

Os Sistemas de Informação Geográfica em estudo sobre a esquistossomose em Pernambuco

Verônica Santos Barbosa^{1,III}, Rodrigo Moraes Loyo¹, Ricardo José de Paula Souza e Guimarães^{II}, Constança Simões Barbosa^I

^I Fundação Oswaldo Cruz. Instituto Aggeu Magalhães. Recife, PE, Brasil

^{II} Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância à Saúde. Instituto Evandro Chagas. Ananindeua, PA, Brasil

^{III} Instituto Aggeu Magalhães. Departamento de Saúde Coletiva. Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. Recife, PE, Brasil

RESUMO

OBJETIVO: Diagnosticar ambientes de risco para esquistossomose em localidades litorâneas de Pernambuco utilizando técnicas de geoprocessamento.

MÉTODOS: Foi realizado inquérito coproscópico e malacológico nas localidades Forte Orange e Serrambi. Foram coletadas variáveis ambientais (temperatura, salinidade, pH, sólidos totais dissolvidos e dosagem de coliformes fecais da água) relacionadas aos criadouros ou focos de *Biomphalaria*. A análise espacial foi realizada no *software* ArcGis 10.1, aplicando-se o estimador kernel, mapa de elevação e mapa de distância.

RESULTADOS: No Forte Orange, 4,3% da população estava com *S. mansoni* e existem dois criadouros de *B. glabrata* e 26 de *B. straminea*. Os criadouros apresentaram temperaturas de 25°C a 41°C, pH de 6,9 a 11,1, sólidos totais dissolvidos de 148 a 661 e salinidade de 1.000 d. Em Serrambi, 4,4% da população estava com *S. mansoni* e há sete criadouros de *B. straminea* e sete de *B. glabrata*. Os criadouros apresentaram temperaturas de 24°C a 36°C, pH de 7,1 a 9,8, sólidos totais dissolvidos de 116 a 855 e salinidade de 1.000 d. O estimador de kernel mostra os aglomerados de pacientes positivos e de focos de *Biomphalaria*, e o mapa de elevação digital indica áreas de concentração de águas pluviais. O mapa de distância mostra a proximidade dos focos dos caramujos em relação às escolas e unidades de saúde.

CONCLUSÕES: As técnicas de geoprocessamento se mostraram como importantes ferramentas para a localização e dimensionamento das áreas de risco para esquistossomose, podendo subsidiar as ações de controle por parte dos serviços de saúde.

DESCRITORES: Esquistossomose, epidemiologia. *Biomphalaria*, parasitologia. Fatores de Risco. Localização Geográfica de Risco. Sistemas de Informação Geográfica, utilização.

Correspondência:

Verônica Santos Barbosa
Av. Professor Moraes Rego, s/n
50740-465 Recife, PE, Brasil
E-mail: sbveronica85@hotmail.com

Recebido: 13 jun 2016

Aprovado: 28 nov 2016

Como citar: Barbosa VS, Loyo RM, Guimarães RJPS, Barbosa CS. Os Sistemas de Informação Geográfica em estudo sobre a esquistossomose em Pernambuco. Rev Saude Publica. 2017;51:107.

Copyright: Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.



INTRODUÇÃO

A esquistossomose é causada pelo helminto *Schistosoma mansoni*, que tem como hospedeiro intermediário caramujos da classe Gastropoda, família Planorbidae, gênero *Biomphalaria*. Esses caramujos são animais de conchas planas, pulmonares e que sofrem influência direta do meio em que vivem, tendo desenvolvido diversas estratégias de sobrevivência⁷.

Dentre os fatores abióticos que influenciam a sobrevivência dos caramujos estão: pH, salinidade, temperatura e pluviometria. Vivem em biótopos com pH entre 6,0 e 9,0; em ambientes ácidos (pH menor que 5,6), são incapazes de promover a deposição de cálcio para a constituição da concha, o que impede sua colonização. O nível de salinidade tolerável desses caramujos é igual ou inferior a 0,50‰, apesar de terem sido encontrados exemplares de *B. glabrata* sobrevivendo em águas com salinidade 15 vezes superior ao máximo aceito para habitats dulcícolas²⁴. A temperatura também desempenha influência sobre os caramujos, uma vez que estimula a liberação de cercárias, cuja temperatura ideal para o seu desenvolvimento é em torno de 20°C a 26°C, podendo tolerar temperaturas de 18°C a 41°C. A pluviometria influencia na densidade do caramujo hospedeiro, determinando a formação e ampliação de criadouros ou focos¹².

Em Pernambuco, a esquistossomose mansoni é endêmica de áreas rurais, porém estudos realizados no litoral pernambucano mostram casos humanos apresentando a forma clínica aguda da doença e focos de caramujos com taxas de infecção de até 31%, em localidades como Forte Orange (Itamaracá), Porto de Galinhas (Ipojuca), Carne de Vaca e Ponta de Pedras (Goiana), Piedade (Jaboatão), Janga e Pau Amarelo (Paulista), e Mangue Seco (Igarassu)^{8,10}.

Um importante instrumento a ser utilizado na descrição e análise da situação de saúde e que subsidia as ações de gestão são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG)²¹. Estudos utilizando os SIG são úteis para a localização precisa de ambientes com hospedeiros intermediários do *S. mansoni* e com casos humanos da doença², para estimar as áreas de maior ocorrência¹⁶ e para realizar análise temporal relacionada à internação hospitalar e mortalidade pela doença²³. Esses sistemas também permitem a construção de mapas de risco para gerar modelos para transmissão da esquistossomose com objetivo de prever o dimensionamento da mesma a partir do diagnóstico dos seus fatores de risco¹⁵.

O geoprocessamento se apresenta como um moderno instrumento de divulgação de resultados das investigações epidemiológicas, permitindo que epidemiologistas entendam a dinâmica das doenças e suas variações no espaço e no tempo. Além disso, as informações geradas podem ser facilmente compreendidas e interpretadas pelos profissionais e usuários dos serviços de saúde¹⁴. Este estudo teve como objetivo diagnosticar ambientes de risco para transmissão da esquistossomose em localidades do litoral de Pernambuco, utilizando técnicas de geoprocessamento.

MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado com a população atendida pela Unidade de Saúde da Família (USF) de duas localidades litorâneas de Pernambucano (Figura 1): Forte Orange (A) e Serrambi (B).

O Forte Orange está localizado ao sul da Ilha de Itamaracá, litoral norte do Estado e possui cerca de 4 km de extensão, se limitando a leste pelo Oceano Atlântico e a oeste pela rodovia PE-001 em um espaço de 1,4 km de largura. Fica situada a 47,5 km da cidade do Recife, sendo bastante frequentada por veranistas e turistas na época do verão.

Serrambi está localizada no município do Ipojuca, limitando-se a norte com Cabo de Santo Agostinho, a sul com Sirinhaém, a leste com Oceano Atlântico e a oeste com Escada. Situada entre o Pontal de Maracáipe e a praia do Toquinho, Serrambi possui uma orla com cerca de 4 km de extensão e 2 km de largura. Fica a aproximadamente 70 km de distância da cidade do Recife.

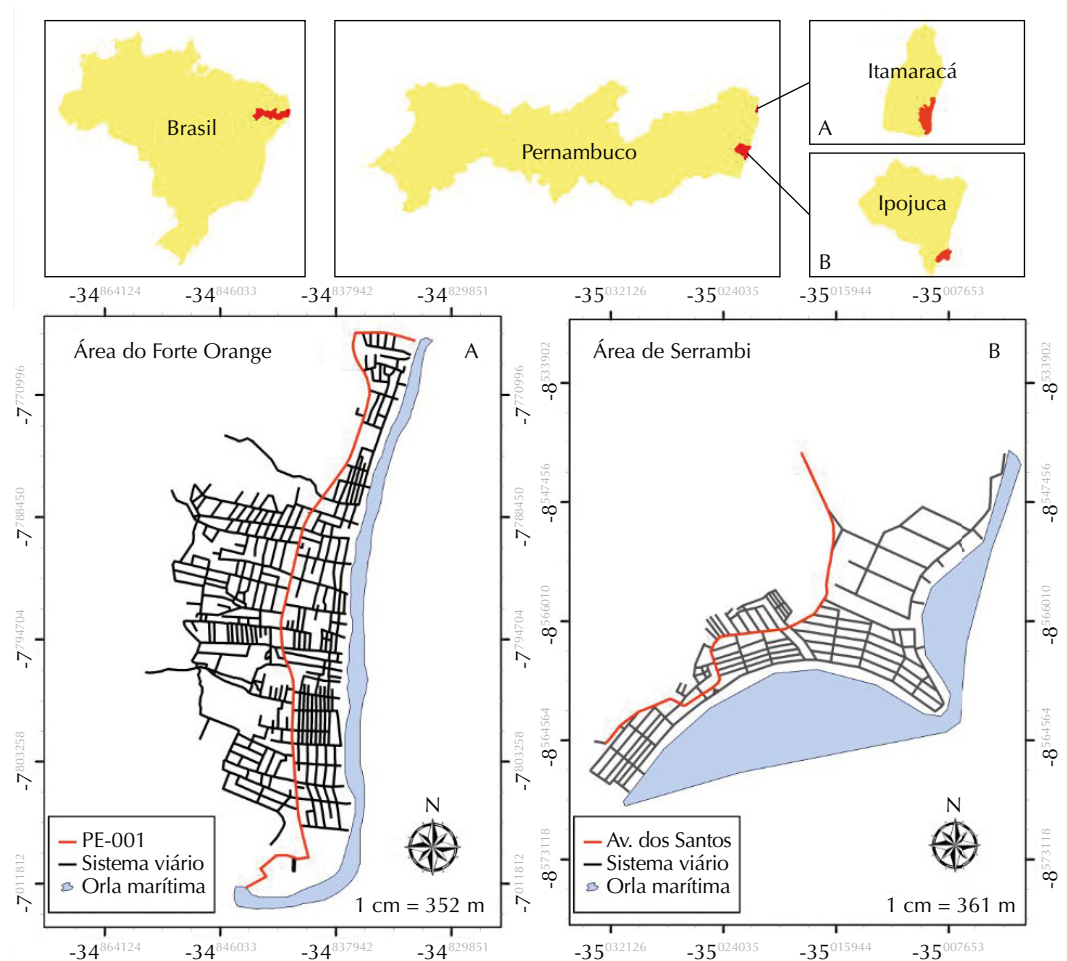


Figura 1. Localização espacial das localidades litorâneas: A – Forte Orange (Itamaracá) e B – Serrambi (Ipojuca), Pernambuco.

Investigação Coproscópica e Malacológica

Em 2013, foi realizado inquérito coproscópico na população atendida pela USF do Forte Orange e em 2014 na população da USF de Serrambi. O diagnóstico parasitológico foi feito no Laboratório e Serviço de Referência em Esquistossomose (LASERE – IAM/Fiocruz), pelo método parasitológico Kato Katz (1972). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em pesquisa do Instituto Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz (CAEE 07240712.6.0000.5190).

A investigação malacológica foi efetivada por meio de coletas bimestrais durante um ano, considerando-se os três períodos climáticos propostos por Barbosa et al.⁶ (período de seca: de janeiro a abril; período de chuvas: de maio a agosto; período de pós-chuvas: de setembro a dezembro). Os dados foram coletados no início e no meio de cada período. As coletas foram realizadas com conchas apropriadas ou pinças, de acordo com a profundidade da coleção hídrica, seguindo o método de Oliver e Schneiderman²⁰. As espécies dos caramujos coletados foram identificadas pela técnica de dissecação do aparelho genital¹⁷. A identificação da infecção dos caramujos foi realizada pela técnica clássica de exposição à luz para estimular a eliminação de cercárias de *S. mansoni*²⁵ (método que permite quantificar a intensidade de infecção) e pelo diagnóstico molecular por Nested PCR – *Polymerase Chain Reaction*¹, para detectar a presença do DNA do *S. mansoni* no caramujo, método que permite identificar a positividade, não informando a intensidade da infecção.

Levantamento das Variáveis Ambientais

Nas localidades do Forte Orange e Serrambi, foram coletadas variáveis ambientais relacionadas aos criadouros ou focos de *Biomphalaria* durante o levantamento malacológico: temperatura, salinidade, pH, sólidos totais dissolvidos (TDS) e dosagem de coliformes fecais da água.

Procedimentos para a coleta dos dados:

- Temperatura, salinidade, pH e TDS da água: foram aferidos, durante inquérito malacológico, *in loco* com termômetro digital tipo espeto, refratômetro (0%–100% ou partes por mil – ppm e gravidade específica ou densidade 1.000–1.070 d), pHmetro digital (escala de 0–14) e condutivímetro (0 a 999 ppm), respectivamente.
- Dosagem de coliformes fecais: para aferição da contaminação fecal, foram coletados durante o inquérito malacológico 100 ml de água em cada criadouro ou foco e misturados a um substrato cromogênico da marca Colitag™ para detecção de coliformes. O teste estava positivo para coliformes fecais quando a solução apresentava coloração amarela e positivo para *Escherichia coli* quando era visto uma fluorescência azulada ao submeter a amostra a uma fonte de luz ultravioleta de comprimento de onda longo, e negativo na ausência de coloração.

Também foram observadas *in loco* as características dos criadouros ou focos, como: temporalidade, tipo de criadouro, nível da água, presença de vegetação e contato da população.

Geoprocessamento e Análise Espacial

Os croquis das localidades foram construídos com a vetorização das ruas a partir de imagens obtidas no *Google Earth*, utilizando o *software* TrackMaker (<http://www.trackmaker.com/>). Para a localização espacial das residências dos indivíduos participantes do estudo e dos criadouros ou focos presentes nas localidades, foi utilizado o método absoluto com o posicionamento instantâneo de um ponto, coletado por um receptor GPS (*Global Positioning System*) modelo Garmin Montana 650.

Para identificação de áreas com aglomerados de casos humanos positivos e de criadouros de caramujos hospedeiro da esquistossomose, foi utilizado o estimador de densidade kernel, técnica estatística de interpolação não paramétrica que produz uma superfície contínua de densidade calculada em todas as localizações para a identificação visual de áreas quentes (*hotspot*)⁴.

O kernel foi estimado pela seguinte equação:

$$\hat{\lambda}_\tau(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} \kappa\left(\frac{(s - s_i)}{\tau}\right)$$

Na equação, $\hat{\lambda}_\tau(s)$ é o valor estimado em uma região; $k()$ é a função de estimação kernel e s_1, \dots, s_n são localizações de n eventos observados (amostras) em um raio de influência τ com centro em s .

O arquivo gerado pelo kernel foi uma grade regular com resolução espacial (x, y) de 10 metros e com $\tau = 250$ m, aplicado aos dados de localização das residências dos pacientes com esquistossomose e dos focos de caramujos hospedeiros do *S. mansoni*.

Foi construído um mapa de elevação para identificar a topografia da área, destacando ambientes propícios ao acúmulo de águas pluviais que favorecessem o estabelecimento de criadouros dos moluscos hospedeiros. Foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE), obtido do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de 90 metros.

Para aferir a proximidade dos focos em relação aos locais de maior afluxo da população, foi confeccionado um mapa de distância, obtido por meio do *Buffer* Euclidiano, técnica que faz uma mensuração de distâncias seguindo um plano cartesiano bidimensional. O *Buffer* foi estabelecido levando em consideração a distância média que pode ser percorrida por um indivíduo da localidade caminhando em um dia³. A área de cobertura foi controlada pela topografia, o que exige uma redução de deslocamento que encurta as distâncias³.

A análise espacial foi realizada no *software* ArcGis 10.1 (<http://www.esri.com/>), utilizando-se as variáveis: residências com pacientes positivos para esquistossomose e focos do caramujo hospedeiro do *S. mansoni*.

RESULTADOS

Foi realizado exame de fezes em 1.604 moradores da USF do Forte Orange. Desses, 69 (4,3%) estavam infectados com *S. mansoni*. Foram coletados em 28 criadouros 4.122 caramujos, dos quais 3.987 eram de *B. straminea* (em 26 criadouros) e 135, de *B. glabrata* (em dois criadouros). Dos 26 criadouros de *B. straminea*, 10 estavam positivos para *S. mansoni* pela técnica de Nested PCR e dois pela técnica de exposição à luz (taxas de 2% e 0,7%). Nenhum criadouro de *B. glabrata* estava positivo para *S. mansoni*. A maior parte dos criadouros ou focos eram valas, temporárias, com nível de água escasso a médio, de pouca a muita vegetação e de intenso contato com a população. O mês de julho foi o que apresentou maior número de caramujos coletados (1.451), apenas quatro locais de coleta apresentaram contaminação somente por coliformes totais e o restante foi positivo para coliformes totais e *E. coli*. Na Tabela, estão os dados físico-químicos dos locais amostrados.

A Figura 2 apresenta o resultado da aplicação do estimador de densidade kernel, mostrando os aglomerados de pacientes positivos para a esquistossomose (A), dos focos de *Biomphalaria* (B) e o modelo digital de elevação da área (C), mostrando os pontos de concentração de águas pluviais que contribuem para o estabelecimento dos criadouros ou focos da esquistossomose em Forte Orange.

Na USF de Serrambi, 1.414 pessoas realizaram exame e 63 (4,4%) estavam infectadas com *S. mansoni*. Foram identificados e georreferenciados 14 criadouros apresentando 1.337 caramujos, sendo 668 de *B. straminea* (em sete criadouros) e 669 de *B. glabrata* (em sete

Tabela. Características físico-químicas dos criadouros ou focos.

Local	Total de criadouros		Total de focos		Temperatura		pH		TDS		Salinidade
	Bg	Bs	Bg	Bs	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Itamaracá	2	26	0	23	25°C	41°C	6,9	11,1	148	661	1.000 d
Serrambi	7	7	6	2	24°C	36°C	7,1	9,8	116	855	1.000 d

TDS: Sólidos totais dissolvidos (em ppm); Bg: *B. glabrata*; Bs: *B. straminea*

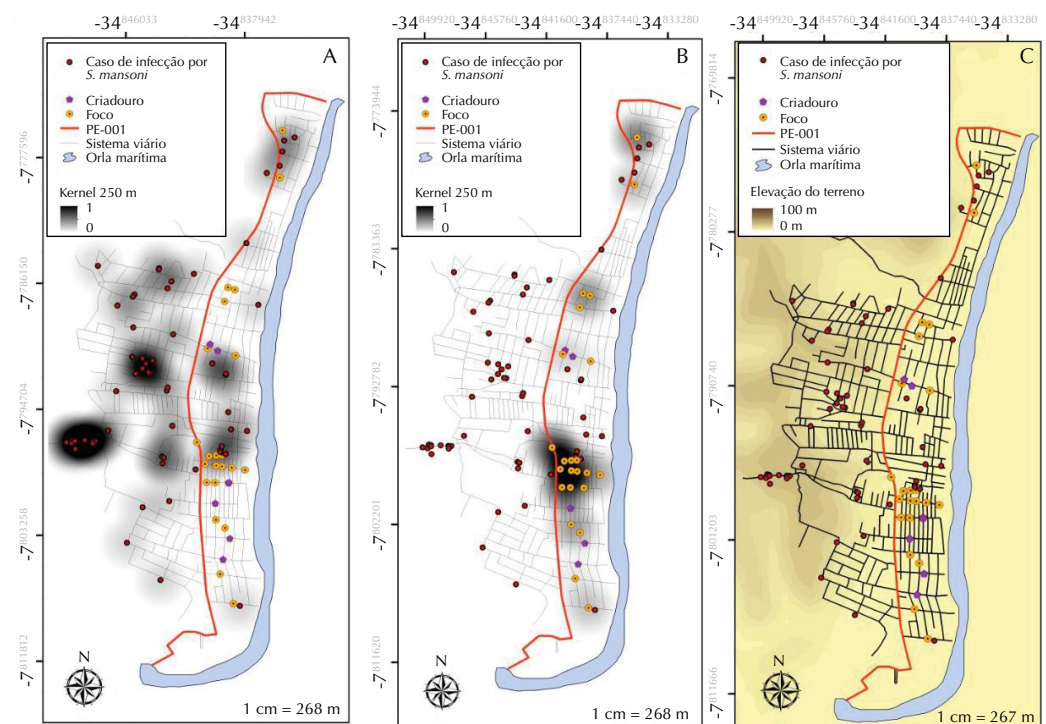


Figura 2. Aplicação do estimador de densidade kernel na concentração espacial de casos humanos (A), focos de caramujos hospedeiros (B) e modelo digital de elevação (C). Forte Orange, Ilha de Itamaracá, Pernambuco.

criadouros). Dos criadouros de *B. glabrata*, dois estavam positivos para *S. mansoni* pela técnica clássica de exposição a luz (taxas de 4,4% e 50%) e três positivos pela Nested PCR. Dos criadouros de *B. straminea*, dois estavam positivos pela Nested PCR. A maior parte dos criadouros ou focos eram charcos, temporários, com nível de água escasso a médio, de pouca vegetação a muita e de moderado contato com a população. O mês de agosto foi o que apresentou maior número de caramujos coletados (585), apenas um local apresentou-se positivo somente para coliformes totais e o restante foi positivo para coliformes totais e *E. coli*. Na Tabela, estão os dados físico-químicos dos criadouros ou focos.

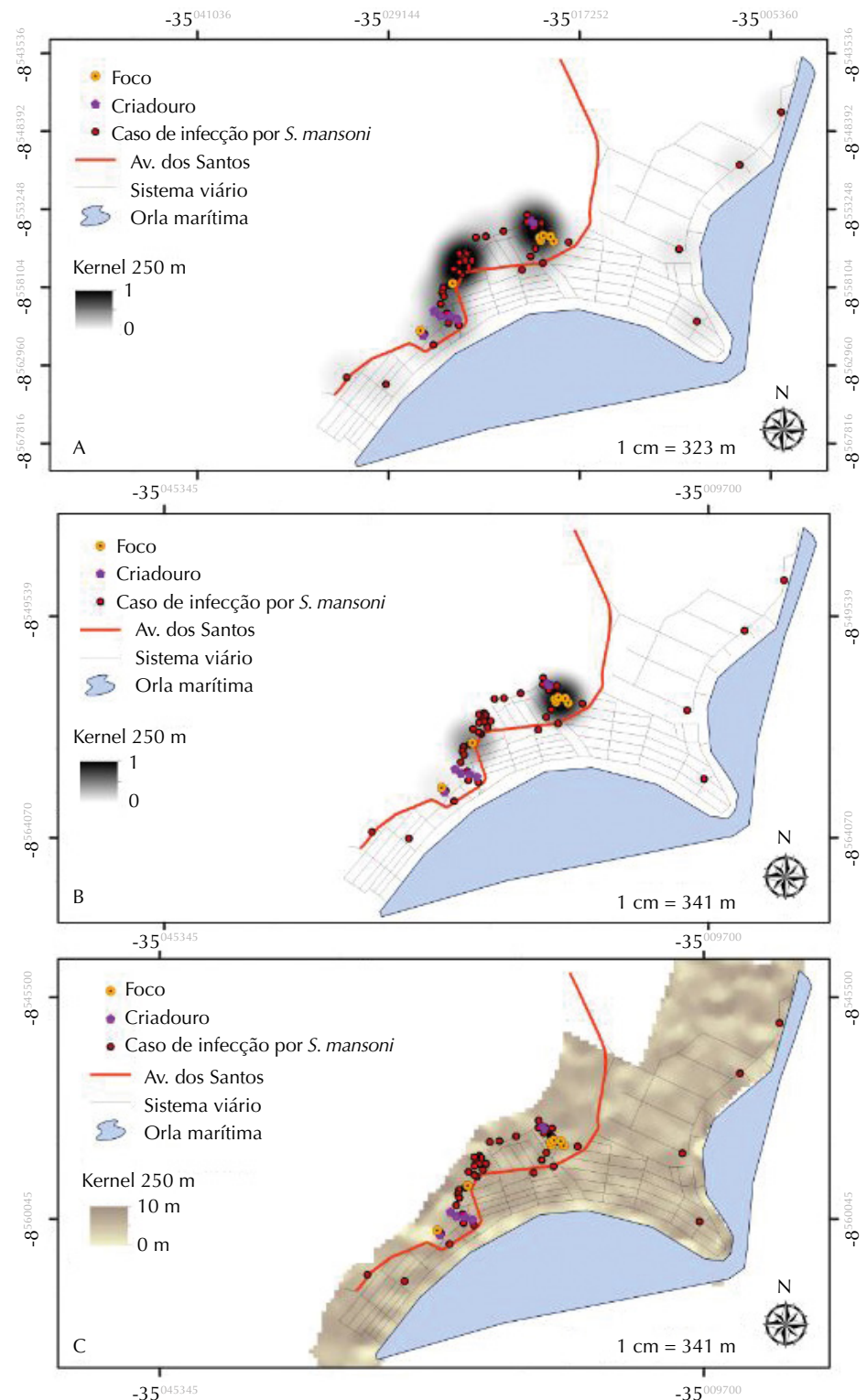
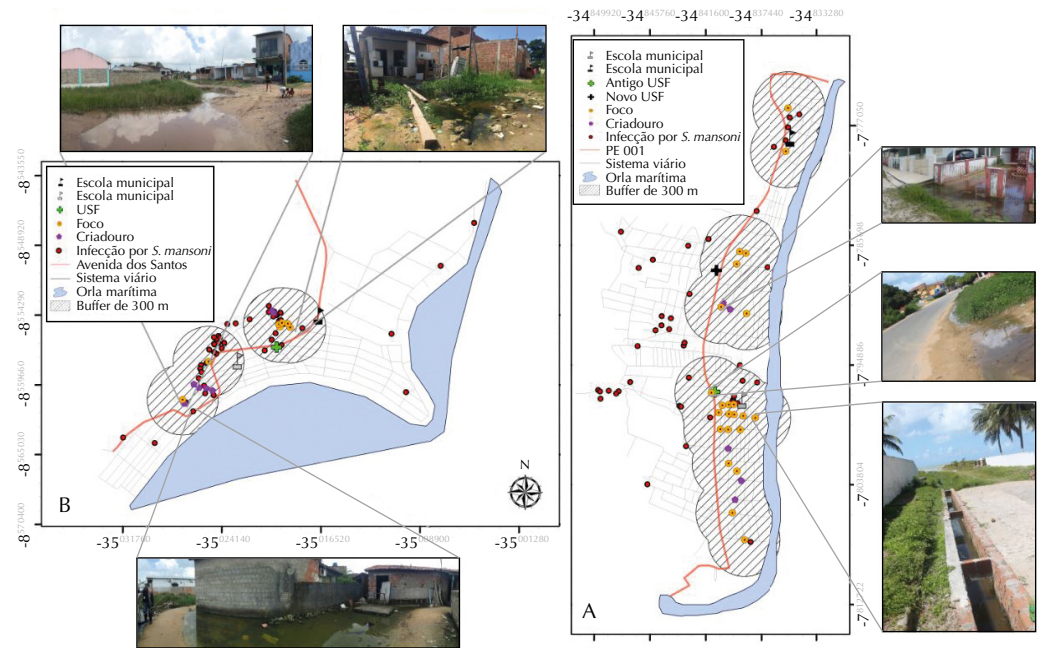


Figura 3. Aplicação do estimador de densidade kernel na concentração espacial de casos humanos (A), focos de caramujos hospedeiros (B) e modelo digital de elevação (C). Serrambi, Ipojuca, Pernambuco.



USF: Unidade de Saúde da Família

Figura 4. Análise de proximidade dos casos de esquistossomose e dos criadouros e focos de caramujos hospedeiros em relação aos principais pontos de referência da localidade A – Forte Orange (Ilha de Itamaracá) e B – Serrambi (Ipojuca), Pernambuco.

A Figura 3 apresenta o resultado da aplicação do estimador de densidade kernel, mostrando os aglomerados de pacientes positivos para a esquistossomose (A), dos focos de *Biomphalaria* (B) e o modelo digital de elevação da área (C), apontando os pontos de concentração de águas pluviais que contribuem para o estabelecimento dos criadouros ou focos da esquistossomose em Serrambi.

O mapa de distância (Figura 4) indica a proximidade dos focos dos caramujos hospedeiros em relação às escolas e as unidades de saúde, locais de grande afluxo da população.

DISCUSSÃO

A praia de Forte Orange foi a primeira área litorânea de Pernambuco a apresentar casos humanos e hospedeiros do *S. mansoni*¹⁸. Desde então, criadouros e focos têm sido identificados nessa localidade, inicialmente de *B. glabrata*⁵ e posteriormente de *B. straminea*. Em Serrambi, caramujos *Biomphalaria* foram identificados apenas em 2015, mas já apresentando uma representatividade de *B. straminea* equivalente a *B. glabrata*¹³.

Os achados deste trabalho revelam que os *Biomphalaria* estão cada vez mais adaptados a condições ambientais adversas e permanecendo viáveis para transmissão da esquistossomose, fator preocupante e que contribui para o estabelecimento da doença em novas regiões que até então seriam hostis para a sobrevivência desses caramujos. Apesar de terem sido relatados vivendo em temperaturas acima de 40°C²², pode haver interferência na sua taxa de crescimento, na postura de ovos, na sobrevivência e na taxa intrínseca de crescimento natural; além disso, Barbosa et al.¹² identificaram que, em condições de laboratório, a exposição à temperatura de 42°C era letal para os caramujos. Os moluscos também são bastante sensíveis à variação de pH do ambiente, e até o momento só haviam sido identificados em ambientes com pH de até 9,7¹⁹; este é o primeiro relato de *Biomphalaria* vivendo em pH de 11,1. Os TDS são compostos por sais inorgânicos, matéria orgânica e outros materiais dissolvidos em água. O limite máximo de TDS para

a sobrevivência de seres vivos é de 500 mg/L. Mudanças na composição iônica das águas podem excluir algumas espécies ao promover o crescimento de outras; porém, Silva²⁴ identificou em Pernambuco criadouros com TDS de até 17.600 mg/L. O achado de coliformes totais e *E. coli* nos criadouros das localidades é um fator preocupante, uma vez que a contaminação desses ambientes atua como mais um fator para manutenção do ciclo da esquistossomose nas localidades.

A distribuição espacial dos casos de esquistossomose na localidade Forte Orange é uniforme, com duas concentrações a oeste da PE-001, área mais habitada por nativos e mais elevada. Os focos concentraram-se a leste da PE-001, onde se observa a abundante ocorrência da espécie *B. straminea*, que vem paulatinamente ocupando essa área em processo de competição biológica com *B. glabrata*, como mostrado por Barbosa et al.⁹ A maioria dos criadouros e focos são temporários e artificiais, formados por acúmulo de águas na estação das chuvas. Além de condicionados pela sazonalidade climática, estão localizados em área de declive, fator coadjuvante no acúmulo e permanência das águas desses criadouros na estação de chuva.

Em Serrambi, os *Biomphalaria* encontram-se distribuídos em locais distintos, mas variações climáticas podem favorecer o confronto acidental entre as duas espécies, iniciando, assim, o fenômeno da exclusão competitiva. Na área, predominam os criadouros naturais, como os charcos. Esses, apesar de estarem localizados no peridomicílio, só poderão contribuir na transmissão da doença caso condições climáticas levem a ocorrência de enchentes na localidade, transportando esses criadouros para as ruas e obrigando a população a se expor ao saírem de suas residências. Barbosa et al.⁷ discutem esse modelo sazonal de exposição à doença em áreas litorâneas onde os esgotos residenciais são lançados em valas abertas no peridomicílio, proporcionando a infectividade dos caramujos hospedeiros que aí se reproduzem. Na estação das chuvas, essas valas transbordam, levando os caramujos infectados para as ruas e quintais das residências, onde as pessoas se infectam pelo contato com essas águas contaminadas.

A relação entre relevo (MDE) e estação de chuvas foi observada neste estudo, mostrando que os locais mais baixos sofrem a influência da precipitação, ocasionando o acúmulo de água, que são um agravante para a epidemiologia e transmissão da doença. Barbosa et al.¹¹, usando mapa de distância e mapa de expansão hídrica, encontraram associação entre pacientes com esquistossomose e a proximidade com criadouros ou focos de *Biomphalaria* na localidade de Porto de Galinhas, município de Ipojuca, Pernambuco. Em Itamaracá, a análise realizada por meio dos mapas de distância mostrou que os principais focos de transmissão ativa da doença estão localizados nas ruas em torno das escolas e unidades de saúde, locais de acesso obrigatório e sistemático da população. Durante a estação chuvosa, os moradores possivelmente se infectam ao transitarem por essas ruas inundadas de água e repletas de caramujos infectados pelo *S. mansoni*. Em Serrambi, os focos se situam no peridomicílio e a contaminação fecal desses ambientes completará o ciclo da doença, podendo vir a incluir a área como mais uma localidade litorânea de transmissão autóctone para esquistossomose.

É importante ressaltar que o método utilizado para o diagnóstico dos caramujos mais eficiente neste estudo foi a Nested PCR; entretanto, essa técnica não é capaz de determinar a taxa de positividade, tendo em vista que sua metodologia é aplicada a um conjunto (*pool*) de caramujos, constituindo uma limitação do nosso estudo.

Neste estudo, as técnicas de coleta e análise utilizando geoprocessamento se mostraram como importantes ferramentas para a localização e dimensionamento das áreas de risco para esquistossomose, podendo subsidiar o planejamento e contribuir para a aplicação oportuna das medidas de controle por parte dos serviços de saúde. Os serviços de saúde podem utilizar este instrumento para a vigilância e monitoramento da doença nas localidades, onde moradores e turistas se expõem a ambientes insalubres.

REFERÊNCIAS

1. Abath FGC, Gomes ALV, Melo FL, Barbosa CS, Werkhauser RP. Molecular approaches for the detection of *Schistosoma mansoni*: possible applications in the detection of snail infection, monitoring of transmission sites, and diagnosis of human infection. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2006;101 Supl 1:145-8. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762006000900023>
2. Araújo KCGM, Resendes APC, Souza-Santos R, Silveira Júnior JC, Barbosa CS. Análise espacial dos focos de *Biomphalaria glabrata* e de casos humanos de esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, no ano de 2000. *Cad Saude Publica*. 2007;23(2):409-17. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007000200017>
3. Azevedo CFFG. Transporte não motorizado e a mobilidade sustentável: os deslocamentos a pé na região sudoeste do Recife [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2008 [citado 30 jun 2017]. Disponível em: <http://repositorio.ufpe.br:8080/xmlui/handle/123456789/4940?show=full>
4. Bailey TC, Gatrell AC. *Interactive spatial data analysis*. Routledge: Longman Scientific & Technical; 1995.
5. Barbosa CS, Gonçalves JF, Albuquerque Y, Barbosa FS. Urban schistosomiasis in Itamaracá Island, Pernambuco, Brazil: epidemiological factors involved in the recent endemic process. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 1998;93 Supl 1:265-6. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761998000700049>
6. Barbosa CS, Pieri OS, Silva CB, Barbosa FS. Ecoepidemiologia da esquistossomose urbana na ilha de Itamaracá, estado de Pernambuco. *Rev Saude Publica*. 2000;34(4):337-41. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102000000400004>
7. Barbosa CS, Favre TC, Quinino LRM, Gomes ECS, Domingues ALC, Pieri OS. Guia para vigilância e controle da esquistossomose: práticas de laboratório e campo. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco; 2008.
8. Barbosa CS, Araújo KC, Sevilla MAA, Melo F, Gomes ECS, Souza-Santos R. Current epidemiological status of schistosomiasis in the state of Pernambuco, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2010;105(4):549-54. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762010000400034>
9. Barbosa CS, Barbosa VS, Nascimento WC, Pieri OS, Araújo KCGM. Study of the snail intermediate hosts for *Schistosoma mansoni* on Itamaracá Island in northeast Brazil: spatial displacement of *Biomphalaria glabrata* by *Biomphalaria straminea*. *Geospat Health*. 2014;8(2):345-51. <https://doi.org/10.4081/gh.2014.24>
10. Barbosa CS, Santos RS, Gomes ES, Araújo K, Albuquerque J, Melo F, et al. Epidemiologia da esquistossomose no litoral de Pernambuco. *Rev Patol Trop*. 2014;43(4):436-45. <https://doi.org/10.5216/rpt.v43i4.33607>
11. Barbosa CS, Souza ATOF, Leal-Neto OB, Gomes ECS, Araújo KCGM, Guimarães RJPS. Turismo de risco para esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Estado de Pernambuco, Brasil. *Rev Pan-Amaz Saude*. 2015;6(3):51-8. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232015000300007>
12. Barbosa FS, Barbosa CS. The bioecology of snail vectors for schistosomiasis in Brazil. *Cad Saude Publica*. 1994;10(2):200-9. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1994000200007>
13. Barbosa VS, Guimarães RJPS, Loyo RM, Marcelino S, Barbosa CS. First report of schistosomiasis on Serrambi beach, Ipojuca, State of Pernambuco. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2015;48(6):780-2. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0079-2015>
14. Barcellos C, Bastos FI. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? *Cad Saude Publica*. 1996;12(3):389-97. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1996000300012>
15. Bavia ME, Malone JB, Hale L, Dantas A, Marroni L, Reis R. Use of thermal and vegetation index data from earth observing satellites to evaluate the risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil. *Acta Trop*. 2001;79(1):79-85. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(01\)00105-X](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(01)00105-X)
16. Cardim LL, Ferraudo AS, Pacheco STA, Reis RB, Silva MMN, Carneiro DDMT, et al. Análises espaciais na identificação das áreas de risco para a esquistossomose mansônica no Município de Lauro de Freitas, Bahia, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2011;27(5):899-908. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2011000500008>
17. Deslandes N. Técnicas de dissecação e exame de planorbídeos. *Rev Serv Espec Saude Publica*. 1951;4:371-82.
18. Gonçalves F, Coutinho A, Santana W, Barbosa CS. Esquistossomose aguda, de caráter episódico, na Ilha de Itamaracá, Estado de Pernambuco. *Cad Saude Publica*. 1991;7(3):424-5. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1991000300011>

19. Leal Neto OB, Gomes ECS, Oliveira Júnior FJM, Andrade R, Reis DL, Souza-Santos R, et al. Biological and environmental factors associated with risk of schistosomiasis mansoni transmission in Porto de Galinhas, Pernambuco State, Brazil. *Cad Saude Publica*. 2013;29(2):357-67. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2013000200022>
20. Olivier L, Schneiderman M. A method for estimating the density of aquatic snail populations. *Exp Parasitol*. 1956;5(2):109-17. [https://doi.org/10.1016/0014-4894\(56\)90008-X](https://doi.org/10.1016/0014-4894(56)90008-X)
21. Organización Panamericana de la Salud. Uso de los sistemas de Información geográfica en epidemiología (SIG-EPI). *Bol Epidemiol*. 1996;17(1):1-6.
22. Pieri OS. Aspectos ecológicos. In: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas. 2.ed. Brasília (DF): Editora do MS; 2008 [citado 30 jun 2017]. p.37-41. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2015/agosto/14/vigilancia-control-moluscos-import-epidemio-2ed.pdf>
23. Resendes APC, Souza-Santos R, Barbosa CS. Internação hospitalar e mortalidade por esquistossomose mansônica no Estado de Pernambuco, Brasil, 1992/2000. *Cad Saude Publica*. 2005;21(5):1392-401. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000500011>
24. Silva PB, Barbosa CS, Pieri O, Travassos O, Florencio L. Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. *Quim Nova*. 2006;29(5):901-6. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000500003>
25. Souza CP, Lima LC. Moluscos de interesse parasitológico do Brasil. s.l.: Fiocruz/CPqRR; 1990. (Série de Esquistossomose, 1).

Financiamento: Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE – APQ 0035-4.00/13).

Contribuição dos Autores: Concepção e planejamento do estudo: VSB, RML, RJPSG, CSB. Coleta, análise e interpretação dos dados: VSB, RML, RJPSG. Elaboração do manuscrito: VSB. Revisão e aprovação da versão final: VSB, RML, RJPSG, CSB. Responsabilidade pública pelo conteúdo do manuscrito: VSB, RML, RJPSG, CSB.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.