

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

RUBENS DOS SANTOS VIEIRA JUNIOR

**ESTUDO DE ÁREA DE RISCO PARA ESQUISTOSSOMOSE EM
REGIÃO NÃO ENDÊMICA DO SUL DE MINAS GERAIS**

**ALFENAS/MG
2013**

RUBENS DOS SANTOS VIEIRA JUNIOR

**ESTUDO DE ÁREA DE RISCO PARA ESQUISTOSSOMOSE EM
REGIÃO NÃO ENDÊMICA DO SUL DE MINAS GERAIS**

Dissertação, apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biociências Aplicadas à Saúde pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Doenças Infecciosas e Parasitárias. Orientadora: Dra. Raquel Lopes Martins Souza. Co-orientador: Dr. Ericson Hideki Hayakawa.

ALFENAS/MG
2013

Vieira Junior, Rubens dos Santos.

Estudo de área de risco para esquistossomose em região não endêmica do sul de Minas Gerais / Rubens dos Santos Vieira Junior. - 2013.

78 f. -

Orientadora: Raquel Lopes Martins Souza.

Dissertação (Mestrado em Biociências Aplicadas à Saúde) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2013.

Bibliografia.

1. Análise Espacial. 2. Esquistossomose. 3. Biomphalaria. I. Souza, Raquel Lopes Martins. II. Título.

CDD: 616.963

RUBENS DOS SANTOS VIEIRA JÚNIOR

**ESTUDO DE ÁREA DE RISCO PARA ESQUISTOSSOMOSE EM
REGIÃO NÃO ENDÊMICA DO SUL DE MINAS GERAIS**

A Banca examinadora abaixo assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biociências Aplicadas à Saúde pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Doenças Infecciosas e Parasitárias.

Aprovada em:

Prof^o. RAQUEL LOPES MARTINS SOUZA
Instituição: UNIFAL

Assinatura:



Prof^o. RÚBIA GOMES MOKATO
Instituição: UNIFAL

Assinatura:



Prof^o. Rafaella Fortini Grenfell e Queiroz
Instituição: Fiocruz / CPqRR

Assinatura:



Dedico a Deus, a meus pais,
irmãos, professores e amigos
pelo apoio na realização deste
trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu disposição e saúde para realizar o trabalho.

Aos meus pais Rubens e Bernadete, pela compreensão, paciência e apoio nas horas mais difíceis.

À meu grande irmão Felipe, pelo companheirismo e pela sua ajuda.

À minha querida namorada Camila pelo longo tempo de convivência, amor, paciência e dedicação.

À minha orientadora Dra. Raquel Lopes Martins Souza, modelo de competência e dedicação. Sem sua ajuda seria impossível terminar este trabalho.

A meu co-orientador Dr. Ericson Hideki Hayakawa, pela sua amizade, dedicação e pelos trabalhos de campo. Sua ajuda foi fundamental em todo o projeto. Mesmo quando foi embora nunca deixou de se preocupar e de me orientar.

À Superintendência Regional de Saúde de Alfenas, pelo esforço junto as Prefeituras municipais em demonstrar a importância do Projeto.

Às Prefeituras Municipais de Arceburgo e Guaranésia pela cooperação na realização do trabalho.

A todos os Agentes de Saúde que se envolveram no projeto, principalmente ao Sr. Joaquim que esteve presente em praticamente todas as saídas de campo.

A todos os amigos, colegas, professores e funcionários da Universidade federal de Alfenas por fazerem parte da minha história desde a graduação.

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)

RESUMO

Este trabalho apresenta a distribuição espacial da esquistossomose por meio das geotecnologias, visando melhor caracterizar a distribuição da prevalência da doença e de seus hospedeiros intermediários. O estudo foi realizado nos municípios de Guaranésia e Arceburgo MG, situados no Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais. Esta área é considerada não endêmica para esquistossomose, mas merece atenção pela presença dos hospedeiros intermediários e por importar mão de obra de trabalhadores de áreas endêmicas, o que resulta em risco para estabelecimento de focos de transmissão. Os procedimentos consistiram principalmente da execução de três etapas: i) realização de diagnósticos em trabalhadores, ii) campanhas de campo em busca de caramujos e iii) análise espacial a partir de dados de geotecnologias. Foram realizados 480 exames nos trabalhadores rurais utilizando-se 2 métodos para o diagnóstico; Kato-Katz e Lutz/HPJ. A campanha de campo em busca de caramujos procurou abranger os principais pontos na área estudo. Para realização da análise espacial, foram utilizadas imagens Landsat-5/TM de 27/03/2011 e modelos digitais de elevação (MDEs) proveniente da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). As imagens foram obtidas do catálogo de imagem do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e da Universidade de Maryland. O MDE foi obtido do catálogo da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Com o modelo digital de elevação foi confeccionado o mapa hipsométrico a fim de caracterizar topograficamente a área de estudo. A elaboração do mapa de drenagem e demais recursos hídricos foi obtido com a vetorização desses elementos tendo como base o MDE e as imagens Landsat. Também foi realizada a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo. Os locais onde foram encontrados caramujos e pessoas infectadas foram plotados espacialmente no mapa e foi utilizado o estimador de intensidade kernel. Na campanha de campo foram encontrados 7 focos do vetor *B.tenagophila* em Arceburgo, totalizando 752 caramujos. Não foi encontrado nenhum molusco infectado. O coeficiente geral de prevalência de enteroparasitos para Arceburgo e Guaranésia foi de aproximadamente 13,5 %, de um total de 480 pessoas, sendo 4,4 % somente para *S. mansoni*. Através da análise espacial foi possível identificar quatro “áreas quentes” de concentração de caramujos no município de Arceburgo: 3 na zona rural e uma na zona urbana do município, onde foi encontrada a maioria dos caramujos *B. tenagophila*. Com relação aos casos humanos, observou-se uma área concentrando todos os casos na zona rural de Guaranésia. Os resultados indicam uma tendência espacial para o risco de transmissão da esquistossomose na área de estudo.

Palavras chave: Análise Espacial. Esquistossomose. *Biomphalaria*

ABSTRACT

This paper presents the spatial distribution of Schistosomiasis through geotechnology aiming to better characterize the distribution of the prevalence of the disease and its intermediate hosts. The study was conducted in the municipalities of Guaranésia and Arceburgo MG, located in the South/Southwest of Minas Gerais. This area is not considered endemic for schistosomiasis, but it deserves attention by the presence of intermediate hosts and to import labor from workers in endemic areas, resulting in risk to establish foci of transmission. The procedures mainly consisted of running three stages: i) diagnostic for workers , ii) field campaigns in search of snails and iii) spatial analysis from data geotechnology. 480 examinations were conducted in farm workers using 2 methods for diagnosis; Kato - Katz and Lutz / HPJ. The field campaign in search of snails sought to cover the main points in the study area. To perform spatial analysis, images were used Landsat-5/TM of 27/03/2011 and digital elevation models (DEMs) from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). The images were obtained from the image catalog of the National Institute for Space Research (INPE), and the University of Maryland. The DEM was obtained from the catalog of the National Aeronautics and Space Administration (NASA). With the digital elevation model was made the topographic map for characterize topographically the study area. The preparation of the map of drainage and other water resources was obtained through vectorization of these elements based on the DEM and Landsat images. We also carried out the preparation of the statement of use and occupation of land. The locations where they were found and infected snails were plotted spatially on the map and we used the kernel intensity estimator. In the field campaign 7 places with *B. tenagophila* were found in Arceburgo, totaling 752 snails. No infected snails were found. The overall prevalence of enteroparasites in Arceburgo and Guaranésia was approximately 13.5% for a total of 480 tests and only 4.4% for *S. mansoni*. The spatial analysis was possible to identify four "hot spots" of snails in the municipality of Arceburgo: 3 in the rurall area and 1 in the urban area, where the most snails *B. tenagophila*. With respect to human cases, it was observed one area concentrating all the cases in rural Guaranésia. Results indicate a spatial trend in the risk of transmission of Schistosomiasis in the study area.

Keywords: Spatial Analysis. Schistosomiasis. *Biomphalaria*

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Casal de vermes adultos.....	13
Figura 2 - Ovo de <i>S. mansoni</i>	14
Figura 3 - Distribuição geográfica de <i>Biomphalaria glabrata</i> no Brasil.....	16
Figura 4 - Distribuição geográfica de <i>Biomphalaria tenagophila</i> no Brasil.....	17
Figura 5 - Distribuição geográfica de <i>Biomphalaria straminea</i> no Brasil.....	18
Figura 6 - Ciclo de vida do <i>Shistosoma mansoni</i>	21
Figura 7 – Mapa de Londres com óbitos por cólera identificados por pontos e poços de água representados por cruces.....	26
Figura 8 - Distribuição da helmintose de acordo com seus agentes etiológicos: <i>S.mansoni</i> , <i>S.haematobium</i> , <i>S.intercalatum</i> , <i>S.japonicum</i> , <i>S.mekongi</i>	29
Figura 9 - Distribuição global da esquistossomose.....	30
Figura 10 - Distribuição da esquistossomose na América Latina e Caribe.....	31
Figura 11 - Distribuição da esquistossomose mansônica, de acordo com a faixa de prevalência dos municípios.....	32
Figura 12 - Área endêmica para esquistossomose em Minas Gerais, Brasil.....	33
Figura 13 - Área de estudo.....	37
Figura 14 - Desenho Epidemiológico.....	38
Figura 15 – Panfleto distribuído durante a palestra.....	40
Figura 16 - Coleta de moluscos <i>Biomphalaria sp.</i>	43
Figura 17 - Fluxograma do processamento digital das imagens.....	44
Figura 18 - Principais locais onde foram encontrados exemplares de <i>B. tenagophila</i> no município de Arceburgo MG.....	51
Figura 19 - Modelo digital de elevação, rede de drenagem e pontos denotando os locais onde foram encontrados caramujos e pessoas infectadas na área de estudo.....	54
Figura 20 - Hidrografia da área de estudo e análise de densidade Kernel.....	55
Figura 21 - Hidrografia da área de estudo e análise de densidade Kernel.....	57
Figura 22 - Alojamento de trabalhadores rurais imigrantes.....	58
Figura 23 - Mapa de cobertura e pontos denotando os locais onde foram encontrados caramujos e pessoas infectadas na área de estudo.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Qualidade da classificação associada aos valores da estatística KAPPA.....	48
Tabela 2 - Prevalência de parasitoses intestinais em indivíduos imigrantes do norte do Estado de Minas Gerais e da região nordeste do país.....	49
Tabela 3 - Moluscos capturados nos municípios de Guaranésia e Arceburgo MG.....	50

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	11
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 <i>Schistosoma mansoni</i> e a esquistossomose.....	13
2.2 Hospedeiros intermediários do <i>S. mansoni</i>	15
2.3 Ciclo biológico do <i>S.mansoni</i>	19
2.4 Diagnóstico.....	22
2.5 O controle da esquistossomose e as geotecnologias.....	25
2.6 Aspectos históricos e epidemiológicos da esquistossomose mansônica.....	28
2.6.1 Aspectos relacionados à prevalência da esquistossomose no Sul Sudoeste do Estado de Minas Gerais.....	34
3 - OBJETIVOS	35
3.1 Objetivo geral.....	35
3.2 Objetivos específicos.....	35
4 - CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	36
5 - METODOLOGIA	36
5.1 Área de estudo.....	36
5.2 Desenho epidemiológico do estudo.....	38
5.3 População de Estudo.....	39
5.4- Coleta de dados.....	39
5.5 - Exame de fezes.....	40
5.5.1- Método de Kato – Katz.....	41
5.5.2 - Método de Lutz/HPJ.....	41
5.6 - Coleta de moluscos límnicos.....	42
5.6.1 - Identificação morfológica das espécies de moluscos.....	43
5.6.2 - Exame de formas larvais de trematódeos em moluscos.....	44
5.7 Processamento dos dados de geotecnologias.....	44
5.7.1 - Validação da Exatidão do Mapeamento.....	46
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
7 - CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE	76
ANEXO	78

1- INTRODUÇÃO

A esquistossomose é uma doença crônica que afeta 240 milhões de indivíduos em 76 países do mundo. Destes, 120 milhões de indivíduos são sintomáticos e 20 milhões apresentam a forma grave da doença. Estima-se que até 280 mil pessoas morram por ano em todo o mundo devido às consequências da infecção (1,2).

Nas Américas, o Brasil possui 95% dos casos e estima-se que 5,4 % da população apresenta-se infectada, ou seja, cerca de 7 milhões de pessoas, sendo que outras 30 milhões vivem em regiões onde há transmissão da doença (3,4,5). Sua distribuição no país ocorre em 19 estados, numa faixa contínua ao longo do litoral, desde os Estados do Rio Grande do Norte até a Bahia, alcançando o interior de Minas Gerais e Espírito Santo (6).

Em 1976 foi criado o Programa Especial de Controle da Esquistossomose (PECE), sendo mais tarde chamado de Programa de Controle da Esquistossomose. Este é baseado principalmente no tratamento dos doentes e na realização de inquéritos coproscópicos. Os resultados deste programa indicaram uma significativa redução da prevalência e incidência de formas graves da doença (7). Contudo os resultados devem ser analisados com cautela, pois estudos sugerem que a prevalência da esquistossomose no Brasil é subestimada, devido à dificuldade em diagnosticar indivíduos com baixa carga parasitária (7,8).

Além dos casos humanos, outro aspecto importante que deve ser levado em consideração quando se pretende estudar o risco de estabelecer focos de transmissão em uma região é a fauna malacológica, especialmente a distribuição dos caramujos do gênero *Biomphalaria*, hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*. É sabido que a distribuição da esquistossomose no território brasileiro coincide com distribuição desses moluscos. No país, têm-se dez espécies do gênero *Biomphalaria*, mas somente três foram encontradas eliminando cercarias de *S. mansoni* em ambientes aquáticos naturais: a *Biomphalaria glabrata*, a *Biomphalaria tenagophila* e a *Biomphalaria straminea* (9,10,11).

Trabalhos que relacionam essas diversas variáveis envolvidas no estabelecimento e manutenção de focos da doença têm sido beneficiados pelas ferramentas de geotecnologias, como por exemplo, o sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O primeiro é representado principalmente

pelas imagens de satélite. Por definição, é a forma de se obter informações sobre os objetos da superfície terrestre a partir das interações entre a radiação eletromagnética e as propriedades físico química dos objetos, sem manter contato direto com o objeto ou fenômeno (12). Já o SIG é um sistema de informação baseado em computador que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados (13). Como exemplos de aplicações das geotecnologias no campo da saúde, tem-se a descrição espacial de um evento de saúde, a identificação de riscos ambientais e ocupacionais, a análise de situação de saúde em uma dada área geográfica, entre outras (14).

Considerando que a esquistossomose é uma doença determinada no espaço e no tempo por fatores sócios ambientais, as geotecnologias podem ser empregadas para melhor caracterizar a distribuição da prevalência da doença e de seus hospedeiros intermediários (15,16). Com isso, observa-se na literatura um amplo leque de trabalhos em diferentes regiões do Brasil e no mundo que tem obtido sucesso na aplicação das geotecnologias em estudos que abordem a esquistossomose (17, 18, 19, 20).

Neste contexto, o presente trabalho integra dados malacológicos, parasitológicos e do ambiente físico para melhor compreensão da dinâmica da esquistossomose em uma região não endêmica do sul/sudoeste de Minas Gerais. Apesar da não endemicidade, esta região exhibe condições favoráveis para o estabelecimento de focos de transmissão, pois possui uma ampla rede de drenagem, muitas delas utilizadas como açudes, onde já foram encontradas algumas espécies de caramujos do gênero *Biomphalaria*, transmissoras da esquistossomose (21). Além disso, empresas agropecuárias, principalmente na época de safras, importam mão de obra de outras regiões do estado, regiões estas endêmicas para a doença. Vale ressaltar que a maior parte dos trabalhos realizados na região sul - sudoeste de Minas Gerais datam das décadas de 80 e 90 (22, 23, 24, 25). Dessa forma, os resultados obtidos poderão auxiliar na identificação de potenciais áreas de risco, além de auxiliar no direcionamento de ações de prevenção e controle mais eficazes.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Schistosoma mansoni* e a esquistossomose

O *S. mansoni* pertence ao filo Platyhelminthes, classe trematoda, família Schistomatidae e gênero *Schistosoma*. Os helmintos dessa família caracterizam-se pelo acentuado dimorfismo sexual e por parasitarem vasos sanguíneos de aves, mamíferos e alguns répteis (26).

O verme adulto de *S.mansoni* possui corpo cilíndrico, delgado e longo. As membranas do seu tegumento (interface de contato entre o parasito e hospedeiro) são constituídas por sete camadas (heptalaminar). Essas camadas estão em contínua renovação, fato importante na capacidade de evasão frente à resposta imune do hospedeiro (26).

O macho mede cerca de 1 cm de comprimento e possui tegumento recoberto por minúsculos espinhos e tubérculos. Seu corpo é dividido em duas partes: anterior, que apresenta a ventosa oral, ventral e a região posterior, onde se encontra o canal ginecóforo. Este canal são dobras das laterais do corpo, que serve para albergar a fêmea e fecundá-la (fundamental para proteção e maturidade sexual) (FIGURA 1).

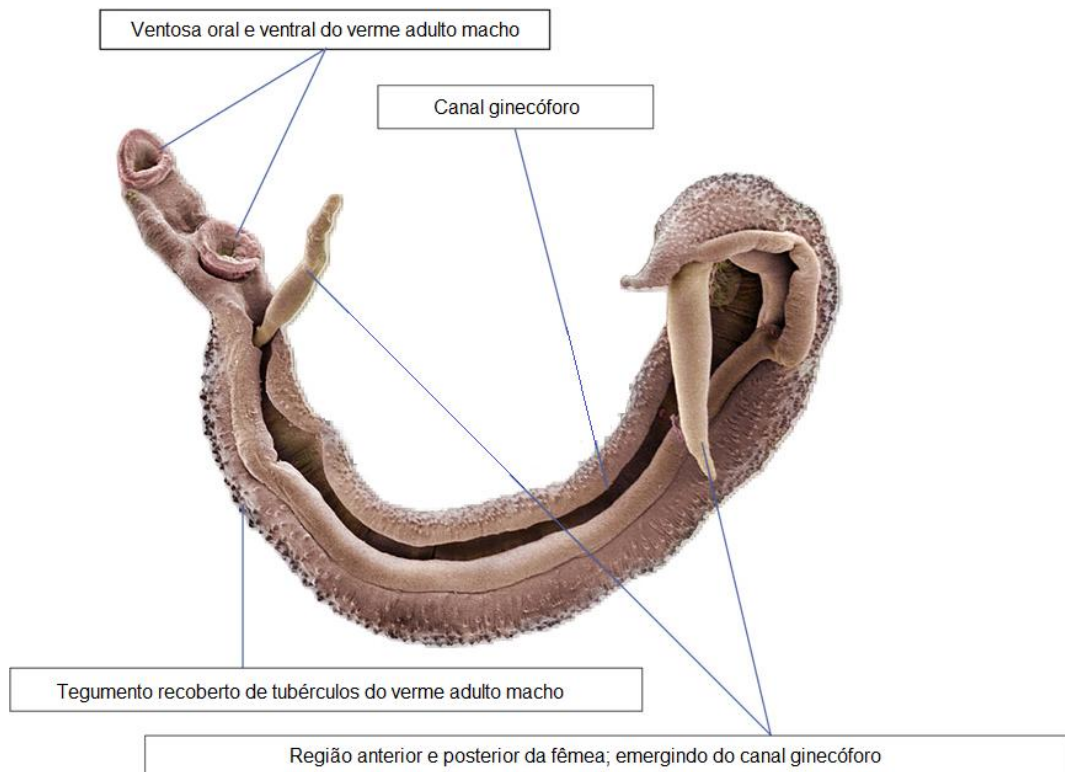


Figura 1 – Casal de vermes adultos (26)

Fonte: GRYSSELS, B. (2012)

A fêmea é mais delgada, medindo cerca de 1,5 cm de comprimento e a topografia do seu corpo é mais simples em relação ao macho, com aspecto liso. Também apresenta uma coloração mais escura em decorrência da semidigestão do sangue presente no ceco e do pigmento dessa digestão, a hemozoína. Podem produzir de 100 a 300 ovos por dia que são depositados nas veias mesentéricas. Os ovos possuem uma casca transparente, formato oval, medem cerca de 150 μm de comprimento por 60 μm de largura e sua parte mais larga possui espícula lateral (FIGURA 2).

Alguns desses ovos atravessam os capilares sanguíneos para a luz intestinal e outros ficam retidos nos tecidos. Ao redor dos ovos que permanecem nos tecidos ocorre uma resposta inflamatória granulomatosa (formação de granulomas). Esta resposta causa a patologia da esquistossomose (26).



Figura 2 – Ovo de *S. mansoni* (27)
Fonte: CDC (2013)

2.2 Hospedeiros intermediários do *S. mansoni* e sua distribuição geográfica no Brasil

O *S. mansoni* é transmitido por caramujos de água doce, hermafroditas e pertencentes ao filo Mollusca, classe Gastropoda, subclasse pulmonata, família Planorbidae, gênero *Biomphalaria*. No Brasil, já foram descritas onze espécies e uma subespécie: *B. glabrata* (Say, 1818), *B. tenagophila* (d'Orbigny, 1835), *B. straminea* (Dunker, 1848), *B. amazonica* (Paraense, 1966), *B. peregrina* (d'Orbigny, 1835), *B. occidentalis* (Paraense, 1981), *B. intermedia* (Paraense & Deslandes, 1962), *B. schrammi* (Crosse, 1864), *B. oligoza* (Paraense, 1975), *B. kuhniana* (Clessim, 1883), *B. tenagophila guaibensis* (Paraense, 1984) e *Biomphalaria cousini* (Paraense, 1966) (28). De todas as espécies listadas, apenas *B. glabrata*, *B. tenagophila* e *B. straminea* são responsáveis pela transmissão da esquistossomose no Brasil, sendo encontradas naturalmente infectadas e eliminando cercárias (29, 30). Salienta-se que *B. peregrina*, *B. amazônica* e *B. cousini* foram infectadas experimentalmente, o que as torna hospedeiras em potencial de *S. mansoni* (10, 31).

A espécie *B. glabrata* é a de maior importância epidemiológica no Brasil, devido a sua ampla distribuição geográfica, presença nos locais de maiores prevalência e eficiência na suscetibilidade pelo parasito. Apresenta os maiores índices de infecção experimental e natural em relação a *B. tenagophila* e *B. straminea* (32, 33). Atualmente pode ser encontrada em 1327 municípios, distribuídos nos Estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo, Sergipe e no Distrito Federal (FIGURA 3) (9, 34).

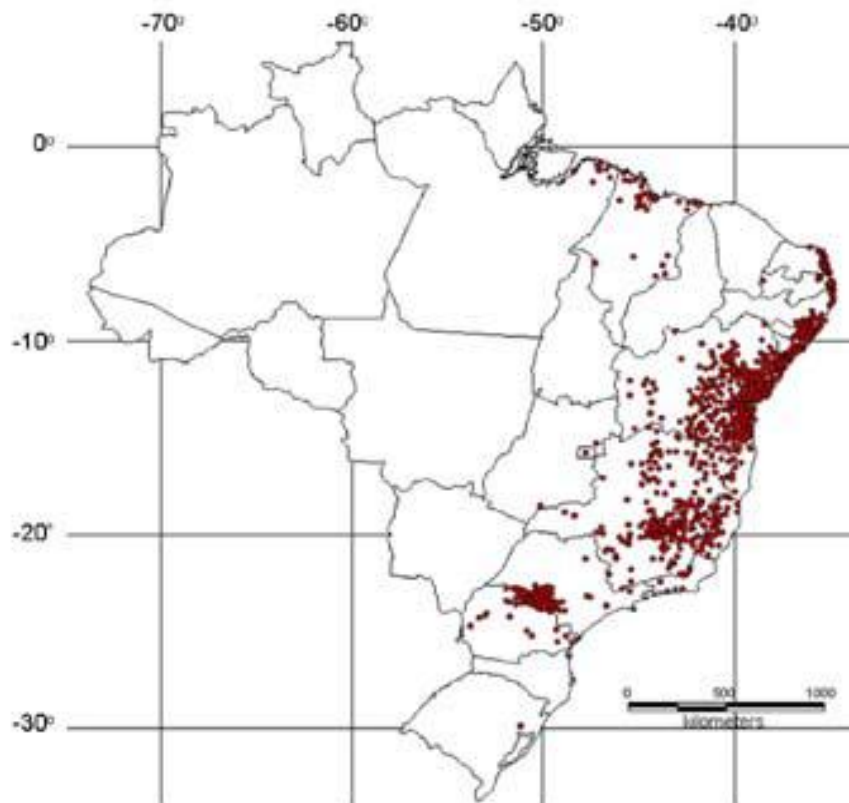


Figura 3 – Distribuição geográfica de *Biomphalaria glabrata* no Brasil denotada no mapa pelos pontos vermelhos (35)
 Fonte: CARVALHO E CALDEIRA (2004)

A espécie *B. tenagophila* é a segunda espécie de importância epidemiológica no Brasil. Encontra-se em 10 estados brasileiros (Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo) distribuídos em 603 municípios, além do Distrito Federal (FIGURA 4) (34, 36). No estado de São Paulo está presente em praticamente todas as bacias hidrográficas, sendo considerada a principal espécie transmissora da esquistossomose neste estado (37). Em Minas Gerais já foi encontrada naturalmente infectada nos municípios de Belo Horizonte, Itajubá, Ouro Branco e Jaboticatubas (27, 38, 39).

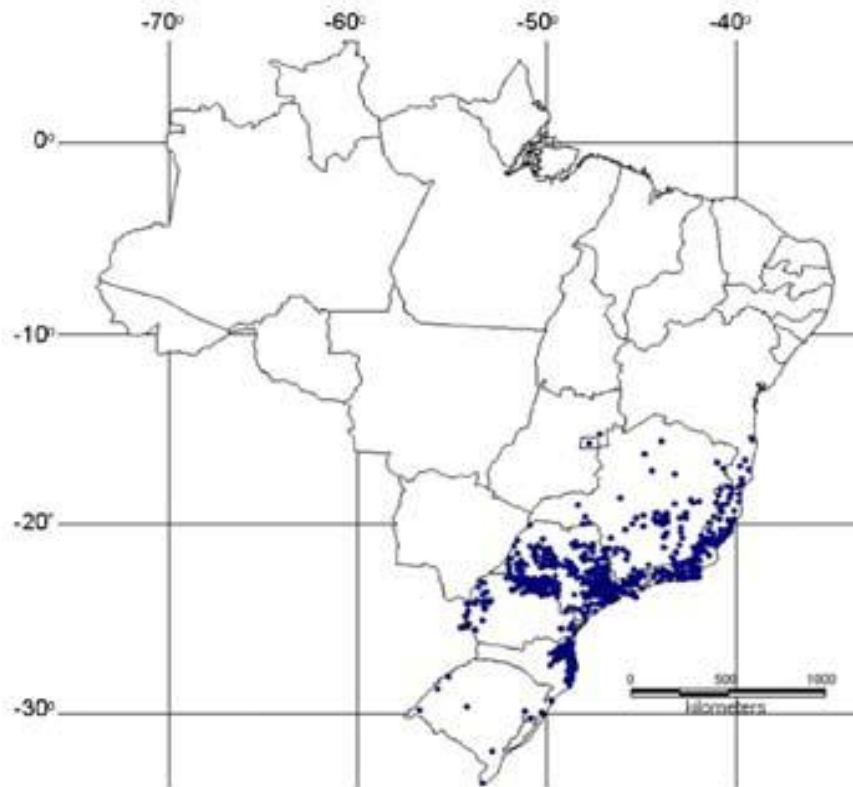


Figura 4 – Distribuição geográfica de *Biomphalaria tenagophila* no Brasil denotada no mapa pelos pontos azuis (35)
Fonte: CARVALHO E CALDEIRA (2004)

B. straminea é encontrada em praticamente todos os estados brasileiros, com exceção de Amapá e Rondônia (FIGURA 5) (35, 40). Apesar dos índices de infecção natural desta espécie ser em torno de 1%, mantém elevadas taxas de infecção humana em determinadas áreas do Nordeste (41). Podem-se citar os municípios de Vicência, Escada, Ribeirão e Gameleira no Estado de Pernambuco que, em décadas passadas, apresentavam taxas de infecção para esquistossomose de 70 a 90%, sendo a principal espécie transmissora *B. straminea* (42).



Figura 5 – Distribuição geográfica de *Biomphalaria straminea* no Brasil denotada no mapa pelos pontos verdes (35)
 Fonte: CARVALHO E CALDEIRA (2004)

O conhecimento da distribuição geográfica dos hospedeiros intermediários é fundamental para direcionar ações de prevenção e controle para esquistossomose. Neste sentido, muitos trabalhos utilizam dados de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica para obtenção de resultados mais precisos quanto à distribuição dos caramujos (43, 44, 45). Adicionalmente, deve-se proceder também a correta identificação dos caramujos do gênero *Biomphalaria*, bem como a detecção de espécies infectadas ou suscetíveis ao *S. mansoni*. A identificação dos hospedeiros intermediários, rotineiramente pauta-se na morfologia comparada das conchas, anatomia dos órgãos do aparelho reprodutor e características da crista renal. A identificação do parasito é realizada através dos exames dos caramujos, após exposição a estímulos luminosos ou esmagamento das conchas entre placas de vidro para analisar a presença ou ausência de estádios larvais (11).

Recentemente têm sido utilizada técnicas da epidemiologia molecular, a qual se pauta na biologia molecular para identificar os caramujos e detectar o parasito, através da PCR (Polymerase Chain Reaction) (46). Esta ferramenta tornou-se fundamental na identificação de espécimes similares, pequenas e que tenham sido coletadas de forma inadequada (47).

2.3 Ciclo biológico do *S.mansoni*

O *S.mansoni* possui um ciclo de vida complexo (FIGURA 6) (48). Resumidamente, possui uma fase de vida parasitária assexuada no hospedeiro intermediário, outra sexuada no hospedeiro definitivo e dois períodos de vida livre em meio aquático: as fases de miracídio e cercária (49, 50). As cercárias constituem as formas infectantes para os hospedeiros vertebrados e emergem a partir de moluscos infectados do gênero *Biomphalaria*. Quando presentes na água, nadam ativamente e podem penetrar em hospedeiros vertebrados suscetíveis ao *S. mansoni*. Ressalta-se que o principal hospedeiro vertebrado é o homem, onde os parasitos adultos são encontrados principalmente nas vênulas terminais do plexo mesentérico inferior do sistema porta hepático. Outros mamíferos das ordens Primates, Rodentia, Artiodactyla e Carnivora podem ser considerados hospedeiros reservatórios, porém o papel destes hospedeiros na manutenção do ciclo ainda não esta elucidado, apesar da capacidade dos mesmos de eliminarem ovos viáveis nas fezes (51). A partir do contato entre as cercarias e os hospedeiros suscetíveis, inicia-se a penetração que pode durar de 5 a 15 minutos. Este processo de penetração dá-se com o auxílio de duas ventosas que são utilizadas para fixação. Após estarem fixadas entre os folículos pilosos, as cercárias penetram ativamente devido a realização de movimentos mecânicos e à ação das secreções proteolíticas das glândulas de penetração. Após este processo elas perdem a cauda e se diferenciam em esquistossômulos, que permanecem na pele por até três dias e depois atingem a circulação venosa, alcançando o coração, pulmões e fígado, onde os parasitos alcançam a maturidade em torno de 28 dias após a infecção. No fígado, as formas jovens crescem (alimentando-se de globinas do hospedeiro), diferenciam-se sexualmente, acasalam-se e migram para as veias mesentéricas inferiores do sistema porta hepático. Neste local, as fêmeas iniciam a postura dos ovos em torno

do 35º dia após a infecção e podem eliminar cerca de 300 ovos por dia. Cerca de metade dos ovos ganham a luz intestinal e são eliminados com as fezes e os outros 50% ficam retidos nos tecidos dos hospedeiros, causando a reação granulomatosa, que constitui o principal fator causador da morbidade (52).

Quando os ovos maduros (seis a sete dias para tornarem-se maduros, contendo no seu interior o miracídio) atingem o ambiente aquático ocorre à ruptura da casca do ovo, permitindo a liberação do miracídio. Essas larvas possuem um tempo de vida de aproximadamente 8 horas para penetrarem nos hospedeiros intermediários (caramujos do gênero *Biomphalaria*). O encontro dos miracídios com seus respectivos hospedeiros é influenciado por aspectos químicos (substâncias liberadas pelos caramujos) comportamentais (fototropismo positivo) e morfológicos. (53). Este processo de penetração ocorre devido a uma papila apical ou terebratorium, que é uma estrutura localizada na região anterior da larva e nela encontra-se as terminações das glândulas adesivas e de penetração. Portanto, esta estrutura pode se amoldar em forma de ventosa garantindo a fixação no molusco e os movimentos do miracídio associado à descarga das glândulas de adesão e penetração garantem a invasão do tecido em um período que varia de 10 a 15 minutos. Neste processo a larva perde as glândulas de adesão, penetração e continua perdendo outras estruturas (epitélio ciliado, musculatura subepitelial e sistema nervoso). Dessa maneira, o miracídio transforma-se em um saco com paredes cuticulares, contendo a geração das células germinativas (cerca de 50 a 100 células) que recebe o nome de esporocisto primário. Estas células darão origem aos esporocistos secundários e destes, por reprodução assexuada, originam as cercárias, podendo um caramujo em sua vida eliminar 300 mil cercárias que poderão encontrar o hospedeiro definitivo completando assim o ciclo biológico (53).

O desenvolvimento do *S. mansoni* nos moluscos do gênero *Biomphalaria* pode durar de 27 a 30 dias em condições ideais de temperatura. Considerando a alta capacidade de reprodução do parasito, onde apenas um miracídio produz milhares de cercárias, uma pequena proporção de fezes humanas contendo ovos do parasito que atinja um corpo hídrico e contamine o hospedeiro intermediário, já seria suficiente para manter uma transmissão numa determinada área. Há, portanto, uma relação significativa entre os níveis de infecção e a ausência de tubulação de coleta de esgoto nos domicílios (1).

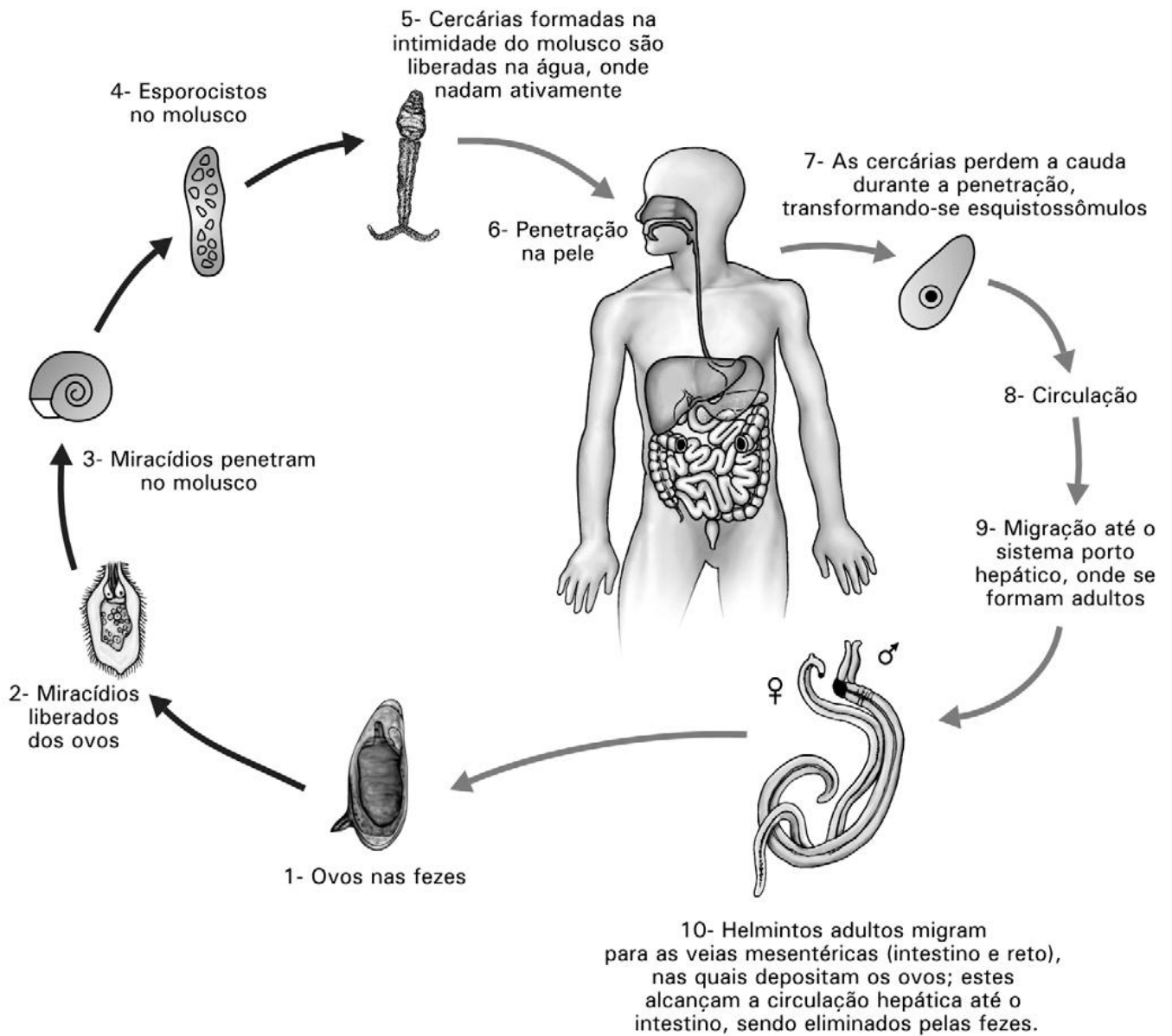


Figura 6 - Ciclo de vida do *Shistosoma mansoni* (48).

Fonte: SOUZA et al (2011).

2.4 Diagnóstico

O diagnóstico da esquistossomose pode ser realizado através de métodos parasitológicos, imunológicos e moleculares.

Os métodos parasitológicos ou diretos se fundamentam no encontro dos ovos do parasito nas fezes ou tecidos do paciente. Porém, estes exames podem levar a resultados falsos negativos, devido à baixa sensibilidade de diagnóstico em indivíduos com baixa carga parasitária, (54) ocasionando uma subestimativa da prevalência com consequências diretas na adoção de medidas profiláticas. (55, 56). Entre estes exames destacam-se os exames coprológicos e a biópsia retal. O diagnóstico feito pela biópsia retal é realizado através da raspagem da mucosa retal para detecção de ovos. Esta técnica é mais empregada para verificação do efeito da quimioterapia e controle individual de cura devido a sua alta sensibilidade. Também pode ser feita a biópsia hepática, entretanto não é recomendada para o diagnóstico exclusivo da esquistossomose. Apenas justifica-se quando existem suspeitas de outras etiologias que demandam o exame. De modo geral estes exames obtidos por meio de biópsias são métodos invasivos que devem ser realizados em ambiente hospitalar. (57). Apesar da alta sensibilidade, é inviável para estudos epidemiológicos.

Em relação aos exames coprológicos, estes apresentam inúmeras vantagens, destacando-se o baixo custo e a possibilidade de serem realizados em laboratórios com infraestrutura básica. Esses exames são divididos em qualitativos e quantitativos. Os métodos qualitativos detectam apenas a presença de ovos dos parasitos. Entre eles, destacam-se o método de Lutz/Hoffmann, Pons e Janner, descrito por Lutz (58) e modificado por Hoffmann e colaboradores (59), o método de flutuação (60) e o método de centrifugação em éter sulfúrico (61). Já os métodos quantitativos detectam a presença do parasito e o número de ovos ou miracídios presentes por grama de fezes, o que permite avaliar a intensidade da infecção e a eficácia do tratamento. Destacam-se o método de Kato-Katz (62), Eclosão de miracídios (63, 64), Gradiente salínico (65) e Helmintex (66). Dentre esses métodos destaca-se o Kato Katz, recomendado pela Organização Mundial de Saúde e utilizado no Programa de Controle da Esquistossomose. É o método de escolha nos inquéritos coproscópicos de rotina e nas investigações epidemiológicas. Apesar de seu baixo custo e praticidade, devem-se ressaltar suas desvantagens, como a

impossibilidade de execução em amostras diarreicas, baixa sensibilidade em pessoas com reduzida carga parasitária, não detecção de larvas de helmintos e cistos de protozoários e sua baixa reprodutibilidade entre amostras ou mesmo entre lâminas diferentes de um mesmo indivíduo (67). Algumas dessas limitações podem ser compensadas com a utilização de maior quantidade de amostras fecais ou coleta de mais de uma amostra por pessoa. (68, 56). O trabalho de Enk e colaboradores (56) mostra que à medida que se aumenta o número de lâminas e o número de amostras é possível aumentar a prevalência na região pesquisada. Este estudo demonstrou que a prevalência de 13,8% obtida com apenas uma lâmina de Kato-Katz de uma única amostra, aumenta para 27,2% com 10 lâminas em três amostras e chega a 35,4% com o uso combinado de técnicas. Os autores sugerem que o aumento de amostras fecais e número de lâminas produzidas por amostra seja uma estratégia de controle da esquistossomose em áreas de baixa transmissão.

Outra opção no diagnóstico da esquistossomose são os métodos imunológicos. Esses exames podem utilizar antígenos circulantes de *Schistosoma* ou anticorpos produzidos contra o parasito. Na detecção de antígenos circulantes utiliza-se anticorpo monoclonal fixado as paredes das cubas da placa de ELISA, que poderá se ligar aos determinantes antigênicos dos antígenos CAA (Antígeno Anódico Circulante) e CCA (Antígeno Catódico Circulante), derivados do epitélio intestinal dos parasitos (69). A presença destes antígenos indica infecção ativa. As desvantagens deste método devem-se a baixa sensibilidade nos casos de carga parasitária reduzida (70) e o seu alto custo pela dependência da produção de anticorpos monoclonais (71).

Os exames imunológicos que detectam anticorpos produzidos pelo indivíduo contra o parasito não permitem a certeza absoluta do parasitismo, pois podem ocorrer reações cruzadas com outros parasitos intestinais, infecções unissexuais, transferência de anticorpos maternos, contato com outras cercárias e persistência de anticorpos após a cura. Embora esses testes forneçam apenas evidências indiretas da presença do parasito, eles podem ser utilizados na triagem de indivíduos infectados em inquéritos epidemiológicos (54). Entre essas técnicas, os exames de imunofluorescência indireta e a ELISA (“Enzyme-linked immunosorbent assay”) são as mais aplicadas ao diagnóstico da doença (72). O método de ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) é mais usado para o diagnóstico por apresentar custo reduzido, facilidade de execução, reprodutibilidade e uma maior

sensibilidade e especificidade em relação às outras técnicas sorológicas. No entanto, quando utiliza-se antígenos brutos do verme adulto a prevalência pode ser superestimada, pois não ocorre diferenciação entre infecções passadas e ativas, além disso, pode apresentar reação cruzada com outros helmintos (73).

Através dos avanços tecnológicos, métodos moleculares como a PCR e a PCR-ELISA têm sido difundidos. A reação de PCR é baseada na amplificação de uma sequência de DNA altamente repetitiva encontrada no genoma de *S. mansoni* (74). Esta técnica é bastante sensível, permitindo detectar até um femtograma de DNA de *S. mansoni* em amostras de fezes humanas (75). Em relação à especificidade, foi demonstrada ausência da amplificação de DNA de outros helmintos (*Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale*, *Taenia solium*, and *Trichiuris trichiuria*) (76). Em um estudo comparativo deste método em relação ao exame parasitológico de KATO-KATZ, foi demonstrado que a PCR foi capaz de detectar um número maior de casos positivos em 194 amostras fecais examinadas por ambas as técnicas (75). Também há possibilidade do uso da PCR em amostras de urina (77).

Embora o diagnóstico molecular exiba melhores resultados em relação às técnicas de KATO-KATZ e detecção de antígenos parasitários circulantes, a PCR ainda não é indicada para uso de rotina pelo seu alto custo e por exigir complexa infraestrutura laboratorial. É mais indicada em áreas de baixa prevalência, em pacientes com baixa parasitemia e no controle de cura da esquistossomose, onde alta sensibilidade e especificidade são requeridas (78).

2.5 O controle da esquistossomose e as geotecnologias

Um programa de controle da esquistossomose pode ter dois focos: controle da morbidade, visando reduzir as formas graves da doença e o controle da transmissão, procurando interromper o ciclo de vida do parasito (79). Para o controle da morbidade utilizam-se medicamentos específicos, sendo que no Brasil a droga de escolha tem sido o Praziquantel. Seu mecanismo de ação baseia-se na inibição do fluxo de íons cálcio nas células do parasito, gerando uma contração muscular com consequente paralisação dos vermes. Também provoca danos no tegumento e alterações no sistema excretor (80, 81). É administrado em dose única de 50 mg/kg nos adultos e 60mg/kg nas crianças. Os efeitos colaterais mais comuns incluem náuseas, vômitos e dores abdominais. No Brasil sua distribuição é gratuita e está disponível na rede de Atenção Básica de Saúde dos municípios e nas unidades de referência para tratamento da esquistossomose (82).

Apesar do uso do medicamento ser eficaz, ele não é capaz de controlar os níveis de transmissão da doença a longo prazo, devido as reinfecções dos indivíduos de áreas endêmicas, possibilidade de resistência do parasito frente as drogas e a falta de saneamento básico de grande parte dessas regiões (83). Portanto, para o controle da transmissão é necessário uma abordagem mais ampla e integrada, que incluem ações como: tratamento dos doentes, controle de hospedeiros intermediários, educação em saúde e ampliação de redes de água e esgoto (84).

Para ampliar a capacidade do setor de saúde no controle da esquistossomose e de outras endemias é necessário que ocorra o desenvolvimento de novas ferramentas para a vigilância epidemiológica. Neste contexto, enquadram-se as geotecnologias. Essas ferramentas são definidas como um conjunto de técnicas computacionais de coleta, tratamento, manipulação e exibição de informações georreferenciadas, podendo funcionar na visualização dos eventos de saúde na forma de mapas para auxiliar no planejamento, monitoramento e avaliação das ações em saúde. (85, 86). O estudo considerado como pioneiro na incorporação de mapas na área da saúde foi realizado pelo médico inglês John Snow no ano de 1854 em Londres. Na época o médico buscava entender a transmissão da cólera, epidemia que vitimou inúmeros cidadãos londrinos e que ainda pouco se conhecia sobre os mecanismos causais da doença. Através da localização geográfica das

Atualmente a Cartografia Digital, o Sistema de Posicionamento Global (GPS - Global Position System), o Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) constituem as principais tecnologias empregadas na análise espacial (91). Entre elas destacam-se os Sistemas de Informações Geográficas, por ser a mais completa das geotecnologias, pela sua capacidade inserir e integrar as informações espaciais provenientes de todas as outras técnicas. Os SIGs podem ser definidos como um sistema computacional, que envolve *softwares* específicos utilizados para capturar, armazenar, recuperar, transmitir e manipular informações geográficas que podem ser relacionadas entre si e com outros dados não espaciais como registros alfanuméricos de um banco de dados, gerando informações que podem ser visualizadas sobre um mundo real com objetivo específico (13, 88). Esta ferramenta permite separar informações em diferentes camadas temáticas e armazená-las de forma independente, permitindo manipulá-las individualmente ou integrada com outras variáveis, de acordo com os interesses do usuário. A escolha dos temas que irão compor o banco de dados faz parte do processo de modelagem do sistema e estão subordinados aos objetivos do trabalho. Além disso, permite ao operador relacionar a informação existente através da posição e topologia dos objetos, com o fim de gerar novas informações (13, 88).

No campo da saúde, os SIGs permitem identificar áreas homogêneas, nas quais os indivíduos ou eventos relacionados compartilham condições similares (socioeconômicas, ambientais, etc), o que pode auxiliar na priorização das ações ou mesmo orientar os usuários dos sistemas na formulação de hipóteses sobre a gênese de determinadas doenças (91). Em relação à esquistossomose, por ser uma doença determinada no espaço e no tempo por fatores socioambientais, permite a utilização do SIG como ferramenta útil para conhecer a distribuição dos seus hospedeiros intermediários e de sua prevalência através da representação cartográfica desses elementos (44, 92). Diversas pesquisas demonstram a utilidade das geotecnologias na identificação e monitoramento da esquistossomose mansônica. No Brasil, o uso do SIG na esquistossomose foi utilizado pela primeira vez em 1999 no estado da Bahia (93). Os autores construíram mapas com a prevalência do *S. mansoni*, distribuição do hospedeiro intermediário e com as características ambientais da área de estudo com o objetivo de estudar a dinâmica espacial e temporal da doença, além de identificar as variáveis ambientais envolvidas no risco de transmissão. Os resultados indicaram que a densidade da

população e a duração do período seco anual são os fatores mais importantes da prevalência da esquistossomose nas áreas selecionadas para a pesquisa. Posteriormente, diversos trabalhos foram extremamente eficientes na delimitação de áreas de risco, trazendo novas perspectivas para a reformulação das estratégias de controle realizadas pelos órgãos de saúde (19, 20, 21, 43, 44, 45, 94, 95, 96). Importante ressaltar que atualmente o Ministério da Saúde recomenda que os dados de pesquisa dos exames coprológicos de fezes devam incluir as coordenadas geográficas dos domicílios com casos positivos para esquistossomose, por meio do uso de um Sistema de Posicionamento Global (GPS), para posterior inserção dos pontos em um mapa digitalizado e um banco de dados georreferenciados. Isto permite uma análise mais aprofundada das diferenças existentes entre os padrões de distribuição espacial da doença e suas relações com as fontes potenciais de risco existentes nas áreas endêmicas (84).

2.6 Aspectos históricos e epidemiológicos da esquistossomose mansôni

A esquistossomose é uma doença infecciosa parasitária, causada por parasitos do gênero *Schistosoma*. Esta enfermidade é conhecida pelo homem desde a antiguidade. Fato comprovado pela presença de ovos de *Schistosoma sp* em vísceras de múmias do antigo Egito. Porém, foi no ano de 1852 que Theodore Bilharz descreveu um parasito intravascular nos vasos mesentéricos de um camponês autopsiado. Em 1858, Weinland denominou o gênero deste helminto de *Schistosoma* (schisto = fenda; soma = corpo) (97,98).

No ano de 1907, Sambon denominou a espécie de *Schistosoma mansoni* especificando os vermes adultos produtores de ovos de esporão lateral. As observações desse autor, que o levaram a descrever uma nova espécie, foram vistas de forma independente por Manuel Augusto Pirajá da Silva, na Bahia, na mesma época denominando-a de *S. americanum*. Apesar disso, Sambon, em Londres, adiantou-se e descreveu a nova espécie, que por insuficiência de dados não foi muito aceita na época. Os trabalhos de Pirajá da Silva descreveram detalhadamente o parasito, confirmando a espécie identificada no mesmo período por Sambon. Mesmo assim a denominação da espécie permaneceu como *S.mansoni* (98, 99, 100).

Atualmente existem diversas espécies do gênero *Schistosoma* de importância epidemiológica em todo o mundo (FIGURA 8). Elas podem causar as diferentes formas da doença, destacando-se a forma intestinal, hepatointestinal, hepatoesplênica (causadas pelas espécies *S. mansoni*, *S. intercalatum*, *S. japonicum*, *S. mekongi*) e urogenital (*S. haematobium*) (98, 101, 102, 103).

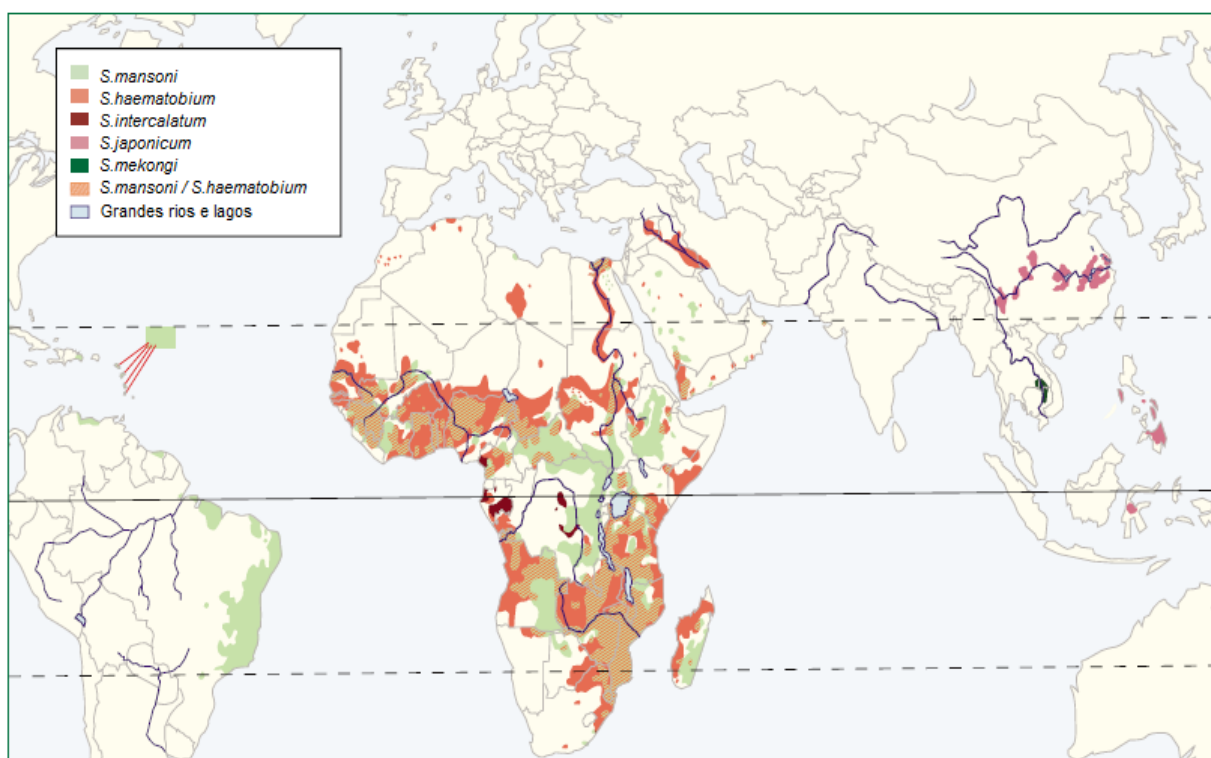


Figura 8 – Distribuição da helmintose de acordo com seus agentes etiológicos: *S. mansoni*, *S. haematobium*, *S. intercalatum*, *S. japonicum*, *S. mekongi* (102).
Fonte: GRYSSELS et al (2006)

Segundo a Organização Mundial de Saúde, em 2005, estimava-se que 240 milhões de pessoas encontravam-se infectadas com *Schistosoma sp* e outras 779 milhões vivendo em áreas de risco, distribuídas em 76 países, localizados no Oriente Médio, América do Sul, Sudoeste da Ásia e África (2). Dados mais recentes indicam que o continente Africano é responsável por 85% dos casos, onde existem três agentes etiológicos para a esquistossomose e os maiores índices de prevalência do mundo (FIGURA 9) (1, 104, 105).

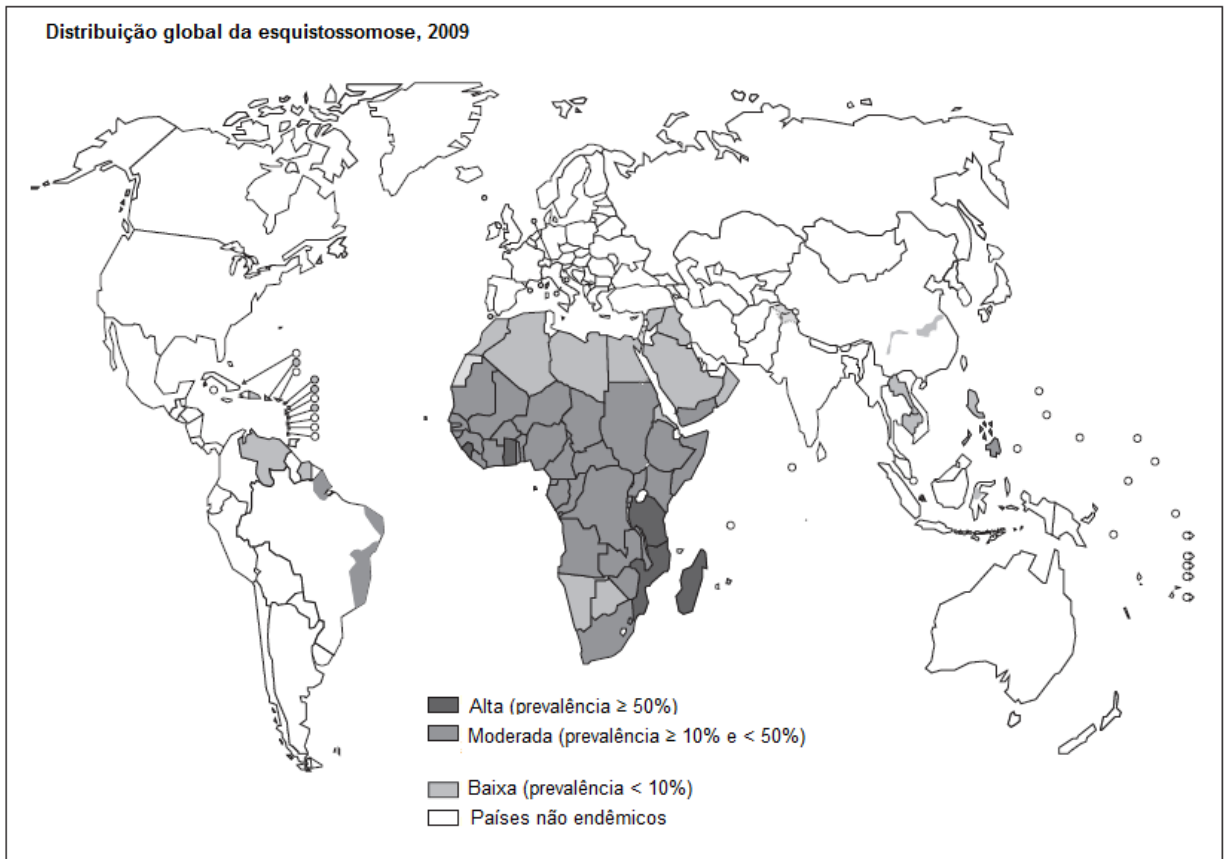


Figura 9- Distribuição global da esquistossomose (103).
 Fonte: WHO (2011)

No continente americano, várias espécies de *Schistosoma* foram introduzidas com o tráfico negreiro (entre os séculos XVI e XIX), e imigrantes orientais (início do século XX), mas apenas o *S. mansoni* fixou-se por encontrar hospedeiros intermediários suscetíveis, como algumas espécies de moluscos do gênero *Biomphalaria* (106). Atualmente, na América Latina a esquistossomose pode ser encontrada na ilha de Santa Lúcia, em partes do Brasil, Venezuela e Suriname (FIGURA 10). Não há evidência de sua presença nos últimos 10 anos na República Dominicana e em Porto Rico. No Caribe, a incidência da esquistossomose foi reduzida, apresentando indícios de sua eliminação (107, 108).

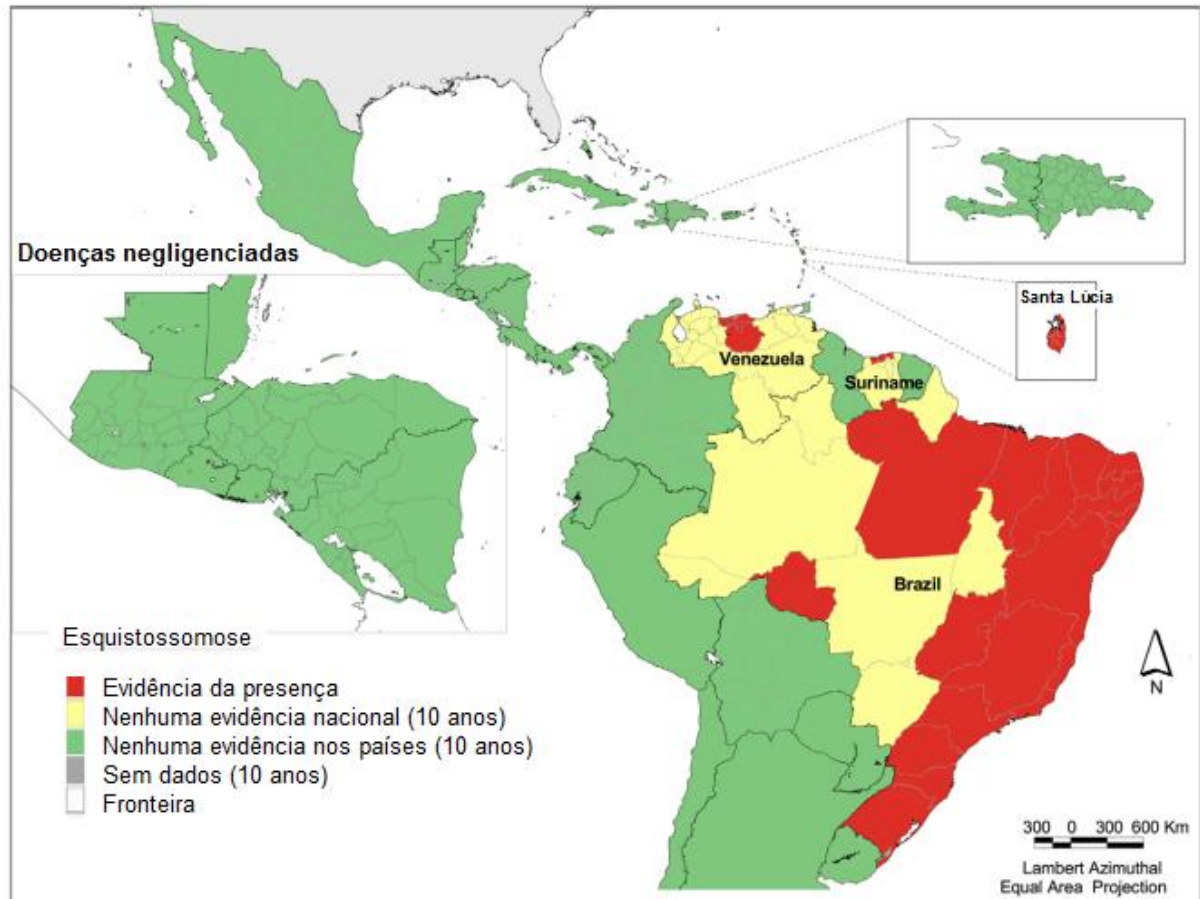


Figura 10 - Distribuição da esquistossomose na América Latina e Caribe (107).
Fonte: SCHNEIDER et al (2011)

No Brasil, a introdução da esquistossomose mansônica iniciou-se pelo Estado da Bahia, ainda no período colonial, durante o tráfico de escravos contaminados. Posteriormente, sucessivos movimentos migratórios da região Nordeste em direção as regiões Sudeste e Sul do país contribuíram para a expansão da infecção (108). A presença dos hospedeiros intermediários *B. tenagophila*, *B. glabrata* e *B. straminea*, associado a falta de saneamento básico, pobreza e precárias condições de trabalho foram determinantes na manutenção da infecção e no desenvolvimento de novas áreas endêmicas (109, 110).

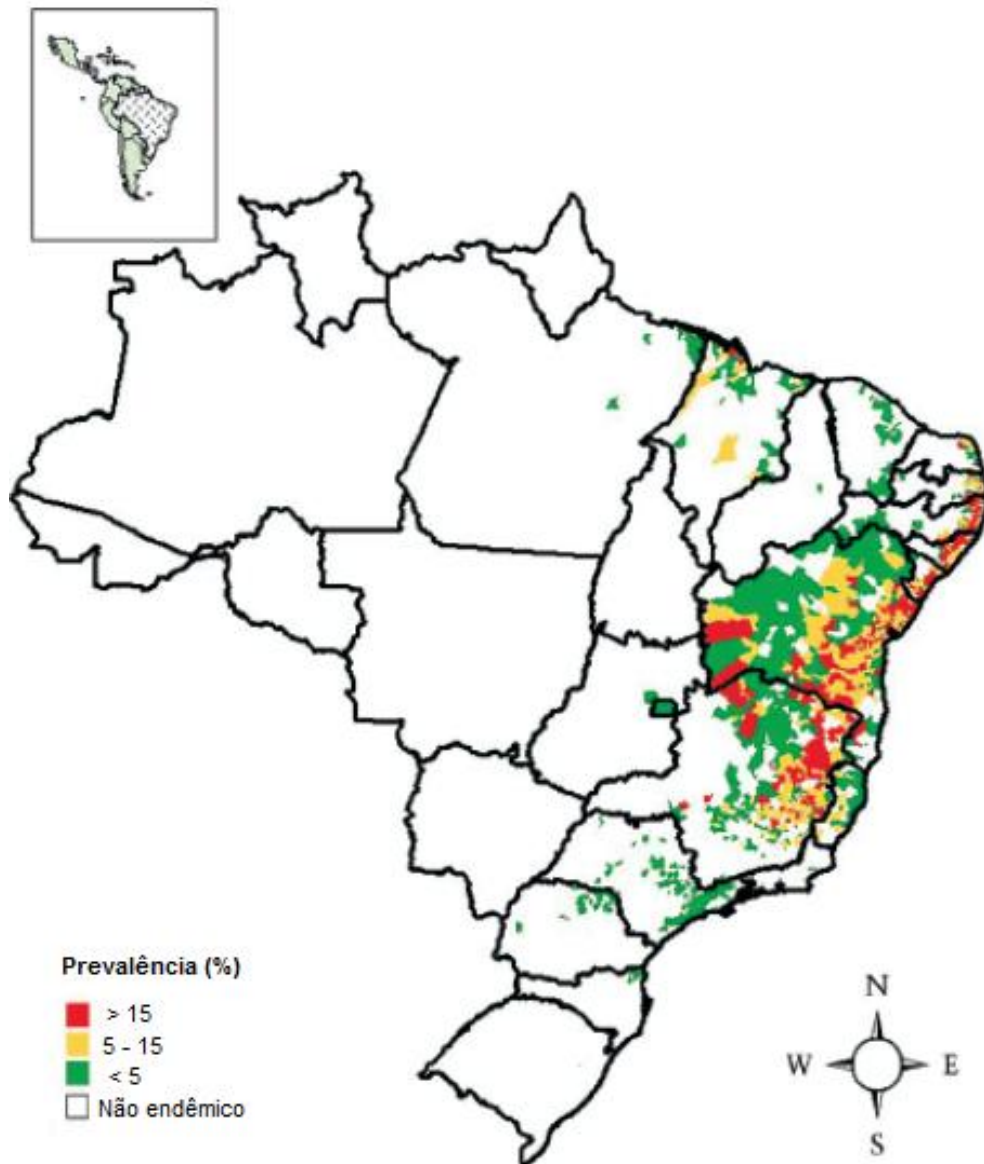


Figura 11 – Distribuição da esquistossomose mansônica, de acordo com a faixa de prevalência dos municípios (110).
 Fonte: AMARAL, et al (2006)

Na atualidade, a doença encontra-se presente em 19 estados e no Distrito Federal (FIGURA 11). Existe uma área endêmica do Ceará ao Espírito Santo em uma faixa contínua ao longo do litoral. Os Estados da Bahia e Minas Gerais também possuem distribuição de casos, especialmente no interior de seu território. Focos isolados também foram registrados nos Estados de Goiás, Pará e região sul do país (110).

Em Minas Gerais a distribuição da esquistossomose é irregular, com áreas de alta e média endemicidade com outras de baixa ou nula infecção. A doença é endêmica nas regiões Norte, Oriental e Centro. A região sul do estado, Triângulo Mineiro e Nordeste são áreas não endêmicas. Neste estado, dos 853 municípios, 523 (61%) apresentam transmissão ativa com uma população de quase 11 milhões de indivíduos vivendo em áreas endêmicas. (FIGURA 12) (111, 112).



Figura 12 - Área endêmica para esquistossomose em Minas Gerais, Brasil (111).
Fonte: DRUMOND, et al (2010)

2.6.1 Aspectos relacionados à prevalência da esquistossomose no Sul Sudoeste do Estado de Minas Gerais

A distribuição da esquistossomose está relacionada aos movimentos populacionais. O deslocamento das pessoas de áreas endêmicas para locais onde não ocorra a doença, mas existe a presença do molusco hospedeiro, aliado a ausência de saneamento básico pode desencadear o início do ciclo de contaminação. É neste contexto que a região do Sul/Sudoeste de Minas Gerais merece atenção.

A região sul e sudoeste de Minas Gerais é composta de aproximadamente 146 municípios, em grande parte banhados pelo reservatório de Furnas. A economia da mesoregião do Sudoeste de Minas baseia-se em atividades voltadas para a agricultura e pecuária, sendo que várias empresas agropecuárias importam mão de obra de outras regiões do Estado e do País.

Neste sentido, é comum verificar casos de esquistossomose na região cujo enfermo não é natural da área, mas sim, oriundo de regiões endêmicas do Brasil. Siqueira e colaboradores (25) demonstraram que os casos positivos notificados pela Gerência Regional de Saúde de Alfenas, eram importados. Os indivíduos parasitados eram trabalhadores rurais originários de áreas endêmicas, mas que foram recrutados pelas empresas agropecuárias da região. As constantes correntes migratórias de trabalhadores vindos de áreas endêmicas para a esquistossomose, e o estabelecimento destes em bairros de periferia das cidades, que muitas vezes não possuem condições sanitárias adequadas, associados ainda ao grande número de coleções hídricas da região, caracterizam um quadro que merece atenção especial no que diz respeito ao controle da esquistossomose.

Associado a estes fatores, a presença do molusco transmissor, caramujos do gênero *Biomphalaria* já foi encontrado na região. Souza e colaboradores (21) descrevem as espécies de *Biomphalaria sp* presentes no Estado de Minas Gerais e destacam a mesoregião Sudoeste, onde as espécies *B. glabrata*, *B. tenagophila*, *B. straminea*, *B. peregrina*, *B. schrammi* e *B. occidentalis* foram encontradas. Em Alfenas, Siqueira e colaboradores (25) em 1988 identificaram as espécies *B. glabrata*, *B. tenagophila* e *B. peregrina*. Um primeiro exemplar, *B. tenagophila*, infectada pelo *S. mansoni*, foi identificada por Carvalho e colaboradores (23) em Itajubá, sendo o foco de transmissão confirmado mais tarde por Guimarães e

colaboradores em 1993 (113). Os poucos estudos epidemiológicos e relatos das espécies transmissoras realizadas nesta região, foram realizados em sua maioria na década de 80 (22, 23, 24, 25), fazendo-se necessário um novo levantamento malacológico, além de uma busca ativa de indivíduos infectados para avaliar a situação da esquistossomose mansônica na região Sul/Sudoeste de Minas Gerais.

3- OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Verificar a situação da esquistossomose mansônica nos municípios de Arceburgo e Guaraniésia, Sul/Sudoeste de Minas Gerais.

3.2 Objetivos específicos

1. Realizar coleta e identificação de moluscos transmissores ou não de doenças para o homem, nos mananciais hídricos que perfazem a área de estudo.
2. Realizar exames de formas larvais de trematódeos nos moluscos encontrados.
3. Analisar a prevalência da doença nos trabalhadores imigrantes que são contratados pelas empresas agropecuárias, e dos casos notificados pela Superintendência Regional de Saúde de Alfenas.
4. Mapear o uso e ocupação do solo e recursos hídricos área de estudo
5. Representar espacialmente no SIG os locais com presença de caramujo e pessoas infectadas
6. Utilizar estimadores de densidade para identificar áreas de maior concentração de caramujo e pessoas infectadas

7. Delimitar espacialmente as zonas de riscos biológicos para o estabelecimento de focos de transmissão da esquistossomose na área de estudo a partir dos dados da presença de caramujo e pessoas infectadas.

4 – CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas UNIFAL – MG (nº 23087.001873/2009-79, Anexo). Também foi apresentado na Superintendência Regional de Saúde de Alfenas, nas Secretarias Municipais de Saúde de Guaranésia- MG e Arceburgo - MG, no Programa Saúde Família e para os moradores dos municípios. Todos foram esclarecidos quanto ao objetivo do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em duas vias (Apêndice).

Os resultados dos exames realizados pelos métodos Kato – Katz e Lutz/HPJ foram entregues aos participantes da pesquisa. Os indivíduos positivos para *S.mansoni* e outros parasitos foram tratados nas Unidades Básicas de Saúde.

5 - METODOLOGIA

5.1 Área de estudo

A Mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais é composta por 10 Microrregiões e 146 municípios, totalizando 2.346.077 habitantes. A área de estudo (FIGURA 13) faz parte da Microrregião de São Sebastião do Paraíso onde estão localizados os municípios de Arceburgo e Guaranésia. Ambos os municípios estão contidos na bacia hidrográfica do rio Canoas. O município de Guaranésia possui uma população de 18.714 habitantes e uma área total de 294,828 km², enquanto Arceburgo possui 9.509 habitantes e uma área de 162,875 km² (114, 115). A pluviosidade média anual da mesorregião é estimada em 1591,8 mm e a temperatura média anual de 20,5 °C. O clima local apresenta uma sazonalidade anual, sendo quente e úmido no verão e com temperaturas amenas no inverno (116).

A área de estudo foi escolhida por apresentar alto índice de migração de indivíduos provenientes de áreas endêmicas para esquistossomose, por relatos da presença de moluscos do gênero *Biomphalaria*, pela grande quantidade de recursos hídricos e por falta de dados epidemiológicos. Salienta-se que, embora os estudos concentraram-se em dois municípios, a área de estudo contemplou toda a bacia hidrográfica do rio Canoas, uma vez que os municípios localizam-se nessa bacia. Ademais, considerando que o recurso hídrico é um dos componentes do ciclo da esquistossomose, a informação no contexto da bacia hidrográfica pode auxiliar no entendimento e no planejamento de futuras ações no contexto da esquistossomose.

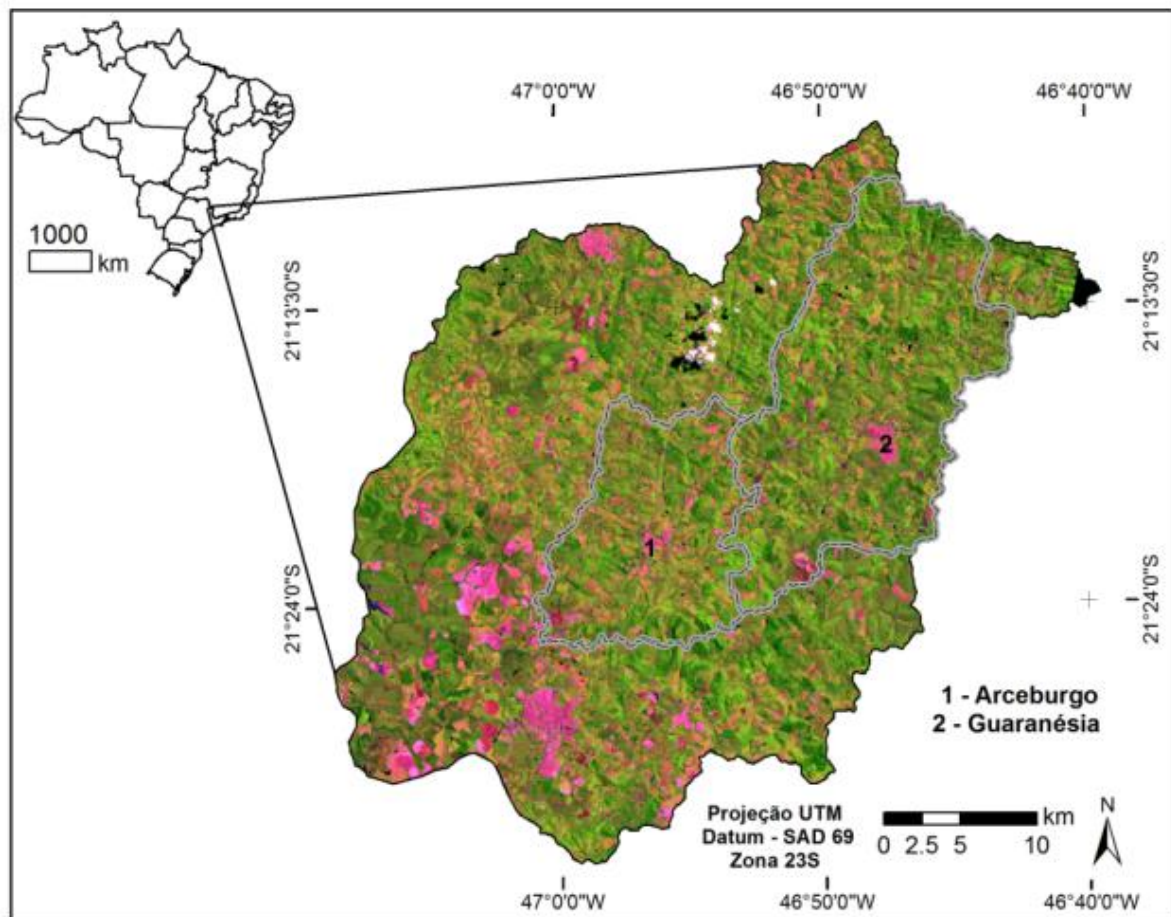


Figura 13- Área de estudo

5.2 Desenho epidemiológico do estudo

Este estudo é de caráter epidemiológico descritivo, de corte transversal, e foi executado em três etapas (FIGURA 14): i) realização de exames coprológicos nos trabalhadores rurais provenientes de áreas endêmicas para esquistossomose, ii) campanhas de campo em busca de caramujos e iii) análise espacial a partir de dados de geotecnologias.

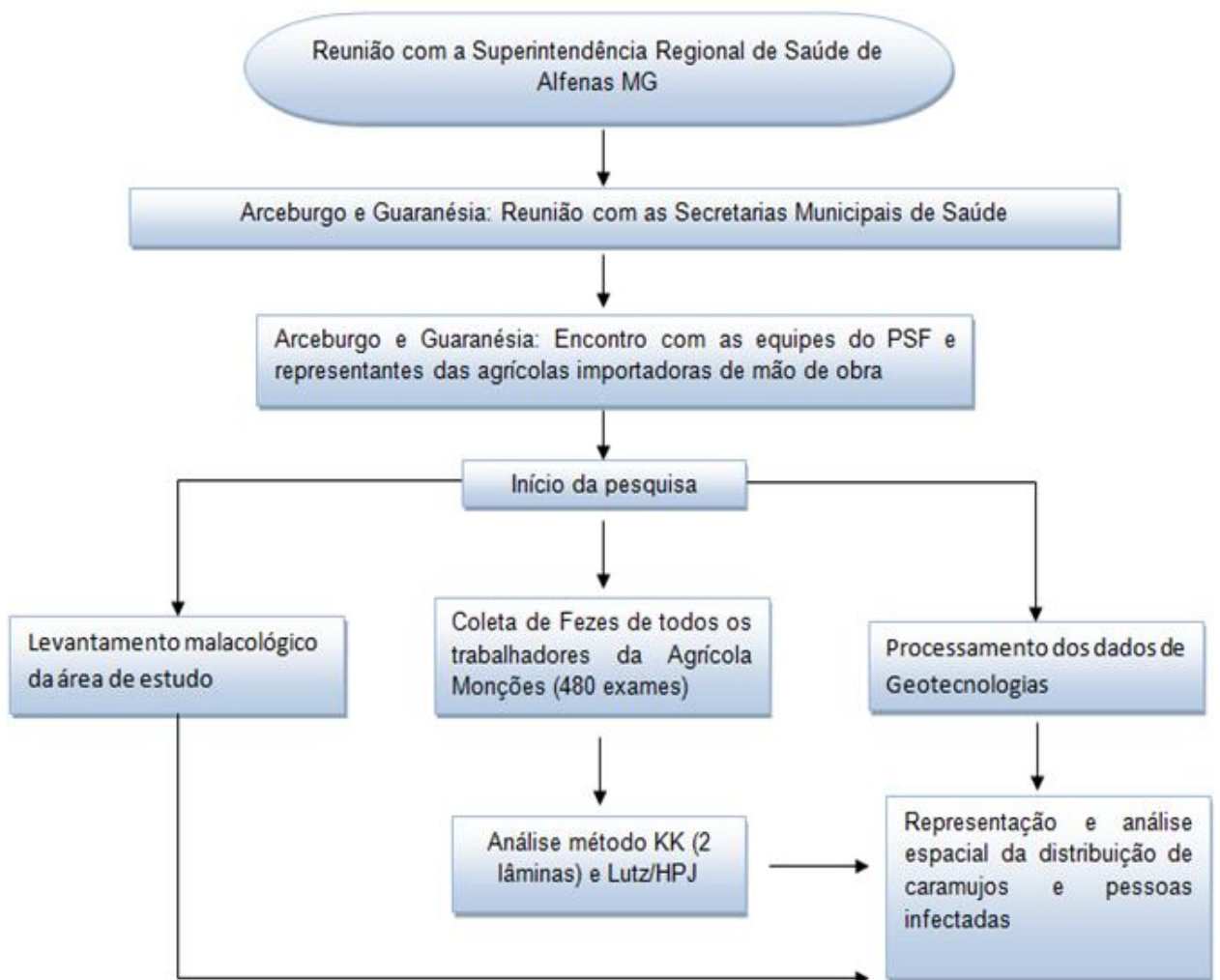


Figura 14- Desenho Epidemiológico

5.3 População de estudo

A população de estudo foi composta por 480 trabalhadores rurais da Agrícola Monções, responsável pela importação dos indivíduos para trabalharem por toda área de estudo na colheita manual da cana de açúcar, no período compreendido entre Abril a Setembro de 2009. Os indivíduos participantes deste estudo constituem-se de crianças maiores de sete anos de idade, adolescentes e adultos de ambos os sexos, todos provenientes de áreas endêmicas para esquistossomose (Norte e Nordeste de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Paraíba).

5.4 Coleta de dados

A coleta de dados em campo necessitou previamente de uma reunião com a Superintendência Regional de Saúde de Alfenas e Secretarias Municipais de Saúde de Arceburgo e Guaranésia, com a finalidade de explicar a problemática e os objetivos do trabalho. Em seguida, realizou-se uma reunião entre as Unidades Básicas de Saúde dos respectivos municípios e com os representantes da Agrícola Monções, responsável pela importação dos trabalhadores rurais.

Após acordo firmado entre os envolvidos no projeto, ministrou-se uma palestra aos trabalhadores da Agrícola Monções. Neste encontro abordou-se questões que envolvem educação em saúde. Houve distribuição de panfletos (FIGURA 15), apresentação de slides e esclarecimento dos principais objetivos da pesquisa. Também houve a entrega aos participantes dos potes coletores de fezes e o TCLE. As amostras fecais dos indivíduos foram recebidas pelos funcionários das secretarias municipais de saúde, e processadas nos laboratórios de Parasitologia e Parasitologia Clínica da Universidade Federal de Alfenas – MG. Devido a grande quantidade de trabalhadores foram enviadas entre 50 a 100 amostras semanais, até completarem os 480 participantes.

As demais etapas do projeto (levantamento malacológico e análise espacial) foram realizadas de forma paralela aos exames parasitólogos de fezes.

CUIDADOS A SEREM TOMADOS:

 Não tome banho, não lave roupas e não deixe que as crianças brinquem em águas que possam ter caramujos.

 Use sempre a privada e faça com que sua família use também. Onde não existirem rede de esgoto e saneamento básico, construa a fossa longe da fonte de água potável. Exigir da prefeitura que seja feito o saneamento básico.

 Use somente água de boa qualidade da rede de abastecimento pública, de chafariz, de cacimba ou de poço bem protegidos.

Se você suspeita que tem esquistossomose, PROCURE UMA UNIDADE DE SAÚDE O MAIS RÁPIDO POSSÍVEL!

INFORMAÇÕES:
Disque-epidemiologia: **0800 2832255**

Centro de Treinamento e Referência – Faculdade de Medicina da UFMG, Alameda Álvaro Celso, 241, bairro Santa Efigênia, Belo Horizonte-MG
Atendimento das formas graves toda quinta-feira a partir das 16 horas.

 **GOVERNO DE MINAS**

ESQUISTOSSOMOSE



PREVINA-SE!

Figura 15 – Panfleto distribuído durante a palestra

5.5 Exame de fezes

Os exames de fezes foram realizados nas amostras obtidas dos 480 indivíduos contratados para trabalharem na colheita manual da cana de açúcar no período compreendido entre Abril e Setembro de 2009. Coletou-se uma única amostra de fezes para aplicação da técnica do Kato-katz e Lutz/HPJ, com leitura de 2 lâminas. . Aplicaram-se essas duas técnicas em vista a variabilidade morfológica e biológica apresentada pelos parasitos, assim como a diferença na sensibilidade dos métodos.

Os locais onde os indivíduos infectados trabalham foram georreferenciados através de um GPS (GARMIN GPSMAP 62sc) e transferidos para um Sistema de informação Geográfica (SIG).

5.5.1 Método de Kato – Katz

O método de Kato, modificado por Katz e colaboradores é utilizado principalmente na pesquisa coproparasitológica de ovos de *S. mansoni* e outros helmintos (62). Este método permite a identificação e quantificação dos ovos por grama de fezes (opg) das infecções causadas por *Ascaris Lumbricoides*, *Schistosoma mansoni*, Ancilostomídeos, *Trichuris trichiura*, *Taenia sp*, *Enterobius vermicularis* e *Strongyloides stercoralis*. Porém, esta técnica não detecta cistos de protozoários e não pode ser realizado em fezes diarreicas (67).

Resumidamente, colocou-se a amostra fecal sobre o papel absorvente e em seguida comprimiu-se a tela de náilon sobre as fezes, fazendo com que parte passe através da malha. As fezes que passaram através da malha foram transferidas para o orifício de uma placa perfurada, colocada sobre uma lâmina de vidro. Depois de encher o orifício central, removeu-se com cuidado a placa e colocou-se uma lamínula de celofane sobre as fezes, invertendo e pressionando a lâmina sobre uma superfície lisa para que o material se espalhe uniformemente entre a lâmina e a lamínula. Após este procedimento deixou-se a preparação em repouso (clarificação) durante 30 minutos a 34-40°C ou à temperatura ambiente por 1-2 horas e em seguida, examinou-se a preparação no microscópio.

5.5.2 Método de Lutz/HPJ

A técnica de sedimentação espontânea, conhecida como método de Lutz ou Hoffmann, Pons & Janer (HPJ), baseia-se na sedimentação espontânea em água por ação da gravidade dos ovos e larvas de helmintos e cistos de protozoários (58, 59). Dada a utilização de grande quantidade de material fecal nesse processo, em contraste com as pequenas quantidades usadas em outras técnicas, tem-se um diagnóstico satisfatório e seguro, mesmo quando o número de organismos presentes é pequeno (117).

Resumidamente, foram coletadas fezes de várias partes do bolo fecal, colocadas em copo graduado ou Becker de 250 ml com o volume completado para 50 a 60 ml de água corrente e misturou-se vigorosamente. Em seguida a suspensão contendo as fezes, foi filtrada através de gaze dobrada quatro vezes, e recolhida em

copo de sedimentação de capacidade de 125 ml. Deixou-se a suspensão em repouso durante 1 a 2 horas. Após este procedimento, com uma longa pipeta capilar, fixada a um bulbo de borracha coletou-se uma pequena porção do sedimento na camada inferior, depositando sobre uma lâmina. Outras amostras adicionais do centro e do fundo do sedimento foram coletadas. Em seguida examinou-se ao microscópio.

5.6 Coleta de moluscos límnicos

Esta etapa do trabalho contou com a colaboração dos Agentes de Saúde dos municípios de Guaranésia e Arceburgo. As coletas foram realizadas no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, de forma a abranger a maior área possível. As capturas foram realizadas nos locais próximos à fazenda onde estavam alojados a maioria dos trabalhadores infectados e nos principais rios, represas, lagos ou açudes que fazem parte da área de estudo. Os pontos onde foram encontrados caramujos do gênero *Biomphalaria* foram georreferenciados através de um GPS (GARMIN GPSMAP 62sc) e transferidos para um Sistema de informação Geográfica (SIG).

A técnica de coleta consistiu em raspar com a concha de captura a vegetação submersa, nas margens e no fundo dos corpos d'água (11). O material recolhido foi cuidadosamente analisado a fim de verificar a presença de moluscos (Figura 16). Os moluscos capturados foram contados, transportados em recipientes de plástico e mantidos no moluscário do Laboratório de Parasitologia Básica da Unifal-MG. Neste local foram separados exemplares de cada local, para posterior identificação e realização de exames de formas larvais de trematódeos.



Figura 16 – Coleta de moluscos *Biomphalaria sp*
Fonte: Arquivos do autor

5.6.1 Identificação morfológica das espécies de moluscos

A identificação dos planorbídeos do gênero *Biomphalaria* foi baseada na morfologia comparativa entre as conchas, anatomia dos órgãos do aparelho reprodutor (feminino e masculino) e órgãos excretores. Foram observados os aspectos morfológicos da parede vaginal (presença/ausência de bolsa vaginal, presença/ausência de enrugamento), relação de tamanho entre bainha do pênis e prepúcio e, ainda, relação entre o diâmetro da bainha do pênis e o canal deferente, conforme descrito por Paraense (118, 119, 120, 121, 122, 123) e Estrada et al. (124).

5.6.2 Exame de formas larvais de trematódeos em moluscos

Para a pesquisa de cercárias, os caramujos foram isolados em frascos de vidro transparente (com capacidade de 10ml), com 4ml de água desclorada e filtrada, e expostos à luz de lâmpadas incandescentes (de 60W) a uma distância de 30cm, durante 4 horas. Tal procedimento fornece uma temperatura entre 28°C e 30°C, capaz de estimular a emissão cercariana. Os moluscos foram reexpostos à luz, de 5 em 5 dias, até o 30º dia, quando foram examinados após o esmagamento de suas conchas, para a confirmação da ausência de estádios larvais (11).

5.7 Processamento dos dados de geotecnologias

O processamento digital das imagens seguiu basicamente o fluxograma (Figura 17).

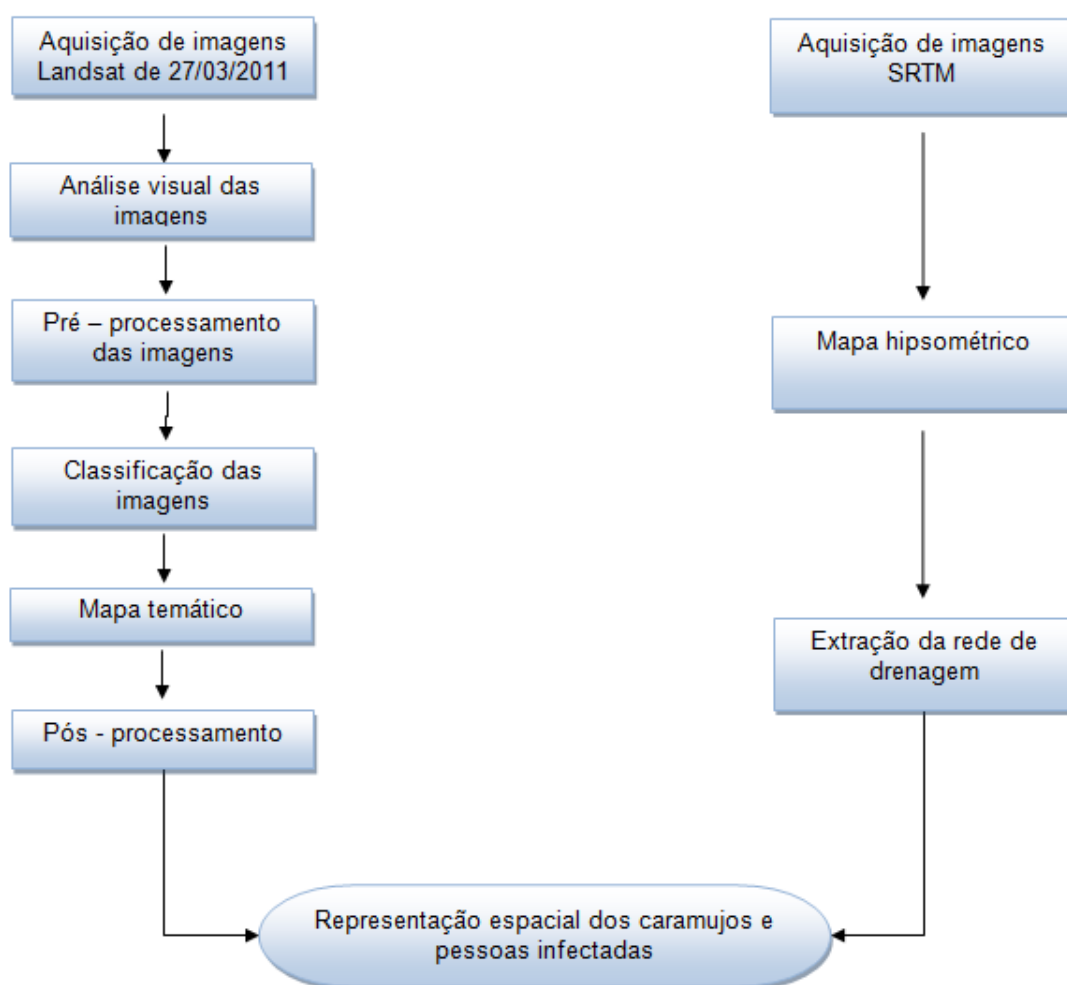


FIGURA 17 – Fluxograma do processamento digital das imagens

Este trabalho utilizou imagens Landsat-5/TM de 27/03/2011 (órbita/ponto 220/75) e modelos digitais de elevação (MDE) proveniente da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). As imagens foram obtidas do catálogo de imagem do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponível no endereço eletrônico www.dgi.inpe.br, e da Universidade de Maryland (disponível no site: <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>). O MDE foi obtido do catálogo da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), no endereço eletrônico <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. Os softwares utilizados para o processamento dos dados foram o: SPRING 5.1.8, ENVI 4.5, ArcGIS 10.0, todos licenciados e presentes no Laboratório de Geoprocessamento do curso de Geografia da Universidade Federal de Alfenas.

O procedimento metodológico para o tratamento das imagens Landsat envolveu o cumprimento das seguintes etapas: a) registro das imagens provenientes do INPE no aplicativo ENVI 4.5 com base na imagem oriunda da Universidade de Maryland, a qual é ortoretificada, b) segmentação (limiar de similaridade e área: 5 e 10 respectivamente) e classificação não supervisionada das imagens com base no algoritmo ISOSEG no aplicativo SPRING 5.1.8, c) avaliação da acurácia da classificação pelo índice *Kappa* e, d) elaboração e edição dos mapas temáticos. As classes definidas para o mapeamento são: pastagem, área urbana, café, cana de açúcar, solo exposto e fragmentos de floresta.

Com o modelo digital de elevação foi confeccionado o mapa hipsométrico a fim de caracterizar topograficamente a área de estudo. Este procedimento foi realizado no aplicativo ArcGIS 10.0. A elaboração do mapa de drenagem e demais recursos hídricos foi obtida com a vetorização desses elementos tendo como base o MDE e as imagens Landsat.

Os locais com presença de caramujos e pessoas infectadas foram georreferenciados através de um GPS (modelo GARMIN 62sc). As coordenadas geográficas foram organizadas em planilhas e inseridas no banco de dados geográfico no aplicativo SPRING a fim de serem plotados espacialmente no mapa. Esses dados também foram utilizados para gerar as suas respectivas representações de densidade. Este procedimento foi realizado no aplicativo SPRING, utilizando-se do estimador de densidade Kernel. Este estimador de densidade é uma técnica não paramétrica que promove o alisamento, permitindo

filtrar a variabilidade de um conjunto de dados, retendo as características essenciais dos locais. Este baseia-se na seguinte equação:

$$\hat{\lambda}_t(s) = \sum_{i=1}^n \frac{3}{\pi t^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{t^2} \right)^2$$

sendo, n: o número de amostras, hi: a distância entre o ponto ou valor observado (Si) e o ponto a ser calculado (S). O parâmetro t é denominado largura de faixa e controla o amaciamento da superfície gerada (88). Neste estudo, o parâmetro t que melhor representa os dados possui valor de 1500 metros, definido a partir do método exploratório.

5.7.1 Validação da Exatidão do Mapeamento

A verificação da exatidão do mapa de uso e ocupação do solo foi avaliada pelo índice de concordância KAPPA.

Este e demais métodos usados para estimar a exatidão do mapeamento tem como ponto de partida a construção de uma matriz de confusão, obtida a partir de uma amostra de área. Do ponto de vista estatístico, a amostra deve ser suficientemente grande para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos. Portanto, a amostra de uma área deve conter no mínimo 50 unidades para cada categoria de uso da terra e de 75 a 100 unidades quando a área for grande ou o mapeamento tiver um número maior que 12 categorias (125). Neste estudo foi utilizada uma amostragem estratificada, com um mínimo de 50 pontos para cada categoria de uso do solo. Isto permitiu que todas as classes mapeadas estivessem igualmente representadas.

A coleta de dados foi feita em diferentes pontos da área de estudo, de forma a se obter uma boa espacialização e uma amostragem representativa dos diferentes tipos de cobertura. Para localizar as regiões em campo foi utilizado um sistema de posicionamento “Global Positioning System” (GARMIN GPSMAP 62sc). Em alguns casos, recorreu-se para as imagens de alta resolução presentes no Google Earth, sempre considerando as datas de imageamento das cenas. Os dados de cada ponto de coleta foram analisados e classificados de acordo com as classes pré-

estabelecidas para a classificação das imagens. Em seguida os dados de campo foram plotados no mapa resultante da classificação automática das imagens, permitindo a geração da matriz de confusão. Esta matriz apresenta de forma resumida os resultados da classificação digital em relação à imagem referência (dados de campo), onde teremos então uma distribuição binomial. De acordo com Congalton e Green (126), a matriz de erros é útil para avaliar a qualidade da classificação, pois descreve a exatidão de cada classe com seus erros de omissão (quando um elemento é excluído da classe à qual pertence) e comissão (quando um elemento é incluído em uma classe à qual ele não pertence).

Através dos dados da matriz de erros calculou-se o índice Kappa. Este índice é útil para avaliar a concordância entre a verdade terrestre (obtida em campo) com os dados resultantes da classificação automática da imagem de satélite. A grande vantagem dessa estatística é que no seu cálculo incluem todos os elementos da matriz de erro e não somente os elementos da diagonal principal. Portanto esta medida é baseada na diferença entre a exatidão total (indicada pela diagonal da matriz) e a exatidão de risco do produtor e consumidor, que é indicada pelas somas das linhas e colunas da matriz de confusão (126). Emprega-se a seguinte equação para calcular seu valor:

$$k = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}}$$

Sendo N o número total de unidades amostrais contempladas na matriz, x_{ii} são os elementos diagonais da matriz e x_{i+} e x_{+i} representam os totais das linhas e colunas da matriz. O valor da estatística Kappa (tabela 1) permite analisar comparativamente os resultados da análise dos mapas resultantes da utilização de dados de sensoriamento remoto (127).

Tabela 1 - Qualidade da classificação associada aos valores da estatística KAPPA

Valor de Kappa	Qualidade do mapa Temático
<0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

Fonte: LANDIS; KOCH (1997).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A descrição dos resultados e discussão contemplará primeiramente os inquéritos parasitológicos, a fauna malacológica, a configuração ambiental da área de estudo e o mapeamento dos infectados e moluscos. Os resultados apontam que mesmo que a área de estudo, especialmente os municípios de Arceburgo e Guaranésia não seja endêmica de esquistossomose, identificou-se nos trabalhadores rurais originários de áreas endêmicas a presença da doença. O inquérito parasitológico dos trabalhadores rurais de Arceburgo e Guaranésia, os quais foram recrutados para a colheita da cana de açúcar da Agrícola Monções revelaram a infecção não só pela esquistossomose, bem como de outros parasitos.

Os métodos de KK e Lutz/HPJ apontaram que das 480 pessoas, 65 indivíduos estavam infectados. O coeficiente geral de prevalência de enteroparasitos para Arceburgo e Guaranésia foi de aproximadamente 13,5%. Os parasitos encontrados foram *S. mansoni*, *Giardia lamblia*, *Ancylostomatidae*, *Hymenolepis nana*, *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Entamoeba histolytica*, *Strongyloides stercoralis* e o comensal *Entamoeba coli* (Tabela 2). Apesar da detecção de outros parasitos, *S. mansoni* foi o mais frequente, com uma prevalência de 4.4%. Entretanto, considerando-se apenas os indivíduos infectados, a prevalência de pacientes parasitados com *S. mansoni* é de 32 (3%). Salienta-se que o *S. mansoni* foi identificado apenas pelo método KK. Em contrapartida, a técnica de LUTZ/HPJ detectou outros ovos e larvas de helmintos, além dos cistos de protozoários.

Tabela 2: Prevalência de parasitos intestinais em indivíduos imigrantes do norte do Estado de Minas Gerais e da região nordeste do país em Arceburgo e Guaranésia (N=480)

Espécie	Município	Arceburgo/Guaranésia	
		N	%
<i>Schistosoma mansoni</i>		21	4,4
<i>Entamoeba coli</i>		15	3,1
<i>Giardia lamblia</i>		11	2,3
<i>Ancylostomatidae</i>		7	1,5
<i>Hymenolepis nana</i>		4	0,8
<i>Ascaris lumbricoides</i>		3	0,6
<i>Enterobius vermicularis</i>		2	0,4
<i>Entamoeba histolytica</i>		1	0,2
<i>Strongyloides stercoralis</i>		1	0,2
Total		65	13,5

Salienta-se que embora a esquistossomose apresente o índice de prevalência mais elevado, este percentual pode estar subestimado. Isso porque em áreas de baixa endemicidade o método de KK pode se apresentar limitado no diagnóstico de indivíduos com baixa carga parasitária. Os resultados das análises demonstram que o número de ovos por grama de fezes dos pacientes infectados foi extremamente baixo. De acordo com Kongs e colaboradores (67) em indivíduos com baixa carga parasitária é difícil detectar ovos nas amostras de fezes devido ao pequeno número de ovos eliminados e a variação da eliminação diária. Além disso, o exame baseia-se em uma única lâmina com pequena quantidade de amostra, aproximadamente 41,7 mg de fezes.

Adicionalmente, em estudo realizado na Etiópia, encontraram-se diferentes resultados obtidos na análise de uma, três e cinco lâminas de Kato-Katz preparadas de uma única amostra fecal. A prevalência da infecção por *S. mansoni* baseada em uma lâmina foi de 31,3%, em três 45,7% e em cinco lâminas 52,1%.(128). No estudo realizado por Enk e colaboradores (129) em um distrito de Governador Valadares, MG, utilizando o método de Kato-Katz associado ao método de Blagg (61), foi observado um aumento da prevalência de 13,8% (uma lâmina pelo Kato-Katz) para 35,4% na associação dos dois métodos. Dessa forma, exames de fezes negativos com poucas amostras e lâminas não descartam definitivamente a possibilidade de resultados falsos negativos.

Com relação ao levantamento malacológico foram coletados 1347 moluscos nos municípios de Guaranésia e Arceburgo - MG, dentre os quais 752 caramujos *Biomphalaria tenagophila*, que foram encontrados somente no município de Arceburgo (Figura 18, Figura 19 e tabela 3). Os demais caramujos coletados nos dois municípios são do gênero e/ou espécie: *Achatina fulica*, *Biomphalaria sp*, *Physa sp*, *Pomacea sp*, *Lymnaea sp*, *Melanoides sp* (Tabela 3).

Tabela 3: Moluscos capturados nos municípios de Guaranésia e Arceburgo - MG (Agosto/2011 a Julho/2012)

Município	Moluscos Capturados						
	Af	B	Bt	Ph	Ly	Me	Po
Arceburgo	56	15	752	62	22	175	NE
Guaranésia	235	NE	NE	NE	NE	NE	30
Total	291	15	752	62	22	175	30

Af - *Achatina fulica*
 B - *Biomphalaria sp*
 Ph - *Physa sp*
 Po - *Pomacea sp*
 Ly - *lymnaea sp*
 Bt - *Biomphalaria tenagophila*
 Me - *Melanoides sp*
 NE - Não encontrado

Os resultados dos exames nos moluscos coletados do gênero *Biomphalaria* foram negativos, mesmo com o elevado número de exemplares. Contudo, deve-se atentar para todos os outros fatores que compõem a área e favorecem a procriação e permanência dos moluscos. Adicionalmente, a presença do *B.tenagophila* como espécie vetor da esquistossomose mansoni, além da condição favorável do ambiente e a presença de indivíduos infectados, reforçam a importância do risco epidemiológico da área de estudo.

Os moluscos encontrados no município de Arceburgo estavam distribuídos em sete localidades diferentes, sendo seis pontos localizados em áreas rurais e um ponto no centro da cidade, no interior de uma cisterna (Figura 18 A). Neste local coletou-se aproximadamente trezentos moluscos *B. tenagophila*. Já na área rural, verificou-se a presença dos moluscos em diversos rios. Destaca-se a presença de uma antiga infraestrutura que no passado era utilizado como recreação. Os moluscos também foram observados em açudes, muitos utilizados ou que já foram empregados para a piscicultura, além de pequenos cursos d'água.



Figura 18 – Principais locais onde foram encontrados exemplares de *B. tenagophila* no município de Arceburgo MG. A e A1 – caramujos coletados em cisterna abandonada localizada na área urbana de Arceburgo, próximo a um córrego que flui em meio a cidade. B e B1 – trecho de rios que escoam no município. Alguns desses rios são utilizados pelos moradores da região com fim recreativo, principalmente no verão. C e C1 – açudes que já foram ou são utilizados principalmente para o cultivo da piscicultura. D e D1 – pequenos canais fluviais presentes no município.

Nos arredores de todos os locais onde se coletaram os moluscos notou-se uma intensa alteração antrópica, exemplificado principalmente pela presença de lixo e esgoto a céu aberto, e tanto na área urbana como rural, presença de residências próximas das áreas com moluscos. Adicionalmente, verificou-se a presença de cobertura vegetal no leito dos corpos d'água, especialmente gramíneas, muito favorável à fixação de moluscos no ambiente aquático. Esta situação é condizente com as condições favoráveis para propiciar o desenvolvimento dos moluscos descritas por Souza e Melo (3). Destacam-se a ocupação residencial nas margens dos cursos d'água, levando a processos de erosão e assoreamento do leito do rio; contaminação dos cursos d'água com lixo e esgoto, sendo uma importante fonte de matéria orgânica para o desenvolvimento dos moluscos; presença de cobertura vegetal no leito do rio, sendo muito favorável à fixação dos moluscos no ambiente aquático. Esta configuração presente na área de estudo indica que o estabelecimento e a manutenção das doenças endêmicas estão relacionados às fortes ações antrópicas, tal como observado por Souza e colaboradores (130), em levantamento malacológico realizado no município de Mariana, Minas Gerais.

As excursões a campo para a coleta de caramujos estava focada especialmente para os planorbídeos, contudo, ressalta-se a obtenção de 291 caramujos da espécie *Achatina fulica* (ver tabela 3), presente nos dois municípios. Trata-se de uma espécie não nativa do Brasil e sua entrada no território brasileiro pode ter ocorrido a partir do ano de 1988, quando produtores brasileiros importaram-no como substituto do escargot europeu, do gênero *Helix* visando o cultivo e comercialização, devido a sua grande massa corporal e sua alta taxa de reprodução (131). No entanto, a criação artesanal e o desinteresse pela carne fizeram com que os produtores abandonassem os caramujos, originando a fuga de alguns exemplares, que passaram a viver livremente (132). Nestas áreas o molusco tornou-se um sério problema ambiental e econômico, devido à competição por alimento e espaço com a fauna nativa e à destruição de cultivos agrícolas (132). Além dos prejuízos na agricultura, a espécie *A.fulica* é considerada um dos principais hospedeiros dos nematódeos *Angiostrongylus cantonensis* e *A.costaricensis* responsáveis, respectivamente, pela angiostrongilíase meningoencefálica e angiostrongilíase abdominal (133).

As análises dos dados de geotecnologias também contribuíram para o entendimento da distribuição espacial dos indivíduos infectados e moluscos. Como

salientado previamente, embora a análise seja pautada no contexto da bacia hidrográfica onde os dois municípios estão localizados, a coleta de dados em campo não contemplou toda a área. Contudo, nos locais onde foi possível acessar, verificou-se que os caramujos *B. tenagophila* encontram-se distribuídos ao longo da rede de drenagem, na média bacia do rio Canoas, a uma altitude aproximada de 650 m, conforme a hipsometria da área (Figura 19). Segundo Mendonça (134), o gradiente vertical médio da troposfera é de $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, o que significa que o ar nessa camada apresenta uma relação de resfriamento com a altitude na ordem de 0,6 a cada 100m de elevação. Além disso, um estudo realizado na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais apresentou forte correlação entre altitude e temperatura, sendo que a estação climatológica localizada na maior altitude apresentou a menor temperatura média, cerca de 19°C , e a estação com menor altitude apresentou a maior temperatura média, cerca de $21,6^{\circ}\text{C}$ (116). Sabe-se que podem ser observadas algumas características comuns dos habitats dos caramujos do gênero *Biomphalaria*, tais como, riqueza de microflora e matéria orgânica, pouca turbidez, luminosidade, pH entre 6 e 8, teor de sal abaixo de 0,3% e temperatura média em torno de 20 a 25°C . (135). Dessa forma, talvez o decréscimo da temperatura com o aumento da altitude possa explicar esta ocorrência.

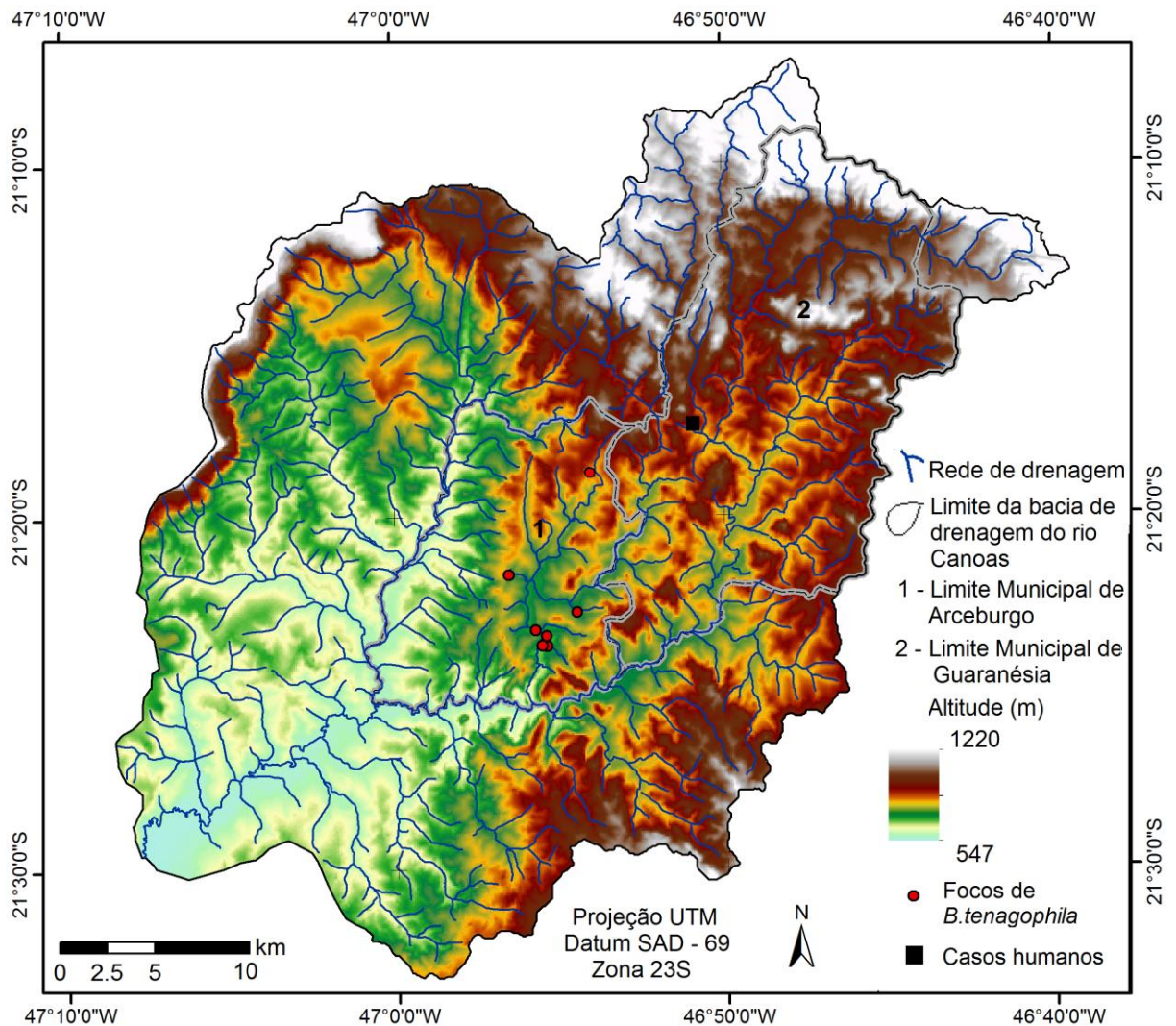


Figura 19 – Modelo digital de elevação, rede de drenagem e pontos denotando os locais onde foram encontrados caramujos e pessoas infectadas na área de estudo.

Os dados numéricos dos caramujos coletados em campo e plotados espacialmente a partir do estimador de densidade Kernel revelaram não só a sua localização, mas quais as áreas de maior concentração de caramujos na área de estudo (Figura 20). De modo geral, os caramujos localizam-se principalmente na área urbana de Arceburgo e em segmento da drenagem da bacia do rio Canoas, na zona rural do município.

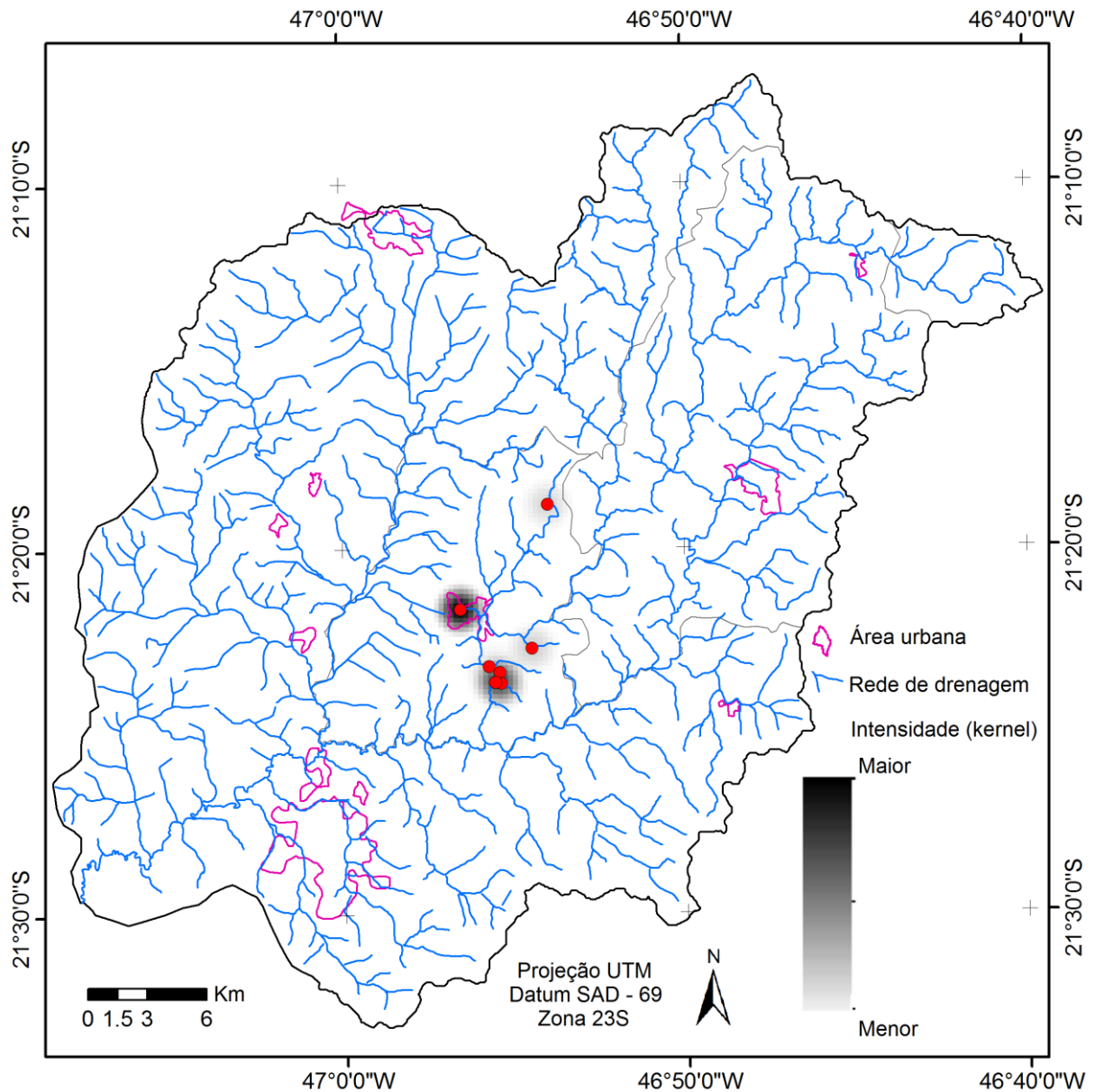


Figura 20 - Hidrografia da área de estudo e estimador de densidade Kernel ressaltando os pontos de maior concentração de caramujos.

A observação em detalhe (Figura 21) dos locais com presença de caramujo revela que os pontos com caramujos encontram-se próximos entre si, com destaque para a área urbana, onde se coletou o maior número de caramujos. Esta configuração espacial dos caramujos evidencia o potencial de a enfermidade se alastrar na região, caso os caramujos sejam infectados. A presença de cisternas abandonadas e caramujos na área urbana também devem ser avaliados pelos órgãos competentes, estruturando um planejamento que envolva conscientização da população, educação ambiental, adequação das cisternas, dentre outras ações a fim de minimizar os riscos de contaminação. Esta situação pode ser agravada ao se

considerar que uma parcela dos trabalhadores rurais que são oriundos de áreas endêmicas de esquistossomose reside na área urbana. Se indivíduo infectado desconhece que possui a doença, não esteja em tratamento adequado, ou não mantém hábitos sanitários adequados, aliado a condições de rede de esgoto insuficientes e com a proximidade geográfica do caramujo, toda esta configuração pode contribuir para a contaminação do caramujo e o possível estabelecimento de focos de transmissão da doença.

De mesmo modo, nas áreas rurais, os locais onde se verificou a presença de caramujos devem de alguma forma apresentar alertas sobre os riscos de utilizar os recursos hídricos da região. Em conversa informal com a coordenadora da vigilância epidemiológica de Arceburgo houve o relato de que uma pessoa que possui esquistossomose contraiu a doença nos recursos hídricos da região, quando no período de verão utilizou o rio para fim recreativo. Uma vez que os caramujos sejam contaminados, estes podem se alastrar por toda a bacia hidrográfica, ultrapassando não só os limites municipais, mas também estaduais, já que esta bacia hidrográfica é afluente de rios que banham o estado de São Paulo.

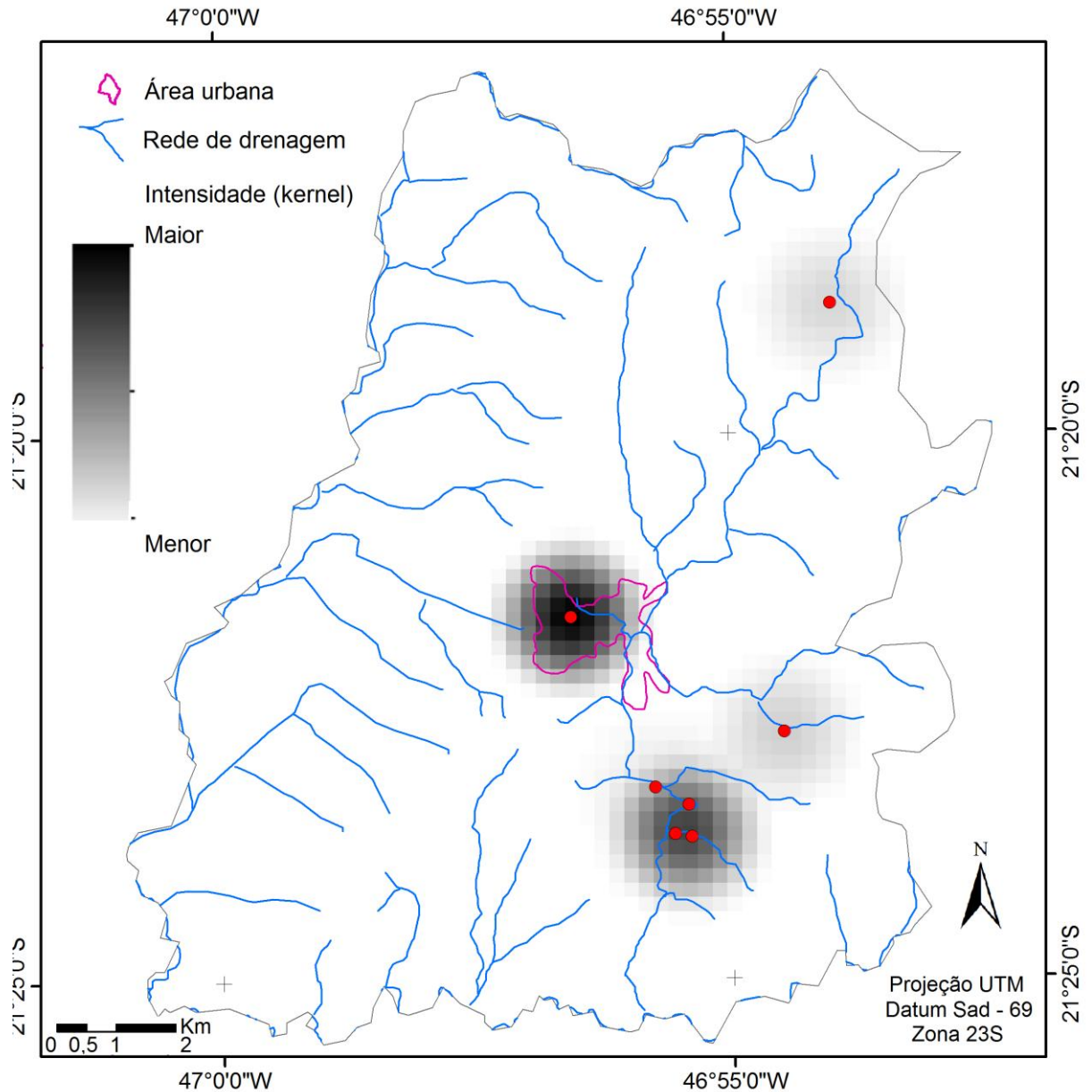


Figura 21 - Hidrografia da área de estudo e análise de densidade Kernel para o município de Arceburgo. Detalhe para o foco de maior presença de caramujos, localizado na área urbana de Arceburgo.

Os casos humanos de esquistossomose revelaram que os 21 indivíduos infectados são trabalhadores rurais contratados pela Agrícola Monções e que residiam no alojamento cedido pela empresa (Figura 22), o qual se localiza na zona rural do município de Guaranésia. Apesar de as instalações do alojamento possuírem água encanada, energia elétrica e rede de esgoto, este último não apresenta tratamento adequado e boa parte de seus resíduos são lançados diretamente nos recursos hídricos. Adicionalmente, não há a presença de banheiros químicos nos locais de trabalho que ficam distantes do alojamento, em sua grande parte localizados na bacia hidrográfica do rio Canoas. Esses fatores podem contribuir para contaminação das coleções hídricas da região, inclusive os caramujos do gênero *Biomphalaria*.



Figura 22 – Alojamento de trabalhadores rurais imigrantes de áreas endêmicas
Fonte: Arquivos do autor

O conhecimento da cobertura da terra é importante para monitorar as possíveis condições geradoras do processo doença/vetor e orientar ações de controle no território estudado (136). Neste contexto, o mapa temático de cobertura da terra (Figura 23) evidencia a situação geográfica dos cultivos de café e cana-de-açúcar, principais culturas onde os trabalhadores rurais atuam. Nota-se que a presença dessas duas culturas estão dispostas não só nos dois municípios, mas em toda a bacia hidrográfica do rio Canoas. Considerando-se que a maioria da mão de obra contratada pelas empresas agropecuárias tem origem de áreas endêmicas para esquistossomose, este tipo de informação expõe a dimensão da problemática em questão.

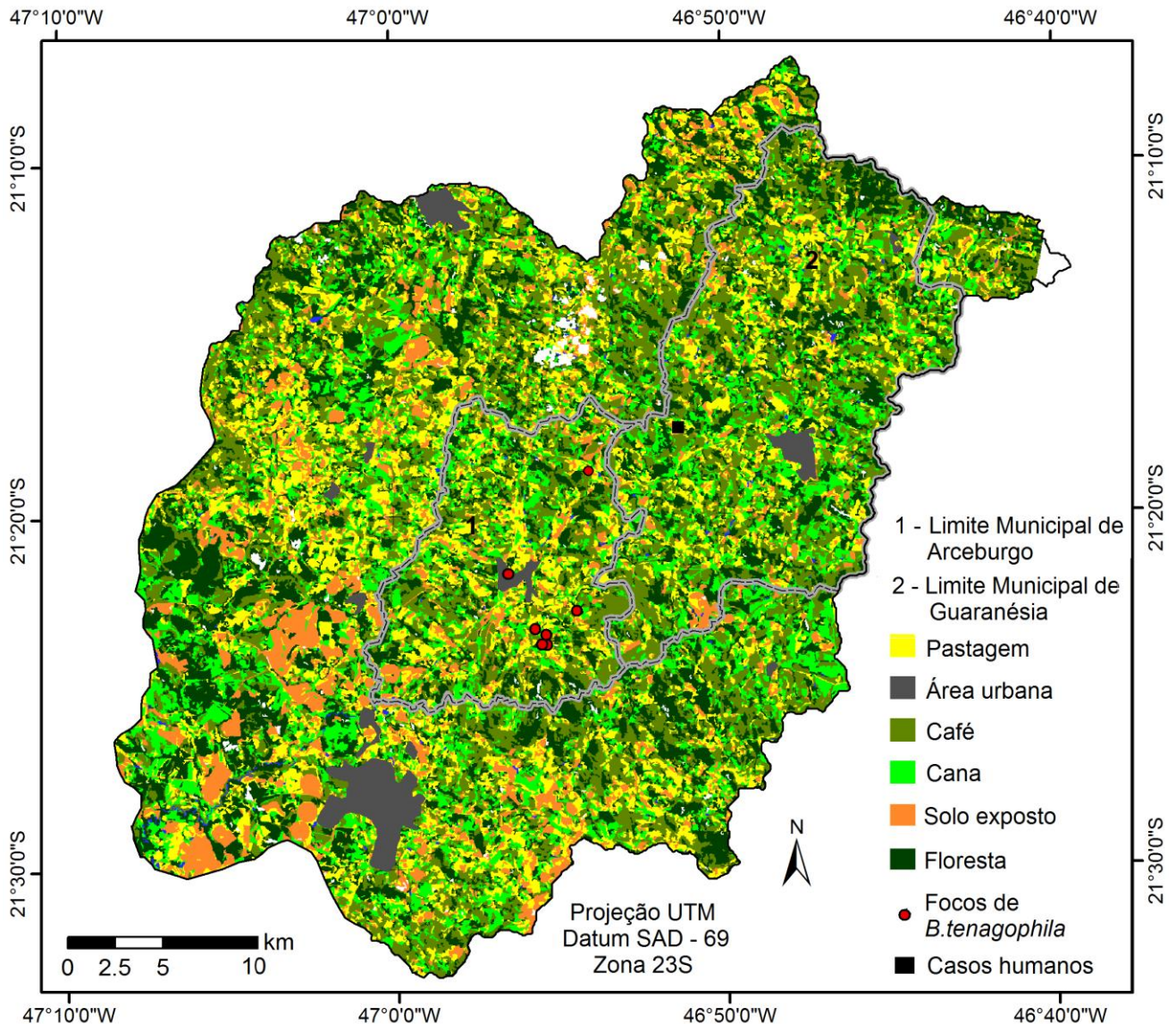


Figura 23 - Mapa de cobertura e pontos denotando os locais onde foram encontrados caramujos e pessoas infectadas na área de estudo. A avaliação estatística do mapeamento pautada no índice de concordância Kappa foi de 0.66, que segundo Landis e Koch (45), é considerada como Muito boa.

A soma de todos os fatores mencionados anteriormente, como a presença do molusco, rica rede hidrográfica, grande circulação de pessoas infectadas pela esquistossomose estimulado principalmente pela atividade agrícola, ausência ou deficiência de saneamento básico, evidencia o risco potencial para a contaminação da área, favorecendo o estabelecimento de focos de transmissão da doença em uma área que até o presente é considerada indene para infecção.

Em meio a esta situação cabe destacar que Carvalho e colaboradores (24) já alertaram que o estabelecimento de focos de transmissão na região de Furnas seriam de difícil, ou até mesmo impossível de serem controlados. Neste caso em específico, a rede de drenagem esco para bacias de drenagem localizadas no

Estado de São Paulo. Contudo, verifica-se nas bacias hidrográficas que escoam para o reservatório de Furnas, por exemplo, a presença intensa da cultura do café, e semelhante ao que ocorre na área de estudo, parte da mão de obra utilizada também é oriunda de áreas endêmicas. Caso haja no reservatório a presença de moluscos, uma vez que o local seja contaminado, a erradicação ou controle da doença pode ser inatingível.

A partir dos dados levantados em campo, a análise em laboratório e os dados de geotecnologias, pode-se ter uma visão geral da problemática na área de estudo. De acordo com Monken & Barcellos (137) os resultados obtidos com base nas técnicas de geoprocessamento não trazem, isoladamente, respostas para as questões levantadas, sendo necessária a investigação de outras informações para a interpretação dos achados. Portanto a avaliação do pesquisador é imprescindível, pois ainda não há mecanismo automático para a interpretação dos resultados construídos.

7 CONCLUSÃO

Os dados e análises sobre a malacologia, parasitologia e configuração ambiental da área de estudo revelaram importantes informações que devem ser consideradas pelos órgãos competentes, especialmente aqueles relacionados à saúde. A área de estudo apresenta uma configuração rica em canais fluviais, lagos e açudes, locais onde foram encontrados a espécie de caramujo *Biomphalaria tenagophila*, hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*. Acrescenta-se ainda a presença de indivíduos infectados pelo *Schistosoma mansoni* que migraram de áreas endêmicas para trabalhar nas empresas agropecuárias da região. Esta conjuntura propicia um ambiente favorável a uma possível difusão da doença na região.

Os dados de geotecnologias, especialmente os dados de sensoriamento remoto e as ferramentas do Sistema de Informação Geográfica foram essenciais para a uma melhor caracterização do meio ambiente e pela espacialização das variáveis envolvidas no risco de estabelecimento de focos de transmissão. Estes recursos permitiram construir novas informações e uma consequente reinterpretação dos eventos.

Os resultados refletem uma conjuntura que podem variar temporalmente e espacialmente. Contudo, tanto as empresas agropecuárias, como principalmente os órgãos competentes devem ter ciência de que a migração de mão de obra infectada durante a colheita do café e corte da cana de açúcar pode causar sérios prejuízos humanos através da propagação da esquistossomose, caso não sejam tomadas as devidas providências. Considerando-se que a área apresenta condições favoráveis ao estabelecimento de focos de transmissão de esquistossomose, é fundamental estruturar imediatamente ações a fim de informar a população em geral e tratar previamente os trabalhadores infectados, além de aprimorar as condições de esgotamento sanitário e abastecimento de água potável no meio urbano e rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. USEH, M. F. Control of Shistosomiasis. In: ROKNI, M. B. **Shistosomiasis**. 1. ed. Croatia: Rijeka, cap. 4, p. 73-102, 2012.
2. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Report of the Scientific Working Group on Schistosomiasis**, Geneva, nov. 2005.
3. SOUZA, M. A. A.; MELO, A. L. Ecological aspects of *Biomphalaria* in endemic areas for schistosomiasis in Brazil. In: ROKNI, M. B. **Shistosomiasis**. 1. ed. Croatia: Rijeka, cap. 10, p. 193-208, 2012.
4. KATZ, N.; PEIXOTO, S. V. Análise crítica da estimativa do número de portadores de esquistossomose mansoni no Brasil. **Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 33, n. 3, p. 303-308, 2000.
5. COURA, J. R.; AMARAL, R. S. P. Epidemiological and control aspects of schistosomiasis in Brazilian Endemic Areas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 99, (Suppl. I), p. 13-19, 2004.
6. Brazilian endemic areas. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 99 (Sup 1) p. 13-19, 2004. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. Brasília, DF 2005.
7. ENK, M. J. et al. A combined strategy to improve the control of *schistosoma mansoni* in areas of low prevalence in Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 78, n. 1, p. 140-146, 2008.
8. SIQUEIRA, L. M. et al. Evaluation of two coproscopic techniques for the diagnosis of schistosomiasis in a low transmission area in the state of Minas Gerais, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 106, n. 7, p. 844-850, 2011.
9. PARAENSE, W. L. The schistosomose vectors in the Americas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 96, p. 7-16, 2001.
10. PARAENSE, W. L.; CORREA, L. R. Susceptibility of *Biomphalaria peregrina* from Brazil and Ecuador to two strains of *Schistosoma mansoni*. **Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo**, v. 15, n. 3, p. 127-30, 1973 .

11. BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica** – Diretrizes Técnicas: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). Brasília, DF, 2007.
12. JENSEN, J. R. **Remote sensing of the environment**: An earth resource perspective. 2. ed. Upper Saddle River, N. J: Prentice-Hall, 2007.
13. MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2011.
14. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – OPAS. Uso de los Sistemas de Información Geográfica en Epidemiología (SIG-EPI). **Boletín Epidemiológico**, v. 17, n. 1, p. 1-6, 1996.
15. ZHOU, X. N. et al. Use of Landsat TM satellite surveillance data to measure the impact of the 1998 flood on snail intermediate host dispersal in the lower Yangtze River Basin. **Acta Trop**, v. 82, p. 199-205, 2002.
16. ODIERE, M. R. et al. Geographical distribution of schistosomiasis and soil transmitted helminths among school children in informal settlements in Kisumu city, western Kenya. **Parasitology**, v. 138, n. 12, p. 1569-1577, 2011.
17. ODIERE, M. R. et al. High prevalence of schistosomiasis in Mbita and its adjacent islands of Lake Victoria, western Kenya. **Parasites & Vectors**, v. 5, p. 278, 2012
18. MALONE, J. B. et al. Satellite climatology and the environmental risk of *Schistosoma mansoni* in Ethiopia and East Africa. **Acta Tropica**, v. 79, n. 1, p. 59-72, 2001.
19. MARTINS, F. T. B. et al. Schistosomiasis risk mapping in the state of Minas Gerais, Brazil, using a decision tree approach, remote sensing data and sociological indicators. **Mem. Inst. Oswaldo. Cruz**, v. 105, n. 4, p. 541-548, 2010.
20. GOMES, E. C. S. et al. Schistosomiasis transmission and environmental change: a spatio-temporal analysis in Porto de Galinhas, Pernambuco – Brazil. **International Journal of Health Geographics**, v. 11, p. 51, 2012.
21. SOUZA, C. P. et al. Geographical Distribution of *Biomphalaria* Snails in the State of Minas Gerais, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 96, n. 3, p. 293-302, 2001

22. KATZ, N.; CARVALHO, O. S. Introdução recente da esquistossomose mansoni no Sul do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v.78, n.3, p. 281-284, 1983.
23. CARVALHO, O. S.; SOUZA, C. P.; Katz, N. Primeiro encontro de *Biomphalaria tenagophila* naturalmente infectada, com *Schistosoma mansoni*, em Itajubá, sul do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v.19, n.1, p. 88-91, 1989.
24. CARVALHO, O. S. et al. Esquistossomose mansoni no sudoeste do Estado de Minas Gerais. **Rev. Saúde Pública**, v.23, n.4, p. 341-344, 1989.
25. SIQUEIRA, R. V.; CORTES, GRADIM. C. V.; GRADIM, A. C. Ocorrência de Esquistossomose Mansônica em municípios sob jurisdição da Diretoria Regional de Saúde de Alfenas. **R. Esc. Farm. Odontol. Alfenas**, v. 16, p. 7-12, 1994.
26. GRYSEELS, B. Schistosomiasis. **Infect. Dis. Clin. North. Am.**, v. 26, n. 2, p. 383-397, 2012.
27. Centers for Disease Control and Prevention. Disponibiliza informações sobre doenças infecciosas e parasitárias. Disponível em: <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/HTML/ImageLibrary/Schistosomiasis_il.htm> Acesso em: 16 mar. 2013.
28. CALDEIRA, R. L. et al. Preliminary studies investigating the occurrence of *Biomphalaria cousini* in Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v.105, n. 4, p. 485-487, 2010.
29. PARAENSE, W. L. Fauna planorbídica do Brasil. In: LACAZ, C. S.; BARUZZI, G. R.; SIQUEIRA, J. R. W. **Introdução à geografia médica do Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1972. p. 213-39.
30. LIMA, V. L. C. A esquistossomose urbana e a heterogeneidade social e epidemiológica da população do município de Campinas, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 11, n. 1, p. 45-56, 1995.
31. TEODORO, T. M. et al. Occurrence of *Biomphalaria cousini* (Mollusca: Gastropoda) in Brazil in its susceptibility to *Schistosoma mansoni* (Platyhelminths: Trematoda). **Mol. Phylogenet. Evol.**, v. 57, n. 1, p. 144-151, 2010.

32. MORGAN, J. A. T. et al. *Schistosoma mansoni* and *Biomphalaria*: past history and future trends. **Parasitology**, v. 23, p. 211-228, 2001.
33. PARAENSE, W. L. The schistosome vectors in Americas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 96, p. 7-16, 2001.
34. CARVALHO, O. S. et al. **Moluscos Brasileiros de Importância Médica**. Belo Horizonte: Fiocruz/Centro de Pesquisas René Rachou, 2008.
35. CARVALHO, O. S.; CALDEIRA, R. L. **Identificação morfológica de *Biomphalaria glabrata*, *B. tenagophila* e *B. straminea* hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni***. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas René Rachou/FIOCRUZ, 2004.
36. PARAENSE, W. L.; CORREA, L. R. Probable extension of *schistosomiasis mansoni* to southern most Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 82, n. 4, p. 577, 1987.
37. TELES, H. M. S. Distribuição geográfica das espécies dos caramujos transmissores de *Schistosoma mansoni* no Estado de São Paulo. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v. 38, n. 5, p. 426-432, 2005.
38. MELO, A. L.; PEREIRA, L. H. On the findings of *Biomphalaria tenagophila* naturally infected with *Schistosoma mansoni* in the state of Minas Gerais, Brazil. **Rev. Inst. Med. Trop.**, v. 27, n. 2, p. 99-101, 1985.
39. SILVA, R. E.; MELO, A. L.; PEREIRA, L. H. Suscetibilidade de *Biomphalaria tenagophila* e *Biomphalaria glabrata* de uma mesma região a duas cepas de *Schistosoma mansoni*. **Rev. Inst. Med. Trop.**, v. 36, n. 5, p. 409-415, 1994.
40. PARAENSE, W. L. Distribuição dos caramujos no Brasil. In: REIS, E. A.; FARIA, I.; KATZ, N. **Modernos conhecimentos sobre Esquistossomose Mansônica**. Belo Horizonte: Academia Mineira de Medicina, 1986, p. 51-66.
41. PARAENSE, W. L.; CORRÊA, L. R. Variation in susceptibility of populations of *Australorbis glabratus* to a strain of *Schistosoma mansoni*. **Rev. Inst. Med. Trop.**, v. 5, p. 15-22, 1963.
42. SUPERINTENDÊNCIA DE CAMPANHAS DE SAÚDE PÚBLICA. **Planejamento de atividade operacionais em campanhas e controle de endemias na área de influência do Projeto Sobradinho**. Brasília, 1974.
43. CARVALHO, O. S. et al. The Estrada Real project and endemic disease: the case of schistosomiasis, geoprocessing and tourism. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 105, n. 4, p. 532-536, 2010.

44. ANARUMA FILHO, F. et al. Environmental inducers of schistosomiasis mansoni in Campinas, Brazil. **Geospatial Health**, v. 5, n. 1, p. 79-91, 2010.
45. GUIMARÃES, R. J. P. S. et al. A geoprocessing approach for studying and controlling schistosomiasis in the state of Minas Gerais, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 105, n. 4, p. 524-531, 2010.
46. TRAUB, R. J.; MONIS, P. T.; ROBERTSON, L. D. Molecular epidemiology: A multidisciplinary approach to understanding parasitic zoonoses. **Int. J. Parasitol.**, v. 35, n. 11-12, p. 1295-1307, 2005.
47. CALDEIRA, R. L.; JANNOTTI-PASSOS, L. K.; CARVALHO, O. S. Molecular epidemiology of Brazilian *Biomphalaria*: a review of the identification of species and detection of infected snails. **Acta Trop.**, v. 111, n. 1, p. 6-11, 2009.
48. SOUZA, F. P. C. et al. Esquistossomose mansônica: aspectos gerais, imunologia, patogênese e história natural. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 9, n. 4, p. 300-307, 2011.
49. ROSS, A. G. et al. Schistosomiasis. **N. Engl. J. Med.**, v. 346, p. 1212-1220, 2002.
50. BLANCHARD, T. J. Schistosomiasis. **Travel Med. Infect. Dis.**, v. 2, p. 5-11, 2004
51. SOUZA, C. P.; LIMA, L. C. **Moluscos de interesse parasitológico do Brasil**. 1. ed. Belo Horizonte: FIOCRUZ/ Centro de Pesquisa René Rachou, 1997.
52. LENZI, H. L. et al. Migração e Desenvolvimento de *Schistosoma mansoni* no Hospedeiro Definitivo. In: CARVALHO, O. S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. **Schistosoma mansoni & Esquistossomose**: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. p. 87-146.
53. COELHO, et al. Evolução de *Schistosoma mansoni* no hospedeiro intermediário. In: CARVALHO, O. S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. **Schistosoma mansoni & Esquistossomose**: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. p. 147-160.
54. CHIEFFI, P. P.; KANAMURA, H. Diagnóstico laboratorial da esquistossomose mansônica. **Rev. Bras. Malariol. Doenças Trop.**, v. 30, p. 77-97, 1978.
55. DE VLAS, S. J.; GRYSSELS, B. Underestimation of *Schistosoma mansoni* prevalences. **Parasitology Today**, v. 8, n. 8, p. 274-277, 1992.

56. ENK, M. J. et al. The impact of the number of stool samples on the prevalence, the infection intensity and the distribution of the infection with *Schistosoma mansoni* among a population in an area of low transmission. **Acta Trop.**, v. 108, p. 222-228, 2008
57. FERRARI, M. L. A. et al. Efficacy of oxfamiquine and praziquantel in the treatment of *Schistosoma mansoni* infection: a controlled trial. **Bull World Health Organ.**, v. 81, n. 3, p. 190-196, 2003.
58. LUTZ, A. *Schistosomum mansoni* e a schistosomatose segundo observações feitas no Brasil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 11, p. 121-155, 1919.
59. HOFFMAN, V. A.; PONS, J. S.; JANER, J. L. The sedimentation concentration method in the schistosomiasis mansoni, **Puerto Rico J. publ. Hlth.**, v. 9, p. 283-298, 1934.
60. WILLIS, H. A simple levitation method for the detection of hookworm ova. **Med. J. Australia**, v. 29, p. 375-376, 1921.
61. BLAGG, W. et al. A new concentration technic for the demonstration of protozoa and helminth eggs in feces. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 4, p. 23-28, 1955.
62. KATZ, N.; CHAVES, A.; PELLEGRINO, J. A Simple device for quantitative stool thick-smear technique in schistosomiasis mansoni. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v. 14, p. 397-400, 1972.
63. ZICKER, F.; KATZ, N.; WOLF, J. Avaliação do teste de eclosão de miracídios na esquistossomose mansônica. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v. 19, p. 202-207, 1977.
64. JURBERG, A. D. et al. A new miracidia hatching device for diagnosing schistosomiasis. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 103, p. 112-114, 2008.
65. COELHO, P. M. Z. et al. Use of a saline gradient for the diagnosis of schistosomiasis. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 104, n. 5, p. 720-723, 2009.
66. TEIXEIRA, C. F. et al. Detection of *Schistosoma mansoni* Eggs in Feces through their Interaction with Paramagnetic Beads in a Magnetic Field. **PLoS Negl. Trop. Dis.**, v. 1, n. 2, p. e73, 2007.
67. KONGS, A. et al. Limitations of Kato-Katz technique for evaluating *S. mansoni* infections. **Trop. Med. Int. Health**, v. 6, n. 3, p. 163-169, 2001.

68. TELES, H. M. S. et al. Eficiência do diagnóstico coproscópico de *Schistosoma mansoni* em fezes prensadas. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v.36, n. 4, p. 503-507, 2003.
69. DEELDER, A. M. et al. *Schistosoma mansoni*: characterization of two circulating polysaccharide antigens and the immunological response to these antigens in mouse, hamster and human infections. **Exp. Parasitol.**, v. 50, n. 1, p. 16-32, 1980.
70. DE JONGE, N. et al. Levels of the schistosome circulating anodic and cathodic antigens in serum of schistosomiasis patients from Brazil. **Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.**, v. 85, n. 6, p. 756-759, 1991.
71. RABELLO, A. Diagnosing Schistosomiasis. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 92, n. 5, p. 669-676, 1997.
72. OLIVEIRA, E. J. et al. ELISA-IgM para diagnóstico da esquistossomose mansoni em área de baixa endemicidade. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 1, p. 255-261, 2003.
73. CORREA-OLIVEIRA, R. et al. Human antibody response against schistosomal antigens. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 38, n. 2, p. 348-355, 1988.
74. HAMBURGUER J. et al. Highly repeated short DNA sequences in the genome of *Schistosoma mansoni* recognized by a species specific probe. **Mol. Biochem. Parasitol.**, v. 44, n. 1, p. 73-80, 1991.
75. PONTES, L. A. et al. Comparison of a polymerase chain reaction and the Kato-Katz technique for diagnosing infection with *Schistosoma mansoni*. **Am. J. Trop. Med. Hyg.** v. 68, n. 6, p. 652-656, 2003.
76. PONTES, L. A.; DIAS-NETO, E.; RABELLO, A. Detection by polymerase chain reaction of *Schistosoma mansoni* DNA in human serum and faeces. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 66, n. 2, p. 157-162, 2002.
77. SANDOVAL, N. et al. A new PCR-based approach for the specific amplification of DNA from different *Schistosoma* species applicable to human urine samples. **Parasitol.**, v. 133, n. 5, p. 581-587, 2006.
78. RABELLO, A.; PONTES, L. A.; DIAS-NETO, E. Recent Advances in the Diagnosis of Schistosoma Infection: the Detection of Parasite DNA. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 1, p. 171-171, 2002.

79. SARVEL, A. K. et al. OLIVEIRA. Evaluation of a 25-year-program for the control of schistosomiasis mansoni in a endemic area in Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 5, n. 3, e990, 2011.
80. COUTO F. F. B. et al. Use of fluorescent probes as a useful tool to identify resistant *Schistosoma mansoni* isolates to praziquantel. **Parasitology**, v. 137, n. 12, p. 1791-1797, 2010.
81. OLIVEIRA F. A. et al. Responses of the surface membrane and excretory system of *Schistosoma mansoni* to damage and to treatment with praziquantel and other biomolecules. **Parasitology**, v. 132, n. 3, p. 321-330, 2006.
82. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Controle da Esquistossomose- Diretrizes Técnicas**. 2. ed. Brasília, 1998.
83. KING, C. H. et al. Transmission control for schistosomiasis – why it matters now. **Trends In Parasitology**, v. 22, n. 12, p. 575-582, 2006.
84. FAVRE, T. C. et al. Directives for schistosomiasis control in endemic areas of Brazil. In: ROKNI, M. B. **Shistosomiasis**. 1. ed. Croatia: Rijeka, 2012. cap. 5, p. 103-118.
85. CHIESA, A. M.; WESTPHAL, M. F.; KASHIWAGI, N. M. Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. **Rev. Saúde Pública**, v. 36, n. 5, p. 559-567, 2002.
86. SANTOS, A.; MARÇAL JUNIOR, O. Geografia do dengue em Uberlândia (MG) na epidemia de 1999. **Caminhos de Geografia**, v. 3, n. 11, p. 35-52, 2004.
87. BAVIA, M. E. Monitoramento ambiental e o controle das doenças endêmicas através da identificação de áreas de risco. In: II SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 2004, Sergipe. **Anais...** Sergipe: 2004. p. 1 – 10.
88. CAMARA, G. et al. **Análise espacial e geoprocessamento**. São Jose dos Campos, SP: INPE, 2002.
89. SNOW, J. Sobre a maneira de transmissão do cólera. São Paulo: Hucitec/Abrasco, 1999.
90. JAIME CERDA, L.; GONZALO VALDIVIA, C. John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. **Rev. Chil. Infect.**, v. 24, n. 4, p. 331-334, 2007.

91. CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde. Brasília: Organização Panamericana da Saúde, 2000.
92. GUIMARÃES, R. J. P. S.; FONSECA, F. R.; DUTRA, L. V.; FREITAS, C. C.; OLIVEIRA, G. C.; CARVALHO, O. S. A study of schistosomiasis prevalence and risk of snail presence spatial distributions using geo-statistical tools. In: ROKNI, M. B. Shistosomiasis. 1. ed. Croatia: Rijeka, cap. 13. p. 255-280, 2012.
93. BAVIA, M. E et al. Geographic information systems and the enviromental risk of Schistosomiasis in Bahia, Brazil. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 60, n. 4, p. 566-572, 1999.
94. GALVÃO, A. F. et al. Spatial distribution of *Schistosoma mansoni* infection before and after chemotherapy with two praziquantel doses in a community of Pernambuco, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 105, n. 4, p. 555-562, 2010
95. ARAÚJO, K. C. G. M. et al. 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**, v. 23, n. 2, p. 409-417, 2007.
96. COURA, J. R.; AMARAL, R. S. Epidemioloical and control aspects of schistosomiasis in Brazilian endemic areas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v.9, n.1, p. 13-19, 2004.
97. NEVES, D. P. et al. **Parasitologia humana**. 11. ed. São Paulo: Atheneu, 2010.
98. PRATA, A. Comemoração o centenário da descoberta do *Schistosoma mansoni* no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 41, n. 6, p. 689-691, 2008.
99. REY, L. **Parasitologia Schistosoma e Esquistossomíase: epidemiologia e controle**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
100. 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, DF, 2007.

- 101.WHO. World Health Organization. **Schistosomiasis**. 2013. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs115/en/index.html>>. Acesso em: 25 mar. 2013.
- 102.GRYSSELS, B. et al. Human schistosomiasis. **Lancet**, v. 368, p. 1106-1118, 2006.
- 103.WHO. World Health Organization. **Weekly epidemiological record**. 2011. Disponível em: <<http://www.who.int/wer/2011/wer8609.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- 104.STEINMANN, P. et al. Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimatives of people at risk. **Lancet Infect. Dis.**, v. 6, n. 7, p. 411-425, 2006.
- 105.SOUZA, C. P.; Cunha, R.; Andrade, Z. A. Development of *Schistosoma mansoni* in *Biomphalaria tenagophila*, *Biomphalaria straminea* and *Biomphalaria glabrata*. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v. 37, n. 3, p. 201-216, 1995.
- 106.REY, L. **Parasitologia**: parasitos e doenças parasitárias do homem nos trópicos ocidentais. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- 107.SCHNEIDER, M. C. et al. Elimination of Neglected Diseases in Latin America and the Caribbean: A Mapping of Selected Diseases. **PLoS Negl. Trop. Dis.**, v. 5, n. 2, p. 964, 2011.
- 108.CONCEIÇÃO, M. J.; COURA, R. J. Epidemiology of schistosomiasis mansoni in Brazil. In: ROKNI, M. B. **Shistosomiasis**. 1. ed. Croatia: Rijeka, cap. 9, p. 184-192, 2012.
- 109.RIBEIRO, P. J. et al. Programa educativo em esquistossomose: modelo de abordagem metodológica. **Rev. Saúde Pública**, v. 38, n.3, p. 415-421, 2004.
- 110.AMARAL, R. S. et al. An analysis of the impact of the Schistosomiasis Control Programme in Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 101, p. 79-85, 2006.
- 111.DRUMOND, S. C. et al. Schistosomiasis control program in the state of Minas Gerais in Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 105, p. 519-523, 2010.
- 112.KATZ, N. Schistosomiasis Control in Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 93, p. 33-35, 1998.

113. GUIMARÃES, C. T. et al. Sobre um foco urbano de esquistossomose em área metropolitana da região Sudeste do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 27, n. 3, p. 210-213, 1993.
114. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, Projeção 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=312830>>. Acesso em: 26 mar. 2013
115. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, Projeção 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=310410>>. Acesso em: 26 mar. 2013
116. FREITAS, A. R.; GONÇALVES, J. S.; OLIVEIRA, L. A. Correlação entre as variáveis climáticas (altitude, temperatura e precipitação) na mesorregião sul e sudoeste de Minas Gerais – MG. **Revista Geonorte**, v. 1, n. 5, p. 515 – 525, 2012.
117. DE CARLI, G. A. **Parasitologia clínica**: seleção de métodos e técnicas de laboratório para o diagnóstico das parasitoses humanas. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2007.
118. PARAENSE, W. L. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 55, p. 105-128, 1975.
119. PARAENSE, W. L. . The distribution of the molluscan vectors of schistosomiasis in the Americas. **Brasília Médica**, v. 11, n. 1-2, p. 11-14, 1975.
120. PARAENSE, W. L. . *Biomphalaria occidentalis* sp. n. from South America (Mollusca Basommatophora Pulmonata). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 76, n. 2, p. 199-211, 1981.
121. PARAENSE, W. L. . *Biomphalaria kuhniana* (Clessin, 1883), planorbid mollusc from South America. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 83, n. 1, p. 1-12, 1988.
122. PARAENSE, W. L. . *Biomphalaria obstructa* (Morelet, 1849): a study of topotypic specimens (Mollusca: Pulmonata: Planorbidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 85, n. 4, p. 391-399, 1990.
123. PARAENSE, W. L. . Neotropical planorbid snails with apertural lamellae. I. *Biomphalaria helophila* (Orbigny, 1835) and some synonyms (Gastropoda:

- Planorbidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n. 2, p. 177-186, 1996.
124. ESTRADA, V. E. et al. Phylogenetics of South American *Biomphalaria* and description of a new species (Gastropoda: Planorbidae). **J. Mollus. Stud.**, v. 72, n. 3, p. 221-228, 2006.
125. HAY, A. M. Sampling designs to test land use map accuracy. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 45, n. 4, p. 529-33, 1979.
126. CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999.
127. LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-74, 1977.
128. BERHE, N. et al. Variations in helminth faecal egg counts in Kato–Katz thick smears and their implications in assessing infection status with *Schistosoma mansoni*. **Acta Trop.**, v. 92, n. 3, p. 205–212, 2004
129. ENK, M. J. **Análise crítica da metodologia estabelecida para determinar prevalência e controle de esquistossomose em área de baixa endemicidade** (Chonim de Cima, Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil); recomendações de novas abordagens integradas. 2007. 85 p. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Fundação Oswaldo Cruz, Centro de Pesquisas René Rachou, Belo Horizonte, 2007.
130. SOUZA, M. A. et al. 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**, v. 5, n. 2, p. 132-139, 2006.
131. THIENGO, S. A. R. C. et al. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brazil. **Biological Invasions**, v. 9, p. 693-702, 2007.
132. ZANOL, J. et al. O caramujo exótico invasor *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 447-451, 2010.
133. MALDONADO J. R. et al. First report of *Angiostrongylus cantonensis* (Nematoda: Metastrongylidae) in *Achatina fulica* (Mollusca: Gastropoda) from

- Southeast and South Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 105, n. 7, p. 938-941, 2010.
- 134.MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia** – Noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina e Textos, 2007.
- 135.BARBOSA, F. S.; BARBOSA, C. S. The Bioecology of Snail Vectors for Schistosomiasis in Brazil. **Cad. saude publica**, v. 10, n. 2, p. 200-209, 1994.
- 136.BRASIL. Ministério da Saúde. **Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde**. Brasília, DF, 2006.
- 137.MONKEN, M.; BARCELLOS, C. Vigilância em saúde e território utilizado: possibilidades teóricas e metodológicas. **Cad. Saúde Pública**, v. 21, n. 3, p. 898-906, 2005.

APÊNDICE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 Universidade Federal de Alfenas . Unifal-MG
 Programa de Pós-graduação em Biociências
 Aplicadas à Saúde

Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Alfenas/MG. CEP 37130-000
 Fone: (35) 3299-1000 . Fax: (35) 3299-1063



CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO DE PESQUISA:

“ESTUDO DE ÁREA DE RISCO PARA ESQUISTOSSOMOSE EM REGIÃO NÃO ENDÊMICA DO SUL DE MINAS GERAIS.”

A equipe de pesquisa deste projeto convida o Sr. (a): _____

para participar do projeto mencionado acima.

- Equipe Responsável:

Raquel Lopes Martins Souza (Pesquisadora Coordenadora, Laboratório de Parasitologia Básica / UNIFAL-MG) – Tel.: (35) 3299-1472.

Rosângela Vieira Siqueira (Pesquisadora Colaboradora, Laboratório de Parasitologia Clínica / UNIFAL-MG) – Tel.: (35) 3299-1221.

Rubens dos Santos Vieira Júnior (Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Biociências Aplicadas à Saúde / UNIFAL-MG) – Tel.: (35) 3299-1472.

Para mais esclarecimentos entre em contato conosco.

- Informações Gerais:

A esquistossomose (xistose, barriga d'água) é uma doença que se adquire no contato com águas que contém caramujos infectados. Em alguns casos pode produzir barriga d'água e sangramentos (no vômito e nas fezes). Estes casos felizmente são raros porque hoje existem medicamentos que curam a maioria dos doentes.

- Descrição da Pesquisa:

Objetivos: Avaliar a situação da esquistossomose mansônica nos municípios de Arceburgo e Guaranésia, Sul/Sudoeste de Minas Gerais.

Descrição do Estudo: Serão colhidas amostras de fezes. Os exames de fezes irão detectar os ovos dos vermes com mais precisão, podendo facilitar assim, futuramente, o controle da transmissão de doenças.

Benefícios: Os participantes que apresentarem infecção detectada pelo exame de fezes serão tratados gratuitamente. Serão também oferecidas informações sobre a doença com o objetivo de evitar a transmissão da esquistossomose e outras verminoses.

Riscos em potencial: Os riscos para o participantes são mínimos. Os efeitos colaterais dos medicamentos são poucos e largamente compensados pelos benefícios do tratamento e da cura das verminoses.

Consentimento: Com base no exposto, estou ciente dos procedimentos que serão realizados durante este estudo e concordo em participar voluntariamente do mesmo. Tenho conhecimento da importância da minha cooperação e do meu compromisso com o sucesso da pesquisa. Sendo assim, autorizo os pesquisadores a realizarem os exames parasitológicos de fezes.

Nome do Participante

Assinatura do Participante

Assinatura do responsável (em caso de menor de idade)

Assinatura do Pesquisador

ANEXO - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas . UNIFAL-MG
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714 . Alfenas/MG . CEP 37130-000
Fone: (35) 3299-1000 . Fax: (35) 3299-1063

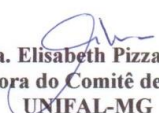


DECLARAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas UNIFAL- MG declara para os fins que se fizerem necessário que o projeto de pesquisa AVALIAÇÃO DA PREVALÊNCIA DA ESQUISTOSSOMOSE MANSÔNICA NOS MUNICÍPIOS SOB A JURISDIÇÃO DA DIRETORIA REGIONAL DE SAÚDE DE ALFENAS-MG da Profa. Raquel Lopes Marins Souza protocolo nº 23087.001873/2009-79 foi devidamente apreciado e aprovado por este Comitê.

Por ser verdade, firmo a presente Declaração.

Alfenas, 05 de outubro de 2009.


Profa. Elisabeth Pizzamiglio Vieira
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
UNIFAL-MG