

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ALINE DE JESUS LUSTOSA NOGUEIRA**

**ESQUISTOSSOMOSE: LEVANTAMENTO MALACOLÓGICO E MAPEAMENTO  
DE CRIADOUROS NO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUIS, MARANHÃO**

**São Luís**

**2018**

**ALINE DE JESUS LUSTOSA NOGUEIRA**

**ESQUISTOSSOMOSE: LEVANTAMENTO MALACOLÓGICO E MAPEAMENTO  
DE CRIADOUROS NO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUIS, MARANHÃO**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Garros Rosa

**São Luís  
2018**

NOGUEIRA, ALINE DE JESUS LUSTOSA.

ESQUISTOSSOMOSE: LEVANTAMENTO MALACOLÓGICO E MAPEAMENTO DE CRIADOUROS NO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUIS, MARANHÃO / ALINE DE JESUS LUSTOSA NOGUEIRA. - 2017.

53 p.

Orientador(a): IVONE GARROS ROSA.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, SAO LUIS, 2017.

1. Bairro de periferia. 2. Esquistossomose. 3. Mapeamento. 4. Planorbídeos. I. ROSA, IVONE GARROS. II. Título.

**ALINE DE JESUS LUSTOSA NOGUEIRA**

**ESQUISTOSSOMOSE: LEVANTAMENTO MALACOLÓGICO E MAPEAMENTO  
DE CRIADOUROS NO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUIS, MARANHÃO**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_/

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dra. Ivone Garros Rosa (Orientadora)  
Doutora em Bioquímica (UFCE)  
Departamento de Patologia (UFMA)

---

Prof. Me. Adalberto Alves Pereira Filho  
Departamento de Parasitologia (UFMG)

---

Prof. Dr. José Manuel Macário Rebelo  
Departamento de Biologia (UFMA)

---

Prof. Dra. Wilma dos Santos Eugênio  
Departamento de Biologia (UFMA)

---

Prof. Doutor Lívio Martins Costa-Júnior  
Departamento de Patologia (UFMA)

A meus pais, maiores incentivadores nessa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me concedido a vida, discernimento e força de vontade para concluir esse trabalho.

À minha orientadora, Doutora Ivone Garros Rosa, pelas dicas, conselhos, sugestões e críticas construtivas que me serviram, não apenas para a execução do mesmo, como também me servirão para a vida.

Aos amigos da linha de pesquisa do grupo BIOMESC/NIBA: Renato Juvino Karla Araújo, Clícia Rosane e Renato Miranda; pelo auxílio em coletas, manutenção do laboratório, pelas dicas e apoio.

Aos demais companheiros do NIBA: Edna Maria, Walberth Muniz e Nilson Carlos; pelas conversas, conselhos e inumeráveis ajudas.

Aos Mscs. Iramar Borba de Carvalho e Adalberto Alves Gomes, pelas valiosas dicas construtivas e sugestões para o presente trabalho.

A João de Deus da Costa Leite Júnior, pelo auxílio e pelas conversas no laboratório.

Ao técnico do Departamento de Epidemiologia Raimundo Moraes pelas sugestões e pela indicação dos criadouros analisados no presente trabalho.

Ao amigo oceanógrafo Jamerson Aguiar Santos, pela elaboração do mapa temático.

A Alyson Michel Silva Souza e Leandro Schalcher Aguiar pelo auxílio com as estatísticas.

A meu irmão Damião César, pelo carinho, companheirismo e pelas inúmeras vezes em que me ajudou. Obrigada meu irmão, de coração!

A meus pais, Maria Ozélia e Mario Cesar, pelo amor, carinho, incentivo e apoio. Vocês são aqueles em que me espelho e minha maior fonte de forças!

Agradeço, enfim, a todos que de alguma forma me auxiliaram para que esse sonho se concretizasse!

## RESUMO

A esquistossomose mansônica é uma doença infecto-parasitária que tem como agente etiológico o *Schistosoma mansoni*. O Brasil é o país com maior prevalência da doença nas Américas, com cerca de 6 milhões de pessoas infectadas. No Maranhão, a Baixada Ocidental é uma região considerada endêmica para a doença e a migração de pessoas dessa região para áreas urbanas da capital tem favorecido o surgimento de novos casos. Em São Luís, constatou-se a presença de caramujos positivos para *S. mansoni* na Vila Embratel, bairro que apresenta problemas econômicos e sociais que favorecem a manutenção da esquistossomose. A doença é um problema de saúde pública no Maranhão e necessita de constante atualização de dados referente à presença de moluscos transmissores para que se possa elaborar estratégias eficazes de combate à mesma. O objetivo desse trabalho foi estudar a ocorrência de caramujos infectados por *S. mansoni* no bairro Vila Embratel, de modo a mapear os criadouros de moluscos transmissores da esquistossomose neste bairro de periferia. As coletas dos planorbídeos foram realizadas mensalmente, durante 12 meses, compreendidos entre novembro de 2016 e outubro de 2017. Empregou-se a técnica de busca manual por captura, onde os caramujos foram coletados durante uma hora; os mesmos foram transferidos para o Núcleo de Imunologia Básica e Aplicada, da Universidade Federal do Maranhão, onde foram identificados e submetidos ao teste de positividade ao *S. mansoni*. Foi estudada a relação entre a precipitação pluviométrica e a abundância de caramujos, bem como foi elaborado um mapa temático destacando os criadouros de importância epidemiológica. Foi encontrado um total de 375 caramujos, distribuídos entre as espécies *Biomphalaria straminea*, *Pomacea spp* e *Physa spp*. *B. straminea* foi a espécie com maior ocorrência (95,2%), e não foi detectada infecção por *S. mansoni* para esta. Houve diferença significativa na abundância de moluscos coletados na estação seca e chuvosa e correlação fraca entre a pluviosidade e a abundância de caramujos no período estudado. Quanto ao perfil malacológico comparativo com trabalhos anteriores realizados no bairro, observou-se que houve uma redução significativa na abundância de caramujos bem como uma queda no número de casos constatados de esquistossomose. Espera-se que os dados obtidos neste trabalho sirvam como ferramenta para a vigilância e controle dessa doença pelos moradores e pelos órgãos de saúde competentes.

Palavras-Chave: esquistossomose; planorbídeos; bairro de periferia; mapeamento.

## ABSTRACT

Schistosomiasis is an infectious-parasitic disease, whose etiological agent is *Schistosoma mansoni*. Brazil is the country with the highest prevalence of the disease in the Americas, with about 6 million people infected. In the State of Maranhão, Baixada Occidental is a region considered endemic to the disease and the migration of people from this region to urban areas of the capital has favored the emergence of new cases. In São Luís, it was verified the presence of snails positive for *S. mansoni* in Vila Embratel, a neighborhood that presents economic and social problems which favor the maintenance of schistosomiasis. The disease is a public health problem in Maranhão and requires constant updating of data regarding the presence of molluscs transmitters, so that effective strategies can be developed to combat it. This work aimed to study the possible occurrence of snails infected by *S. mansoni* in Riacho Doce Street, Vila Embratel neighborhood, in order to map the molluscs transmitting schistosomiasis in this suburb. Planorbids were collected monthly for a year, from november 2016 to october 2017. The technique of manual search by capture was used, where the snails were collected during one hour; then they were transferred to the Núcleo de Imunologia Básica e Aplicada, in the Universidade Federal do Maranhão, where they were identified and submitted to the test of positivity to *S. mansoni*. The relationship between rainfall and abundance of snails was studied, as well as a thematic map was developed highlighting breeding grounds of epidemiological importance. A total of 375 snails were found, distributed among the species *B. straminea*, *Pomacea spp* and *Physa spp*. *B. straminea* was the species with the highest occurrence (95.2%), and no infection for *S. mansoni* was detected for this species. There was a significant difference in the abundance of molluscs collected in the dry and rainy season and a weak correlation between rainfall and abundance of snails in the studied period. Regarding the comparative malacological profile with previous studies performed in the neighborhood, it was observed that there was a significant reduction in the abundance of snails as well as a decrease in the number of schistosomiasis cases. We hope that data obtained in this study may be a tool for the surveillance and control of this disease by the residents and by the competent health agencies.

Keywords: schistosomiasis; planorbídeos; suburban neighborhood; mapping



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 *Schistosoma mansoni*: macho e fêmea.

Figura 2 Ciclo de vida de *Schistosoma mansoni*.

Figura 3 *Biomphalaria glabrata*.

Figura 4 *Biomphalaria straminea*, com destaque para a concha.

Figura 5 *Biomphalaria tenagophila*, com destaque para a concha.

Figura 6 Distribuição da esquistossomose, de acordo com a faixa de positividade, por município, Brasil, 2010-2015.

Figura 7 Localização da rua Riacho Doce, bairro Vila Embratel, São Luís, MA.

Figura 8 Coleta de caramujos com auxílio de concha metálica.

Figura 9 Análise de positividade dos moluscos da espécie *Biomphalaria straminea* ao *Schistosoma mansoni*.

Figura 10 Dissecção da parte mole do molusco para identificação da espécie.

Figura 11 Aspectos precários da rua Riacho Doce.

Figura 12 Aspecto dos resíduos sólidos em um córrego que serve como criadouro de moluscos do gênero *Biomphalaria* na rua Riacho Doce.

Figura 13 Vala na rua Riacho Doce, no bairro Vila Embratel.

Figura 14 Aspecto da vegetação presente na rua Riacho Doce, localizada em uma área de manguezal, na Vila Embratel.

Figura 15 Presença de criadouro peridomiciliar na rua Riacho Doce.

Figura 16.1 Presença de vegetação no criadouro A, na rua Riacho Doce.

Figura 16.2 Aspecto do criadouro A, na rua Riacho Doce.

Figura 17 Aspecto do criadouro C, na rua Riacho Doce.

Figura 18.1 Criadouro C, na rua Riacho, na rua Riacho Doce.

Figura 18.2 Aspecto poluído da água do criadouro.

Figura 19 Porcentagem de caramujos encontrados na rua Riacho Doce, Vila Embratel, por espécie.

Figura 20 Aspecto de *Biomphalaria straminea* no criadouro A, na rua Riacho Doce

Figura 21 Flutuação sazonal na população de caramujos coletados no criadouro A na rua Riacho Doce, Vila Embratel

Figura 22 Relação entre pluviosidade total e abundância de moluscos coletados rua Riacho Doce, Vila Embratel, durante 1 ano

Figura 23 Relação entre a abundância de moluscos coletados nos períodos chuvoso e seco na rua Riacho Doce, Vila Embratel, durante 1 ano

Figura 24 Relação entre a pluviosidade e a abundância de caramujos coletados na rua Riacho Doce, Vila Embratel, durante 1 ano

Figura 25 Carta planorbídica da rua Riacho Doce, Vila Embratel, São Luis, MA, 2016-2017.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1. Parasitismo e doenças parasitárias.....	15
2.2. Esquistossomose.....	15
2.2.1. Histórico .....	15
2.2.2. Agente etiológico.....	16
2.2.3. Ciclo biológico. ....	17
2.2.4. Hospedeiros intermediários.....	18
2.2.4.1. <i>Biomphalaria glabrata</i> (Say, 1818).....	19
2.2.4.2. <i>Biomphalaria straminea</i> (Dunker, 1848).....	19
2.2.4.3. <i>Biomphalaria tenagophila</i> (Orbgny, 1835).....	20
2.2.5. Hospedeiros definitivos.....	21
2.3. Condições para a manutenção e propagação da esquistossomose.....	21
2.4. Controle e visão atual sobre a esquistossomose no Brasil.....	22
2.5. Repercussão da doença. ....	23
2.6. Esquistossomose no Maranhão .....	24
2.7. Geoprocessamento e desenvolvimento de mapas temáticos.....	25
3.OBJETIVOS .....	26
3.1. Geral .....	26
3.2. Específicos .....	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	27
4.1. Área de estudo.....	27
4.2. Levantamento malacológico .....	27
4.3. Manutenção dos caramujos .....	28
4.4. Positividade ao <i>Schistosoma mansoni</i> .....	29
4.5. Identificação dos planorbídeos.....	29
4.6. Verificação da precipitação pluviométrica .....	30
4.6.Análise da dinâmica populacional de <i>Biomphalaria spp</i> .....	30
4.7. Mapeamento dos criadouros de importância epidemiológica.....	30
4.8. Análise estatística .....	31
5. 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
5.1. Aspectos gerais do bairro Vila Embratel que contribuem para a expansão da esquistossomose .....	32

5.2. Identificação dos criadouros contendo moluscos do gênero <i>Biomphalaria</i> e das espécies límnicas que habitam junto ao gênero .....	34
5.2.1. Criadouro A.....	35
5.2.2. Criadouro B.....	35
5.2.3. Criadouro C.....	36
5.3. Presença de caramujos .....	37
5.4. Positividade dos moluscos ao <i>Schistosoma mansoni</i> .....	39
5.5. Influência da precipitação pluviométrica na dinâmica populacional de <i>Biomphalaria straminea</i> .....	39
5.6. Visão panorâmica e comparativa da presença de moluscos no bairro Vila Embratel...	42
5.7. Mapeamento dos criadouros de importância epidemiológica.....	45
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES.....	46
7. CONCLUSÃO .....	47
REFERÊNCIAS .....	48
ANEXO .....	53





## 1. INTRODUÇÃO

A esquistossomose mansônica, popularmente conhecida como barriga d'água ou xistose, é uma doença infecciosa e parasitária, que tem como agente etiológico o *Schistosoma mansoni* (SAMBON, 1908), helminto pertencente à classe Trematoda, família Schistosomatidae, parasito que possui nítido dimorfismo sexual e contamina homens e animais (NEVES, 2016, p. 225). É uma das grandes doenças negligenciadas do mundo, e afeta 240 milhões de pessoas (WHO, 2017).

Das seis espécies de *Schistosoma* que parasitam o homem, somente o *S. mansoni* existe nas Américas do Sul e Central. Nesse continente, o comércio de escravos foi considerado como o principal fator responsável pela introdução da doença. As outras espécies não são aqui encontradas devido à inexistência de hospedeiros intermediários suscetíveis à infecção (BRASIL, 2014). A doença é endêmica em pelo menos oito países e ilhas na América Latina e no Caribe, entre eles o Brasil (NEVES, 2016, p. 240; WHO, 2017).

No país, a doença ocorre em 19 estados, abrangendo uma grande área endêmica ao longo do litoral, do Maranhão ao Espírito Santo, além de Minas Gerais (BRASIL, 2014). No Estado do Maranhão, a ocorrência da esquistossomose é constatada desde o século passado em vários municípios. A Baixada Ocidental é uma região considerada endêmica para a doença, pois contém um sistema ecológico complexo, que consiste em lagos temporários e açudes. Esses corpos hídricos, aliados às condições climáticas do local, propiciam a manutenção dos criadouros de *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818). Nesta região, a doença é de cunho ocupacional, em virtude de atividades como pesca, caça e criação de gado, o que resulta em maior contato com a água e aumenta o risco de infecção pelo *S. mansoni* (CANTANHEDE, 2010; CANTANHEDE et al., 2014).

O *S. mansoni* apresenta um complexo ciclo biológico, o qual ocorre por meio da interação adaptativa entre o parasito e seus hospedeiros intermediários e definitivos com o ambiente natural onde o ciclo ocorre. O ciclo de transmissão se inicia quando as fezes de um indivíduo infectado, contendo ovos, entram em contato com um corpo hídrico; estes ovos eclodem e liberam miracídios, formas infectantes para o hospedeiro intermediário, o qual compreende caramujos do gênero *Biomphalaria*. Nestes, os miracídios evoluem para a forma larval denominada cercária, as quais são liberadas dos mesmos, penetrando na pele ou mucosas do homem ou de alguns mamíferos, hospedeiros

definitivos da doença, e durante a penetração, perdem a cauda, transformando-se em esquistossômulos; a partir deste ponto, migram pela corrente sanguínea para o sistema porta-hepático, onde se instalam. Ocorre então o amadurecimento do verme adulto (macho e fêmea), os quais se reproduzem e originam ovos, que ao entrarem em contato com a água, a partir das fezes contaminadas, reiniciam o ciclo biológico de transmissão do trematódeo (NEVES, 2016, p. 228 e 229).

Na Baixada Maranhense, além do homem, o roedor *Holochilus brasiliensis*, espécie endêmica da região, atua como hospedeiro definitivo do *S. mansoni*, contribuindo para a expansão da parasitose. A migração de pessoas dessa região para as áreas urbanas tem favorecido o surgimento de novos casos da doença. Em São Luís, capital do Estado, focos tem sido encontrados nos bairros de periferia, dentre eles, a Vila Embratel. Alguns trabalhos constataram a presença de caramujos positivos para *S. mansoni* e mostraram que essas áreas são propícias para a manutenção e expansão da esquistossomose, devido à carência de serviços como saneamento básico e coleta de lixo, que fornecem condições ideais para o estabelecimento do caramujo transmissor da doença (GONÇALVES et al., 2006; RAMOS, 2007; FERREIRA, 2008; FRANÇA, 2011; OLIVEIRA, 2013).

O bairro Vila Embratel, localizado na área Itaqui-Bacanga e adjacente ao Campus da Universidade Federal do Maranhão originou-se devido à instalação do Consórcio de Alumínio do Maranhão (ALUMAR) e da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), o que favoreceu o surgimento de um aglomerado subnormal nessa área. O resultado dessa ocupação desordenada, sem planejamento sanitário, se reflete em problemas sociais e estruturais, que favorecem a marginalização da sociedade e o surgimento de doenças (COSTA & CIRILO, 2007).

A expansão da esquistossomose é favorecida nesse bairro, pois dados da Secretaria Municipal de Saúde (2016) e trabalhos realizados no Núcleo de Imunologia Básica e Aplicada da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) evidenciaram a presença de moluscos positivos para *S. mansoni*. Foi constatada a presença de *B. glabrata* e *B. straminea* na Vila Embratel, onde apenas houve infecção naquela espécie (RAMOS, 2007); decorridos seis anos da execução deste trabalho, foi constatada somente a presença de *B. straminea* no bairro, espécie que não se contamina com *S. mansoni*. (OLIVEIRA, 2013).

A esquistossomose, como um problema de saúde pública, necessita de constante atualização dos dados voltados para a ocorrência dos moluscos transmissores do *S.*



*mansoni*, a fim de se elaborar estratégias eficazes de combate à doença. Dessa forma, o presente estudo é importante, uma vez que se propõe a identificar e mapear possíveis focos da parasitose na rua Riacho Doce, no bairro da Vila Embratel, a fim de se compreender a dinâmica populacional dos moluscos transmissores da esquistossomose e contribuir com o estudo e o controle da problemática.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Parasitismo e doenças parasitárias**

De acordo com Rey (2017, p. 7), o parasitismo é uma relação ecológica entre duas espécies, em que há uma dependência metabólica de grau variado. É entendido ainda como a associação entre seres vivos em que há unilateralidade de benefícios, onde um dos associados é prejudicado pela relação; dessa forma, o parasito é o agressor, e o hospedeiro, aquele que abriga o parasito (NEVES, 2016, p. 4).

As doenças parasitárias decorrem da presença de um parasito em um dado hospedeiro, em determinado ambiente, que se manifestam por sinais e sintomas clínicos. O ambiente influencia o comportamento das infecções e no aparecimento ou desaparecimento das doenças parasitárias (FERREIRA et al., 2012).

Muitas doenças humanas que se disseminam atualmente são causadas ou estão relacionadas a parasitos (FRANÇA, 2011). Estas fazem parte da rotina diária de famílias em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, representando um problema de saúde pública nesses países (MUNÕZ & FERNANDES, 2014, p. 3). A infraestrutura sanitária deficiente aliada às condições de vida das populações nos mesmos torna-se um agravante na disseminação das doenças, sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade (TEIXEIRA et al., 2014).

Entre as doenças causadas por parasitos, a esquistossomose se constitui em um grave problema de saúde pública. De acordo com WHO (2017), é uma “doença da pobreza” que afeta quase 240 milhões de pessoas no mundo, e mais de 700 milhões de pessoas vivem em áreas endêmicas para a mesma.

### **2.2. Esquistossomose**

#### **2.2.1. Histórico**

A esquistossomose é uma doença antiga, que provavelmente se originou nas bacias do rio Nilo, na África, e no Yangtzé, na Ásia. A partir desses rios, a doença se disseminou pelo mundo, e à medida em que houve o desenvolvimento dos meios de transporte, ocorreram grandes fluxos migratórios, através de emigrantes orientais e especialmente pelo tráfico de escravos (MARTINS, 2012).

De acordo com Brasil (2014), seis espécies de *Schistosoma*, gênero correspondente ao agente etiológico da esquistossomose, parasitam o homem, mas

somente o *S. mansoni* existe nas Américas do Sul e Central. Nesse continente, o comércio de escravos é considerado como o principal fator responsável pela introdução da doença. No Brasil, a esquistossomose chegou junto com os escravos africanos trazidos pela coroa portuguesa, e no país encontrou condições propícias para seu estabelecimento e dispersão. A região Nordeste e o Estado de Minas Gerais foram as primeiras áreas endêmicas da doença, e a partir destas, a mesma se espalhou pelo país (KATZ & ALMEIDA, 2003).

### 2.2.2. Agente etiológico

O *S. mansoni* é um helminto pertencente à classe Trematoda, família Schistosomatidae e gênero *Schistosoma*. É um verme digenético, delgado, de coloração esbranquiçada e sexos separados. A fêmea adulta é mais alongada que o macho, e se encontra alojada em uma fenda localizada no seu corpo, denominada canal ginecóforo (BRASIL, 2017) (Figura 1).

Segundo Neves (2016, p. 225 e 226), há 5 espécies do gênero *Schistosoma* de importância epidemiológica em medicina humana: *S. haematobium* (Bilharz, 1852), causador da esquistossomose vesical ou hematuria do Egito; *S. japonicum* (Katsurada, 1904), causador da esquistossomose japonesa ou moléstia de Katayama; *S. intercalatum* (Fischer, 1934), agente de uma esquistossomose intestinal, encontrada na África central; *S. mekongi* (Vogel, Brickner & Bruce, 1974), que parasita o sistema porta do homem e de alguns animais, como cães e roedores; e o *S. mansoni* (Sambon, 1907), agente da esquistossomose intestinal ou moléstia de Pirajá da Silva. KATZ & ALMEIDA (2003), descrevem ainda a espécie *S. bovis*, esquistossomose de animais que, eventualmente, parasita o homem na África.

No Brasil, a única espécie de interesse epidemiológico é o *S. mansoni*, pois no país a mesma encontrou condições favoráveis à transmissão, como bons hospedeiros intermediários e condições ambientais semelhantes às da região de origem (NEVES, 2016, p. 226; BRASIL, 2017).



Figura 1: *Schistosoma mansoni*: macho e fêmea.

Fonte: <http://www.geocities.ws/ceueterra/schistosomamansoni.htm>.

### 2.2.3. Ciclo biológico

O ciclo biológico de *S. mansoni* apresenta uma alternância de gerações entre os hospedeiros intermediário, moluscos do gênero *Biomphalaria spp*, e os hospedeiros definitivos vertebrados, dentre eles o homem; dessa forma, por possuir estes dois tipos de hospedeiros, constitui-se em um ciclo do tipo heteroxênico. A transmissão da doença ocorre pelo contato do homem com águas onde existam moluscos infectados (SIMÕES, 2005; NEVES, 2016, p. 5).

De acordo com Rey (2016, p. 436), o trematódeo desenvolve sua fase adulta como parasito da luz dos vasos sanguíneos do homem e de outros mamíferos, habitando preferencialmente as vênulas do plexo hemorroidário superior e as ramificações mais finas das veias mesentéricas, particularmente da mesentérica inferior.

O contato das fezes de indivíduos infectados, contendo ovos do parasito, com a água doce, inicia o ciclo de vida do *S. mansoni*. Estes ovos eclodem e liberam o miracídio, larva ciliada que constitui a forma infectante para o caramujo, hospedeiro intermediário. No caramujo, o trematódeo se desenvolve, através de duas gerações de esporocistos, originando as cercárias, as quais são liberadas na água; ressalta-se que um único miracídio pode originar de 100 a 300 mil cercárias, e *B. glabrata* pode eliminar, por dia, até 4500 cercárias. Estas, formas infectantes do hospedeiro vertebrado, infectam o homem por penetração ativa na pele ou mucosas, e ao perderem a cauda, se transformam em esquistossômulos. Estes migram pelos vasos sanguíneos para os pulmões e, posteriormente, para o sistema porta hepático, onde alimentam-se e desenvolvem-se, transformando-se em macho e fêmea, cerca de 25-28 dias após a penetração. Migram, acasalados, para a veia mesentérica inferior, onde ovipoem. Os primeiros ovos são vistos nas fezes cerca de 45 dias após a infecção do hospedeiro definitivo. Estes, ao serem

depositados nas coleções hídricas, e, portanto, contaminando as mesmas, liberam os miracídios, que ao entrarem em contato com o hospedeiro intermediário, dão continuidade ao ciclo biológico da esquistossomose (SIMÕES, 2005; COLLEY et al., 2014; NEVES, 2016, p. 228 a 230; WHO, 2017) (Figura 2).

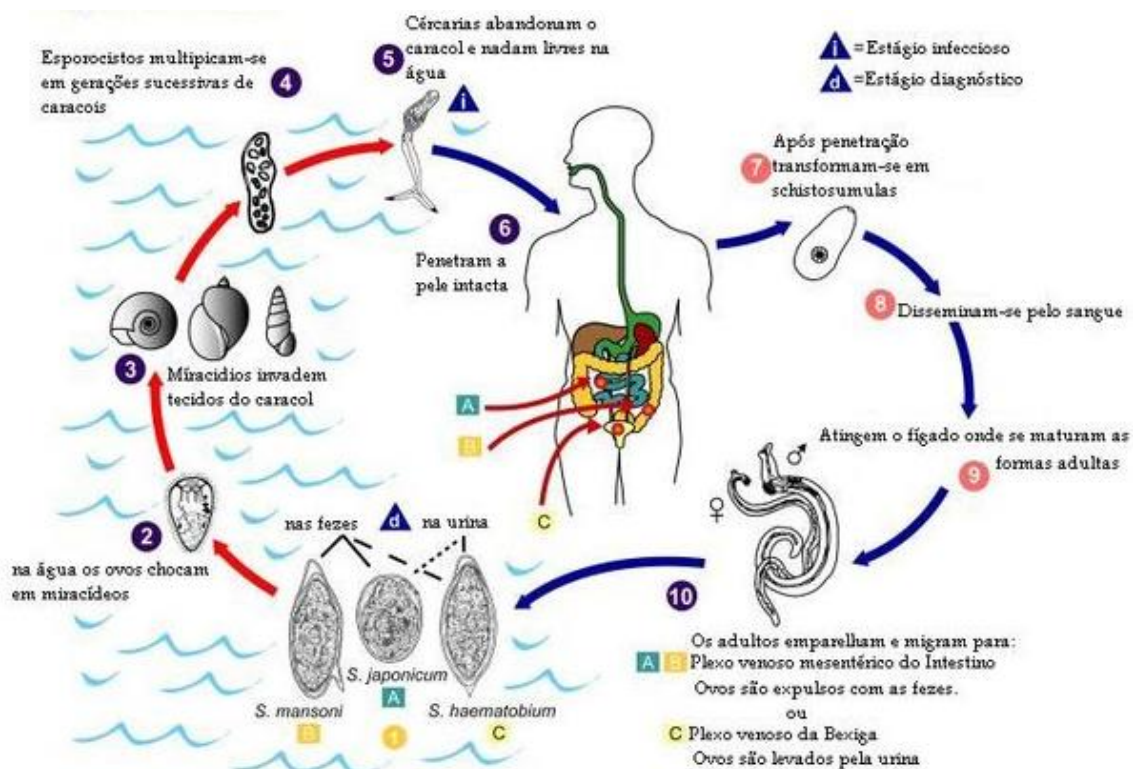


Figura 2: ciclo de vida de *Schistosoma mansoni*.

Fonte: <https://dicasdeciencias.com/2008/06/27/schistosoma-ciclo-de-vida/>.

#### 2.2.4. Hospedeiros intermediários

Hospedeiros intermediários são aqueles que apresentam o parasita em sua forma larvária ou assexuada. Também denominados hospedeiros transitórios, nele o parasita se desenvolve parcialmente, vindo a atingir o pleno desenvolvimento após a passagem ao hospedeiro definitivo (COELHO & CARVALHO, 2005; NEVES, 2006).

O hospedeiro intermediário é fundamental na manutenção do ciclo biológico da esquistossomose. Os caramujos gastrópodes aquáticos, pertencentes à família Planorbidae e gênero *Biomphalaria*, são os organismos que possibilitam a reprodução assexuada do helminto. Os planorbídeos são caramujos pulmonados e hermafroditas, que habitam coleções de água doce com pouca correnteza ou parada. No Brasil, as espécies

*B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila* estão envolvidas na transmissão da esquistossomose (BRASIL, 2014).

#### 2.2.4.1. *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818)

Constitui o mais eficiente vetor de esquistossomose nas Américas e no Brasil, sendo a principal espécie hospedeira do helminto; é a mais suscetível e se infecta com todas as linhagens geográficas do *S. mansoni*. Os espécimes bem desenvolvidos tem concha grande, chegando a 3 ou 4 cm de diâmetro e 6 a 7 giros. A mesma é lisa, com a superfície do giro arredondada e sem carenas (NEVES, 2016, p. 250; REY, 2017, p. 377 e 378) (Figura 3).

A espécie *B. glabrata* foi registrada em 16 estados brasileiros (Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, São Paulo e Sergipe), além do Distrito Federal (BRASIL, 2014).



Figura 3: *Biomphalaria glabrata*.

Fonte: <http://www.portalmatogrosso.com.br/imprime.php?cid=34944&sid=374>.

#### 2.2.4.2. *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848)

De acordo com Rey (2017, p. 379), a espécie *B. straminea* tem concha pequena, que chega a 1 cm ou pouco mais, com 4 a 5 giros. Estes são arredondados, sem carena, e se dilatam bastante na última volta. Ambas as faces são profundamente umbilicadas (Figura 4).



Figura 4: *Biomphalaria straminea*, com destaque para a concha.

Fonte: <https://www.conchology.be/?t=66&family=PLANORBIDAE&p=3>.

É encontrada em quase todas as bacias hidrográficas do Nordeste do Brasil, e, apesar de apresentar taxas muito baixas de infecção (menos de 1%), sendo menos suscetível que *B. glabrata* à infecção por *S. mansoni*, sua densidade nos criadouros dessa região é bastante alta. É a espécie mais bem-sucedida e adaptada às variações climáticas do país; já foi notificada em 24 estados brasileiros, com exceção de Amapá e Rondônia (BRASIL, 2014; NEVES, 2016, p. 250).

#### **2.2.4.3. *Biomphalaria tenagophila* (Orbgny, 1835)**

Sua concha possui até 35 mm de diâmetro e 11 mm de largura, com 7 a 8 giros; possui carena em ambos os lados, sendo mais acentuada à esquerda. *B. tenagophila* tem importância epidemiológica na transmissão do *S. mansoni* nos estados da região Sul e Sudeste; foi constatada em 10 estados brasileiros, além do Distrito Federal. A espécie é encontrada numa faixa litorânea, a partir do sul da Bahia até o Rio Grande do Sul (BARBOSA, 1995; BRASIL, 2014) (Figura 5).



Figura 5: *Biomphalaria tenagophila*, com destaque para a concha.

Fonte:

<https://www.conchology.be/?t=68&u=761678&g=cb514fcc8e127211a5e2f45e2b455bac&q=774848f8128b48e1caf3ddfe24d1a9d7>.

### 2.2.5. Hospedeiros definitivos

Hospedeiros definitivos são aqueles em que o parasita se apresenta em sua forma sexuada. Estes alojam o parasita por um tempo mais longo em relação ao hospedeiro intermediário. São também denominados hospedeiros finais, pois neles há pleno desenvolvimento do parasita em condições ótimas ou ideais para o mesmo (COELHO & CARVALHO, 2005; NEVES, 2006).

A infecção natural por *S. mansoni* foi observada em alguns animais, tais como marsupiais (*Didelphis marsupialis*), ruminantes e roedores (*Nectomys squamipes*; *H. brasiliensis*). O homem é o hospedeiro definitivo de maior importância na cadeia epidemiológica da esquistossomose (COLLEY et al., 2014; BRASIL, 2014; LIRA et al., 2016).

### 2.3. Condições para a manutenção e propagação da esquistossomose

Para que a esquistossomose exista ou se instale como endemia em determinada região, certas condições particulares e características da comunidade biológica em que habitam os trematódeos parasitos são necessárias. São elas: fontes de infecção, que correspondem às pessoas ou mesmo animais silvestres ou domésticos parasitados pelos esquistossomos humanos, e presença, na área, de pelo menos uma espécie de planorbídeo do gênero *Biomphalaria* (REY, 2016, p. 479 e 480).

Segundo Neves (2016, p. 240 e 241), no Brasil, o clima de país tropical propicia as condições necessárias para a transmissão da doença, pois há uma grande variedade de



recursos hídricos que funcionam como criadouros dos moluscos; além disso, as altas temperaturas e luminosidade intensa estimulam a multiplicação de microalgas, alimento dos hospedeiros intermediários, bem como são importantes para a manutenção do ciclo biológico do *S. mansoni*. O autor afirma ainda:

A condição fundamental para o estabelecimento de um foco de transmissão seria a contaminação do criadouro de caramujos suscetíveis com fezes contendo ovos viáveis; assim, fica claro que o problema central da presença desses focos se relaciona com a contaminação fecal humana das coleções aquáticas. Existe ainda uma prática generalizada de se construir esgotos domésticos que desembocam diretamente nos criadouros, o que favorece sobremaneira a infecção dos caramujos.

Outro aspecto importante na manutenção da esquistossomose é a habilidade que os moluscos hospedeiros possuem de sobreviverem a condições adversas por períodos relativamente longos, através do processo conhecido por anidrobiose ou estivação; na ausência de água, ocorrem várias modificações fisiológicas nos hospedeiros intermediários que diminuem os efeitos da dessecação e possibilitam sua sobrevivência (BRASIL, 2008).

Além dos aspectos já mencionados, os movimentos migratórios em direção às áreas com condições de saneamento básico ineficientes, aliados às condições socioeconômicas precárias do homem, permitem a manutenção da endemia e podem, ainda, propiciar novos e amplos habitats para os moluscos hospedeiros, favorecendo o contato amplo da população humana (BRASIL, 2014; NEVES, 2016, p. 241).

#### **2.4. Controle e visão atual da esquistossomose no Brasil**

De acordo com Costa et al. (2017) em 1975, foi criado no país um programa com o objetivo de controlar a esquistossomose, evitando a ocorrência de formas graves, reduzindo a prevalência da infecção e o risco de expansão da endemia; o mesmo intitulava-se Programa Especial de Controle da Esquistossomose, passando a denominar-se posteriormente Programa de Controle da Esquistossomose. Desde 1976, ano posterior à criação do programa, a implementação de medidas regulares de controle da esquistossomose no Brasil teve impacto sobre a prevalência e a intensidade das infecções humanas, diminuindo a frequência das formas hepatoesplênicas e o número de óbitos. Após a queda inicial de positividade, a doença se ajustou a um novo nível endêmico, resistindo às ações convencionais de controle, notadamente ao tratamento (BRASIL, 2014).

Estima-se que, no Brasil, entre 2,5 e 8 milhões de pessoas estejam infectadas com o *S. mansoni* (figura 6). Cerca de 99% dos casos estão concentrados na região Nordeste e Sudeste, que possuem baixa letalidade e principais causas de óbito relacionadas às formas clínicas graves. Entre 2004 e 2013, registraram-se, em média, cerca de 517 óbitos anuais pela doença no país (BRASIL, 2016).

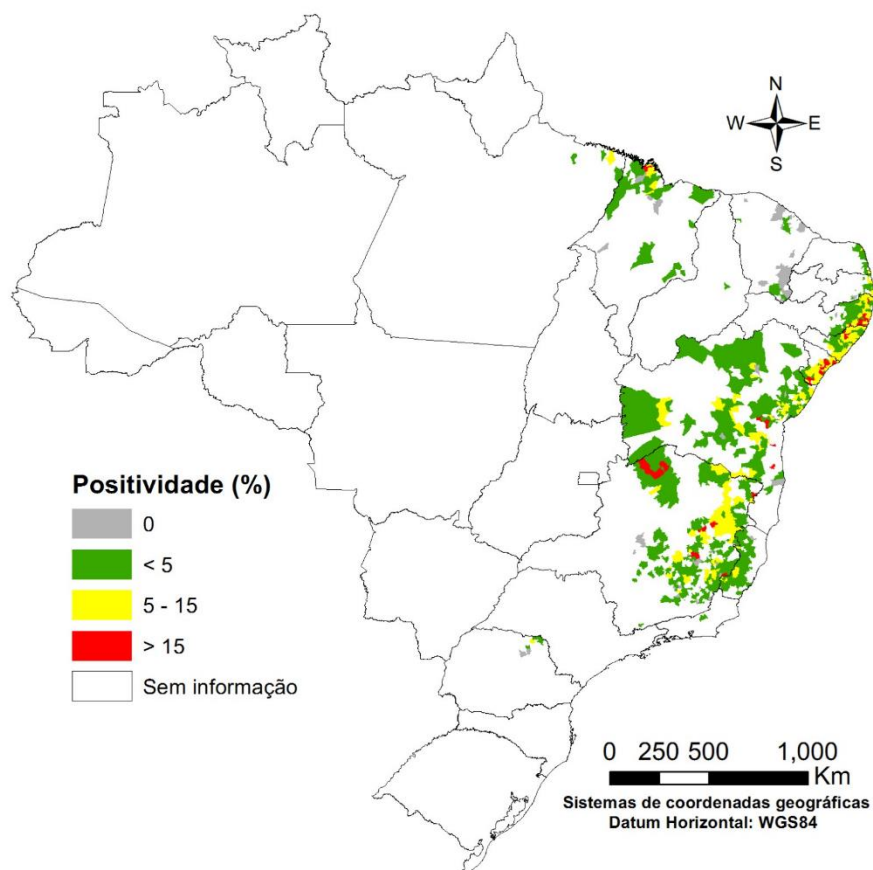


Figura 6: Distribuição da esquistossomose, de acordo com a faixa de positividade, por município, Brasil, 2010-2015.

Fonte: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/png/2017/setembro/14/mapa-distribuicao-esquistossomose-2010-1015.png>.

## 2.5. Repercussão da doença

A esquistossomose é a segunda maior causa de morbidade no mundo, atrás apenas da malária (SILVA, 2011; BRITO, 2012). A infecção é prevalente em áreas tropicais e subtropicais, em comunidades sem acesso à água potável e saneamento adequados. Em 2016, pelo menos 206,5 milhões de pessoas requereram tratamento preventivo para a doença, das quais mais de 88 milhões foram tratadas (WHO, 2017).

É uma das doenças de maior prevalência entre aquelas veiculadas pela água. Nos países em desenvolvimento, representa um dos principais riscos à saúde das populações rurais e das periferias das cidades, e ocorre em 54 países endêmicos (BRASIL, 2014).

No Brasil, a parasitose atinge 19 unidades da federação, e cerca de 99% dos casos estão concentrados nas regiões Nordeste e Sudeste. Está presente, de forma endêmica, do Maranhão até Minas Gerais, com focos no Pará, Piauí, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Goiás, Distrito Federal e Rio Grande do Sul. Possui baixa letalidade e as principais causas de óbito estão relacionadas às formas clínicas graves (BRASIL, 2016, p. 583 e 584).

Segundo Neves (2016, p. 242), os fatores mais importantes relacionados com a expansão da doença no país são migrações internas, presença de caramujos potencialmente transmissores, os quais atuam como vetores, ausência de infraestrutura sanitária adequada e educação sanitária precária ou inexistente, onde muitas vezes a população tem total desconhecimento da parasitose.

## **2.6. Esquistossomose no Maranhão**

No Maranhão, a esquistossomose ocorre desde o século passado em vários municípios (CANTANHEDE, 2010). Abrange atualmente 36 dos 217 municípios do Estado, e está distribuída em duas áreas geográficas distintas: a área endêmica com 17 municípios localizados na baixada ocidental maranhense, e a área de foco com 19 municípios dispersos pelo Estado (MARANHÃO, 2016). No período compreendido entre 2003 e 2016, foram registrados 323 casos na área não-endêmica e 62.293 casos na área endêmica do estado (BRASIL, 2017).

No Maranhão, a precária infraestrutura de distribuição de água e esgoto, aliada às condições socioeconômicas da população, favorecem a propagação da parasitose; dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento mostram que, em 2015, o índice médio de rede coletora de esgotos no Maranhão situou-se na faixa de 10 a 20%, e o índice de domicílios com abastecimento de água situou-se na faixa de 60 a 80% (BRASIL, 2017).

De acordo com Cantanhede (2015), a microrregião da Baixada Maranhense, localizada na Mesorregião Norte do Maranhão, dispõe de condições ambientais propícias para a manutenção e propagação da esquistossomose; a mesma contém extensas áreas de terras baixas e inundáveis, além de lagos temporários, marginais ou permanentes, e soma-se a isso a presença do roedor *H. brasiliensis*, que também se configura como hospedeiro

definitivo na transmissão da doença na região (LIRA et al., 2016). A microrregião possui a maior prevalência de esquistossomose no estado, sendo uma área endêmica para a parasitose (CANTANHEDE et al., 2014).

Em São Luis, capital do Maranhão, 88,08% dos domicílios tem acesso à água tratada e 47,9% tem acesso à coleta de esgoto (BRASIL, 2016). No município, novos casos têm surgido, muitos deles relacionados à migração de pessoas oriundas da Baixada Maranhense; grande parte desses migrantes se instalam em bairros de periferia, como Vila Embratel, construindo suas moradias sem a infraestrutura necessária para tal. Essa situação também evidencia que no Maranhão, a esquistossomose vem ocupando espaços nas periferias das cidades, onde as condições de saneamento são precárias e propiciam o aparecimento de focos urbanos da parasitose (RAMOS, 2007; FRANÇA, 2011; NINO, 2016).

## **2.7. Geoprocessamento e desenvolvimento de mapas temáticos**

O geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais, que opera a partir de uma base de dados georreferenciados para transformá-los em informação (GONÇALVES & DIAS, 2014). O mesmo, juntamente às ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sistemas de Posicionamento Global (GPS), vem sendo utilizado para o desenvolvimento de modelos adequados para a vigilância, previsão e prevenção de riscos das doenças, por meio da relação entre o ambiente e saúde (RODRIGUES, 1990).

De acordo com Neto et al. (2012), o uso de mapas temáticos tem se mostrado a melhor forma de representação para esses modelos, pois dá ao investigador uma visão imediata e direta da distribuição de um evento no espaço. Além disso, com o uso de SIG, podem-se verificar com maior facilidade eventuais associações espaciais entre eventos de saúde e diferentes aspectos do ambiente natural e construído, sendo esse um dos objetivos do presente trabalho.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. GERAL

- Estudar a presença de caramujos com potencial para propagar a esquistossomose na Vila Embratel, bairro de periferia de São Luís.

#### 3.2. ESPECÍFICOS

- Estudar a riqueza de espécies de moluscos límnicos que habitam junto ao gênero *Biomphalaria* nos criadouros;
- Verificar a ocorrência de moluscos positivos para *S. mansoni*;
- Relacionar a precipitação pluviométrica com a dinâmica populacional do gênero *Biomphalaria* e a positividade ao *S. mansoni*;
- Monitorar quantitativamente a ocorrência de caramujos encontrados no presente trabalho com os encontrados em trabalhos anteriores (perfil comparativo);
- Confeccionar mapas temáticos destacando os criadouros de importância epidemiológica.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado na rua Riacho Doce, localizada no bairro da Vila Embratel (2°34'9"S 44°18'27"W). O mesmo encontra-se no Distrito Sanitário do Itaqui-Bacanga. Localiza-se na região Oeste de São Luís, entre o oceano Atlântico, ao Norte, o Rio Bacanga, à Leste, a Baía de São Marcos, a Oeste, e ao Sul, limita-se com a Zona Rural de São Luís (figura 7). Nessa rua, foram selecionados 3 pontos para a coleta dos caramujos, os quais foram denominados: criadouro A (S 02.56669°; W044.30794°), criadouro B (S 02.56689°; W 044.30830°) e criadouro C (S 02.56764°; W 044.30712°); estas coordenadas estão em UTM decimais.

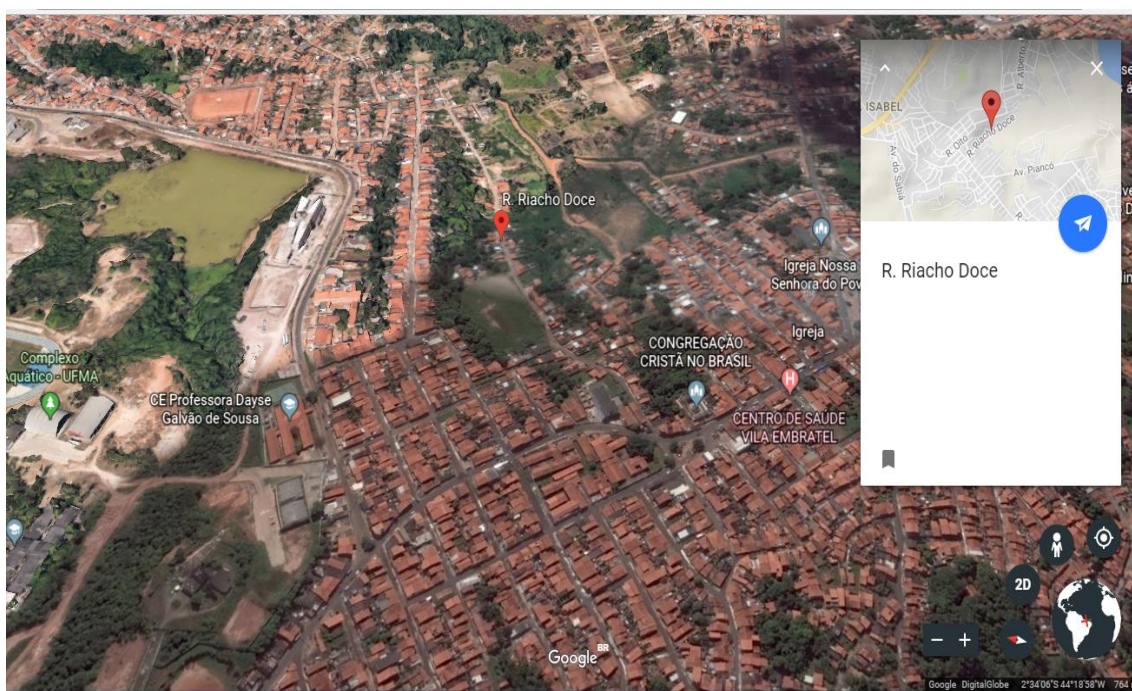


Figura 7: localização da rua Riacho Doce, bairro Vila Embratel, São Luís, MA. (fonte: GoogleEarth, 2017).

### 4.2. Levantamento malacológico

O bairro Vila Embratel foi selecionado para o presente estudo por meio da análise de dados disponibilizados pelo Departamento de Epidemiologia da Secretaria Municipal de Saúde, o qual atua nos campos de diagnóstico, levantamento e controle da esquistossomose em áreas endêmicas. A mesma constatou casos positivos para a doença em moradores do bairro.

As coletas foram realizadas uma vez por mês, durante 1 ano, no período compreendido entre os meses de novembro de 2016 e outubro de 2017. As mesmas foram realizadas em criadouros localizados em áreas peridomiciliares, onde há presença de caramujos do gênero *Biomphalaria* e contato humano com as coleções hídricas contaminadas por rejeitos fecais.

Empregou-se a técnica de busca manual de captura, por indivíduo, adaptada de Brasil (2008), e para tal, foram utilizados equipamentos como luvas, botas de plástico, pinças e conchas metálicas. Os caramujos foram coletados durante um período de uma hora e acondicionados em frascos de vidro contendo água desclorada (figura 8). Além disso, foram identificados inicialmente *in loco*, com base em observações da morfologia externa da concha, e posteriormente, sua identificação foi confirmada baseada na técnica de dissecação, a qual foi empregada em laboratório.



Figura 8: Coleta de caramujos com auxílio de concha metálica.

### 4.3. Manutenção dos caramujos

Os planorbídeos foram transferidos para o Núcleo de Imunologia Básica e Aplicada da Universidade Federal do Maranhão, para posterior identificação e análise de positividade ao *S. mansoni*. A higienização dos aquários ocorreu de 2 a 3 vezes por semana. Quanto à alimentação, seguiu-se o procedimento disposto por Malek (1985), que



afirma ser a alface hidropônica o alimento ideal para esses moluscos; a alimentação foi *ad libitum*.

#### 4.4. Positividade ao *S. mansoni*

Após cada coleta, os caramujos foram verificados quanto à positividade para *S. mansoni*, semanalmente, seguindo o método descrito por Smith & Terry (1974) e Brasil (2007), onde os caramujos foram dispostos em frascos de vidro contendo 5 ml de água desclorada por caramujo e expostos à luz de uma lâmpada incandescente de 60W, durante 60 minutos, período após o qual foram examinados em lupa estereoscópica Zeiss® (figura 9).



Figura 9: Análise de positividade dos moluscos da espécie *Biomphalaria straminea* ao *S. mansoni*.

#### 4.5. Identificação dos planorbídeos

Para a identificação, foi utilizado o método de Paraense (1955). Dessa forma, foi retirado um percentual de 10% dos exemplares de cada coleta, os quais foram sacrificados em água a 70°C; os mesmos tiveram suas partes moles retiradas e fixadas em solução Railliet-Henry; foram então dissecados no microscópio estereomicroscópico. A identificação seguiu os parâmetros de concha e morfologia, de acordo com Paraense (1955) e Brasil (2007). Para a identificação dos demais gêneros de moluscos, seguiu-se os parâmetros conquiológicos dispostos por Barbosa (1995) e Brasil (2008).





Figura 10: Dissecação da parte mole do molusco para identificação da espécie.

#### **4.6. Verificação da precipitação pluviométrica**

Foi realizado um levantamento de dados referente ao índice de precipitação pluviométrica acumulada durante cada mês, bem como variações de pluviosidade durante a pesquisa. Estes dados foram fornecidos pelo Núcleo Geo-Ambiental da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), que utiliza dados diários da PCD metereológica instalada na cidade de São Luís-MA (2° 35' S; 44° 12'W com 62m) e do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

#### **4.7. Análise da dinâmica populacional de *Biomphalaria spp***

Os caramujos transmissores da esquistossomose foram avaliados quanto a sua dinâmica populacional, por meio da análise de sua flutuação em um período de dez anos. Com base nos resultados obtidos a partir dessas observações, e por meio de comparações com trabalhos realizados anteriormente, foi delineado um perfil comparativo da esquistossomose no bairro.

#### **4.8. Mapeamento dos criadouros de importância epidemiológica**

As coordenadas geográficas dos pontos de coleta foram determinadas por meio de dispositivo de GPS Garmin® *eTrex* 2.0, através do sistema de coordenadas UTM decimais. Com base nessas informações, foi confeccionado um mapa temático destacando

os criadouros de importância epidemiológica, por meio dos dados referentes à malha urbana dos bairros; esses dados foram disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para o tratamento computacional das referências geográficas, foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (GIS) em ambiente ArcGIS. O mapa temático foi confeccionado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), da Universidade Federal do Amazonas.

#### **4.9. Análise estatística**

A fim de verificar-se se houve diferença entre abundância de moluscos coletados no período seco e chuvoso, foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Para verificar a relação da precipitação pluviométrica sobre a abundância de moluscos coletados no mês posterior, utilizou-se o teste de correlação de Spearman; para ambos os testes, considerou-se o nível de significância  $p < 0,05$ . Foram utilizados os programas Excel 2016® e Statistic 7.0®.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Aspectos gerais do bairro Vila Embratel que contribuem para a expansão da esquistossomose

A Vila Embratel, assim como a maioria dos bairros da periferia de São Luís, desenvolveu-se sem nenhum tipo de planejamento. Verificou-se moradores vivendo em condições precárias, principalmente devido à falta de estrutura sanitária e coleta de lixo insuficiente no bairro (figuras 11 e 12).



Figura 11: Aspectos precários da rua Riacho Doce.



Figura 12: Aspecto dos resíduos sólidos em um córrego que serve como criadouro de moluscos do gênero *Biomphalaria* na rua Riacho Doce.

O bairro também possui diversas coleções hídricas que propiciam a expansão de moluscos transmissores da esquistossomose, como córregos e valas, muitos dos quais transbordam e invadem as casas durante períodos chuvosos. Em um dos pontos da rua, verificou-se uma vala com presença significativa de resíduos sólidos; sobre a mesma, foi possível observar uma tubulação de água, a qual estava ligada a uma mangueira, de onde os moradores retiravam água (figura 13).



Figura 13: Vala na rua Riacho Doce, no bairro Vila Embratel.

Outro aspecto observado foi a presença de vegetação abundante que serve de alimento para os moluscos (figura 14).



Figura 14: Aspecto da vegetação presente na rua Riacho Doce, localizada em uma área de manguezal, na Vila Embratel.

Na rua Riacho Doce, destaca-se também a presença de criadouros peridomiciliares, os quais localizam-se nas portas ou quintais das casas; os moradores relatam conhecimento da presença de caramujos no local, mas a grande maioria não entende a dimensão das implicações epidemiológicas que decorrem da presença desses moluscos. Durante as primeiras coletas realizadas no presente trabalho, um morador relatou o caso de seu pai, o qual era proveniente de São Bento, e que faleceu em decorrência de complicações da esquistossomose; de acordo com Cantanhede et al. (2014), esse município da Baixada Maranhense é considerado endêmico para a parasitose (figura 15).





Figura 15: Presença de criadouro peridomiciliar na rua Riacho Doce.

Muitos moradores da rua e de ruas adjacentes mostraram-se interessados em saber sobre as coletas e sobre o caramujo transmissor da doença, o que ressalta a importância da divulgação dessa problemática em bairros de periferia.

## **5.2. Identificação dos criadouros contendo moluscos do gênero *Biomphalaria* e das espécies límnicas que habitam junto ao gênero**

Foram estabelecidos 3 pontos de coleta na rua Riacho Doce, a partir de dados disponibilizados pelo Departamento de Epidemiologia da Secretaria Municipal de Saúde; são eles: criadouro A, criadouro B e criadouro C. Os criadouros estudados no presente trabalho são peridomiciliares, e possuem comunicação com o Rio Bacanga; uma vez encontrados moluscos transmissores da esquistossomose, esse fato potencializa os riscos de transmissão dessa parasitose, pois este rio é utilizado pelos moradores locais para atividades de recreação e pesca.

Observou-se nos mesmos considerável presença de vegetação dos tipos gramínea e herbácea; de acordo com Brasil (2008), esse tipo de vegetação é comum em criadouros dos moluscos hospedeiros da esquistossomose, oferecendo proteção contra radiação solar, altas temperaturas e correnteza. Além disso, as formações arbóreas às margens dos criadouros também podem amenizar a luz do sol e a temperatura. Para cada um dos criadouros, foi feita uma descrição física e ambiental.

### 5.2.1. Criadouro A

O criadouro A tem dimensões aproximadas de 6,0 x 0,42 m, e consiste em um córrego onde há aporte contínuo de esgoto; ao seu redor verifica-se vegetação do tipo campos inundáveis, com presença de gramíneas, herbáceas e plantas aquáticas. Observou-se também no mesmo a presença de poluentes, como sacos plásticos, fraldas e garrafas pet (figuras 16.1 e 16.2).



Figura 16.1: Presença de vegetação no criadouro A, na rua Riacho Doce



Figura 16.2: Aspecto do criadouro A, na rua Riacho Doce.

Este criadouro foi o único onde foram encontrados moluscos vivos. Esse fato provavelmente é explicado pelo aporte contínuo de esgoto proveniente das casas ao redor do mesmo, o qual ocorreu durante todo o período de estudo. A poluição orgânica ocasionada por esse aporte favorece a multiplicação do fitoplâncton, alimento dos moluscos, o que leva a uma acentuada proliferação dos caramujos (NEVES, 2016, p.241).

### 5.2.2. Criadouro B

O criadouro B tem dimensões aproximadas de 3,0 x 0,38 m; este se apresentou seco durante todo o período de coleta, de modo que não foi possível encontrar nenhum molusco no mesmo; nesse criadouro, observou-se a presença de abundante vegetação do tipo gramínea e além disso, o mesmo localiza-se no meio de uma rua, na qual os moradores circulam (figura 17).





Figura 17: Aspecto do criadouro B, na rua Riacho Doce.

### 5.2.3. Criadouro C

O criadouro C, por sua vez, tem aproximadamente 8,6 x 0,80 m, e se caracteriza pela presença de um córrego cuja vegetação circundante constitui-se de gramíneas. No mesmo, também não foram encontrados caramujos vivos, apenas algumas conchas e caramujos mortos. Uma característica notável nesse criadouro foi a coloração da água, que se apresentou muito escura durante todo o período de estudo, além de ser repleta de resíduos domésticos; de acordo com Andrade et al. (2010), a elevada incidência desse tipo de poluição pode resultar na diminuição da quantidade de caramujos, devido à redução na quantidade de oxigênio dissolvido na água (figuras 18.1 e 18.2).



Figura 18.1: Criadouro C, na rua Riacho Doce (NOGUEIRA, 2017).



Figura 18.2: Aspecto poluído da água do criadouro (NOGUEIRA 2017).

Observou-se também, durante alguns meses, a presença de plantas aquáticas, como macrófitas, sobre a coluna d'água; isso provavelmente se deve à elevada concentração de nutrientes como fosfatos inorgânicos, nitrogênios, sólidos em suspensão

e óleos oriundos da deposição de esgoto no criadouro. Essa deposição ocasiona o processo conhecido como eutrofização artificial, que leva ao crescimento de plantas vegetais aquáticas, as quais diminuem a presença de oxigênio no ambiente; desse modo, os organismos mais sensíveis a essa mudança desaparecem (LIMA et al., 2014). Esse processo pode então explicar a ocorrência de caramujos mortos no local.

### 5.3. Presença de caramujos

Todos os caramujos coletados foram encontrados apenas do criadouro A, pois nos criadouros B e C não foram encontrados caramujos vivos. Foram coletados 375 moluscos, dos quais 357 indivíduos corresponderam a *B. straminea* (Dunker, 1848), 5 indivíduos, a *Pomacea spp* (Perry, 1810) e 13 exemplares corresponderam a *Physa spp* (Draparnaud, 1801). Não foram encontrados caramujos *B. glabrata*, espécie que também é hospedeira intermediária de *S. mansoni* (figuras 19 e 20).

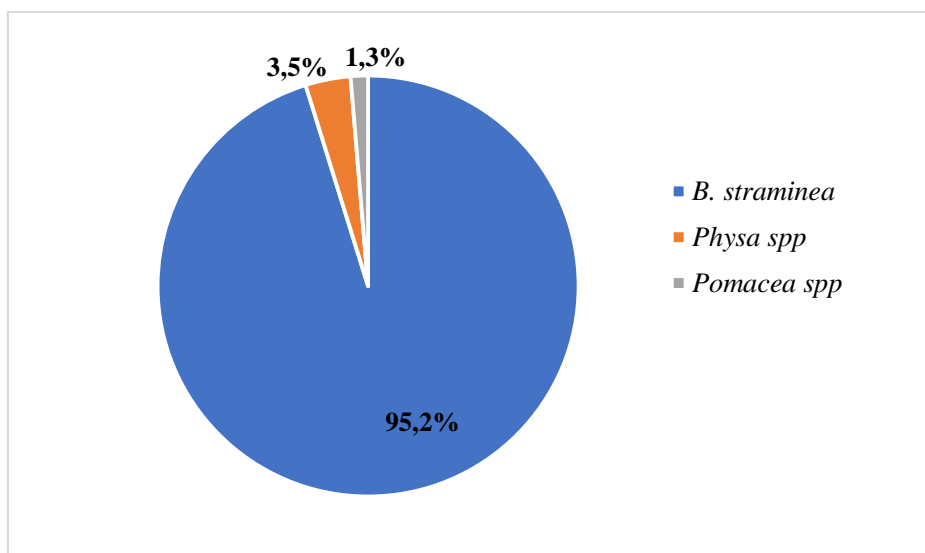


Figura 19: Porcentagem de caramujos encontrados na rua Riacho Doce, Vila Embratel, por espécie.



Figura 20: Aspecto de *B. straminea* no criadouro A, na rua Riacho Doce.



A abundância de caramujos foi bastante variável durante o período de coleta; foi possível observar que entre os meses de abril e junho ocorreu o pico de abundância dos moluscos (n= 69, n=105 e n=89, respectivamente), seguindo-se uma diminuição progressiva na abundância dos mesmos nos meses seguintes. As menores abundâncias ocorreram nos meses de novembro e dezembro, nos quais não foram encontrados caramujos (figura 21).

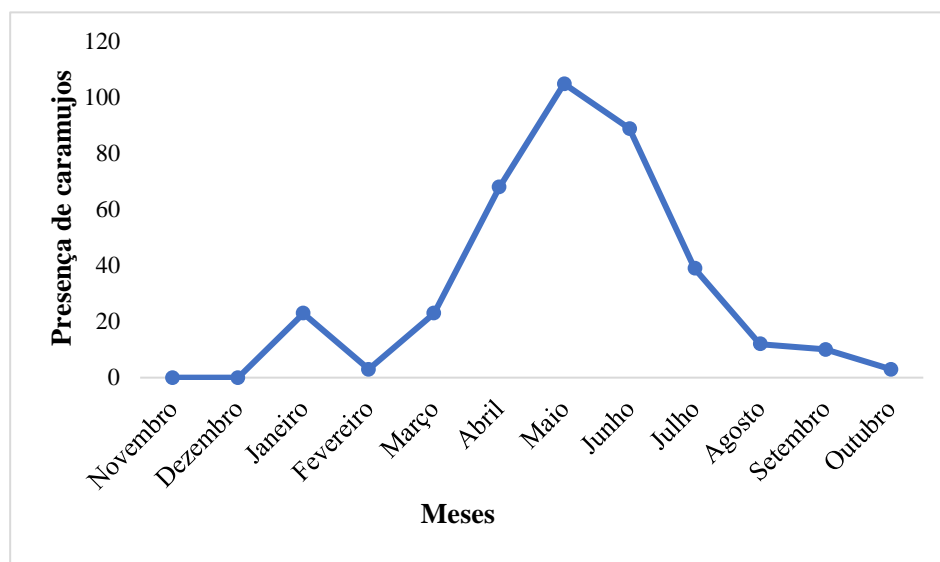


Figura 21: Flutuação sazonal na população de caramujos coletados no criadouro A na rua Riacho Doce, Vila Embratel.

Quanto às espécies encontradas, *B. straminea* é um hospedeiro intermediário de *S. mansoni*; *Pomacea spp* e *Physa spp* são espécies de moluscos límnicos que ocorrem associadas ao gênero *Biomphalaria*. As espécies do gênero *Pomacea* geralmente habitam águas de curso lento e estagnada, apresentando concha de tamanho médio e grande, de coloração esverdeada ou amarelada. As espécies do gênero *Physa*, por sua vez, são encontradas nas mesmas condições ambientais de *Pomacea spp*, sendo resistentes a ambientes poluídos; sua concha possui giros convexos e sutura rasa (BARBOSA, 1995). As espécies *Pomacea spp* e *Physa spp* foram encontradas em criadouros do bairro Sá Viana, bairro esse vizinho à Vila Embratel (NINO, 2016); essas espécies geralmente ocorrem associadas ao gênero *Biomphalaria* em ambientes hídricos naturais ou modificados, em áreas urbanas ou agrícolas (CARVALHO, 2008).

#### **5.4. Positividade dos moluscos ao *S. mansoni***

De acordo com Neves (2016, p. 250), a espécie *B. straminea* apresenta baixos índices de infecção natural, sendo mais resistente à infecção por *Schistosoma mansoni* do que *B. glabrata*; entretanto, é a principal responsável pela transmissão de esquistossomose no Nordeste do Brasil.

Após as análises de positividade em laboratório, não foram detectados casos de infecção nos moluscos *B. straminea* coletados. Segundo Guimarães et al. (1997), esse fato pode estar associado à capacidade que esses moluscos possuem de fagocitar cercárias e provocar o encapsulamento das mesmas em seus órgãos, e, em alguns casos, ocasionar sua morte; além disso, *B. straminea* é mais resistente à infecção por miracídios. Em análises de positividade ao *S. mansoni* anteriores, realizadas com a mesma espécie e no mesmo bairro, não foram encontrados caramujos infectados (RAMOS, 2007; OLIVEIRA; 2013), o que pode ser explicado pelo fato *B. straminea* ser considerado um vetor ineficaz na transmissão da esquistossomose (BARBOSA et al.,1952; LUCENA, 1964).

#### **5.5. Influência da precipitação pluviométrica na dinâmica populacional de *B. straminea***

No Maranhão, existem apenas duas estações do ano bem definidas, que compreendem um período de estiagem entre os meses de julho e dezembro, e um período chuvoso, que corresponde aos meses de janeiro a junho. De modo geral, a abundância de caramujos da espécie *B. straminea* acompanhou a periodicidade das chuvas, sendo maior no período chuvoso (figura 22).

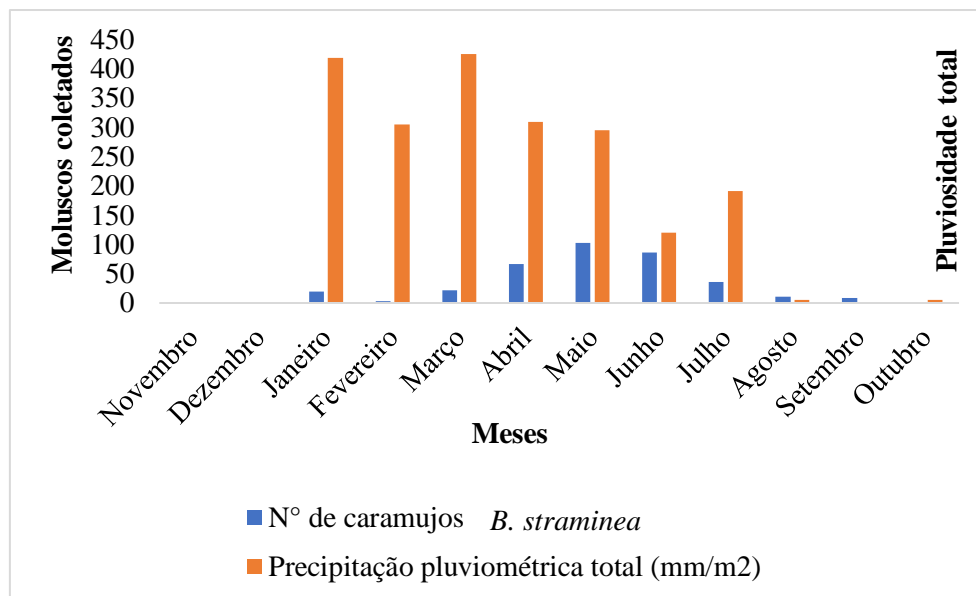


Figura 22: Relação entre pluviosidade total e abundância de moluscos coletados rua Riacho Doce, Vila Embratel, durante 1 ano (2016-2017).

Os meses de novembro e dezembro registraram as menores abundâncias, fato esse que pode estar relacionado com os períodos de estiagem. Durante esse período, o criadouro apresentou menor volume de água e vegetação reduzida, de modo que muitos moluscos foram encontrados mortos. Foi possível observar que os picos de abundância ocorreram nos meses de maio e junho, respectivamente, os quais correspondem ao término da estação chuvosa; durante esse período, aumentou também a vegetação que serve de alimento e abrigo para os moluscos no criadouro; resultados semelhantes foram encontrados em um trabalho realizado no bairro Sá Viana, bairro de periferia de São Luís que possui as mesmas condições socioeconômicas da Vila Embratel (FRANÇA, 2011).

Houve diferença significativa na abundância de moluscos coletados no período seco e chuvoso ( $p=0,0187$ ) na rua Riacho Doce, Vila Embratel (figura 23). Foram encontrados resultados semelhantes para a abundância de moluscos coletados por Souza et al. (2006) e Muniz (2007), nesses dois períodos; entretanto, nesses trabalhos, foi coletado um maior número de caramujos na estação seca, o que se atribui ao fato de que as chuvas podem carrear esses animais para outras localidades, diminuindo sua abundância.

O maior número de moluscos coletados no período chuvoso, no presente trabalho, pode ser explicado pela localização do criadouro, o qual situa-se embaixo de espessa vegetação que amenizaria o efeito das chuvas, bem como pela baixa correnteza da água

oriunda do lançamento dos esgotos domésticos; isso provavelmente diminuiu o efeito de arraste nos moluscos.

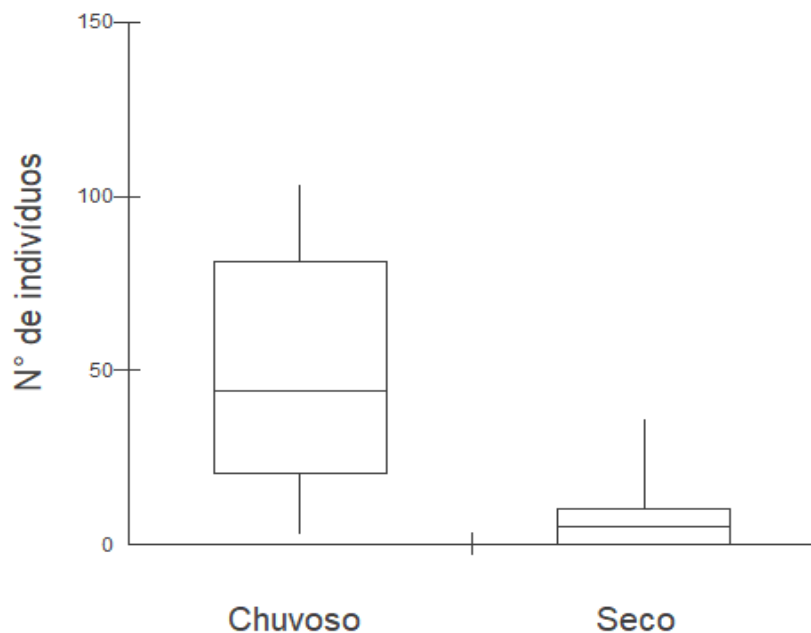


Figura 23: Relação entre a abundância de moluscos coletados nos períodos chuvoso e seco na rua Riacho Doce, Vila Embratel, durante o 1 ano (2016-2017).

Houve uma correlação positiva e direta, fraca, entre a pluviosidade e a abundância de caramujos no período estudado ( $r=0,5785$ ;  $p=0,0487$ ) (figura 24). Foi encontrada relação direta entre a pluviosidade e a abundância de moluscos coletados por Miranda et al. (2016) e Santana (2016), resultados estes que corroboram os do presente trabalho; provavelmente essa correlação se deva à capacidade dos moluscos de sobreviverem às estações de estiagem, através do processo conhecido por anidrobiose, e repovoarem as coleções hídricas durante o período chuvoso (CARVALHO, 2008).

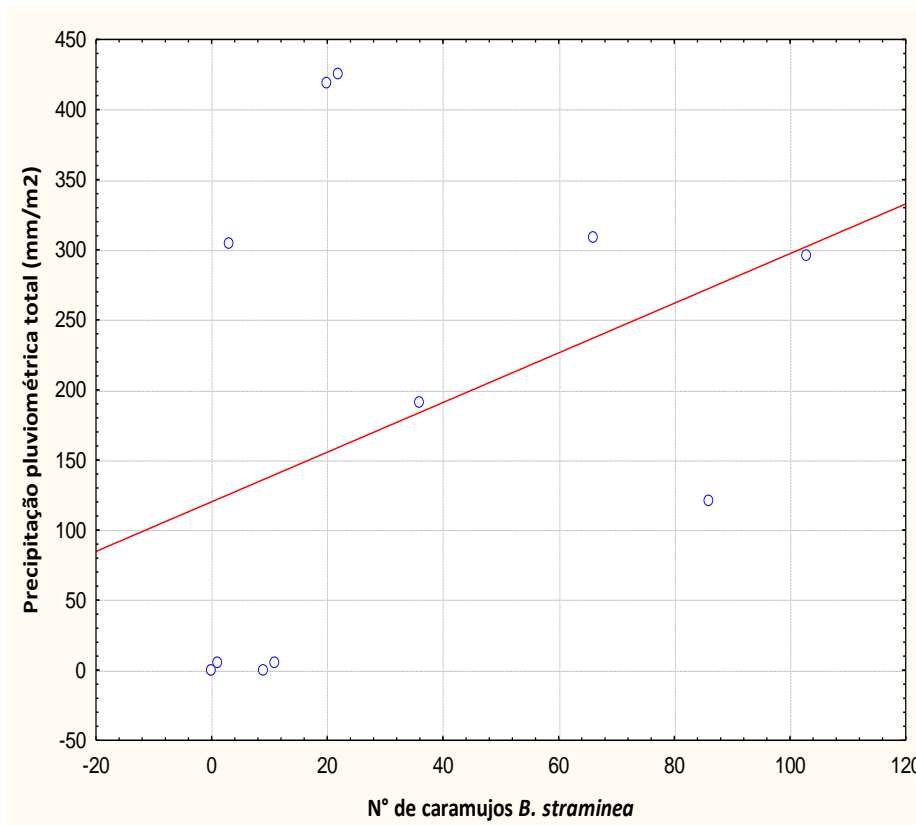


Figura 24: Relação entre a pluviosidade e a abundância de caramujos coletados na rua Riacho Doce, Vila Embratel, durante 1 ano (2016-2017).

Variáveis ambientais, como pluviosidade, assim como as modificações ambientais produzidas pela atividade humana tem papel fundamental no ciclo de transmissão da esquistossomose, favorecendo a proliferação de moluscos através da dispersão de espécies, criação de novos habitats ou poluição das coleções hídricas com matéria orgânica (RAMOS, 2007). Por isso é importante a análise da relação dessas variáveis com a abundância de moluscos transmissores da esquistossomose e propagação da doença.

### 5.6. Visão panorâmica e comparativa da presença de moluscos no bairro Vila Embratel

Conhecer a dinâmica populacional dos moluscos transmissores da esquistossomose na Vila Embratel possibilita delinear um perfil epidemiológico da parasitose no bairro. Por meio de um levantamento malacológico realizado por Ramos, 2007, no presente bairro, foram coletados 689 moluscos, dos quais 531 pertenciam à espécie *B. glabrata* e 158 à espécie *B. straminea*; esta espécie não apresentou infecção, e aquela apresentou uma taxa média de infecção de 46,6%. Um levantamento semelhante

foi realizado posteriormente, no mesmo bairro, ocasião em que foram coletados apenas caramujos da espécie *B. straminea*, totalizando 648 indivíduos; os mesmos não estavam infectados por *S. mansoni* (Oliveira, 2013).

No presente trabalho, foi encontrado um total de 375 caramujos, dos quais 357 foram identificados como *B. straminea*, e não foi registrada infecção nos mesmos. Foi possível observar que, em um período de dez anos, compreendido entre o trabalho de Ramos (2007) e o presente trabalho, a espécie *B. glabrata* não foi mais encontrada, o que gerou um questionamento do(s) motivo(s) pelo(s) qual(is) isso teria ocorrido.

Uma das hipóteses levantadas para a ausência de *B. glabrata* foi se a poluição das águas afetou a população de caramujos dessa espécie. De acordo com Carvalho (2008), há poucos estudos que enfatizem o efeito de poluentes em invertebrados de água doce; entretanto, alguns trabalhos analisaram o papel de agentes mutagênicos provenientes de águas poluídas, como sulfato de nicotina, sulfato de cobre e raios gama, e seus efeitos em embriões de *B. glabrata*, onde os resultados demonstraram malformações dos mesmos ou aberrações cromossômicas (OKAZAKI & KAWANO, 1991; KAWANO et al., 1993; OLIVEIRA-FILHO, 2003). Apesar disso, vale ressaltar que no presente trabalho, uma característica dos ambientes onde os moluscos foram encontrados é a poluição, a qual pode propiciar o aumento do alimento dos mesmos, e conseqüentemente, de sua abundância; logo, não há como afirmar com clareza se a poluição foi o motivo para a não ocorrência de *B. glabrata* no criadouro.

A partir do ponto de vista ecológico, questionou-se também o papel de possíveis predadores naturais para essa espécie. Coutinho (1976) descreveu a ação predatória da formiga carnívora *Paratrechina longicornis* sobre *B. glabrata*, a qual devora essa espécie de caramujo em períodos secos, no início da anidrobiose. Milward-de-Andrade (1979) identificou a espécie de peixe *Tilapia nilotica* como predadora de ovos do referido planorbídeo em laboratório, diminuindo a população do mesmo. Diversos estudos tem mostrado ainda a predação de espécies do gênero *Pomacea* sobre ovos e bionfalárias jovens (MILWARD-DE-ANDRADE, 1978; OLIVEIRA et al., 2012); representantes dessa espécie, que também foram encontradas no presente trabalho, podem ter contribuído para a ausência de caramujos *B. glabrata* no criadouro.

Outro aspecto ecológico importante e que foi também levantado como possível causa para esta ausência é a exclusão competitiva ou princípio de Gause: quando duas espécies possuem nichos parecidos, pode ocorrer uma competição pelo mesmo recurso que o meio oferece, como algum tipo de alimento, por exemplo. Segundo Townsend et

al. (2010, p. 219), esse princípio consiste em uma competição interespecífica onde, se duas espécies competidoras coexistem em um ambiente estável, elas o fazem como consequência da diferenciação de nichos; entretanto, se não existe tal diferenciação ou se ela for obstruída pelo habitat, então um dos competidores irá eliminar ou excluir o outro.

De acordo com Barbosa (1962), embora *B. glabrata* e *B. straminea* possam conviver em uma mesma região, elas dificilmente vivem em sintonia. Em um experimento natural onde essa espécie foi introduzida em uma área habitada exclusivamente por aquela, *B. straminea* substituiu totalmente *B. glabrata*, através do mecanismo de exclusão competitiva (BARBOSA, 1976). Trabalhos sobre interações populacionais entre as duas espécies em Minas Gerais também demonstraram a substituição daquela por essa, através da exclusão competitiva (KLOSS et al., 2001). Esse mecanismo pode explicar o fato de não terem sido encontrados moluscos dessa espécie no presente trabalho.

Observa-se que em um intervalo de dez anos, compreendido entre o trabalho de Ramos (2007), e o presente levantamento malacológico, houve uma redução significativa na abundância total de caramujos encontrados na Vila Embratel, registrando-se a presença da espécie *B. straminea* e ausência da espécie *B. glabrata*; além disso, houve uma queda no número de casos constatados de esquistossomose nesse bairro. De acordo com o Programa de Controle de Esquistossomose (PCE), no ano de 2002 foram constatados 47 casos positivos para a doença no bairro; no período de 2013 a 2017, foram notificados 31 casos positivos, ressaltando-se que nos anos de 2016 e 2017, foram constatados 1 e nenhum caso, respectivamente.

Esses fatos sugerem que houve uma melhora nas condições epidemiológicas da esquistossomose no mesmo; entretanto, embora não tenham sido encontrados caramujos da espécie *B. glabrata* no presente trabalho, os quais possuem maior importância epidemiológica na transmissão da parasitose no Maranhão, e tendo sido encontrados apenas poucos indivíduos da espécie *B. straminea*, espécie essa menos suscetível ao *S. mansoni*, é necessário que haja o acompanhamento dessas áreas por parte dos órgãos de saúde estaduais, bem como medidas para impedir o surgimento e o crescimento de focos de transmissão nesse local, uma vez que o mesmo possui caramujos hospedeiros do trematódeo e condições propícias para o estabelecimento e propagação da esquistossomose (GUIMARÃES et al., 1997).

### 5.7. Mapeamento dos criadouros de importância epidemiológica

Na figura 25 se encontra representada a carta planorbídica da rua Riacho Doce, destacando-se os criadouros de importância epidemiológica, como o criadouro A, onde foram encontradas a espécie *B. straminea* e moluscos límnicos que habitam junto ao gênero *Biomphalaria*.

Espera-se que esses dados sirvam de apoio para a vigilância e controle dessa doença pelos moradores e pelos órgãos de saúde competentes.

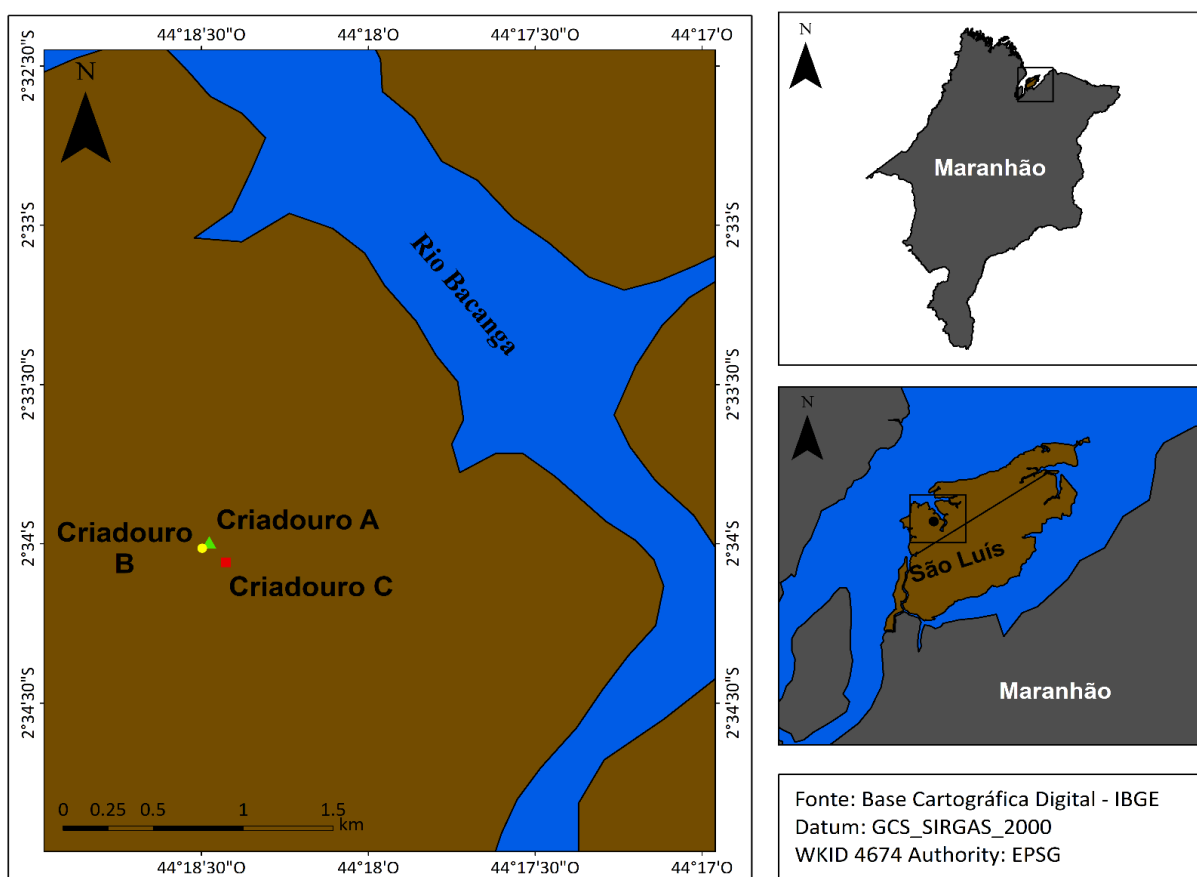


Figura 25: Carta planorbídica da rua Riacho Doce, Vila Embratel, São Luís, MA, 2016-2017. Elaborado por Jamerson Santos (INPA/UFAM).



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Os bairros de periferia de São Luís, entre os quais a Vila Embratel, apresentam uma série de problemas econômicos e sociais, que favorecem o desenvolvimento e a manutenção de doenças infecto-parasitárias, como a esquistossomose. Esse problema de saúde pública em nosso estado necessita de constante atualização dos dados voltados para a ocorrência dos moluscos transmissores do *S. mansoni*, para que se possa elaborar estratégias eficazes de combate à doença.

Durante as coletas realizadas no presente trabalho, foi possível observar diversos aspectos que evidenciam as precárias situações em que vivem os moradores da rua Riacho Doce, bem como em outras ruas do bairro, como a presença de lixo e deficiências no abastecimento d'água. O próprio fato de a rua localizar-se em uma área de manguezal evidencia o descaso do poder público com essa problemática, uma vez que essas áreas sofrem inundações periódicas e não são propícias ao estabelecimento de moradores. Além disso, foi possível perceber que muitos deles desconheciam as implicações epidemiológicas da esquistossomose, aspecto preocupante e que deve ser trabalhado não só na rua Riacho Doce, como no bairro Vila Embratel, por meio de ações educativas e de conscientização sobre a parasitose.

O presente trabalho é importante, pois se propõe a traçar um perfil comparativo da esquistossomose na Vila Embratel, por meio da análise da dinâmica populacional dos moluscos transmissores da esquistossomose e também com base em trabalhos anteriores realizados no local. Espera-se que o mesmo venha a fortalecer as estratégias de monitoramento da parasitose e faça parte do modelo de localização e combate do hospedeiro intermediário para a futura elaboração de uma carta planorbídica no município de São Luis, Maranhão.

## 7. CONCLUSÃO

- a) Foram encontrados nos criadouros da rua Riacho Doce, no bairro Vila Embratel, as seguintes espécies de moluscos límnicos: *B. straminea*, *Pomacea spp* e *Physa spp*;
- b) Os caramujos da espécie *B. straminea* não estavam infectados por *S. mansoni*;
- c) Observou-se uma relação direta entre a pluviosidade e a presença de caramujos;
- d) O perfil comparativo malacológico do bairro Vila Embratel sofreu interessantes transformações:
  - Comparado a anos anteriores, observou-se que a espécie *B. glabrata* foi substituída pela presença da espécie *B. straminea*;
  - Houve uma redução significativa na quantidade de caramujos;
  - Não se encontrou caramujos contaminados.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. M. **Controle biológico de *Biomphalaria glabrata* (Say,1818) através de *Tilapia nilotica* (Hasselquist, 1757) em laboratório (Pulmonata, Planorbidae. Pisces, Cichilidae).** Rev. Soc. Bras. Med. Trop. Vol. XV, n°s 39 – 52, 1979.

ANDRADE, F. R. et al. **Investigação da presença e contaminação de moluscos do gênero *Biomphalaria* na área central do município de Iapu/MG.** Farmácia & Ciência, v.1, p.16-26, ago./dez. 2010.

BARBOSA, F. S. et al. **Inquérito preliminar sobre a infestação de planorbídeos em alguns municípios de Pernambuco.** Publicação avulsa Instituto Aggeu Magalhães. V. 1, p. 99-124, 1952.

BARBOSA, F. S. **Aspects of the ecology of the intermediate hosts of *Schistosoma mansoni* interfering with the transmission of bilharziasis in north-eastern Brazil.** In: Ciba Foundation Symposium Bilharziasis (G. E. W. Wolstenholme & Maeve O' Connor, eds.), Londres: J. & A. Churchill, p. 23-35, 1962.

BARBOSA, F. S.; PEREIRA DA COSTA, D. P.; ARRUDA, F. **New field observations on the competitive displacement between two species of planorbid species living in northeastern Brazil.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 76, p. 361-366, 1981.

BARBOSA, F. S. **Tópicos em malacologia médica** (online). Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1995. 314p. ISBN 85-85676-13-2. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em 15/11/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portal da Saúde. **Esquistossomose: descrição da doença.** Disponível em: < <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/656-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/esquistossomose/11240-descricao-da-doenca>>. Acesso em 02/11/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portal da Saúde. **Situação epidemiológica-Dados.** Disponível em: < <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/656-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/esquistossomose/11244-situacao-epidemiologica-dados>>. Acesso em 08/11/2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde: relatório de situação, Maranhão.** 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica. Diretrizes técnicas: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE).** 2. ed. Brasília, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Vigilância da esquistossomose mansoni: diretrizes técnicas.** 4. ed. Brasília, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância em saúde**. 1. ed. atual. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos-2015. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SNIS**. Brasília, 2017.

BRITO, G. **Saiba mais sobre a esquistossomose**. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1493&sid=32>>. Acesso em 08/12/17.

CANTANHEDE, S. P. D. **Esquistossomose mansônica no Maranhão: relações com variáveis socioeconômicas e ambientais**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente). Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz, 2010. 101 p.

CANTANHEDE, S. P. D. et al. **Freshwater gastropods of the Baixada Maranhense Microregion, an endemic area for schistosomiasis in the State of Maranhão, Brazil: I - qualitative study**. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., v. 47, n. 1, p. 79-85, jan./fev. 2014.

CANTANHEDE, S. P. D. **Gastrópodes límnicos e helmintofauna associada da Microrregião da Baixada Maranhense, MA, com ênfase nos transmissores da esquistossomose**. Tese de Doutorado. Instituto Oswaldo Cruz, Pós-graduação em Biodiversidade e Saúde, 2015.

CARVALHO, O. S. et al. **Distribuição espacial de *Biomphalaria glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila*, hospedeiros intermediários de *S.mansoni* no Brasil**. In: CARVALHO, O. S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. (Orgs.). *Schistosoma mansoni* e esquistossomose: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 393-418, 2008.

CARVALHO, O. S. ***Schistosoma mansoni* e esquistossomose: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

COELHO, C.; CARVALHO, A. R. **Manual de Parasitologia Humana**. 2ª edição. Canoas, Editora ULBRA. 2005. 263 p.

COSTA, F. W. D.; CIRILLO, W. B. **Os impactos socioambientais em áreas urbanas: o caso da zona marginal do bairro Sá Viana - São Luís - MA**. In: XII Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 2007, Natal-RN. Anais do XII Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada. Natal: Imagem Gráfica e Editora Ltda., v. Único. p. 1-98, 2007.

COSTA, C. S. et al. **Programa de Controle da Esquistossomose: avaliação da implantação em três municípios da Zona da Mata de Pernambuco, Brasil**. Saúde Debate. v. 41, nº especial, p. 229-241. Rio de Janeiro, mar. 2017.

COUTINHO, A. B. **Um inimigo natural dos caramujos do gênero *Biomphalaria***. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. Vol. X, nº 6. 1976.

FERREIRA, S. M. **Estudo do índice de positividade de *Biomphalaria glabrata* para *Schistosoma mansoni* nos bairros de periferia de São Luís- Caso do Barreto**. 2008.

Monografia (Graduação de licenciatura em Ciências Biológicas)- Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. 70 f.

FRANÇA, C. R. C. **Determinantes sócio-econômicos que contribuem na expansão da esquistossomose no Sá Viana, um bairro de periferia de São Luis.** Monografia. (Graduação em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2011.

GONÇALVES, A. F. et al. **Representação social dos aspectos epidemiológicos que revelam o índice de esquistossomóticos no bairro “Fé em Deus” em São Luís – MA.** Revista Pesquisa em Foco, v. 14, p. 55-60, jan-dez. 2006.

GONÇALVES, S. D.; DIAS, J. W. **Estudo baseado nas tecnologias de geoprocessamento.** Universidade Paranaense (Unipar), Paranavaí, Paraná, Brasil. 2014.

GUIMARÃES, C. T. et al. **Levantamento malacológico em parques urbanos de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 13, p. 313-316, 1997.

KATZ, N; ALMEIDA, K. **Esquistossomose, xistosa, barriga d'água.** Cienc. Cult., vol. 55, n° 1, São Paulo, jan./mar. 2003.

KAWANO, T.; SIMÕES, L. C. G.; MARQUES, J. ***Biomphalaria glabrata* (Say, 1818): efeitos morfogenéticos do sulfato de nicotina.** Revista Brasileira de Biologia, v. 53(4), p. 539-547, 1993.

KLOOS, H. et al. **The distribution of *Biomphalaria* spp. in different habitats in relation to physical, biological, water contact and cognitive factors in a rural area in Minas Gerais, Brazil.** Memorial Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 96, p. 57-66, 2001.

LIMA, C.A.Y.; VIEGAS, M.O; BERNSTEIN, A. **O impacto da urbanização em Lagoas do Rio de Janeiro: estudo de caso sobre as Lagoas Rodrigo de Freitas e de Araruama.** Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/meioambiente/0045.html>>. Acesso em 03/12/17.

LIRA, M. G. S. et al. **Aspectos biológicos de *Holochilus* sp., hospedeiro natural da esquistossomose.** Cienc. Anim. Bras., Goiânia, v.17, n° 1, p. 143-153, jan./mar. 2016.

LUCENA, D. T. **Planorbídeos transmissores da esquistossomose no Nordeste do Brasil.** J. Brasileiro de Medicina, v. 8, p. 269-276, 1964.

MALEK, E. A. **Factors conditioning the habitat of bilharziasis intermediate hosts of the Family Planorbidae.** WHO, v. 18, p. 785-818, 1958.

MARANHÃO. Secretaria de Saúde do Estado. Programa de Controle da Esquistossomose. **Resumo das atividades de coproscopia e tratamento por localidade.** São Luís, 2017.

MARANHÃO. **Plano Estadual de Saúde: PES 2016-2019**. São Luís, 2016.

MARTINS, M. J. **Evolução Histórica e Expansão da Esquistossomose no Brasil**.

Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Maceió, 2012.

MILWARD-DE-ANDRADE, R.; CARVALHO, O. S. & GUIMARÃES, C. T. **Alguns dados biológicos de *Pomacea haustum* (Reeve, 1856), predador-competidor de hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907**. Revista de Saúde Pública de Sao Paulo, v. 12, p. 78-89, 1978.

MIRANDA, G. S. et al. **Moluscos límnicos como hospedeiros de trematódeos digenéticos de uma região metropolitana da ilha do Maranhão, Brasil**. Scientia Plena, v. 12, ISBN 091004, 2016.

MUNÔZ, S.S.; FERNANDES, A. P. M. **As doenças infecciosas e parasitárias e seus condicionantes socioambientais**. Universidade Federal de São Paulo, 2014.

MUNYZ, C. **Levantamento da malacofauna límnic e aspectos ecológicos de focos de esquistossomose em Ana Dias, Vale do Ribeira, São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

NEVES, D. P. **Parasitologia Dinâmica**. Editora Atheneu, São Paulo. Capítulo 61, p. 465-468, 2006.

NEVES, D. P. **Parasitologia Humana**. 13. ed., São Paulo: Editora Atheneu, 2016.

NETO, O. B. L. et al. **Análise espacial dos casos humanos de esquistossomose em uma comunidade horticultora da Zona da Mata de Pernambuco, Brasil**. Rev Bras Epidemiol., v. 15(4), p. 771-80, 2012.

NINO, C. R. C. F. **Esquistossomose mansônica: fatores ambientais e físico-químicos que contribuem para ocorrência da doença no Sá Viana, em São Luís do Maranhão**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, 2016.

OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Efeitos de substâncias químicas sobre a reprodução de moluscos de água doce: estudos com caramujos do gênero *Biomphalaria***. Tese de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2003.

OLIVEIRA, D. S. et al. **Esquistossomose: controle biológico da *Biomphalaria glabrata* por *Pomacea canaliculata***. In: 64ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2012.

OLIVEIRA, D. S. **Inquérito malacológico comparativo de transmissores de esquistossomose mansônica, entre os bairros periurbanos do Sá Viana, Jambeiro e Vila Embratel, em São Luis, Maranhão, Brasil**. Monografia (Graduação e

Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013.

OKAZAKI, K.; KAWANO, T. **Cytogenetic effects of  $^{60}\text{Co}$  gamma radiation on *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) embryos.** *Caryologia*, v. 44(2), p. 121-136, 1991.

RAMOS, M. C. **Ocorrência e positividade de *Biomphalaria glabrata* por *Schistosoma mansoni* no bairro da Vila Embratel e sua relação com o meio ambiente.** Monografia (Graduação em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2007. 44p.

REY, L. **Parasitologia.** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

REY, L. **Bases da parasitologia médica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

RODRIGUES, M. **Introdução ao geoprocessamento.** In: *Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento*. São Paulo: Sagres Editora, 1990.

SANTANA, K. W. C. **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. Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes, Sergipe, 2016.

SILVA, C. M. M. et al. **Esquistossomose é tema de encontro internacional realizado pela Fiocruz.** Observatório Epidemiológico, 5ª Semana Epidemiológica, 2011.

SMITH, S. R.; TERRY, R. J. **Immunology of schistosomiasis.** Boletim da Organização Mundial de Saúde, n. 51, p. 553-595, 1974.

SOUZA, M. A. A. et al. **Levantamento malacológico e mapeamento das áreas de riscos para transmissão da esquistossomose mansônica no município de Mariana, Minas Gerais, Brasil.** *R. Ci. Méd. Biol.*, v. 5(2), p. 132-139, mai./ago. 2006.

TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, G. S.; VIALI, A. M; MUNIZ, S. S. **Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009.** *Eng. Sanit. Ambient.*, v.19, p. 87-96, 2014.

TIBIRIÇÁ, S. H. C. **Identificação morfológica e molecular, biometria, abundância e distribuição geográfica de *Biomphalaria* spp (PRESTON, 1910) (Molusca, Planorbidae), no município de Juiz de Fora, Minas Gerais.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2006.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em Ecologia.** 3. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.

WHO: WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Schistosomiasis. Fact sheet.** Disponível: em < <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs115/en/>>. Acesso em 01/11/2017.

## ANEXO

**Anexo A-** Casos de esquistossomose em São Luís, Maranhão, no período de 2013 a 2017.

<b>Bairro</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>
<b>Barreto</b>	6	5	2	1	6	20
<b>Conj. Cohatrac II</b>	*	4	*	*	*	4
<b>Coroadinho</b>	3	3	6	3	*	15
<b>Coroado</b>	11	1	0	0	*	12
<b>Itaqui</b>	0	1	*	*	*	1
<b>Madre de Deus</b>	3	*	*	*	*	3
<b>Sá Viana</b>	2	10	5	2	4	23
<b>Vila Embratel</b>	3	19	8	1	0	31
<b>Vila Nova</b>	0	1	0	0	*	1
<b>Vila Jambeiro</b>	5	2	1	1	0	9
<b>Salina do Sacavém</b>	*	1	4	4	*	9
<b>Total</b>	33	47	26	12	10	<b>128</b>

Fonte: PCE/Secretaria Estadual de Saúde, 2017 (Adaptado).  
Os (\*) representam os dados não coletados no referido ano.