

VII-011 – MODELO DE RISCO DA ESQUISTOSSOMOSE NO ESTADO DO PARÁ

Ricardo José de Paula Souza e Guimarães ⁽¹⁾

Doutor em Biomedicina - Instituto de Ensino e Pesquisa da Santa Casa de Belo Horizonte

Tecnologista em Geoprocessamento - Instituto Evandro Chagas/SVS/MS - Laboratório de Geoprocessamento

Karla de Souza Santos ⁽²⁾

Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém – IESAM

Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. PIBIC/CNPq do Instituto Evandro Chagas - Laboratório de Geoprocessamento, processo nº 154716/2015-4

Christiane de Oliveira Goveia ⁽³⁾

Mestre em Ciências da Saúde - Centro de Pesquisas René Rachou - Fiocruz/MG

Pesquisadora Assistente - Instituto Evandro Chagas/SVS/MS - Laboratório de Parasitoses Intestinais, Esquistossomose e Malacologia

Martin Johannes Enk ⁽⁴⁾

Doutor em Ciências da Saúde - Centro de Pesquisas René Rachou - Fiocruz/MG

Pesquisador Especialista - Instituto Evandro Chagas/SVS/MS - Laboratório de Parasitoses Intestinais, Esquistossomose e Malacologia

Endereço⁽¹⁾: Rodovia BR 316, Km 7, s/n. Laboratório de Geoprocessamento, Instituto Evandro Chagas/SVS/MS - Levilândia - Ananindeua - Pará - CEP: 67030-000 - Brasil - Tel: +55 (91) 3214-2469 - e-mail: ricardojpsg@gmail.com

RESUMO

A abordagem espacial permite a integração de dados socioeconômicos e ambientais, promovendo o interrelacionamento das informações de diversos bancos de dados. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode ser aplicado para entender melhor a interligação desses fatores e para fornecer um quadro mais completo de transmissão de doenças. Os dados gerados pelo SIG têm um papel importante no estudo da esquistossomose, especialmente no que diz respeito à interação da doença com as condições ambientais. Este estudo avaliou o risco da esquistossomose no estado do Pará utilizando as informações de presença de caramujos do gênero *Biomphalaria* comparados com os dados de saneamento. A área de estudo foi o estado do Pará pertencente à Região Norte do Brasil. O estado tem 144 municípios e é subdividido em seis mesorregiões. O estado do Pará apresenta 42,19% de rede de esgoto, 3,75% coleta de esgoto e 2,72% de tratamento de esgoto. Os dados de ocorrência dos caramujos foram obtidos de levantamento bibliográfico e dos livros de registros existentes no Laboratório de Parasitoses Intestinais, Esquistossomose e Malacologia do IEC. Estes dados foram compilados em planilhas eletrônicas para a criação do BDGeo e depois foi importado para um SIG. Foi realizada a análise espacial utilizando as ferramentas: estimador de densidade Kernel, Índice de Moran Global e Índice de Moran Local (LISA). O total de 38 municípios apresentaram caramujos *Biomphalaria*. O índice de Moran mostrou que existe autocorrelação espacial tanto para o tipo de esgoto quanto para a presença de caramujo *Biomphalaria*. O LISA mostrou que 15 municípios estão em um maior risco, pois apresentam caramujos e esgotamento inadequado. A aplicação do Kernel mostrou a existência de um aglomerado localizado nas Mesorregiões do Marajó, Metropolitana de Belém e Nordeste do Paraense. O levantamento dos dados foi muito importante para a criação do BDGeo e espacialização das informações. A análise de distribuição espacial mostrou que em algumas regiões não existem registros da presença do caramujo *Biomphalaria* e que o estado do Pará apresenta uma grande deficiência no tipo de esgotamento. O índice de Moran mostrou que existe autocorrelação espacial e o LISA indicou as áreas com maiores riscos, assim como a aplicação do Kernel. Esse estudo mostrou o potencial da aplicação do SIG para auxiliar os profissionais de saúde, orientando com maior precisão os locais de controle e vigilância da endemia.

PALAVRAS-CHAVE: Esquistossomose, Saneamento, SIG, Análise Espacial.

INTRODUÇÃO

A abordagem espacial permite a integração de dados socioeconômicos e ambientais, promovendo o interrelacionamento das informações de diversos bancos de dados (Santos et al. 2000). Dentre as diversas aplicações do Sistema de Informação Geográfica (SIG) na área da saúde, destacam-se os estudos sobre vigilância epidemiológica através da determinação de padrões da situação de saúde de uma área ou de grupos, evidenciando o risco de ocorrência de uma doença e habitat do hospedeiro intermediário e a possibilidade de programar atividades para o planejamento e otimização de recursos para a sua prevenção e controle.

Os modelos preditivos e suas respectivas variáveis podem ser utilizados como fonte de informação para a vigilância em saúde. Essa verificação é extremamente importante uma vez que, Dister et al. (1997) e Glass et al. (1995) reportaram uma exata precisão entre os mapas de predição e as observações diretas do campo.

A infecção por diferentes espécies de *Schistosoma* representa o principal problema de saúde pública afetando mais de 200 milhões de pessoas, enquanto outras 700-800 milhões de pessoas vivem em áreas com risco de contrair a infecção, principalmente em países em desenvolvimento localizados na África, Ásia e América Latina (WHO 2002; Gryseels et al. 2006; Steinmann et al. 2006).

No Brasil, *S. mansoni* é o único agente etiológico da esquistossomose que afeta aproximadamente oito milhões de brasileiros (Katz & Peixoto 2000), a transmissão atinge 19 estados, ocorrendo de forma disseminada nos estados do nordeste, em Minas Gerais e Espírito Santo, enquanto que as áreas de transmissão dos estados da região Norte e da região Sul apresentam caráter focal e disperso (Coura & Amaral 2004).

Na região Amazônica, fatores que favorecem a prevalência de *S. mansoni* como condições climáticas adequadas, falta de saneamento básico, condições socioeconômicas e educacionais, e predisposição individual (De Silva et al. 2003; Utzinger et al. 2003; Thaparand Sanderson 2004; Bethony et al. 2006) são frequentemente relatados. Entretanto, a falta de métodos diagnósticos mais sensíveis para detectar a real prevalência de infecção (Enk et al. 2008) e de estudos atualizados, aliados a ausência de levantamentos malacológicos não nos permite formar uma imagem da epidemiologia da doença (Paraense 2001) e dificulta a formulação de estratégias de controle mais eficientes.

O levantamento malacológico em conjunto com o mapeamento de hospedeiros intermediários positivos para *S. mansoni* é essencial para criar mapas de risco e iniciar um controle integrado, o que a OMS preconiza para interromper a transmissão da esquistossomose (WHO 2002).

No Brasil, existem onze espécies e uma subespécie do gênero *Biomphalaria* das quais somente *B. glabrata*, *B. tenagophila* e *B. straminea* têm sido encontradas naturalmente infectadas por *S. mansoni* e três outras espécies são hospedeiras em potencial. Das três espécies hospedeiras naturais, *B. glabrata* é a mais importante, devido à sua ampla distribuição geográfica e alta suscetibilidade à infecção por *S. mansoni* (Guimarães et al. 2009, Teodoro et al. 2011).

O geoprocessamento pode ser aplicado para caracterizar, para entender melhor a interligação desses fatores e para fornecer um quadro mais completo de transmissão de doenças. O SIG permite a análise complexa de uma grande quantidade de informações e para apresentar os resultados dessa análise em mapas gráficos. Os dados gerados pelo SIG têm um papel importante no estudo da esquistossomose, especialmente no que diz respeito à interação da doença com as condições ambientais (Guimarães et al. 2006).

Este estudo avaliou o risco da esquistossomose no estado do Pará utilizando as informações de presença de caramujos do gênero *Biomphalaria* comparados com os dados de saneamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi o estado do Pará pertencente à Região Norte, com uma área de 1.247.954,320 km² é a unidade federativa mais populosa desta macrorregião, com cerca de 8,2 milhões de habitantes em 2015, e ao mesmo tempo a de maior PIB (IBGE 2016). O estado tem 144 municípios e é subdividido em 22 microrregiões e seis mesorregiões. Seus limites são com o estado do Amapá, Suriname e Guiana a norte,

Roraima a noroeste, Amazonas a oeste, Mato Grosso a sul, Tocantins a sudeste, Maranhão a leste (IBGE 2014). A Figura 1 mostra a área de estudo.

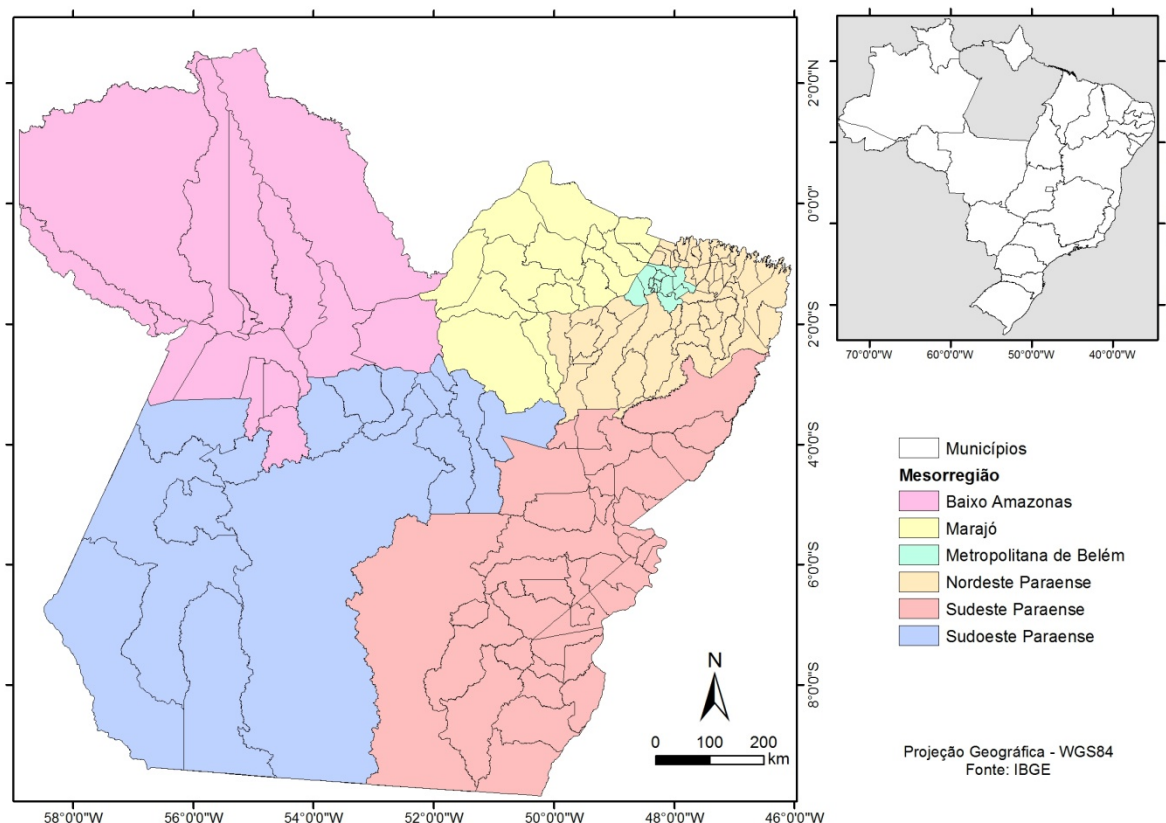


Figura 1: Localização do estado do Pará e suas mesorregiões e municípios.

O estado do Pará apresenta 42,19% de rede de esgoto, 3,75% coleta de esgoto e 2,72% de tratamento de esgoto (<http://www.tratabrasil.org.br/>).

Os dados de ocorrência dos caramujos foram obtidos de levantamento bibliográfico e dos livros de registros existentes no Laboratório de Parasitoses Intestinais, Esquistossomose e Malacologia / IEC. Estes dados foram compilados em planilhas eletrônicas Microsoft Excel®, para a tabulação do município, nome da espécie e coordenadas geográficas para a criação do Banco de Dados Geográfico (BDGeo). O BDGeo foi importado/armazenado no Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a visualização, processamento e análise dos dados.

As Bases Cartográficas, limites de municípios e dados de saneamento, foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (<http://www.ibge.gov.br/>) e do Instituto Trata Brasil (<http://www.tratabrasil.org.br/>).

Foi realizada a análise espacial utilizando as ferramentas: Índice de Moran Global e Índice de Moran Local (LISA) e o estimador de densidade Kernel. Essas análises foram realizadas nos programas Terraview (<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>) e ArcGis (<http://www.esri.com/>).

Para avaliar a distribuição espacial dos caramujos *Biomphalaria* e do tipo de esgotamento e identificar padrões de dependência espacial, foram calculados índices de Moran Global e Local, que medem a intensidade da autocorrelação espacial, ou seja, mede o quanto o valor observado de um atributo em uma determinada região é dependente dos valores dessa mesma variável nas localizações vizinhas (Anselin 1995).

O Índice de Moran Global mede a intensidade da autocorrelação espacial e fornece um único valor como medida de associação espacial para todo o conjunto de dados. O uso deste índice global avalia se o padrão

expresso está em agrupamento (o valor p é estatisticamente significativo e o z é positivo), disperso (o valor p é estatisticamente significativo, e z é negativo) ou aleatório (o valor p não é estatisticamente significativo) (ESRI 2014).

O Índice de Moran Local analisa se os padrões são válidos localmente. Por se tratar de um indicador local permite assim a identificação de *clusters* de áreas e *outliers*. Como resultado, os valores significativamente altos indicam alta probabilidade de que haja locais de associação espacial, tanto de regiões com altos valores associados como com baixos valores associados. Já valores significativamente baixos apontam um regime espacial de desigualdade na região, ou ainda, zonas de transição entre um determinado regime espacial (Anselin 1995, Anselin & Bao 1997).

As relações entre o valor do atributo medido e de seus vizinhos podem ser observadas na análise gráfica do *Box Map*. A divisão do gráfico é em quadrantes: Q1, Q2, Q3 e Q4. Os pontos localizados no Q1 e Q2 indicam zonas em que o valor medido do atributo assemelha-se à média dos vizinhos. Os pontos localizados no Q3 e Q4 indicam que o valor do atributo medido não se assemelha à média dos seus vizinhos e podem ser considerados como extremos ou como áreas de transição (Anselin 1995).

O estimador de densidade Kernel é uma técnica estatística, de interpolação, não paramétrica, que produz uma superfície contínua (aglomerado) de densidade calculada em todas as localizações, para a identificação visual de “áreas quentes” (*hotspot*), sem alterar as suas características locais (Bailey & Gatrell 1995). A vantagem da utilização dessa técnica é a rápida visualização do comportamento dos padrões de pontos na área de estudo sem ser afetada por divisões político-administrativas e fornece uma visão geral da distribuição dos eventos (Carvalho & Câmara 2002).

RESULTADOS

O total de 38 municípios apresentaram caramujos *Biomphalaria* das espécies (*B. glabrata*, *B. straminea*, *B. kuhniana* e/ou *B. schrammi*). Eles estão localizados principalmente na região nordeste e oeste do estado do Pará.

O saneamento foi dividido em três tipos: adequado (dois municípios = 1,4%), semi-adequado (102 municípios = 70,8%) e inadequado (40 municípios = 27,8%), como pode ser observado na Figura 2.

Observa-se na Figura 2 que 28 municípios têm presença de *Biomphalaria* e tipo de esgotamento semi-adequado (19,4%), nove municípios com *Biomphalaria* e tipo inadequado (6,3%) e somente um com *Biomphalaria* e esgotamento adequado (0,7%). Os nove municípios que apresentaram caramujos *Biomphalaria* e esgotamento inadequado foram: Anajás, Anapu, Aveiro, Cachoeira do Piriá, Medicilândia, Pacajá, Placas, Rurópolis e Viseu.

O índice de Moran mostrou como observado na Figura 2 que existe autocorrelação espacial tanto para o tipo de esgoto (0,21) quanto para a presença de caramujo *Biomphalaria* com 0,26 indicando que as áreas estão mais próximas umas das outras no mapa apresentado.

A aplicação do Índice de Moran Local (LISA) nos dados de presença de caramujos *Biomphalaria* e tipo de esgoto podem ser visualizados na Figura 3, onde são observadas na análise gráfica do *Box Map* as cores verde (alto-alto), amarelo (baixo-baixo), vermelho (alto-baixo) e azul (baixo-alto).

Esses valores indicam para o caso da *Biomphalaria* (Figura 3A) que Q1 (verde) se trata de uma região com caramujos, cercada por outros municípios que apresentam a mesma situação; e no caso Q2 (amarelo) uma região sem caramujo, cercada por outros municípios de mesma situação. Já os casos Q3 (vermelho) e Q4 (azul) detectam municípios com caramujos e sem caramujos que se localizam perto de municípios sem caramujos e com caramujos, respectivamente. É importante observar que este tipo de estudo separa os municípios em apenas dois grupos quanto à presença ou ausência de caramujos *Biomphalaria*.

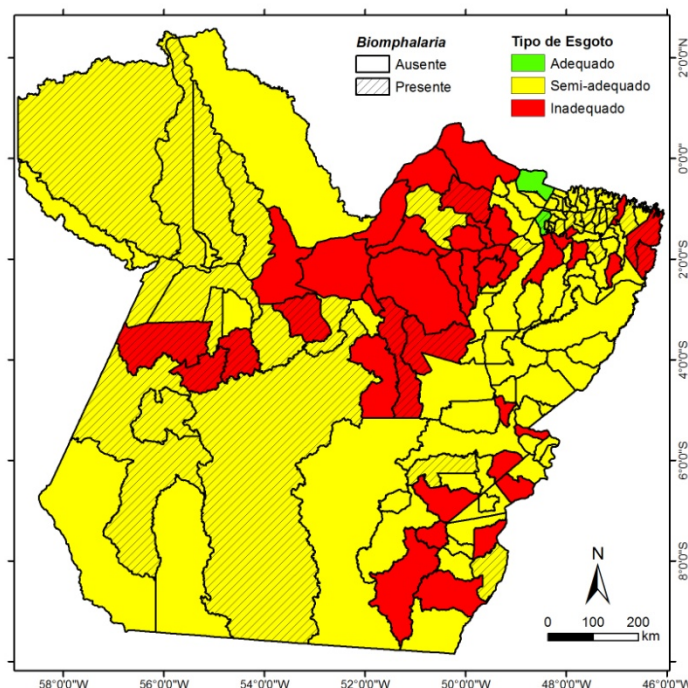


Figura 2: Distribuição espacial dos locais com presença de caramujos *Biomphalaria* e tipo de esgoto.

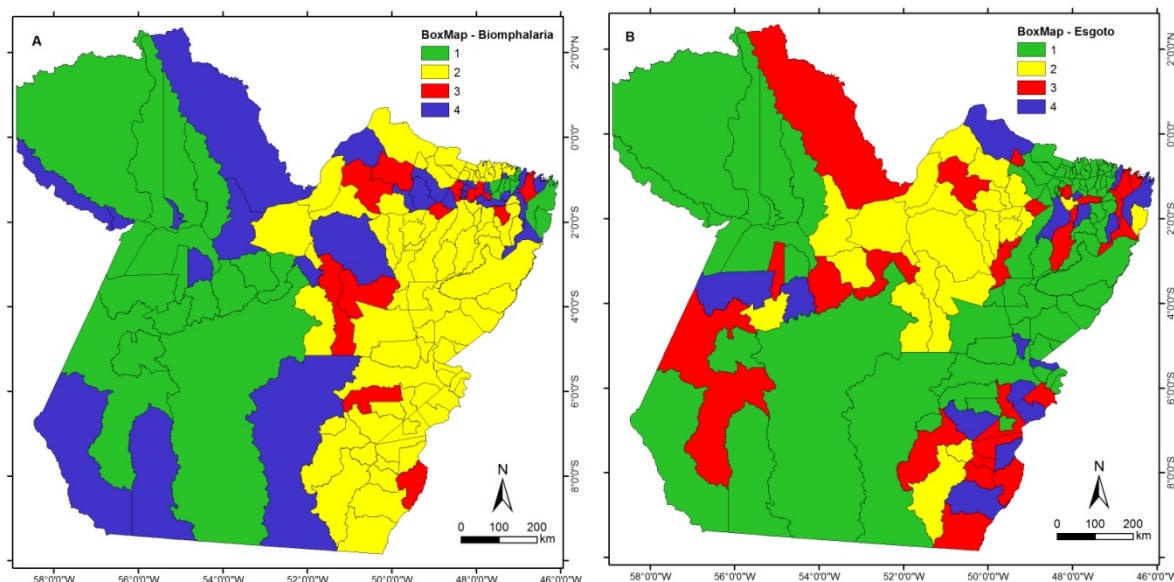


Figura 3: Aplicação do LISA nos dados de presença de caramujos *Biomphalaria* (A) e tipo de esgoto (B).

Como existem dois municípios com tipo de esgotamento adequado, a análise separa em dois grupos de municípios em relação ao tipo de esgotamento (semi-adequado e inadequado). A Figura 3B indica os municípios para o tipo semi-adequado (verde), cercada por outros municípios que apresentam a mesma situação; e no caso do tipo inadequado (amarelo), cercada por outros municípios de mesma situação. Já o município nas cores vermelha e azul detectam áreas que se intercalam entre semi-adequado e inadequado.

Quando realizado a ligação entre o Q1 do caramujo e Q1 do esgotamento observamos que 15 municípios estão em um maior risco, pois apresentam caramujos e esgotamento inadequado. Os municípios que apresentaram essas características foram: Alenquer, Altamira, Capanema, Iguarapé-Açu, Juruti, Monte Alegre,

Nova Timboteua, Óbidos, Oriximiná, Peixe-Boi, Primavera, Quatipuru, Santa Maria do Pará, Santarém e Trairão.

A Figura 4 mostra a aplicação do Kernel nos dados de presença de caramujos *Biomphalaria* (A) e tipo de esgoto (B). Observa-se nas Figuras 4A e 4B a existência de dois aglomerados, um com maior intensidade localizada nas Mesorregiões do Marajó, Metropolitana de Belém e Nordeste do Paraense em ambas as figuras, porém, o segundo aglomerado com menor intensidade se localiza nas Mesorregiões Baixo Amazonas e Sudoeste Paraense (Figura 4A) e na Mesorregião Sudeste Paraense (Figura 4B).

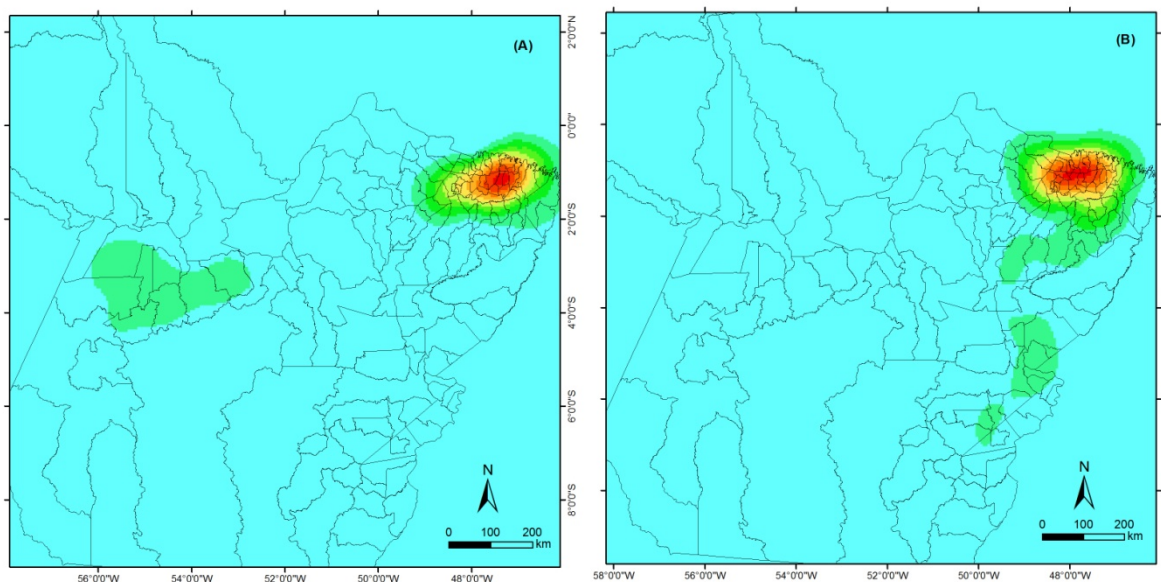


Figura 4: Aplicação do kernel nos dados de presença de caramujos *Biomphalaria* (A) e no tipo de esgotamento (B).

Os 22 municípios que foram indicados com a presença de um aglomerado de maior intensidade, na aplicação do Kernel nos dados de caramujo foram: Bonito, Bragança, Capanema, Castanhal, Igarapé-Açu, Inhangapi, Maracanã, Marapanim, Nova Timboteua, Ourém, Peixe-Boi, Primavera, Quatipuru, Santa Isabel do Pará, Santa Luzia do Pará, Santa Maria do Pará, Santarém Novo, São Francisco do Pará, São João de Pirabas, São Miguel do Guamá, Terra Alta e Tracuateua.

O aglomerado de maior intensidade nos dados de esgotamento atingiu os seguintes municípios (31): Ananindeua, Belém, Benevides, Bonito, Cachoeira do Arari, Capanema, Castanhal, Colares, Curuçá, Igarapé-Açu, Inhangapi, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Marituba, Nova Timboteua, Peixe-Boi, Primavera, Salvaterra, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará, Santa Maria do Pará, Santarém Novo, Santo Antônio do Tauá, São Caetano de Odivelas, São Francisco do Pará, São João da Ponta, São João de Pirabas, Soure, Terra Alta e Vigia.

Pode se observar que a aplicação do LISA e Kernel mostraram a existência de áreas de risco que são as mesmas áreas de foco de transmissão da esquistossomose relatada por Paraense et al. (1984), ou seja, os municípios de Primavera, Capanema e Quatipuru (Mesorregião Nordeste Paraense).

CONCLUSÕES

O levantamento dos dados bibliográficos, registros, fichas e livros dos trabalhos de campo do LPIEM foi muito importante para a criação de um Banco de Dados Geográfico e espacialização das informações. A análise de distribuição espacial mostrou que algumas regiões não apresentam registros da presença do caramujo *Biomphalaria*. Também, mostrou que o estado do Pará apresenta uma grande deficiência no tipo de esgotamento, com 98,6% de esgotamento semi-adequado ou inadequado. O índice de Moran mostrou que

existe autocorrelação espacial tanto para o tipo de esgotamento como para a presença de caramujos *Biomphalaria*. A aplicação do Índice de Moran Local (LISA) nos dados de presença de caramujos *Biomphalaria* e tipo de esgotamento indicou o comportamento entre os municípios e, que as áreas com maiores riscos são 15 municípios localizados nas Mesorregiões: Baixo Amazonas, Nordeste Paraense e Sudoeste Paraense. O Kernel identificou que a área potencial de risco para a transmissão da esquistossomose foram as Mesorregiões do Marajó, Metropolitana de Belém e Nordeste Paraense. Também, esse estudo mostrou o potencial da aplicação do SIG para auxiliar os profissionais de saúde, orientando com maior precisão os locais de controle e vigilância da endemia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anselin L 1995. Local indicators of spatial association - LISA. *Geogr Anal.* 27(2):93-115.
2. Anselin L, Bao S 1997. Exploratory Spatial Data Analysis Linking SpaceStat and ArcView. In: Fischer MM, Getis A. Recent development in spatial analysis. New York: Springer; p. 35-59.
3. Bailey TC, Gatrell AC 1995. Interactive spatial data analysis, 1 ed. Longman Group Limited, Essex, p. 413.
4. Brasil 2007. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M. Santos, Wayner V. Souza, organizadores. - Brasília : Ministério da Saúde. 120 p. : il. - (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 3) ISBN 978-85-334-1427-3.
5. Carvalho MS, Câmara G 2004. Análise de eventos pontuais. In: Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AMV. Análise espacial de dados geográficos. Planaltina, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; p. 55-78. ISBN: 85-7883-260-6
6. Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AMV 2004. Análise espacial de dados geográficos. Planaltina, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 208 pp. ISBN: 85-7883-260-6
7. Enk MJ, Lima ACL, Drummond SC, Schall VT, Coelho PMZ 2008. The effect of the number of stool samples on the observed prevalence and the infection intensity with *Schistosoma mansoni* among a population in an area of low transmission. *Acta Tropica*, v. 108, p. 222-228.
8. ESRI 2007. IDW ArcGIS Help 9.3. Disponível em: [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=How_Inverse_Distance_Weighted_\(IDW\)_interpolation_works](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=How_Inverse_Distance_Weighted_(IDW)_interpolation_works). Acesso em: 10/12/2015
9. ESRI 2014. Spatial Autocorrelation (Global Moran's I) ArcGIS Help 10.2, 10.2.1, and 10.2.2. Disponível em: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#//005p0000000n000000>. Acesso em: 10/12/2015
10. IBGE 2013. Área Territorial Oficial 2013 (DOU nº 248 - Resolução Nº PR-4/2014). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm. Acesso em: 10/12/2015
11. IBGE 2014. Estimativa Populacional 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/estimativa_dou_2014.pdf. Acesso em: 10/12/2015
12. IBGE 2016. O Brasil estado por estado. <http://www.ibge.gov.br/estadosat/>. Acesso em: 30/03/2016
13. Paraense WL 1983. A survey of planorbid mollusks in the Amazonian Region of Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, v. 78, n. 3, p. 343-361.
14. Paraense WL, Souza PEFP, Braun RF 1984. Novos Focos de Transmissão do *Schistosoma mansoni* no Estado do Pará. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, v. 79, n. 3, p. 389-391.
15. Paraense, W.L. The schistosome vectors in the Americas. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, v. 96, Suppl, p.7-16, 2001
16. PNUD, IPEA, FJP 2013. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Brasil: PNUD Brasil. (<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>). Acesso em: 10/12/2015