

## Sensoriamento remoto aplicado na espacialização de esquistossomose no sul-sudoeste do Estado de Minas Gerais

Rubens dos Santos Vieira Júnior<sup>1</sup>  
Ericson Hideki Hayakawa<sup>2</sup>  
Dener Pádua Pimenta<sup>1</sup>  
Raquel Lopes Martins Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL – Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - 37130-000 - Alfenas - MG, Brasil.

jrveira10@oi.com.br, dener\_pimenta00@yahoo.com.br, martinssouza@unifal-mg.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – GEOGRAFIA-GEA/UNIOESTE  
CEP - 85960-000 - Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil.  
ericson\_geo@yahoo.com.br

**Abstract:** The schistosomiasis is a serious disease that is considered endemic in fifty-four countries located in the American and African continents. It is estimated that in Brazil the number of people infected by *S. mansoni* vary among 2,5 to 6 million of peoples. In this context, this study shows the spatial distribution of schistosomiasis in two localities (Guanésia and Arceburgo) placed in the south of State of Minas Gerais. The spatial analysis were performed based in remote sensing data, and involved: a) the land cover mapping based in Landsat-5/TM images; b) hypsometric mapping based in Digital Elevation Model from SRTM (Shuttle Radar Topography Mission); c) drainage network mapping obtained by topographic charts from IBGE and; d) density mapping of the snails found in the study area by Kernel Estimation. To identify the human cases of schistosomiasis the Kato-Katz and Lutz/HPJ methods for diagnosis was performed. The results show the presence of snails in the study area. Fieldwork realized in 2012 indicated six focus of *B. tenagophila*, totaling 681 snails that were no infected. The diagnosis in the human reveals the prevalence rate for Guanésia and Arceburgo of approximately 13,5% for a total of 480 tests. In 13,5%, 32% were infected with *S. mansoni*. The spatial analysis considering land cover, drainage network, hypsometric, density of snails and infected cases in humans indicated risk of transmission in Arceburgo, where the snails are concentrated. A case of infected person was noticed in rural zone.

Palavras-chave: spatial analysis, schistosomiasis, *Biomphalaria*, análise espacial, esquistossomose, *Biomphalaria*

### 1. Introdução

A esquistossomose é uma das principais doenças parasitárias no mundo e é conhecida por ser endêmica em aproximadamente 54 países nos continentes Americano e Africano. O agente etiológico é o *Schistosoma Mansoni*, trematódeo que provoca sintomas variados, com predominância de manifestações intestinais. No Brasil o número de pessoas infectadas é estimado entre 2,5 e 6 milhões para *S. mansoni* (Katz e Peixoto, 2000; WHO, 2007).

Para que se determine a prevalência da esquistossomose, o diagnóstico atualmente deve ser feito pelo exame de fezes, se possível, de toda a população, ou de grupos populacionais de maior risco. A identificação de grupos de risco pode ser fundamental no controle da endemia, requerendo estratégias diferenciadas de intervenção (Enk et al, 2008). Outro aspecto importante que se deve ser levado em consideração quando se pretende avaliar o risco de se estabelecer focos de transmissão em uma região é a fauna malacológica. É sabido que a distribuição da esquistossomose no território brasileiro coincide com distribuição dos moluscos do gênero *Biomphalaria*. No país, tem-se dez espécies do gênero *Biomphalaria*, mas somente três espécies foram encontradas eliminando cercarias de *S. mansoni* em ambientes aquáticos naturais que são: a *Biomphalaria glabrata*, a *Biomphalaria tenagophila* e a *Biomphalaria straminea* (Carvalho et al., 2008).

Trabalhos com este enfoque atualmente têm sido beneficiados pelas ferramentas de geotecnologias, especialmente os dados e técnicas de sensoriamento remoto, além das ferramentas presentes nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's). 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 (OPAS, 1996).

Considerando que a esquistossomose é uma doença determinada no espaço e no tempo por fatores socioambientais, as geotecnologias podem ser empregadas para melhor caracterizar a distribuição da prevalência da doença e de seus hospedeiros intermediários (Carvalho et al, 2005; Fonseca et al, 2007). 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 (Malone et al., 2001; McNALLY, 2003; Cardim et al., 2008). Especialmente no estado de Minas Gerais, citam-se os trabalhos de Moura et al. (2005), Fonseca et al. (2007) e Carvalho et al (2005).

Neste contexto o objetivo do trabalho é caracterizar a distribuição espacial da esquistossomose por meio das geotecnologias, para melhor caracterizar a distribuição da prevalência da doença e de seus hospedeiros intermediários. Este estudo foi realizado nos municípios de Guaranésia e Arceburgo MG, situados no Sul - Sudoeste do Estado de Minas Gerais, área considerada não endêmica para esquistossomose, mas que 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.

## 2. Metodologia

### 2.1 Área de estudo e população

A área de estudo (Figura 1) contempla a bacia hidrográfica do rio Canoas, onde se localizam os municípios de Arceburgo e Guaranésia, sul-sudoeste do estado de Minas Gerais. Estes municípios se caracterizam por apresentarem um alto índice de migração e uma prevalência baixa para esquistossomose mansônica. A população averiguada no estudo é composta por indivíduos de áreas endêmicas para esquistossomose, que são contratados para trabalharem temporariamente nas safras regionais e por amostras de indivíduos residentes próximos aos locais onde foram encontrados os caramujos do gênero *Biomphalaria*.

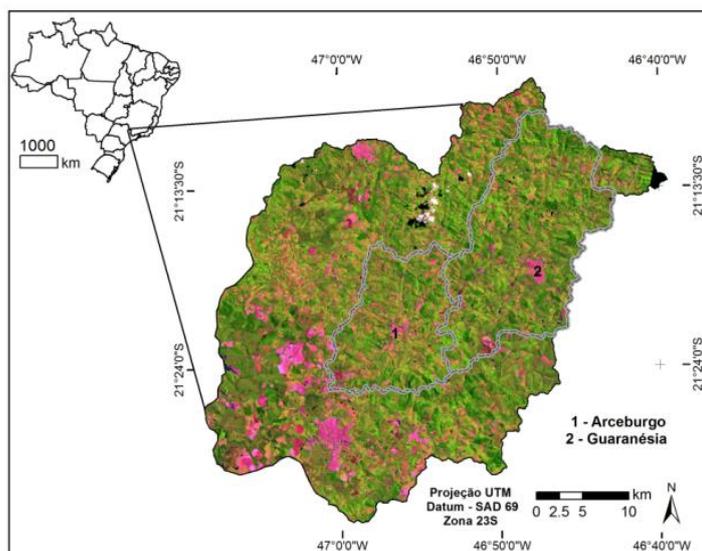


Figura 1. Área de estudo

## 2.2 Coleta de moluscos límnicos

A coleta dos moluscos foi realizada de acordo com as técnicas descritas no livro: *Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica: Diretrizes e Técnicas: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose* (Ministério da saúde, 2008).

## 2.3 Exame de formas larvais de trematódeos em moluscos

Os caramujos foram isolados em frascos de vidro transparente, com 4ml de água desclorada e filtrada, e expostos à luz de lâmpadas incandescentes.

## 2.4 Exame de fezes

As amostras fecais foram analisadas pelos métodos de Kato-Katz e Lutz/HPJ. Foram coletadas amostras de cada indivíduo. Para cada amostra foi preparada duas lâminas, de acordo com o trabalho realizado por Enk et al. (2008)

## 2.5 Processamento dos dados de geotecnologia

Este trabalho utilizou imagens Landsat-5/TM de 18/08/2011 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](http://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.

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 ortorretificada, b) segmentação e classificação não supervisionada das imagens com base no algoritmo ISOSEG no aplicativo SPRING 5.1.8, c) avaliação da acurácia das classificações pelo índice *Kappa* e, d) elaboração e edição dos mapas temáticos.

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 onde foram encontrados caramujos e pessoas infectadas foram organizados em planilhas e inseridos no aplicativo SPRING a fim de serem plotados espacialmente no mapa. 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 baseia-se na seguinte equação:

$$\hat{\lambda}_t(s) = \sum_{i=1}^n \frac{3}{4\pi t^2} \left( 1 - \frac{h_i^2}{t^2} \right)^2 \quad (1)$$

sendo, n: o número de amostras,  $h_i$ : a distância entre o ponto ou valor observado ( $S_i$ ) e o ponto a ser calculado (S). O parâmetro t é denominado largura de faixa e controla o amaciamento da superfície gerada (Camara et al., 2002). Neste estudo, o parâmetro t que melhor representa os dados possui valor de 1500 metros, definido a partir do método exploratório.

### 3. Resultados e discussão

Os resultados do trabalho são apresentados conforme as seguintes etapas: i) realização de exames em trabalhadores, ii) campanhas de campo em busca de caramujos e iii) análise espacial a partir de dados de geotecnologias.

O inquérito parasitológico com moradores de Arceburgo e trabalhadores recrutados para a colheita da cana de açúcar de uma agroindústria de Guaranésia revelaram coeficiente geral de prevalência de enteroparasitos de aproximadamente 13,5%, de um total de 480 exames coproparasitológicos realizados com trabalhadores da Agrícola Monções e moradores de Arceburgo. Em 13,5%, 32,3% estavam infectados com *S. mansoni* (Tabela 1).

**Tabela 1 : Prevalência de parasitoses intestinais em indivíduos imigrantes do norte do Estado de Minas Gerais e da região nordeste do país**

Espécie	Município	Arceburgo/Guaranésia	
		N	%
<i>Schistosoma mansoni</i>		21	32,3
<i>Entamoeba coli</i>		15	23,1
<i>Giardia Lamblia</i>		11	16,9
Ancylostomatidae		7	10,8
<i>Hymenolepis nana</i>		4	6,2
<i>Ascaris Lumbricoides</i>		3	4,6
<i>Enterobius vermicularis</i>		2	3,1
<i>Entamoeba histolytica</i>		1	1,5
<i>Strongyloides stercoralis</i>		1	1,5
<b>Total</b>		<b>65</b>	<b>100</b>

No levantamento malacológico coletou-se 1276 moluscos nos municípios de Guaranésia e Arceburgo – MG. Destes, 681 caramujos *Biomphalaria tenagophila* foram encontrados somente no município de Arceburgo. Apesar dos resultados dos exames dos moluscos do gênero *Biomphalaria* terem sido negativos, a descoberta em campo de *B.tenagophila* como espécie vetor da esquistossomose mansônica, reforça sua importância epidemiológica no município de Arceburgo. Estes moluscos foram encontrados em seis localidades diferentes, destacando-se uma cisterna no centro da cidade. O número de moluscos coletados por município, a espécie ou gênero são mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2 : Moluscos capturados nos municípios de Guaranésia e Arceburgo - MG (Agosto/2011 a Julho/ 2012)**

Município	Moluscos Capturados*						
	Af	B	Bt	Ph	Ly	Me	Po
<b>Arceburgo</b>	56	15	681	62	22	175	
<b>Guaranésia</b>	235						30
<b>Total</b>	291	15	681	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*

A fim de descrever e visualizar a distribuição espacial dos eventos, associado à análise espacial do risco da doença, elaborou-se mapas temáticos da área de estudo. Os mapas são importantes instrumentos na análise espacial do risco de determinada doença, e conforme Malta et al. (2001), possuem como objetivo: descrever e permitir a visualização da distribuição espacial do evento, sugerindo os determinantes locais do evento e fatores

etiológicos desconhecidos que possam ser formulados em termos de hipóteses e apontar associações entre um evento e seus determinantes. Neste estudo foram construídos com a finalidade de localizar em cada espaço os focos dos hospedeiros intermediários e os casos humanos de esquistossomose.

Conforme o mapa hipsométrico (Figura 2), os caramujos *B.tenagophila* encontram-se distribuídos predominantemente na média bacia do rio Canoas, margeando os cursos d'água. Dada a dimensão da área de estudo, a campanha de campo não alcançou toda a área, contudo, pode-se inferir que há chances de se encontrar mais caramujos no restante da bacia. Em relação aos casos humanos de esquistossomose observa-se que estão concentrados na zona rural do município de Guaranésia. Apesar de termos encontrado apenas uma localidade com todos os casos humanos, o presente projeto ainda realiza a busca ativa de novos casos, através dos exames parasitológicos de fezes nos grupos de risco.

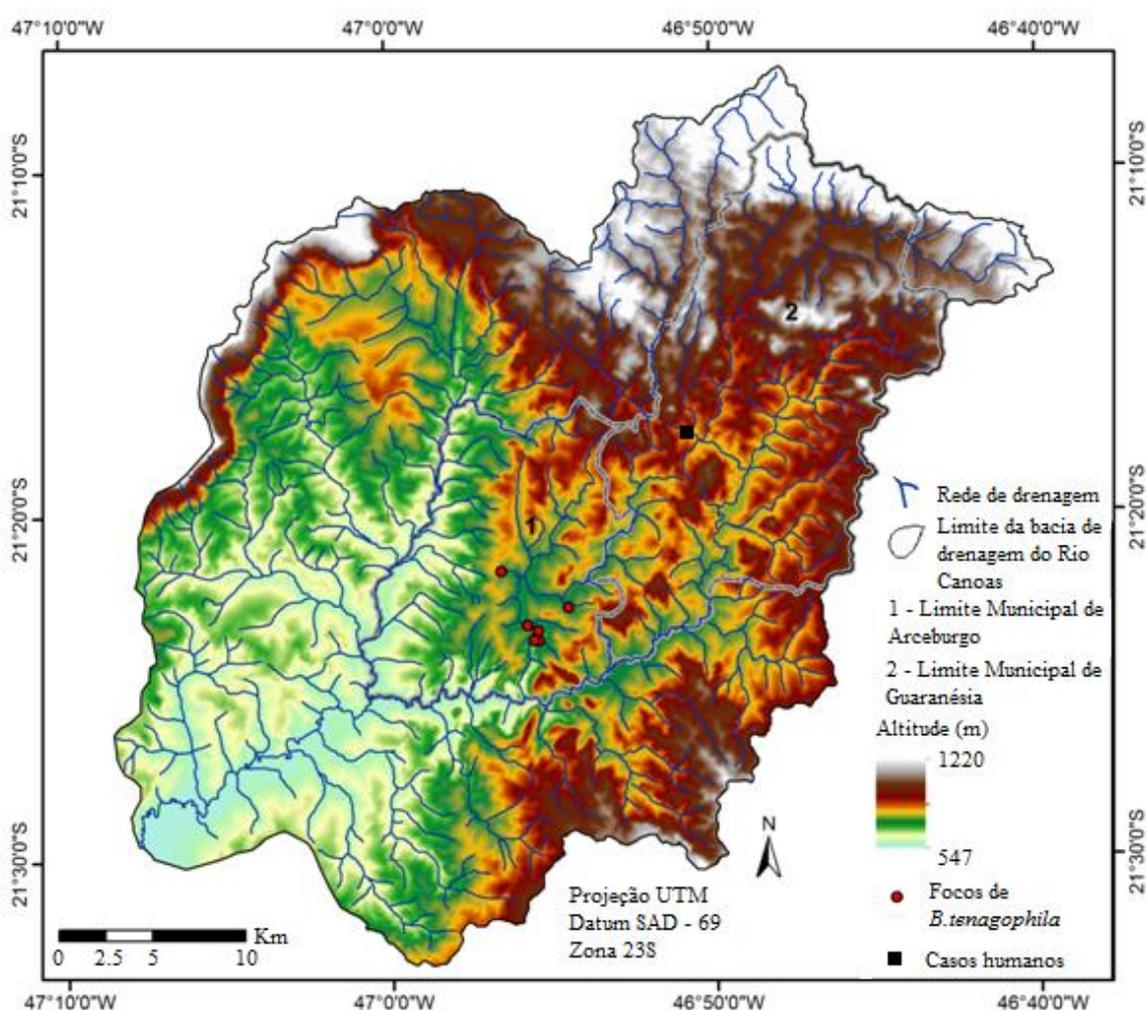


Figura 2 – Modelo digital de elevação, rede de drenagem e pontos denotando os locais onde foram encontrados os caramujos na área de estudo.

Dos caramujos encontrados em campo, o maior número concentrava-se na área urbana, em uma cisterna. Este tipo de elemento ainda é comum em Arceburgo, principalmente margeando os cursos d'água. Os demais caramujos foram encontrados em rios ou lagos para criação de peixes. A partir do estimador kernel, nota-se claramente a maior densidade de caramujos na área urbana de Arceburgo (Figura 3).

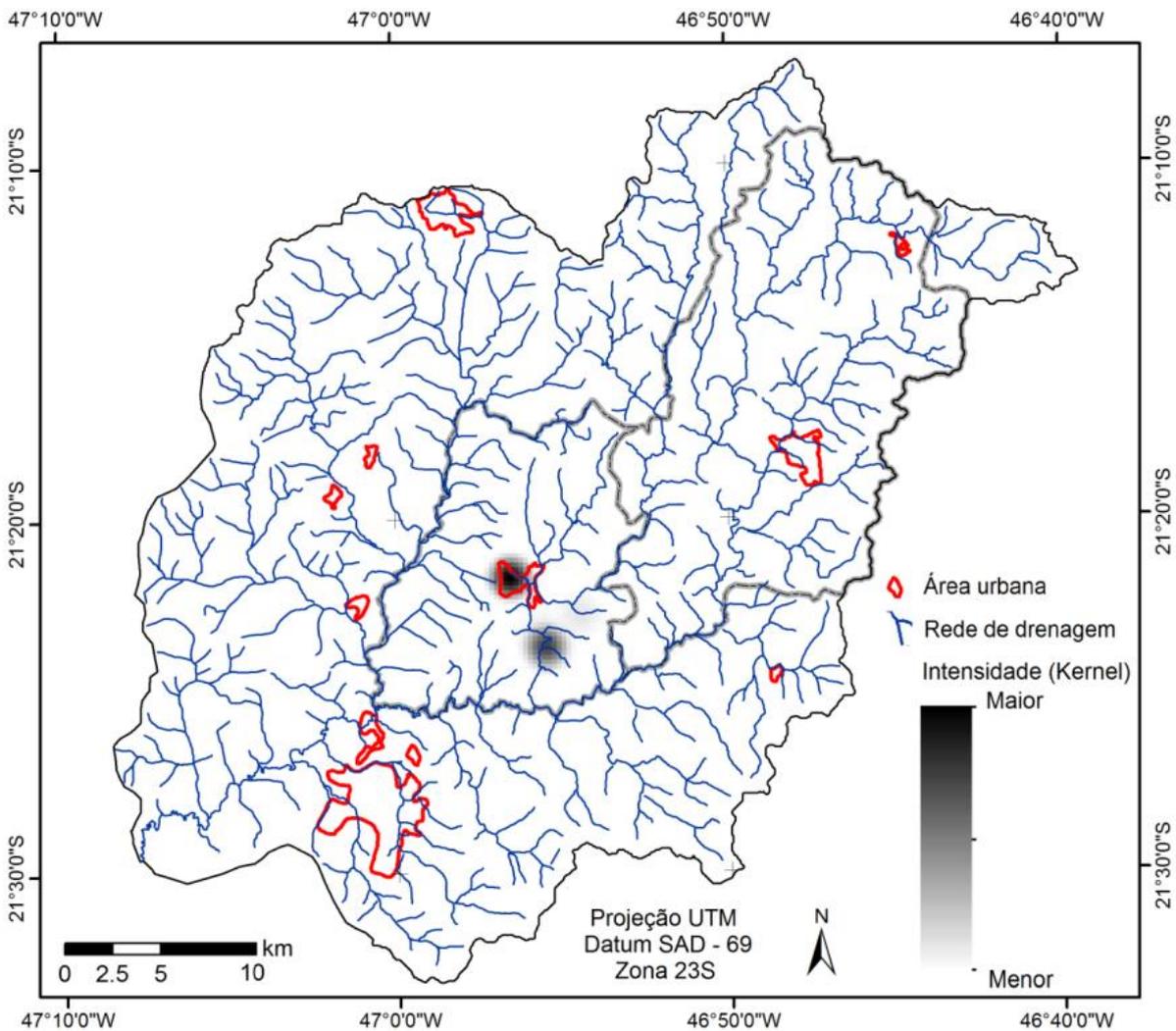


Figura 3 – Rede hidrográfica e densidade de caramujos encontrados na área de estudo.

O mapa temático de uso e ocupação do solo (Figura 4) também caracteriza as diferentes condições favoráveis à disseminação de esquistossomose na área de estudo. Este conhecimento da realidade local é importante para monitorar as condições geradoras do processo doença/vetor e orientar ações de controle no território estudado. Considerando-se que a maioria da mão-de-obra contratada pelas empresas agropecuárias são importadas de áreas endêmicas de esquistossomose para trabalharem nas lavouras de cana e café, este mapa é um importante instrumento para expor a dimensão da problemática em questão. Observa-se a predominância de culturas representadas pelo café e cana de açúcar. Portanto, deve-se considerar o fato da grande circulação de pessoas infectadas pela esquistossomose por toda área em questão, o que pode contaminar os recursos hídricos, favorecendo assim o estabelecimento de focos de transmissão da doença em uma área de grande dimensão que até o presente é considerada indene para infecção. Carvalho et al. (1989) já alertavam que se houvesse o estabelecimento de focos de transmissão na região de Furnas, estes seriam de difícil, ou até mesmo impossível de serem controlados.

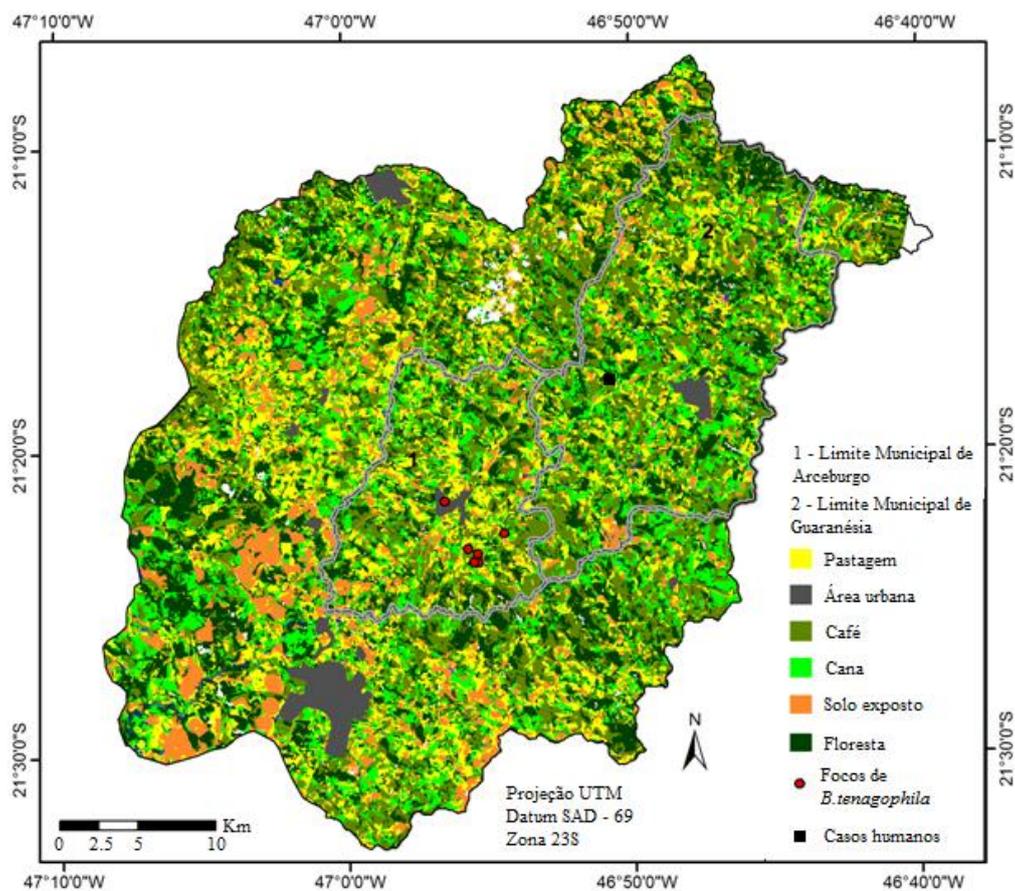


Figura 4: Mapa de cobertura do solo da área de estudo e a distribuição dos focos de *B. tenagophila*

#### 4. Conclusão

Os dados de geotecnologias, especialmente os dados de sensoriamento remoto e as ferramentas do Sistema de Informação Geográfica foram essenciais para a uma ampla caracterização do ambiente e espacialização do risco de esquistossomose na área de estudo. Como observado, a área de estudo apresenta uma fisiografia abundante em cursos fluviais, lagos e açudes, fato que favorece a presença da espécie de caramujo *Biomphalaria tenagophila*, hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*. Tal fato, aliada a presença de trabalhadores infectados pelo *Schistosoma mansoni* oriundos de regiões endêmicas de esquistossomose pode ser um enorme risco para um surto desta doença na região. Neste sentido, as empresas agropecuárias e os órgãos competentes devem ter ciência de que a migração de mão-de-obra infectada durante a colheita do café pode causar sérios prejuízos humanos através da propagação da esquistossomose. Considerando-se que a área apresenta condições favoráveis ao estabelecimento de focos de transmissão de esquistossomose, é fundamental estruturar ações a fim de informar a população em geral e tratar previamente os trabalhadores infectados.

#### Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

#### Referências Bibliográficas

CAMARA, G.; MONTEIRO, A.M.; FUKS, S.D.; CARVALHO, M.S. **Análise espacial e geoprocessamento**. São Jose dos Campos, SP: INPE, 2002.

CARDIM, L.L.; BAVIA, M.E.; FERRAUDO, A.S.; CARNEIRO, D.D.M.T.; SILVA, M.M.N.; BRITO, V.S.; MARTINS, M.S.; DANTAS FILHO, A.M. **Avaliação da Esquistossomose Mansônica mediante as Geotecnologias e Técnicas Multivariadas no Município de Jacobina, Bahia**. Revista Baiana de Saúde Pública, v. 32, n. 1, p. 29-42, 2008.

CARVALHO, O. S.; DUTRA, L. V.; MOURA, A. C. M.; FRITAS, C. C.; AMARAL, R. S.; DRUMMOND, S. C.; FREITAS, C. R.; SCHOLTE, R. G. C.; GUIMARÃES, R. J. P. S.; MELO, G. R.; RAGONI, V.; GUERRA, M. Desenvolvimento de um sistema de informações para o estudo, planejamento e controle da esquistossomose no Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2005b, v. 16, p. 2083 – 208

CARVALHO, O. S.; JANNOTI-PASSOS, L. K.; CALDEIRA, R. L. 2008. **Importância e Biologia Molecular Aplicada ao Estudo dos Moluscos do Gênero *Biomphalaria***. In: *Schistosoma mansoni* & Esquistossomose- Uma Visão Multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 309-346.

CARVALHO, O. S.; MASSARA, C. L.; ROCHA, R. S.; KATZ, N. 1989. **Esquistossomose no Sudoeste do Estado de Minas Gerais (Brasil)**. Rev. Saúde Pública, 23(4): 341-344.

ENK, M. J.; LIMA, A.C.L; MASSARA, C. L.; COELHO, P. M. Z.; SCHALL, V.T. 2008b. **A combined strategy to improve the control of schistosomiasis in areas of low prevalence**. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 78(1), p. 140-146.

FONSECA, R.R.; SARAIVA, T.S.; FREITAS, C.C.; DUTRA, L.V.; MONTEIRO, A.M.V.;RENNÓ, C.D.; MARTINS, F.T.; GUIMARÃES, R.J.P.S.; MOURA, A.C.M.; SCHOLTE, R.G.C.; AMARAL, R.S.; DRUMMOND, S.C.; CARVALHO, O.C. Desenvolvimento de um índice hidrológico para aplicação em estudos de distribuição da prevalência de esquistossomose em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007, v. 18, p. 2589-2595.

Katz, N., Peixoto, S.V., 2000. **Critical analysis of the estimated number of schistosomiasis mansoni carriers in Brazil**. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 33, 303–308.

MALONE, J.B.; YILMA, J.M.; McCARROLL, J.C.; ERKO, B.; MUKARATIRWA, S.; ZHOU, X. **Satellite climatology and the environmental risk of *Schistosoma mansoni* in Ethiopia and East Africa**. Acta Tropica, v. 79, n. 1, p. 59-72, 2001.

Malta DC, Almeida MCM, Dias MAS, Merhy EE. **A mortalidade infantil em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, por área de abrangência dos Centros de Saúde (1994-1996)**. Cad Saúde Pública 2001 setembro-outubro; 17(5):1189-98.

McNALLY, K. **Developing risk assessment maps for *Schistosoma* based on climate grids and remotely sensed data**. 2003. 42f. Dissertação (Mestrado) – Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2008. **Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica – Diretrizes Técnica: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE)**. 2 ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde.

MOURA, A.C. M.; FREITAS, C. R.; DUTRA, L. V.; MELO, G. R.; CARVALHO, O. S.; FRITAS, C. C.; AMARAL, R. S.; DRUMMOND, S. C.; SCHOLTE, R. G. C.; GUIMARÃES, R. J. P. S. Atualização de mapa de drenagem como subsídio para a montagem do SIG para a análise da distribuição da esquistossomose em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2005, v. 16, p. 3551-3558.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – OPAS. 1996. **Uso de los Sistemas de Información Geográfica en Epidemiología (SIG-EPI)**. Boletín Epidemiológico, v. 17, n. 1, Marzo, p. 1-6.

WHO (World Health Organization). Schistosomiasis. 2007. Disponível em: <<http://www.who.int/schistosomiasis/en/>>. Acesso em : 5.Ago.2012.