Coletas de moluscos *Biomphalaria*: Foram escolhidos 10 pontos de coleta de moluscos (Fig. 2), definidos a partir de informações prévias fornecidas pelo Programa de Controle da esquistossomose (PCE), levando-se em conta a presença de moluscos, casos confirmados da doença na área e locais que apresentaram condições de abrigar moluscos associado à possibilidade de contato pelos moradores da área. Os pontos foram distribuídos em áreas rurais nas localidades de Colônia Miranda e Rita Cassete, e em áreas urbanas nos bairros da Baixa da Divinéia, Apicumerem, Colônia Pintos, Loteamento Lauro Rocha e Centro.

Os pontos de coleta foram georeferenciados com GPS plataforma Garmin, modelo Etrex Legend.

A coleta de moluscos foi realizada mensalmente por um único coletor, respeitando sempre um tempo de coleta manual de 15 minutos. Os exemplares coletados foram colocados em recipientes plásticos para o transporte até o laboratório onde foram lavados, contados e medido o diâmetro maior da concha com auxílio de paquímetro digital. Paralelamente, foi realizada a identificação específica dos moluscos, avaliando a morfologia da concha e das estruturas internas (Brasil, 2008).

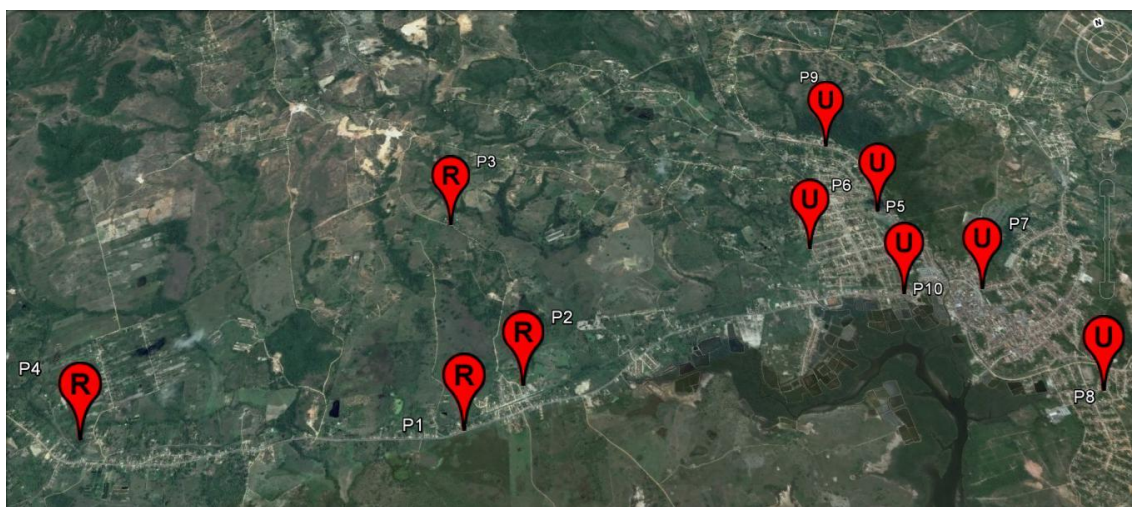


Fig. 2. Distribuição dos pontos de coleta de moluscos *Biomphalaria glabrata* em áreas rurais (R) e urbanas (U) no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

Avaliação da infecção parasitária: Todos os moluscos coletados foram expostos em grupos de cinco em frascos de vidro transparente, com 4mL de água decolorada e expostos a luz de lâmpadas incandescentes (60W) por um período de 2 horas para verificar a eliminação de cercárias. No caso de observação de cercárias, os moluscos foram expostos de forma individual para confirmar a positividade e assim realizar os cálculos de prevalência de infecção (Tuan, 2009; Pinto et al., 2013). No caso de uma primeira exposição negativa, os moluscos foram submetidos ao mesmo procedimento durante três semanas consecutivas para garantir a ausência ou presença da infecção pelo *S. mansoni*.

Análises microbiológicas: A coleta de água foi realizada em cada um dos locais de coleta de moluscos em três momentos durante o período de estudo: pré-chuvoso, chuvoso e pós-chuvoso, em recipientes esterilizados. As análises foram desenvolvidas no Laboratório Central de Saúde Pública de Sergipe (LACEN), com o método do substrato cromogênico/enzimático, que utiliza um substrato constituído por sais, fontes de carbono e

nitrogênio, indicadores específicos e nutrientes para a detecção simultânea de coliformes totais e termotolerantes. Foi considerada amostra positiva para presença de coliformes quando visualmente foi observada mudança para cor amarela no meio de cultura, e a presença de *Escherichia coli* (coliformes fecais) foi confirmada pela observação de fluorescência sob luz UV (Souza et al., 2015).

Análises Físico-químicas: Foram coletadas três amostras de água em cada ponto de coleta de moluscos a cada três meses aproximadamente (coleta trimestral). As análises físico-químicas de pH e turbidez foram realizadas no LACEN. O pH foi determinado pelo método eletrométrico e a turbidez foi determinada mediante o uso de um turbidímetro nefelométrico que compara a intensidade da luz dispersada pela amostra teste com uma amostra padrão de referência em condições definidas (Souza et al., 2015).

Dados pluviométricos: Dados de precipitação mensal foram obtidos na Secretaria de Recursos Hídricos do estado de Sergipe (SRH-SE) com o objetivo de correlacionar a pluviosidade mensal no período de estudo com parâmetros biométricos da concha, quantidade de moluscos coletados e de infecção dos moluscos por *S. mansoni*.

Foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r) para verificar a relação entre a quantidade de moluscos coletados e a precipitação mensal. Para avaliar a relação entre a prevalência de moluscos infectados, a quantidade coletada por área (rural e urbana) e a precipitação média mensal foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s). Foi utilizado o teste de Mann-Whitney para comparar a prevalência de moluscos positivos e o pH das áreas de coletas rurais e urbanas.

Aplicou-se o teste ANOVA (univariada) com o teste pos-hoc de Tukey para comparar o diâmetro da concha dos moluscos positivos e negativos em geral e entre as áreas rurais e urbanas e a quantidade coletada entre as áreas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software STATISTICA 7.1, com um *nível* de significância de 5%.

RESULTADOS

Locais de coleta de moluscos: Na área rural, 3 dos 4 pontos de coleta corresponderam a valas para despejo de águas residuais provenientes de residências presentes no local, sempre associadas a pequenos riachos. O ponto de coleta P4 correspondeu a uma piscina artificial que recebe águas de uma nascente, foi criada para fins recreativos e não recebe nenhum tipo de manutenção (ANEXO I).

Na área urbana três locais de coleta se encontravam em pequenos riachos e três em valas de despejo de águas residuais já que na área urbana do município não existe serviço de coleta de águas residuais (ANEXO II).

Em geral todos os locais de coleta apresentaram vegetação representada por gramíneas com um fundo de lodo e barro, com águas relativamente rasas em que a profundidade não foi superior a 50 cm, exceto o ponto P4 na área rural que apresentou mais de um metro de profundidade.

Coleta de moluscos: Durante o período de estudo foram coletados um total de 7.947 moluscos identificados como sendo da espécie *Biomphalaria glabrata* distribuídos em pontos de área rural e urbana do município de São Cristóvão. A maior quantidade de moluscos coletados foi proveniente dos pontos P2 e P3, ambos na área rural e que representou 53,7% do total de moluscos coletados (Tabela 1), a pesar de não ter sido encontrada diferença significativa quando comparadas a quantidade de moluscos coletados na área rural e urbana (ANOVA, $p=0,024$).

Tabela 1
Distribuição de moluscos *Biomphalaria glabrata* em áreas rurais e urbanas, e prevalência de infecção por *Schistosoma mansoni*.

Área	Pontos de coleta	Quantidade de moluscos coletados	Moluscos Positivos	
			(n)	(%)
Rural	P1	1001	0	0
	P2	1694	0	0
	P3	1534	61	3,98
	P4	41	1	2,44
	Total	4.270	62	1,45
Urbana	P5	1268	164	12,93
	P6	681	183	26,87
	P7	265	0	0
	P8	261	59	22,60
	P9	713	125	17,53
	P10	489	0	0
Total		3.677	531	14,44

Infecção de moluscos por *S. mansoni*: Foram observados 593 moluscos eliminando cercárias de *S. mansoni*, que correspondeu a uma prevalência de 7,46%. As maiores prevalências foram de moluscos provenientes dos pontos P6 e P8 na área urbana. Em dois pontos da área rural e dois da área urbana, em nenhum momento foram identificados moluscos infectados (Tabela 1). Apesar de que na área rural foi coletado o maior número de moluscos, a prevalência de infecção foi aproximadamente 10 vezes maior em moluscos da área urbana (Mann-Whitney Z(U)=-9,99; p<0,001)

Diâmetro dos moluscos: Os moluscos infectados por *S. mansoni* apresentaram um diâmetro de concha significativamente menor, independente da área de coleta ser rural ou urbana. Ao contrário quando se compara o diâmetro dos moluscos entre a área urbana e rural, independente da infecção, os primeiros mostram um diâmetro significativamente maior (ANOVA, p<0,001) (Tabela 2).

Tabela 2

Diâmetro médio e desvio padrão do tamanho da concha de moluscos *Biomphalaria glabrata* coletados em áreas rurais e urbanas, parasitados ou não por *Schistosoma mansoni*.

Área	Infecção por <i>Schistosoma mansoni</i>	Diâmetro médio da concha (mm)	SD
Urbana	negativos	11,213	2,96
	positivos	9,988	2,40
Rural	negativos	10,582	2,37
	positivos	8,393	1,03

Pluviosidade: A pluviosidade mostrou-se uma variável que influencia a quantidade de moluscos coletados. Tanto na área rural como urbana foi observada uma menor quantidade de moluscos nos períodos de maior pluviosidade (Pearson $r = -0,8303$, $p = 0,0029$) (Fig. 3 e 4). Quando se compara o efeito das precipitações e a infecção dos moluscos, foi observado que quando estas aumentam, na área rural aumenta a quantidade de moluscos infectados (Spearman $r_s = 0,0986$, $p < 0,001$), efeito contrário se observa na área urbana na qual quando as precipitações aumentam, diminui a quantidade de moluscos infectados (Spearman, $r_s = -0,0497$, $p = 0,003$).

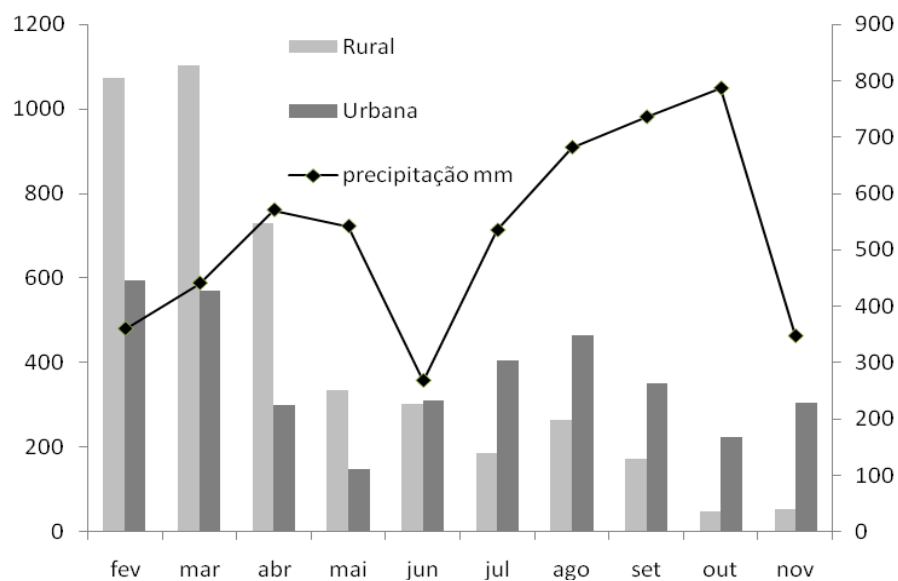


Fig. 3. Distribuição de moluscos *Biomphalaria glabrata* coletados em áreas rurais e urbanas e índice de precipitação mensal. Município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

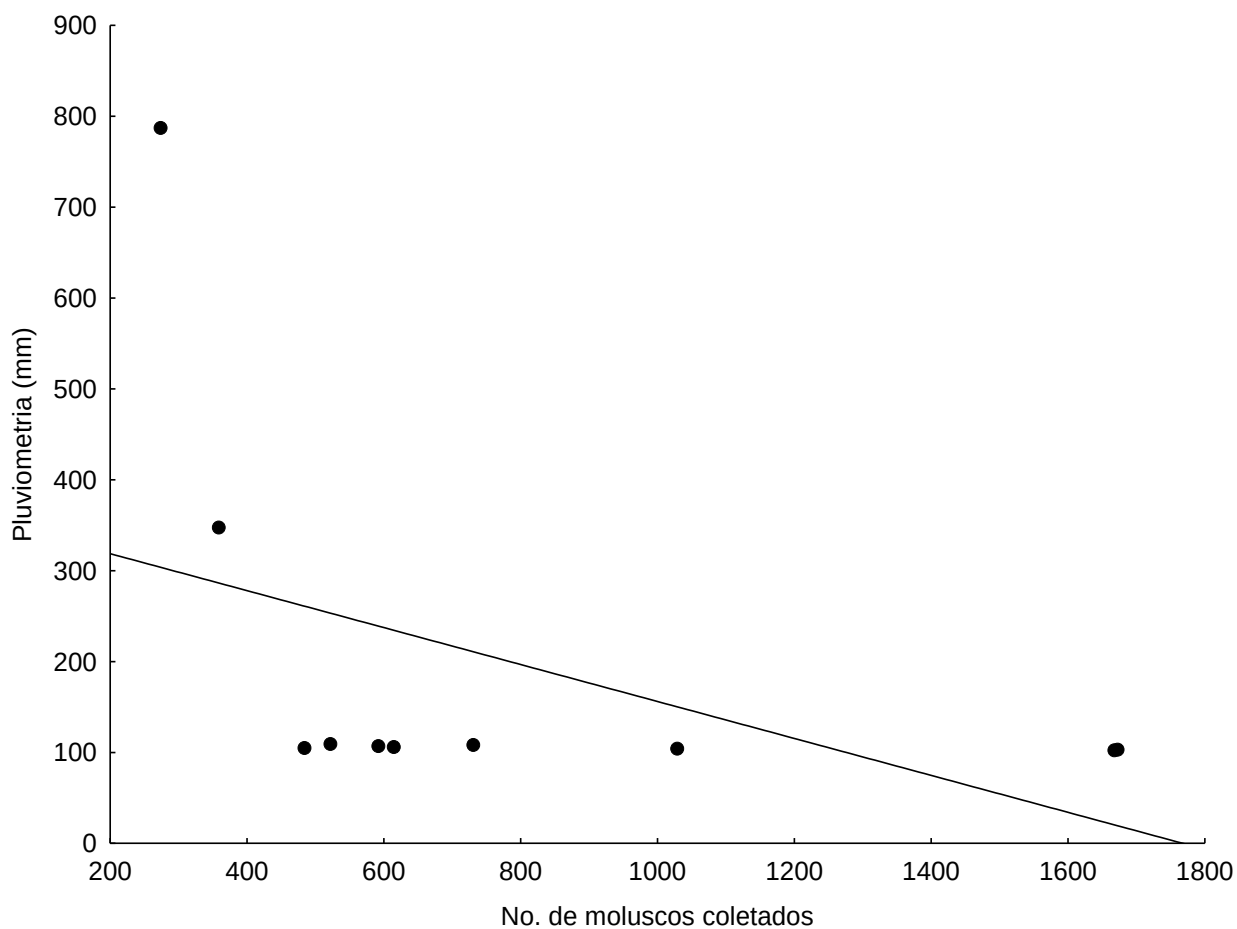


Fig. 4. Correlação entre a precipitação e a quantidade de moluscos *Biomphalaria glabrata* coletados em áreas rurais e urbanas no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

Análises microbiológicas e físico-químicas da água: Foi constatada a presença de coliformes totais e termotolerantes em todos os pontos de coleta nos três períodos climáticos avaliados (pré-chuvoso, chuvoso e pós-chuvoso).

Os índices de pH em todas as coleções hídricas analisadas nos diferentes períodos climáticos flutuou entre 6,3 a 7,7. Na área rural o pH foi significativamente maior (Mann-Whitney, $p < 0,001$, $Z(U) = 55,821$), entretanto o menor valor de pH de 6,3 foi observado também na área rural.

Os resultados de turbidez mostraram que este se manteve constante nos três períodos estudados em cada local de coleta, e que cada local tem suas próprias características em relação à turbidez. O ponto 3, localizado na área rural, apresentou a maior turbidez. Por outro lado os menores valores de turbidez foram observados nos pontos P4 e P5, localizados na área rural e urbana, respectivamente (Fig. 5).

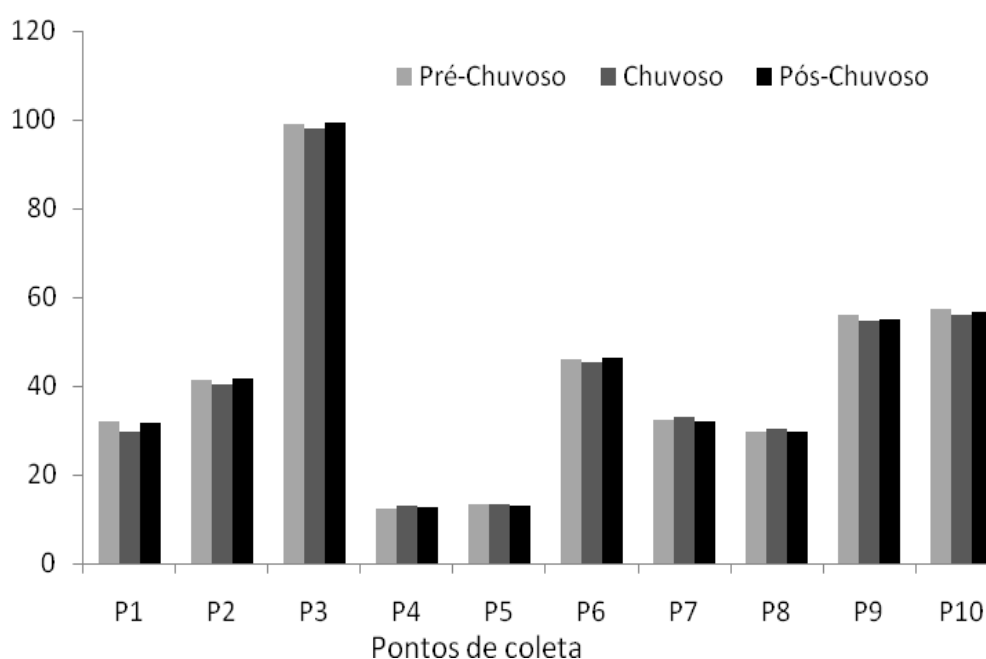


Fig. 5. Valores de turbidez encontrados em 10 pontos de coleta de moluscos *Biomphalaria glabrata* em áreas rurais e urbanas do município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

DISCUSSÃO

O estudo da fauna de planorbídeos deveria ser alvo constante de monitoramento em áreas em que claramente existe transmissão ativa do parasita *Schistosoma*. Embora no Nordeste do Brasil sejam encontradas duas espécies susceptíveis a infecção (*B. glabrata* e *B. straminea*), somente foi encontrado moluscos da espécie *B. glabrata*. Sabe-se que *B.*

glabrata é a espécie mais susceptíveis a infecção, portanto a espécie de maior importância epidemiológica em que o monitoramento das suas populações é requisito fundamental para o controle da infecção e diminuição dos índices de infecção humana que atingiram no período 2005-2008 uma prevalência acima de 30% (Rollemberg et al., 2011).

Existem evidências que apontam a uma seleção competitiva entre *B. glabrata* e *B. straminea* quando analisada a presença destas duas espécies em campos de cultivo de arroz, sendo a primeira encontrada principalmente em canais de irrigação e a última em águas naturais (Barboza et al., 2012). Apesar da pesquisa ter sido realizada em áreas urbanas e rurais, estas últimas apresentam um alto nível de transformação antrópica o qual poderia explicar a ausência de *B. straminea*.

A observação dos microambientes em que foram realizadas as coletas, tanto no ambiente rural como urbano do município de São Cristóvão, mostrou que estes apresentaram características favoráveis para a presença de *B. glabrata* como ser as plantas aquáticas que proporcionam alimento, servem de suporte as desovas do molusco e protegem contra a radiação solar e temperaturas elevadas próprias da região (Freitas, 1976; Souza et al., 2008).

Por outro lado, a presença desta espécie pode estar relacionada à sua preferência por habitats antropogênicos e ricos em matéria orgânica produto também da presença de coliformes em todos os pontos de coleta (Tuan, 2009), nos quais claramente foram observadas valas para a eliminação de águas residuais.

A profundidade das coleções hídricas parece exercer influência na presença de moluscos *Biomphalaria* (Rowel et al., 2015), relatos mostram que profundidades entre 3 a 50 cm e com pouco ou nenhum fluxo são ambientes ideais para estes moluscos (Ramos et al., 1969). Exceto o ponto 4 na área rural, todos os outros locais de coleta apresentaram uma profundidade de água considerada ideal para a manutenção de populações de moluscos.

Foram observadas variações na quantidade de moluscos durante os 10 meses de estudo, inclusive com ausência completa de moluscos em alguns meses nos pontos de coleta P4, P7 e P8. A ausência de moluscos no ponto P4 pode ser explicada pela profundidade que dificultou a visualização e coleta neste local (ANEXO I). Por outro lado, nos pontos P7 e P8 da área urbana, a ausência de moluscos pode ser atribuída a frequente limpeza e retirada da vegetação realizada principalmente nos períodos chuvosos pela prefeitura ou pelos próprios moradores que residem em frente a estas valas (ANEXO II). Esta prática além de retirar diretamente os moluscos da vegetação faz com que os moluscos se desprendam dos substratos e sejam carregados pela água da chuva, o que também facilita a colonização de novas áreas ampliando assim as áreas de transmissão da esquistossomose (Barbosa et al., 2015).

O encontro de moluscos infectados em 6 dos 4 pontos de coleta tanto em áreas urbanas como rurais mostra que a transmissão da esquistossomose encontra-se bem estabelecida na região. Foram consideradas áreas de alto risco para a infecção humana os pontos de coleta em que a prevalência de infecção de moluscos foi superior a 5% (Giovanelli et al., 2001), ou seja, em todos os pontos de coleta da área urbana onde foram encontrados moluscos *B. glabrata*.

Parece ser que as ocupações desordenadas do espaço urbano aliado à falta de infraestrutura sanitária são fundamentais para a colonização e manutenção de populações de moluscos transmissores de *S. mansoni*. A fixação e manutenção de várias doenças endêmicas, como a esquistossomose, está relacionada a processos de degradação ambiental provocados pelo próprio homem (Souza et al., 2006, 2008). Dos 10 pontos de coleta de moluscos, nove mostraram alterações antrópicas, principalmente originadas do despejo de efluentes domésticos, que representam uma importante fonte de matéria orgânica para os moluscos (Souza et al., 2010) que aliado a cobertura vegetal existente proporcionam um ambiente ideal para a permanência de populações de moluscos *B. glabrata*.

Os resultados positivos para coliformes termotolerantes também reforçam a hipótese de contaminação do ambiente por dejetos humanos mostrando a importância do monitoramento das coleções hídricas tanto urbanas como rurais na tentativa de apontar a necessidade de implementar medidas de saneamento específicos para cada localidade.

Por outro lado, as áreas rurais são historicamente reconhecidas por apresentarem os principais focos de transmissão da esquistossomose, embora esta situação definitivamente venha sofrendo modificações e a pesar de que áreas rurais ainda apresentam focos de transmissão, nas áreas urbanas são encontrados os focos de transmissão mais eficientes devido à presença do molusco hospedeiro e as condições de saneamento inadequadas que facilitam a infecção tanto de moluscos como do homem.

Oliveira et al. em 2013, já relataram a presença de moluscos infectados com *S. mansoni* no ponto de coleta P5, quando comparado aos resultados atuais observamos um aumento da prevalência de infecção, mostrando de forma clara a pouca efetividade dos programas de controle existentes.

É importante lembrar que a simples presença de moluscos *B. glabrata* mesmo não apresentando infecção por *S. mansoni*, alerta para a possibilidade de instalação de um novo foco de transmissão se não forem tomadas medidas de controle como diagnóstico e tratamento da população, saneamento ambiental entre outras.

Em relação ao tamanho, os resultados aqui apresentados mostram novamente que moluscos infectados por *S. mansoni* tem uma tendência a ter diâmetros menores (Tibiriçá et

al., 2009), por outro lado a avaliação geral do diâmetro mostra que os moluscos da área urbana, independente de estarem ou não infectados apresentam diâmetros maiores, o que pode ser explicado pela maior oferta de nutrientes neste ambiente. Dados biométricos são importantes para determinar alterações nos tamanhos normais estabelecidos, já que estas mudanças podem indicar infecções por digenéticos, como o caso de gigantismo em moluscos infectados por parasitas digenéticos relatado por Gorbushin (2000). Estudos que avaliam a biometria de moluscos do gênero *Biomphalaria* são importantes para esclarecer a biologia do parasito bem como para a epidemiologia, uma vez que permitem uma melhor compreensão da complexa relação parasito-hospedeiro.

O pH das coleções hídricas é um importante fator abiótico que pode influenciar no desenvolvimento de varias espécies aquáticas. Embora não seja um fator limitante para os moluscos, quando associado à disponibilidade de substrato e luz solar pode influir na sua distribuição. *B. glabrata* é um molusco que coloniza ambientes com riqueza de microflora e matéria orgânica, pouca turbidez, ensolarados e com pH entre 6 e 8 (Paraense, 1970; Funasa, 2014). Os resultados deste estudo mostram que tanto nos ambientes aquáticos urbanos como rurais o pH encontrado é adequado para garantir a sobrevivência de moluscos *B. glabrata* (Coimbra Júnior & Santos, 1986).

A turbidez nos ambientes aquáticos é uma variável que depende de vários fatores diferentes se comparamos ambientes urbanos e rurais. Nos ambientes urbanos o despejo de efluentes domésticos ou industriais em valas ou riachos pode aumentar a turbidez (Funasa, 2014). Em ambientes rurais a turbidez pode ainda ser afetada pela ação antrópica e ser alterada de forma sazonal, por exemplo, com o aumento das precipitações. Paraense (1970) afirma que as condições ideais para o crescimento e manutenção de populações de moluscos do gênero *Biomphalaria* incluem ambientes com pouca turbidez, embora outros estudos apontam que populações de *Biomphalaria* resistem a condições ambientais bastante extremas (Silva et al., 2006). Neste estudo, no ponto que foi detectada a maior turbidez também foram coletados uma grande quantidade de moluscos, o que mostra que esta variável necessita ainda ser melhor estudada, principalmente no que diz respeito aos fatores envolvidos na turbidez do local.

Na região estudada como em muitas outras com características semelhantes no Nordeste do Brasil, a presença de moluscos *Biomphalaria* está associada à elevada distribuição, prevalência e morbidade da esquistossomose (Camargo & Boaventura, 2014). Por outro lado, as constantes mudanças no cenário epidemiológico demandam novas abordagens de estudo com o objetivo de compreender melhor o processo de instalação de novos focos de transmissão do parasito. O conhecimento das características do molusco transmissor em relação a novos ecótopos é claramente necessário para definir medidas de prevenção e

controle de *Biomphalaria* tanto nos ambientes rurais como urbanos, neste último em que o hospedeiro intermediário tem encontrado um ambiente claramente favorável. Neste estudo mostramos como nas áreas urbanas os problemas derivados da falta de estrutura sanitária, aliados a capacidade de adaptação do molusco fazem com que a endemia se disperse afetando diretamente as comunidades que habitam estes locais. Ao mesmo tempo em que as precipitações criam novos cenários (Araujo et al., 2007) que podem ser desenhados e utilizados com o objetivo de monitor situações de risco, minimizando a dispersão dos moluscos hospedeiros de *S. mansoni*, através do manejo e controle ambiental dos moluscos.

AGRADECIMENTOS

Durante o trabalho de campo contou-se com o apoio técnico dos agentes do Programa de Controle da Esquistossomose do município de São Cristóvão e também a equipe técnica do LACEN de Sergipe pela realização das análises físico químicas e microbiológicas da água.

REFERÊNCIAS

Araújo, K. C. G. M., Resendes, A. P. C., Souza-Santos, R., Silveira Júnior, J. C., Constança Simões Barbosa, C. S. (2007). Análise espacial dos focos de *Biomphalaria glabrata* e de casos humanos de esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, no ano 2000. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(2), 409-417.

Barbosa, F. S. & Barbosa, C. S. (1994). The bio ecology of snail vectors for schistosomiasis in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 10, 200-209.

Barbosa, F. S., Sanches, O., Constança S. Barbosa, C. S. & Francisco Arruda, F. (1992). Dynamics of Snail Populations of *Biomphalaria glabrata* and *B. straminea* under Semi-Natural Conditions. *Cadernos de Saúde Pública*, 8(2), 157-167.

Barboza, D. M., Zhang, C., Santos, N. C, Silva, M. M., Rollemberg, C. V., de Amorim, F. J., Ueta, M. T., de Melo, C. M., de Almeida, J. A., Jeraldo, V. de L. & de Jesus, A. R. (2012). *Biomphalaria* species distribution and its effect on human *Schistosoma mansoni*

infection in an irrigated area used for rice cultivation in northeast Brazil. *Geospat Health*, 6(3), S103-9.

Brasil, Ministério da Saúde. 2008. 2 ed. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica. Brasília: Editora do Ministério da Saúde.

Brasil, Ministério da Saúde. 2014. 4 ed. Vigilância da esquistossomose mansoni - Diretrizes técnicas. Brasília: Editora do Ministério da Saúde.

Camargo, E. A. F. & Boaventura, J. C. S. (2014). Características epidemiológicas da esquistossomose em Mogi Guaçu, São Paulo. *Interciência & Sociedade*, 3(2), 27-32.

Coimbra Júnior, C. E. A. & Santos, R. V. (1986). Moluscos aquáticos do estado de Rondônia (Brasil), com especial referência al gênero *Biomphalaria* Preston, 1910 (Pulmonata, Planorbidae). *Revista de Saúde Pública*, 20(3), 227-234.

Dannemann, R. D. A. & Pieri, O. S. (1989). Anidrobiose e diapausa em *Biomphalaria glabrata* (Say), caramujo transmissor da esquistossomose, na Região Nordeste. *Biotemas*, 2(1), 57-68.

Fernandez, M. A., Mattos, A. C., Silva, E. F., Santos, S. B. & Thiengo, S. C. (2014). A malacological survey in the Manso Power Plant, State of Mato Grosso, Brazil: new records of freshwater snails, including transmitters of schistosomiasis and exotic species. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 47(4), 498-506.

Freitas, J. R. (1976). Ecologia de Vetores de Doenças, o Habitat Primitivo da *Biomphalaria glabrata*. *Ciência e Cultura*, 28 (2), 212-217.

FUNASA. Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS; Brasília; 2014.

Gerard, C. & Théron, A. (1997). Age/size and time specific effects of *Schistosoma mansoni* on energy allocation patterns of its snail host *Biomphalaria glabrata*. *Oecologia*, 112, 447-4527.

Gerard, C., Carpentier, A. & Paillisson, J. M. (2008). Long-term dynamics and community structure of freshwater gastropods exposed to parasitism and other environmental stressors. *Freshwater Biology*, 53(3), 470-484.

Gorbushin, A. M. (2000). Comparative morphofunctional analysis of the gastropod-trematode interactions. *Parasitology*, 34, 502-514.

Giovanelli, A., Soares, M. S. D'andrea, P. S., Gonçalves, M. M. S. & REY, L. (2001). Abundância e infecção do molusco *Biomphalaria glabrata* pelo *Schistosoma mansoni* no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 35(6), 523-530.

Barbosa, C. S., Souza, A. T. O. F., Leal Neto, O. B., Gomes, E. C. S., Araújo, K. C. G. M., Guimarães, R. J. P. S. (2015). Turismo de risco para esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 6(1), 51-58.

Moraes, C. N., Bichara, C. N. C., Pontes, A. N., Pinto, S. C. A. & Gasparetto, D. (2014) Correlação de criadouros de *Biomphalaria* sp., hospedeiro do *Schistosoma mansoni*, em área de baixa infraestrutura sanitária no distrito de Mosqueiro, Belém, Pará. *Hygeia*, 10(18), 216-233.

Oliveira, D. S., Santos, V. B., Melo, A. G. S., Lima, A. S., Carvalho, C. D., Allegretti, S. M., Melo, C. M., Madi R. R. & Jeraldo, V. L. S. (2013). Schistosomiasis mansoni in urban Northeast Brazil: influence of rainfall regime on the population dynamics of *Biomphalaria* sp. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 46(5), 654-657.

Palasio, R. G. S., Casotti, M. O., Rodrigues, T. C., Menezes, R. M. T., Eliana Maria Zanotti-Magalhaes, E. M. & Tuan, R. (2015). The current distribution pattern of *Biomphalaria tenagophila* and *Biomphalaria straminea* in the northern and southern regions of the coastal fluvial plain in the state of São Paulo. *Biota Neotropica*, 15(3), e2014-e0153.

Paraense, W. L. Planorbídeos hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni*. In: Cunha, A. S. Esquistossomose mansoni. Editora USP. São Paulo: Sarvier; 1970. 13-30.

Pinto, H. A., Mati, V. L. T. & Melo, A. L. (2013). The Pampulha reservoir remains a potential urban focus of schistosomiasis mansoni in Brazil: changes in the occurrence patterns of *Biomphalaria* species and a new record of the parasite. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 46(4), 478-483.

Ramos, A. S., Piza, J. T., Pinto, G. H., Tion, T., Fleury, G. C., Moraes, L. V. C. & Campos, L. L. (1969). Focos ativos de Esquistossomose Mansonii no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista de Saude Pública*, 3(1), 59-65.

Rollemberg, C. V. V., Santos, C. M. B., Silva, M. M. B. L., Souza, A. M. B., Silva, Â. M., Almeida, J. A. P., Roque Pacheco de Almeida, R. P. & Amélia Ribeiro de Jesus, A. R. (2011). Aspectos epidemiológicos e distribuição geográfica da esquistossomose e geohelminths, no Estado de Sergipe, de acordo com os dados do Programa de Controle da Esquistossomose. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 44(1), 91-96.

Rowel, C., Fred, B. Betson, M., Sousa-Figueiredo, J. C., Kabatereine, N. C. & J. Russell Stothard, J. R. (2015). Environmental Epidemiology of Intestinal Schistosomiasis in Uganda: Population Dynamics of *Biomphalaria* (Gastropoda: Planorbidae) in Lake Albert and Lake Victoria with Observations on Natural Infections with Digenetic Trematodes. *BioMed Research International*, ID 717261, 1-11.

Silva, P. B., Barbosa, C. S., Pieri, O., Travassos, A. & Florencio, L. (2006). Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. *Quimica Nova*, 29(5), 901-906.

Souza, M. A. A., Souza, L. A., MACHADO-COELHO, G. L. L. & MELO, A. L. (2006). Levantamento malacológico e mapeamento das áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no município de Mariana, Minas Gerais, Brasil. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, 5(2), 132-139.

Souza, M. A. A., Barbosa, V. S., Wanderlei, T. N. G. & Barbosa, C. S. (2008). Criadouros de *Biomphalaria*, temporários e permanentes, em Jaboatão dos Guararapes, PE. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 41(3), p. 252-256.

Souza, M. A. A., Barbosa, V. S., Albuquerque, J. O., Bocanegra, S., Souza-Santos, R.; Paredes, H. & Barbosa C. S. (2010). Aspectos ecológicos e levantamento malacológico para

identificação de áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no litoral norte de Pernambuco, Brasil. *Iheringia, Série Zoológica*, 100(1), 19-24.

Souza, J. A. R., Moreira, D. A., Conde, N. M., Carvalho, W. B. & Carvalho, C. V. M. (2015). Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG. *Revista Ambiente e Água*, 10(3), 614-622.

Tibiriçá, S. H. C., Bessa, E. C. A., Coimbra, E. S., Pinheiro, I. O. & Ezequiel, O. (2009). Avaliação biométrica de *Biomphalaria* spp. (Preston, 1910) no município de Juiz de Fora, MG. *Revista de Patologia Tropical*, 38(1), 52-62.

Tuan, R. (2009). Distribuição e diversidade de espécies do gênero *Biomphalaria* em microrregiões localizadas no Médio Paranapanema, São Paulo, SP, Brasil. *Biota Neotropica*, 9(1), 279-283.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie *Biomphalaria glabrata* encontrada no decorrer desta pesquisa, é, sem dúvidas, um molusco de importância focal no município de São Cristóvão como vetor da esquistossomose mansônica. Pois, em meio as suas restrições adaptativas no meio ambiente, foi possível constatar que se trata de uma espécie malacológica suscetível a infecção pelo *Schistosoma mansoni*, pois sobrevivem em córregos com coleções hídricas contaminadas por despejos de esgoto doméstico, localizados em área rural e urbana.

O estudo da dinâmica dos moluscos *Biomphalaria* no município possibilitou conhecer melhor as condições ambientais das coleções hídricas nos potenciais focos de transmissão da esquistossomose. Bem como, relacionar o achado destes moluscos com a influência de fatores pluviométricos e diâmetro da concha. Os resultados obtidos ao longo do período de estudo vêm a se somar aos demais trabalhos sobre estes organismos na literatura, contribuindo para descrever sobre adaptabilidade e disseminação dos moluscos no meio ambiente.

A área de estudo possui condições físico-químicas e microbiológicas da água que favorecem a infecção dos moluscos coletados em São Cristóvão, o que certamente, está diretamente ligado a precariedade do saneamento básico da localidade. Uma vez, que foi detectada em todos os pontos de coleta malacológica a presença de coliformes termotolerantes, o que certamente facilitou a infecção dos hospedeiros intermediários da esquistossomose na região. Tendo em vista o exposto, considera-se de suma importância políticas públicas na melhoria do saneamento básico da região, bem como o monitoramento malacológico, educação sanitária com enfoque na conscientização da população que residem próximo aos criadouros, além de tratamento aos portadores da infecção.

ANEXOS

ANEXO I

Imagens registradas nos pontos de coleta de moluscos *Biomphalaria* transmissores da esquistossomose mansônica na área rural no município de São Cristóvão/SE.



Vista parcial dos locais de coleta do molusco do gênero *Biomphalaria*, no município de São Cristóvão/SE (2015). A) ponto de coleta P1, na Colônia Miranda mostrando a presença de uma vala exposta; B) ponto de coleta P2 com presença de uma vala exposta aos moradores do povoado Miranda; C) ponto de coleta P3, mostrando o esgoto a céu aberto em frente às casas na Colônia Miranda; D) ponto de coleta P4, local utilizado como balneário por pessoas da comunidade de Rita Cassete.

ANEXO II

Imagens registradas nos pontos de coleta de moluscos *Biomphalaria* transmissores da esquistossomose mansônica na área urbana no município de São Cristóvão/SE.



Vista parcial dos locais de coleta de moluscos do gênero *Biomphalaria*, no município de São Cristóvão/SE (2015). A) ponto de coleta P5 observa-se uma vala a céu aberto, que circula quase todo o campo de futebol, área que serve de passagem para os moradores da comunidade Baixa da Divinéia. B) ponto de coleta P6, por onde passa uma vala exposta e que serve de despejos de esgoto doméstico da comunidade da Baixa da Divinéia; C) ponto de coleta P7, mostrando um córrego onde são despejados esgotos domésticos no centro do município; D) ponto de coleta P8, mostrando passagens improvisadas pelos moradores do Loteamento Lauro Rocha; E) ponto de coleta P9, com uma vala a céu aberto na comunidade Colônia Pintos; F) ponto de coleta P10 no Bairro Apicumerem com pequenas pontes e esgotos domésticos sendo despejados na vala.