

---

## EPIDEMIOLOGIA DA ESQUISTOSSOMOSE NO LITORAL DE PERNAMBUCO

---

---

Constança Simões Barbosa<sup>1</sup>, Reinaldo Souza Santos<sup>2</sup>, Elaine Souza Gomes<sup>3</sup>, Karina Araujo<sup>4</sup>, Jones Albuquerque<sup>5</sup>, Fabio Melo<sup>1</sup>, Manoel Amarista Sevilha<sup>1</sup>, Diogo Brasileiro<sup>1</sup>, Mariana I. Barreto<sup>1</sup>, Onício Batista Leal Neto<sup>1</sup>, Veronica Barbosa<sup>1</sup>, Wheverton Correia<sup>1</sup> e Ricardo J. P. S. Guimarães<sup>6</sup>

### RESUMO

A expansão da esquistossomose para o litoral de Pernambuco vem sendo registrada desde 1992 com a detecção de casos agudos da doença em indivíduos de classe média/alta. Para diagnosticar este novo cenário de transmissão da endemia em localidades turísticas na orla marítima do estado é de fundamental importância o conhecimento prévio da distribuição georreferenciada das espécies de moluscos vetores, por meio de mapas que apontem sua exata localização, assim como é necessário espacializar as situações de risco biológico e as condições ambientais insalubres. Nos períodos de 15 a 18 de setembro de 2008 e 10 a 13 de setembro de 2013 foram realizadas caravanas expedicionárias, por epidemiologistas e parasitologistas por 11 municípios do litoral do estado, percorrendo todas as coleções de água doce distantes até 2 km da beira-mar. Os dados foram georreferenciados para posterior condução de análises espaciais. Para identificação da positividade dos exemplares de *Biomphalaria glabrata*, foi utilizada a técnica de exposição à luz. Os espécimes de *B. straminea* que permaneceram negativos até o 15º dia foram submetidos à técnica de diagnóstico molecular (PCR-single tube). Nas coletas de 2008 foram capturados 3.392 caramujos *B. glabrata* e 725 *B. straminea*, cujas taxas de infecção variaram entre 0,9% a 22,2%. Em 2013, foram coletados 948 *B. glabrata* e 504 *B. straminea* e somente foram encontrados caramujos eliminando cercarias na localidade Porto de Galinhas com taxa de infectividade de 81,4%, permanecendo como localidade de maior risco para transmissão da esquistossomose.

DESCRITORES: Esquistossomose; epidemiologia; saúde ambiental; análise espacial.

- 
- 1 Laboratório de Esquistossomose, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fiocruz, Pernambuco, Brasil.
  - 2 Laboratório de Endemias Samuel Pessoa, Escola Nacional de Saúde Pública, Pernambuco, Brasil.
  - 3 Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.
  - 4 Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil.
  - 5 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.
  - 6 Laboratório de Geoprocessamento, Instituto Evandro Chagas, Pará, Brasil.

Endereço para correspondência: E-mail: cbarbosa@cpqam.fiocruz.br

Recebido para publicação em: 1/5/2014. Revisto em: 14/7/2014. Aceito em: 11/12/2014.

## ABSTRACT

Epidemiology of schistosomiasis in coastal areas of Pernambuco State, Brazil.

The expansion of schistosomiasis to the coast of Pernambuco has been registered since 1992 with the detection of acute cases of the disease in individuals of middle/upper class. To diagnose this new scenario of transmission of schistosomiasis in tourist areas on the waterfront of the state, knowledge of georeferenced species distribution of vector snails through maps that show their exact location seems essential, as it is necessary to localize situations with biohazard and unhealthy environmental conditions. From 15 to 18 September 2008 and 10 to 13 September 2013, expeditions were conducted by groups of epidemiologists and parasitologists for 11 coastal municipalities of the state, checking all the collections of fresh water up to 2 km away from the seaside. Data were georeferenced for a later conduction of spatial analysis. For positive identification of *Biomphalaria glabrata*, the technique of light exposure was used. Specimens of *B. straminea* that remained negative until the 15th day underwent the technique of molecular diagnosis (PCR-single tube). In the 2008 expedition, 3,392 *B. glabrata* snails and 725 *B. straminea* snails were captured, whose infection rates ranged from 0.9% to 22.2%. In the 2013 expedition, 948 *B. glabrata* and 504 *B. straminea* snails were collected and only in Porto de Galinhas city were *B. glabrata* snails found releasing *S. mansoni* cercariae, with an infectivity rate of 81.4%, confirming that in this locality the risk of schistosomiasis transmission is still present.

KEY WORDS: Schistosomiasis; epidemiology; analytical epidemiology.

## INTRODUÇÃO

Em Pernambuco a esquistossomose se caracteriza historicamente como uma endemia rural tendo como hospedeiro intermediário o caramujo do gênero *Biomphalaria straminea*. Na região endêmica da zona da mata ocorre em 46 municípios com localidades onde as prevalências humanas variam de 5% a 70% (Pernambuco, 2013). A expansão da esquistossomose para o litoral do Estado vem sendo registrada desde 1992 com a detecção de casos agudos da doença em indivíduos de classe média/alta e focos de moluscos vetores da espécie *Biomphalaria glabrata* (Gonçalves et al., 1992). Nas localidades litorâneas os criadouros se situam predominantemente no peridomicílio e na estação das chuvas os focos transbordam e os caramujos infectados são levados às ruas e ao interior das residências provocando a infecção humana em massa (Barbosa et al., 2010; Paredes et al., 2010; Barbosa et al., 2011; Gomes et al., 2012; Leal-Neto et al., 2013). Para diagnosticar este novo cenário de transmissão da endemia em localidades turísticas na orla marinha de Pernambuco é de fundamental importância o conhecimento prévio da distribuição georreferenciada das espécies de moluscos vetores, por meio de mapas que apontem sua exata localização, assim como é necessário espacializar as situações de risco biológico e as condições ambientais insalubres que propiciam a exposição e o adoecimento das comunidades que ali residem e veraneiam. Neste sentido os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem gerar elementos que levam à compreensão do caráter focalizado e heterogêneo da distribuição espacial da doença (Araújo et al., 2007).

Diante dessa nova paisagem epidemiológica que se delinea, o Laboratório e Serviço de Referência em Esquistossomose (SRE) do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães da Fundação Oswaldo Cruz (CPqAM/Fiocruz) realizou duas Expedições Científicas com o objetivo de mapear os novos criadouros e focos de moluscos vetores da esquistossomose e identificar as espécies de *Biomphalaria* presentes na costa litorânea de Pernambuco e na Região Metropolitana do Recife (RMR).

## METODOLOGIA

As Expedições aconteceram nos períodos 15 a 18 de setembro de 2008 e 10 a 13 de setembro de 2013, reunindo caravanas expedicionárias formadas respectivamente por 11 e 12 pesquisadores, especialistas em parasitologia, epidemiologia, malacologia, meio ambiente e análise espacial. O período de 5 anos entre uma e outra Expedição deveu-se ao custo financeiro e operacional para organizar este tipo de pesquisa.

O roteiro das expedições e o desenho metodológico da pesquisa foram previamente elaborados para delimitar o período das investigações e a área física de abrangência das coletas nos criadouros encontrados. Foram incluídas na amostra todas as localidades litorâneas com infraestrutura turística e de lazer. As duas expedições foram realizadas no período pós-chuvas quando ocorre maior abundância nas populações de caramujos (Barbosa et al., 2010; Leal-Neto et al., 2013). A pesquisa malacológica foi realizada em todas as coleções de água doce, distantes até 2 km da beira mar, abrangendo criadouros naturais de *Biomphalaria* (lagoas, córregos, riachos, pântanos, charcos) e criadouros artificiais formados pelo despejo de águas servidas no peridomicílio. Foram coletados dados biológicos e ambientais de risco: espécies de *Biomphalaria*, abundância de caramujos por criadouro sendo estes georreferenciados e fotografados para compor o banco de dados malacológicos do SRE.

Foi realizada busca ativa sistemática de moluscos do gênero *Biomphalaria* em toda a extensão alcançável das coleções hídricas de importância epidemiológica, onde houvesse contato humano e/ou indícios de contaminação fecal. As coletas foram realizadas por meio de concha metálica apropriada para profundidade ou pinças longas para captura nas bordas dos ambientes aquáticos. O tempo de coleta em cada criadouro variou de 20 a 30 minutos, a depender da extensão ou diâmetro de cada criadouro, seguindo a metodologia de Olivier & Schneiderman (1956), onde a abundância populacional é calculada por meio de coletas por varredura sistemática, levando-se em consideração homem x conchada x minuto. Os moluscos coletados foram devidamente acondicionados para a viagem. Os criadouros foram georreferenciados utilizado-se o método absoluto para posicionamento instantâneo de um ponto, por meio de um receptor GPS (Global Positioning System) de navegação GARMIN, cuja captura das coordenadas geográficas foi feita em sistema de projeção UTM e de referência elipsoidal SAD69 (Gomes et al., 2012).

No retorno das Expedições os caramujos coletados foram acomodados em aquários no Laboratório de Esquistossomose do CPqAM/Fiocruz. Os exemplares de *B. glabrata*, por resistirem bem à infecção pelo *S. mansoni* eliminando facilmente cercarias, foram examinados no 1º e 15º dias para verificação da taxa de infectividade para *S. mansoni* pelo teste de exposição à luz (Kuntz, 1946). Os exemplares da espécie *B. straminea* que permaneceram negativos até o 15º dia foram submetidos à técnica de diagnóstico molecular (PCR-single tube) que possui elevado nível de sensibilidade e especificidade (85% a 93%) e permite identificar se os caramujos vetores tiveram exposição ao parasito *S. mansoni* (Abath et al., 2002). Esta técnica foi desenvolvida especificamente para a espécie *B. straminea* tendo em vista sua refratariedade para *S. mansoni* (Abath et al., 2006; Gomes et al., 2006).

Na Expedição 2008 foram pesquisadas localidades litorâneas nos municípios de São José da Coroa Grande, Tamandaré, Ipojuca, Cabo de Santo Agostinho, Olinda, Paulista, Igarassu, Itamaracá, Goiana, Jaboatão dos Guararapes e Recife. Na Expedição 2013 foram pesquisadas as mesmas localidades com exceção daquelas situadas em Olinda, Recife e Jaboatão.

Na Expedição 2013 a coleta, registro e análise dos dados foi realizada por meio do aplicativo SchistoTrack, método em uso pelo SRE para inquéritos epidemiológicos de campo. Desenvolvido em sistema android para uso em tablets e smartphones, o SchistoTrack cadastra todos os dados coletados em campo: variáveis ambientais, biológicas, socioeconômicas, culturais e resultados de laboratório (exames parasitológicos, malacológicos e laudos emitidos). Possui recurso para registro fotográfico e armazenamento automático de dados na “nuvem”. O aplicativo inclui a leitura de códigos de barra e uma impressora portátil bluetooth que imprime termos de consentimento, resultados dos exames e etiquetas de identificação (Leal-Neto et al., 2014).

O método de interpolação IDW (“Inverso da Distância Ponderada”) foi utilizado para determinar a distribuição espacial da abundância dos caramujos coletados. O IDW é um método de análise espacial que assume que cada amostra de ponto tem uma influência local que diminui com a distância. Este método admite que os pontos mais próximos para o processamento da célula, influem mais fortemente que aqueles mais afastados. O modelo baseia-se na dependência espacial, isto é, supõe que quanto mais próximo estiver um indivíduo do outro, maior será a correlação desse indivíduo com seus vizinhos. Dessa forma atribui maior peso para os indivíduos mais próximos do que para os mais distantes do ponto a ser interpolado. O modelo consiste em se multiplicar os valores observados pelo inverso das suas respectivas distâncias ao ponto. Este modelo estatístico considera a existência do efeito da distância e de outro fator qualquer, que é representado pela letra, “*p*”, isto é, a distância é elevada de um coeficiente “*p*” de forma que se podem obter diferentes valores interpolados para uma mesma distância (Isaaks & Srivastava, 1989; ESRI, 2013).

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^P} z_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^P} \right)} \quad (1)$$

Em que,  $z$  = valor interpolado;  $n$  = número de indivíduos observados;  $z_i$  = valores atribuídos aos indivíduos observados;  $d_i$  = distância entre os indivíduos observados e o interpolado ( $z_i$  e  $z$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os municípios do litoral de Pernambuco onde foram realizadas as expedições em 2008 e 2013 (A) e a abundância relativa de *Biomphalaria* coletados por ano em cada localidade (B, C). Percebe-se uma redução na proporção do número de moluscos vetores coletados nas localidades que foram pesquisadas entre um período e outro, com destaque para Carne de Vaca (227/85), Forte Orange (251/8) e Porto de Galinhas (425/76). Como as coletas foram feitas no mesmo período do ano (pós chuvas) esses achados revestem-se de importante significado epidemiológico apontando para uma diminuição do risco biológico se considerarmos que, havendo decréscimo no número de criadouros e de caramujos, o risco de exposição humana é minimizado.

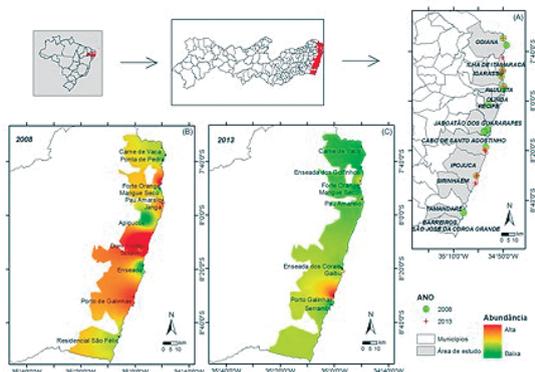


Figura 1. Mapa das duas Expedições mostrando os municípios de coleta (A) e a localidade e a abundância relativa dos *Biomphalaria* em 2008 (B) e 2013(C).

Na Expedição 2013 as fortes chuvas ocorridas no período danificaram as estradas e a viatura, um Furgão Van, não conseguiu ter acesso a localidades amostradas em 2008: Ponta de Pedras, Enseada dos Golfinhos, Janga, Apipucos, D.

Helder e Sotave, o que inviabilizou as coletas nesses locais, principalmente nas 2 últimas, onde em 2008 foram coletados 3.034 caramujos *B. glabrata* com taxa de infectividade média de 6.5 % (Souza et al., 2008). A cidade do Recife havia sido previamente mapeada em 2010, quando foram identificados 30 criadouros de *B. straminea*, devidamente geolocalizados (Barbosa et al., 2013).

A Figura 2 mostra o mapa de ocorrência e abundancia das duas espécies de moluscos vetores na Expedição 2008 (sem as taxas de infectividade), salientando-se a maior distribuição e densidade populacional da espécie *B. glabrata* (B) que ocorria em oito localidades do litoral: Tamandaré (194), Jaboatão dos Guararapes (1.539), Porto de Galinhas (469), Paulista (481), Forte Orange (709) e Goiana (227), num total de 3.392 caramujos desta espécie coletados. *B. straminea* (C) estava presente em seis localidades litorâneas em menor abundancia (725 exemplares coletados) nos municípios de Goiana (109), Itamaracá (138), Igarassu (89), Paulista (338), Recife (18) e Cabo de Santo Agostinho (33). Em 2008, por meio do uso da metodologia convencional de exposição à luz foi possível determinar o percentual de infectividade para *B. straminea* apenas em Paulista (0,9%). Usando a mesma metodologia os percentuais para *B. glabrata* foram: 4% em Carne de Vaca (Goiana), 12,2% em Forte Orange (Itamaracá), 17,1% em Pau Amarelo e 4,4% no Janga (Paulista), 6,5% em Dom Helder/Sotave (Jaboatão dos Guararapes), 22,2% em Porto de Galinhas (Ipojuca) e 16,5% no Residencial São Felix (Tamandaré). O diagnostico por PCR para detectar DNA do *S. mansoni* determinou positividade para *B. straminea* nas localidades Enseada (Cabo de Santo Agostinho), no Açude Apipucos (Recife), em Mangue Seco (Igarassu) e no Janga (Paulista).

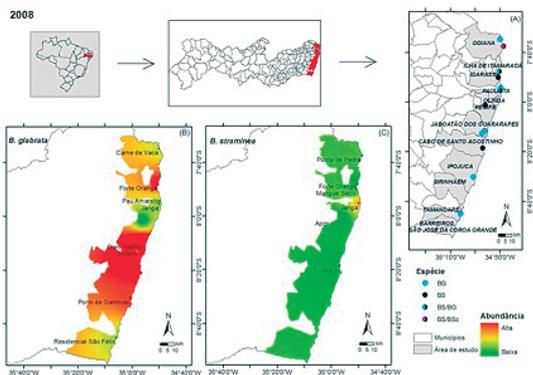


Figura 2. Mapa da Expedição 2008 mostrando as espécies coletadas em cada município (A) e a localidade e abundância relativa de *Biomphalaria glabrata* (B) e de *B. straminea* (C).

Na Expedição 2008 (Barbosa et al., 2010) salienta-se também a 1ª ocorrência, em área litorânea de Pernambuco, de caramujos *Biomphalaria schrammi*

coletados em rua paralela à beira mar da praia de Ponta de Pedras. Os 14 exemplares foram dissecados para identificação da espécie por meio de detalhes anatômicos do aparelho genital pelo protocolo descrito por Paraense (1975). Posteriormente todos os exemplares foram examinados por compressão entre laminas, não tendo sido encontradas formas evolutivas do parasito *S. mansoni*.

A Figura 3 mostra o mapa de ocorrência e abundancia das duas espécies de *Biomphalaria* identificadas pela Expedição 2013 no litoral pernambucano, sem as taxas de infectividade pelo *S. mansoni*. Foram coletados 513 exemplares de *B. straminea* (C) em localidades litorâneas dos municípios de Goiana, Itamaracá, Igarassu e Cabo de Santo Agostinho. Um total de 948 caramujos *B. glabrata* (B) foi coletado em Goiana, Itamaracá, Paulista, Ipojuca registrando-se uma elevada abundância no balneário de Porto de Galinhas em Ipojuca onde 485 caramujos desta espécie foram capturados. Os moluscos coletados foram submetidos a exposição à luz por meio da metodologia convencional e somente os caramujos *B. glabrata* de Porto de Galinhas estavam eliminando cercárias, tendo sido coletados 485 exemplares com taxa de infecção de 81,4% o que demonstra que a transmissão continua muito intensa naquela localidade. Na praia do Forte Orange, em Itamaracá, foram coletados 111 exemplares de *B. straminea* e somente 35 exemplares de *B. glabrata*, fato que chama a atenção se considerarmos que em 2008 foram coletados 561 *B. glabrata* e somente 16 *B. straminea* nesta localidade. Recente registro de literatura mostra o processo de competição interespecífica que está ocorrendo nesta parte da Ilha de Itamaracá (Barbosa et al., 2014), assim como estudos anteriores realizados em Pernambuco atestaram a vantagem competitiva de *B. straminea* quando esta espécie passa a cohabitar com *B. glabrata* nos mesmos criadouros (Barbosa et al., 1983; Barbosa, 1987).

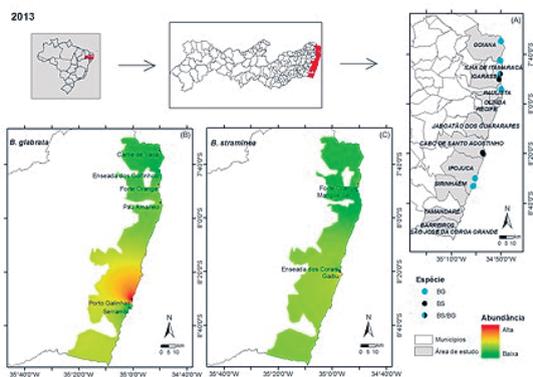


Figura 3. Mapa da Expedição 2013 mostrando as espécies coletadas em cada localidade (A) e a localidade e abundância relativa de *Biomphalaria glabrata* (B) e de *B. straminea* (C).

Vale ressaltar que em 2013 foi registrada a presença de um novo criadouro de *B. glabrata* na localidade de Serrambi, importante balneário turístico no município de Ipojuca onde foram coletados 49 exemplares deste molusco. Este achado reveste-se de importância epidemiológica uma vez que esta é uma espécie bem adaptada às condições dos ambientes litorâneos (Silva et al., 2006) nos quais demonstra ser excelente vetor da esquistossomose, a exemplo dos elevados índices de positividade que mantém na localidade contígua de Porto de Galinhas (Gomes et al., 2012).

Na Expedição 2013 o aplicativo SchistoTrack demonstrou ser de fácil manuseio para coleta e registro dos dados malacológicos, apresentando como vantagem adicional o monitoramento em tempo real. Os dados coletados em campo foram enviados instantaneamente para os pesquisadores que permaneceram no laboratório, mostrando a distribuição espacial dos criadouros e permitindo a troca de informações.

Os mapas temáticos produzidos com os resultados das Expedições apontam a ocorrência geolocalizada dos criadouros e focos da esquistossomose, delineando o potencial de risco da transmissão desta doença nas localidades estudadas. Essa informação pode subsidiar as estratégias de intervenção dos Programas de Controle da Esquistossomose, nos níveis local e estadual, o que possibilitaria mudanças no cenário epidemiológico de transmissão e produção dos focos de caramujos vetores da esquistossomose no litoral de Pernambuco.

Percebeu-se grande mudança no padrão de abundância das duas espécies de *Biomphalaria* coletadas e na ocorrência geográfica de *B. glabrata*, levando-se em consideração que a distribuição geográfica e abundância desses moluscos estão sujeitas a variações, diante de variações climáticas e ambientais.

Constatou-se uma diminuição da área física de ocorrência e também da densidade populacional de *B. glabrata*, dado que aponta a minimização do risco biológico de transmissão da esquistossomose no litoral de Pernambuco, uma vez que este é um vetor extremamente eficaz.

Apesar das mudanças de padrão epidemiológico, os mapas mostram a persistência da mancha de risco biológico representada pela abundância de *B. glabrata* no litoral sul de Pernambuco, onde este vetor é responsável por significativas taxas de infecção humanas no balneário de Porto de Galinhas onde foram diagnosticados 425 casos humanos de esquistossomose em 2011 (Barbosa et al., 2011).

O geoprocessamento mostrou ser um método muito útil para delimitar áreas de risco, possibilitando a marcação de alvos para o controle dos agravos (Galvão et al., 2010; Guimarães et al., 2010).

O uso da tecnologia *Schisto Track* permitiu agilidade na coleta das informações eliminando as etapas de transcrição manual e erros de digitação, permitindo a geração de cenários epidemiológicos precisos para intervenção e controle da endemia.

## REFERÊNCIAS

1. Abath FGC, Melo FL, Werkhauser RP, Montenegro L, Montenegro R, Schindler HC. Single-tube nested PCR using immobilized internal primers. *Biotechniques* 33: 1210-1214, 2002.
2. Abath FGC, Gomes AL, 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* 101 Supl 1: 145-148, 2006.
3. Araújo KCGM, Resendes APC, Souza-Santos R, Barbosa CS, Silveira-Junior JC. Análise espacial dos focos de *Biomphalaria glabrata* e casos humanos de esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas no ano 2000. *Cad Saúde Pública* 23: 409-417, 2007.
4. Barbosa FS, Costa DP, Arruda F. Competitive interactions between species of freshwater snails: I. Laboratory: Ia. General methodology. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 78: 335-341, 1983.
5. Barbosa FS. Competitive displacement of *Biomphalaria glabrata* by *B. straminea*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 82: 139-141, 1987.
6. 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* 105: 549-554, 2010.
7. Barbosa CS, Leal-Neto OB, Gomes ECS, Araújo KC, Domingues ALC. The endemisation of schistosomiasis in Porto de Galinhas, Pernambuco, Brazil, 10 years after the first epidemic outbreak. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 106: 878-883, 2011.
8. Barbosa CS, Melo F, Melo M, Bezerra L, Campos JV, Rodrigues B, Nascimento W, Gomes ECG, Leal-Neto OB, Domingues ALC. Casos autóctones de esquistossomose mansônica em crianças de Recife, PE. *Rev Saúde Públ* 47: 684-690, 2013.
9. Barbosa CS, Barbosa VS, Nascimento WC, Pieri OS. Spatial displacement of *Biomphalaria glabrata* by *Biomphalaria straminea*, Snail Hosts Of *Schistosoma mansoni*, in Itamaracá Island North East Brazil. *Geospatial Health* 8: 345-351, 2014.
10. ESRI. IDW (Spatial Analyst) ArcGIS Help 10.0. Disponível em: <http://www.esri.com>. Acesso em: 15/11/2013.
11. Galvão AF, Favre TC, Guimarães RJPS, Pereira APB, Zani LC, Felipe KT, Domingues ALC, Carvalho OS, Barbosa CS, Pieri OS. Spatial distribution of *Schistosoma mansoni* infection before and after chemotherapy with two praziquantel doses in a community of Pernambuco, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 105 Suppl IV: 555-562, 2010.
12. Gomes AL, Melo FL, Werkhauser RP, Abath FGC. Development of a real time polymerase chain reaction for quantitation of *Schistosoma mansoni* DNA. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 101 Supl 1: 133-136, 2006.
13. Gomes ECS, Leal-Neto OB, Albuquerque J, Silva HP, Barbosa CS. Schistosomiasis transmission and environmental change: a spatio-temporal analysis in Porto de Galinhas, Pernambuco - Brazil. *Int J Health Geogr* 11: 51, 2012.
14. Gonçalves JF, Coutinho A, Santana W, Barbosa CS. Esquistossomose aguda de caráter episódico na Ilha de Itamaracá, PE. *Cad Saúde Pública* 7: 424-425, 1992.
15. Guimarães RJPS, Freitas CC, Dutra LV, Scholte RGC, Martins FT, Fonseca FR, Amaral RS, Drummond SC, Felgueiras CA, Oliveira GC, Carvalho OS. A geoprocessing approach for schistosomiasis studying and control in the State of Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 105 Suppl IV: 524-531, 2010.
16. Isaaks EH, Srivastava RM. *Applied Geostatistics*. Oxford University Press. New York, 1989.
17. Kuntz ER. Effect of light and temperature on shedding of *Schistosoma mansoni* cercariae. *Naval Medical Research Institute* 7: 16, 1946.
18. Leal-Neto OB, Gomes ECS, Oliveira-Junior FJM, Andrade R, Reis DL, Souza-Santos R, Bocanegra S, Barbosa CS. Biological and environmental factors associated with risk of schistosomiasis mansoni transmission in Porto de Galinhas, Pernambuco State, Brazil. *Cad Saúde Pública* 29: 357-367, 2013.

19. Leal-Neto OB, Albuquerque CM, Albuquerque JO, Barbosa CS. Schisto Track - A system for gathering and monitoring epidemiological surveys by connecting geographical information systems in real time. *JMIR Mhealth and Uhealth* 10: 1-8, 2014.
20. Olivier L, Schneiderman M. A method for estimating the density of aquatic snail populations. *Exp Parasitol* 5:109-117, 1956.
21. Paraense WL. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros. *Arq Museu Nacional* 55: 105-128, 1975.
22. Paredes H, Souza-Santos R, Resendes APC, Souza MAA, Albuquerque J, Bocanegra S, Gomes ECS, Barbosa CS. Spatial pattern, water use and risk levels associated with the transmission of schistosomiasis on the north coast of Pernambuco, Brazil. *Cad Saúde Pública* 26: 1013-1023, 2010.
23. Pernambuco. *Esquistossomose e Geohelmintoses: Relatório das condições de saneamento das localidades hiperendêmicas de Pernambuco*. Programa SANAR/Secretaria Executiva de Vigilância em Saúde, Secretaria de Saúde de Pernambuco. Pernambuco, 2013.
24. Silva PB, Barbosa CS, Pieri OS, Travassos A, Florencio L. Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. *Quím Nova* 29: 901-906, 2006.
25. Souza MAA, Barbosa VS, Wanderlei TNG, Barbosa CS. Criadouros de *Biomphalaria*, temporários e permanentes, em Jaboatão dos Guararapes, PE. *Rev Soc Bras Med Trop* 41: 1-10, 2008.