

## Análise espacial dos focos de *Biomphalaria glabrata* e de casos humanos de esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, no ano 2000

Spatial analysis of *Biomphalaria glabrata* foci and human cases of mansoni schistosomiasis in Porto de Galinhas, Pernambuco State, Brazil, in the year 2000

Karina Conceição Gomes Machado Araújo <sup>1</sup>  
 Ana Paula da Costa Resendes <sup>2</sup>  
 Reinaldo Souza-Santos <sup>2</sup>  
 José Constantino Silveira Júnior <sup>1</sup>  
 Constança Simões Barbosa <sup>1</sup>

### Abstract

*This article provides information on the spatial distribution of schistosomiasis, correlating snail foci with human cases using spatial analysis. The locations studied were Merepe III, Pantanal, Salinas, and Socó, comprising 70% of the populated area of Porto de Galinhas. Malacological and parasitological surveys by a CPqAM/FIOCRUZ team at the location where an epidemic occurred in 2000 identified 15 foci of infected B. glabrata. Human cases were also diagnosed and recorded according to residential block. Spatial analysis was performed using the TerraView computer program and Kernel intensity estimation. Total infection rates, considering all collection stations marked out per location, varied from 15% to 32.4%. The 15 infected B. glabrata foci included 9 in Merepe, 2 in Socó, 3 in Salinas, and 1 in Pantanal. The results suggest a strong spatial trend in the risk of schistosomiasis transmission in Salinas and Socó. In Merepe, with the most foci and where foci were closer together, individual focal infection rates were lower. Spatial analysis thus showed less concentration of risk as compared to other locations studied. As for human cases, two high-intensity areas were observed, shown on the map in darker colors.*

*Spatial Analysis; Schistosomiasis; Biomphalaria*

### Introdução

A esquistossomose mansônica é uma doença infecciosa, de caráter crônico ou agudo, endêmica em vários Estados do Brasil. Sua ocorrência está intimamente relacionada a precárias condições sócio-ambientais e as maiores prevalências em humanos encontram-se no Nordeste. Em Pernambuco, a doença é historicamente endêmica na Zona da Mata, porém a recente notificação de casos de esquistossomose aguda e de focos de vetores da doença no litoral desse estado aponta para uma expansão da endemia com mudanças no seu perfil clínico-epidemiológico. Esses casos ressaltam a importância do peridomicílio na transmissão da doença, já que a maioria dos focos tem localização peri ou intradomiciliar. O padrão de distribuição espacial desses focos indica que a dinâmica de transmissão não pode ser analisada apenas a partir da distribuição dos vetores, sendo necessário situar os focos no contexto epidemiológico onde estão inseridos, ressaltando a importância da produção social do espaço onde a transmissão se materializa <sup>1,2,3,4</sup>.

Em 2000, chuvas torrenciais provocaram um surto de esquistossomose na Praia de Porto de Galinhas, com registro de 662 casos da doença, sendo 62% de casos agudos. A enchente propiciou o carreamento dos moluscos, antes restritos aos focos peridomiciliares, para ruas e residências, provocando infecção humana em massa <sup>2</sup>. O vetor responsável pela transmissão foi o caramujo

<sup>1</sup> Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, Brasil.

<sup>2</sup> Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

#### Correspondência

K. C. G. M. Araújo  
 Departamento de Parasitologia, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Av. Moraes Rego s/n, C. P. 7472, Recife, PE 50670-420, Brasil.  
 karina@cpqam.fiocruz.br

*Biomphalaria glabrata*, característico das áreas litorâneas do Estado de Pernambuco. Inquérito malacológico realizado no local evidenciou que os caramujos foram introduzidos em Porto por intermédio da importação de areias de rios de áreas endêmicas para aterramento de quintais. A infecção dos moluscos se deu em virtude de vazamentos de fossas com fezes de indivíduos parasitados, e a enchente encarregou-se de espalhar os caramujos infectados <sup>2</sup>.

Na situação anteriormente descrita, as modificações ambientais foram fundamentais para a ocorrência da esquistossomose. O conhecimento da variação espacial e temporal da incidência da doença, aliado às situações ambientais, é importante para o planejamento de ações de prevenção e controle <sup>5</sup>. O panorama geral das condições ambientais e de saúde da população pode ser evidenciado por meio de mapas que permitam observar a distribuição espacial de situações de risco e dos problemas de saúde <sup>6</sup>. A comparação das taxas dos agravos em saúde em diferentes lócus pode ajudar na elaboração de hipóteses causais; os padrões espaciais são indicadores da estrutura demográfica e social e de como a população interage consigo mesma e com o ambiente <sup>7</sup>, ainda que a distribuição espacial, por si só, não traga comprovações de natureza etiológica <sup>8</sup>.

Atualmente, poucas melhorias ambientais ou de saneamento têm sido realizadas no distrito de Porto de Galinhas a fim de minimizar a transmissão da esquistossomose, ainda hoje restrita aos focos peridomiciliares. Portanto, diante da ocorrência de chuvas fortes, poderá haver novo surto da doença.

O objetivo do presente artigo é mostrar a distribuição espacial desse evento epidemiológico correlacionando focos de caramujos com os casos humanos, através de análise espacial.

## Metodologia

O distrito de Porto de Galinhas está situado no Município de Ipojuca (Estado de Pernambuco, Brasil) e abriga algumas das mais belas praias do estado. É hoje um dos maiores pólos turísticos da costa brasileira, de modo que a ocupação dos hotéis chega a 92% durante todo o ano, recebendo em média seis mil turistas por mês. Apresenta um contingente populacional fixo e uma população flutuante com características sócio-econômicas diversificadas. É composto pelas localidades de Merepe I, Merepe II, Merepe III, Vila do Porto, Salinas, Pantanal e Socó. O Município de Ipojuca, situado na região metropolitana do Recife, tem área territorial de 507km<sup>2</sup> e clima tro-

pical de planície. Com cerca de 60 mil habitantes, o município não dispõe de rede de saneamento em nenhum dos seus quatro distritos (Nossa Senhora do Ó, Camela, Porto de Galinhas e Distrito Sede de Ipojuca). O sistema de distribuição de água encanada serve a todos os distritos, com exceção de Porto de Galinhas (Documentos da Prefeitura de Ipojuca). Dados da FIDEM (Fundação de Desenvolvimento Metropolitano) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) retratam que, no ano 2000, 47,6% dos domicílios não recebiam abastecimento sistemático de água, 72,2% não apresentavam rede pública de esgotamento sanitário e 28,4% não dispunham de coleta regular de lixo.

As localidades desse estudo foram aquelas onde se verificou a epidemia de esquistossomose em 2000: Merepe III, Pantanal, Salinas e Socó, as quais representam 70% da área habitada de Porto de Galinhas (Figura 1). Nos inquéritos malacológico e parasitológico, realizados durante o evento, foram identificados 15 focos do vetor *B. glabrata* e os casos humanos foram diagnosticados e registrados por quarteirão de residência <sup>2</sup>. Foi calculada a taxa de infecção dos caramujos dividindo-se o número de caramujos positivos para *Schistosoma mansoni* pelo número total de caramujos coletados em cada foco.

A malha digital de Porto de Galinhas com a divisão dos quarteirões foi adquirida na FIDEM. A análise espacial foi realizada no programa TerraView (<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>), utilizando-se o estimador de intensidade kernel, o qual permite estimar a quantidade de eventos por unidade de área em cada célula de uma grade regular que recobre a região estudada <sup>9</sup>. O kernel é técnica não paramétrica que promove o alisamento – ou suavização estatística –, o que permite filtrar a variabilidade de um conjunto de dados, retendo as características essenciais dos locais <sup>9</sup>. O grau de alisamento é controlado mediante a escolha de um parâmetro conhecido como largura da banda, que indica a área a ser considerada no cálculo e deve refletir a escala geográfica da hipótese de interesse, assim como o conhecimento prévio sobre o evento estudado <sup>10</sup>.

Em nossa análise, utilizou-se a largura de banda de 200 metros para o kernel de casos humanos e 230 metros para o kernel de focos de *B. glabrata*. A função de suavização usada foi a quártica. O kernel da taxa de infecção de caramujos foi calculado levando-se em consideração as coordenadas geográficas de cada foco; o kernel do número de indivíduos humanos positivos para esquistossomose foi calculado levando-se em consideração o centróide do quarteirão de residência.

Figura 1

Localidades de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil: Merepe III, Pantanal, Salinas e Socó.



O uso de análise espacial, no caso o kernel, para o estudo dessa epidemia mostra a distribuição e um gradiente de intensidade tanto das taxas de infecção, quanto dos casos humanos. A análise desses dois resultados evidencia que as áreas mais quentes ou com maior intensidade para a taxa de infecção do molusco não são as mesmas com maior intensidade dos casos humanos. Contudo, percebe-se sobreposição parcial das áreas consideradas como moderadas para infecção do vetor às áreas com maior intensidade de casos humanos. É importante ressaltar que os resultados apresentados aqui mostram um retrato de uma estimativa em um determinado momento. A interpretação de resultados de kernel deve ser feita com cautela, dependendo de conhecimentos técnicos acerca da dinâmica da doença naquele momento e no local de ocorrência, sempre levando em consideração as possíveis relações espaciais. No caso da esquistossomose em Porto de Galinhas, é sabido que toda a área tornou-se um grande alagado, o que justifica a utilização do kernel como método de análise de superfície contínua<sup>10</sup>. Porém, infelizmente, não temos conhecimento de como se deu a circulação humana no momento da enchente e que impacto essa circulação teve na dinâmica da doença na população humana.

## Resultados

A Tabela 1 mostra os resultados do inquérito malacológico realizado em 2000. Em todas as 15 estações de coleta, evidenciaram-se focos de transmissão de *B. glabrata*, correspondendo a nove em Merepe, dois em Socó, três em Salinas e um em Pantanal. A quantidade de moluscos coletados em cada um dos focos identificados nas quatro localidades foi variável, sendo maior em Merepe. Nessa região, em um dos focos, foram coletados 1.200 caramujos, com 171 exemplares positivos para *S. mansoni*; a taxa de infecção focal foi de 14,3%. Por outro lado, a menor abundância de moluscos por foco também foi em Merepe, com 25 caramujos coletados e taxa de infecção focal de 4%.

A distribuição espacial da intensidade da taxa de infecção de caramujos por *S. mansoni*, obtida por meio do kernel quártico, mostra risco de transmissão em todas as localidades estudadas (Figura 2), uma vez que a existência de moluscos positivos consiste em fator de risco para esquistossomose. No entanto, os resultados da análise apontam a existência de duas áreas principais de risco: a primeira, que possui maior intensidade, encontra-se em Salinas e a segunda, na área central de Merepe. Entre a área de maior risco

identificada em Salinas e o foco de Pantanal, que apresentou maior taxa de infecção, passando pela área sul de Socó, verificamos um “corredor” de risco moderado.

Deve-se ressaltar que, apesar de o mapa mostrar um padrão espacial distinto entre as localidades, representado pela variação das taxas de infecção dos focos, percebe-se um risco potencial de transmissão da esquistossomose mansônica em todas elas.

A distribuição espacial que relaciona a intensidade de casos humanos à presença de focos de vetores de *S. mansoni* pode ser observada na Figura 3, não se evidenciando uma sobreposição das áreas mais intensas de casos humanos à localização pontual dos focos dos vetores.

Através do estimador de intensidade de kernel, é possível notar duas áreas de grande concentração de casos humanos representadas pelas localidades Merepe, ao norte, e Pantanal e Socó, ao sul, em que os aglomerados de maiores intensidades são representados por tons mais escuros. Apesar disso, praticamente toda a área analisada de Porto de Galinhas apresenta intensidade baixa para casos humanos. Em Merepe, observa-se a área central com intensidade moderada para casos humanos, praticamente a mesma área que foi identificada com grande intensidade para taxa de infecção dos vetores. No caso de Pantanal, observa-se que parte da área com intensidade moderada de casos humanos sobrepõe-se à parte do “corredor” de área moderada para taxa de infecção do vetor (Figura 2).

## Discussão

Vários fatores estão relacionados à ocorrência da infecção esquistossomótica, entre eles o tempo de exposição e a gradação do contato humano com águas contaminadas. Este último é, sem dúvida, o fator mais complexo, com maior variabilidade, difícil de ser avaliado, que apresenta a explicação para as diferenças de padrão epidemiológico entre grupos populacionais infectados. Diferentes maneiras de inter-relacionamento com as coleções hídricas determinarão diferentes padrões epidemiológicos de contágio e transmissão<sup>11</sup>. De acordo com Abath et al.<sup>12</sup>, fatores como a frequência de exposição, genética do hospedeiro, infecções concomitantes, virulência da cepa do *S. mansoni* e estado nutricional dos indivíduos infectados devem ser considerados na susceptibilidade do indivíduo à infecção.

O inquérito epidemiológico realizado em Porto de Galinhas<sup>2</sup> levantou dados malacológicos, parasitológicos e ambientais nas localidades acometidas pela epidemia. Os recursos da análise

Tabela 1

Taxas de infecção dos focos de vetores de *Schistosoma mansoni* em localidades de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, no período pós-inverno do ano 2000.

Localidade	Foco	Caramujos coletados	Caramujos positivos	Caramujos positivos por <i>S. mansoni</i> (%)
Merepe	MP1	71	9	12,7
	MP2	193	37	19,2
	MP3	1.200	171	14,3
	MP4	203	41	20,2
	MP5	25	1	4,0
	MP6	33	2	6,1
	MP7	56	11	19,6
	MP8	121	16	13,2
	MP9	42	3	7,1
<b>Total</b>		1.944	291	15,0
Socó	SC1	42	6	14,3
	SC2	29	9	31,0
<b>Total</b>		71	15	21,1
Salinas	SL1	78	17	21,8
	SL2	53	13	24,5
	SL3	31	9	29,0
<b>Total</b>		162	39	24,1
Pantanal	PT1	37	12	32,4

MP = Merepe; SC = Socó; SL = Salinas; PT = Pantanal.

se espacial reavaliaram esses dados, construindo novas informações e permitindo a reinterpretação do evento, o que confirma a importância do uso do geoprocessamento na área da saúde<sup>13</sup>.

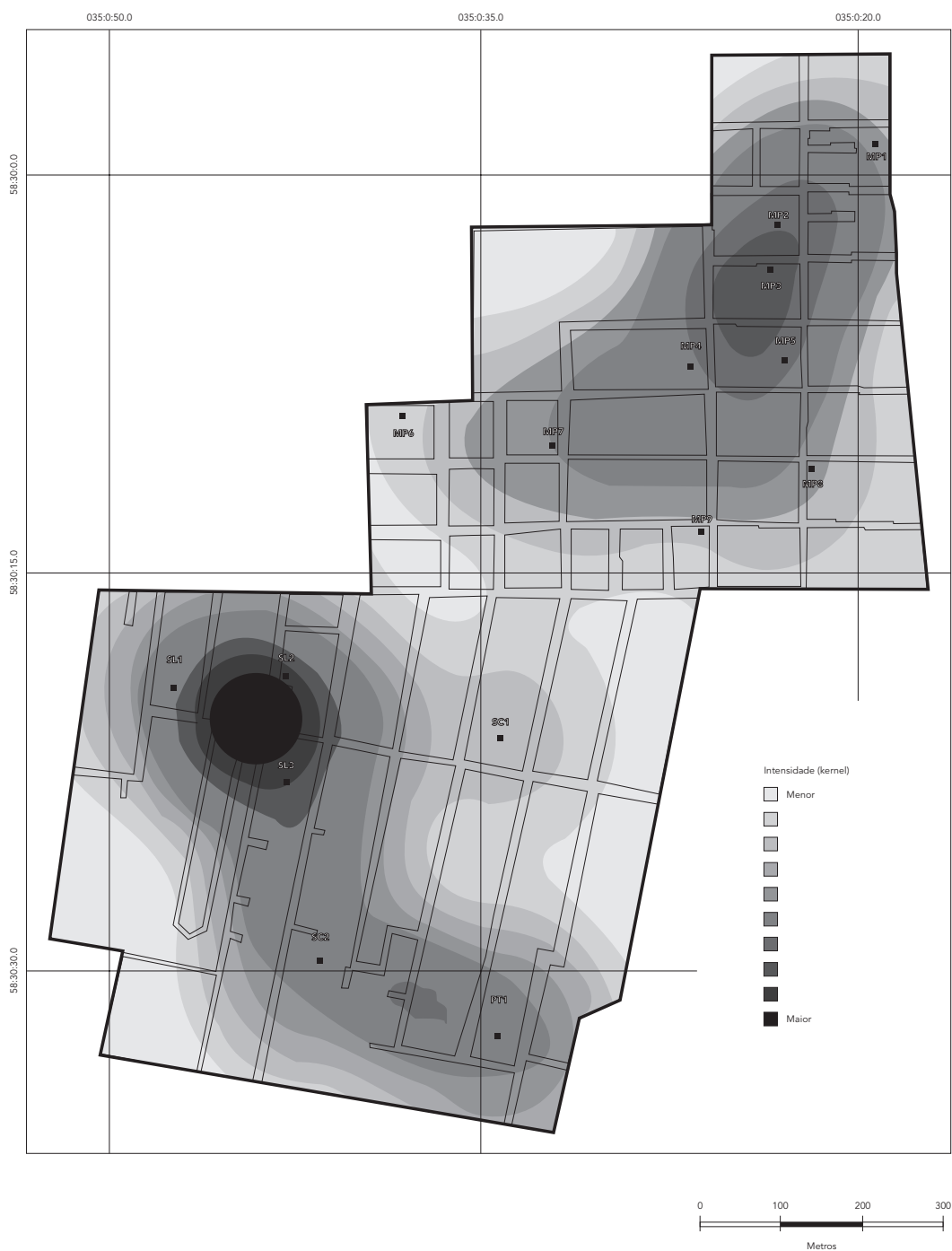
As localidades de Socó e Pantanal, incluídas no “corredor” de intensidade moderada para a taxa de infecção do vetor, são áreas marginais e favelizadas, ocupadas por indivíduos oriundos de ambientes rurais, talvez com infecção esquistossomótica prévia. As águas servidas são despejadas em valas cavadas ao lado das residências, formando uma rede de esgotos a céu aberto. Os caramujos vetores, acidentalmente introduzidos nessas valas, são alimentados e infectados pelos dejetos aí lançados, formando-se assim os focos peridomiciliares. Até a enchente de 2000, a exposição de adultos e crianças a esses canais de esgotamento sanitário não devia ser muito intensa, pois o aspecto e o odor fétido limitavam os contatos e regulavam a transmissão. A análise dos dados do inquérito malacológico realizado após a enchente informa que os vetores com taxas de infecção mais elevadas foram aqueles encontrados em Socó e Pantanal (21,1% e 32,4%, respectivamente), tendo o inquérito parasitológico juntamente com o exame clínico identificado 59,7% de casos humanos crônicos e 56,4% de casos agudos de esquistossomose nessas lo-

calidades. Esses achados indicam que mais da metade dos indivíduos já havia tido contato com a doença antes da enchente, por serem oriundos de áreas rurais ou por terem se infectado nos focos peridomiciliares ali criados.

Na localidade de Merepe, foi detectado o maior número de casos agudos de esquistossomose (72,1%) e também a maior intensidade da infecção humana (avaliada pelas cargas parasitárias dos indivíduos), indicando que essa população era mais suscetível ao parasito e ficou mais tempo exposta às águas infectadas por ocasião das cheias provocadas pelas fortes chuvas do ano 2000. A maioria dos residentes da região é de classe média (artesãos, donos de pousadas e restaurantes), e as casas são de alvenaria com sistema fechado de fossas. Relatos dos moradores informam que, antes da enchente, não havia caramujos vetores da esquistossomose em Merepe; estes teriam sido levados até ali pelas chuvas e, após a estiagem, adaptaram-se aos quintais alagadiços ali existentes, onde podem ser encontrados até hoje. Apesar de o resultado do kernel da taxa de infecção do vetor ter evidenciado apenas uma pequena área com grande intensidade em Merepe, praticamente toda essa localidade foi considerada área moderada, o que reforça os comentários anteriores.

Figura 2

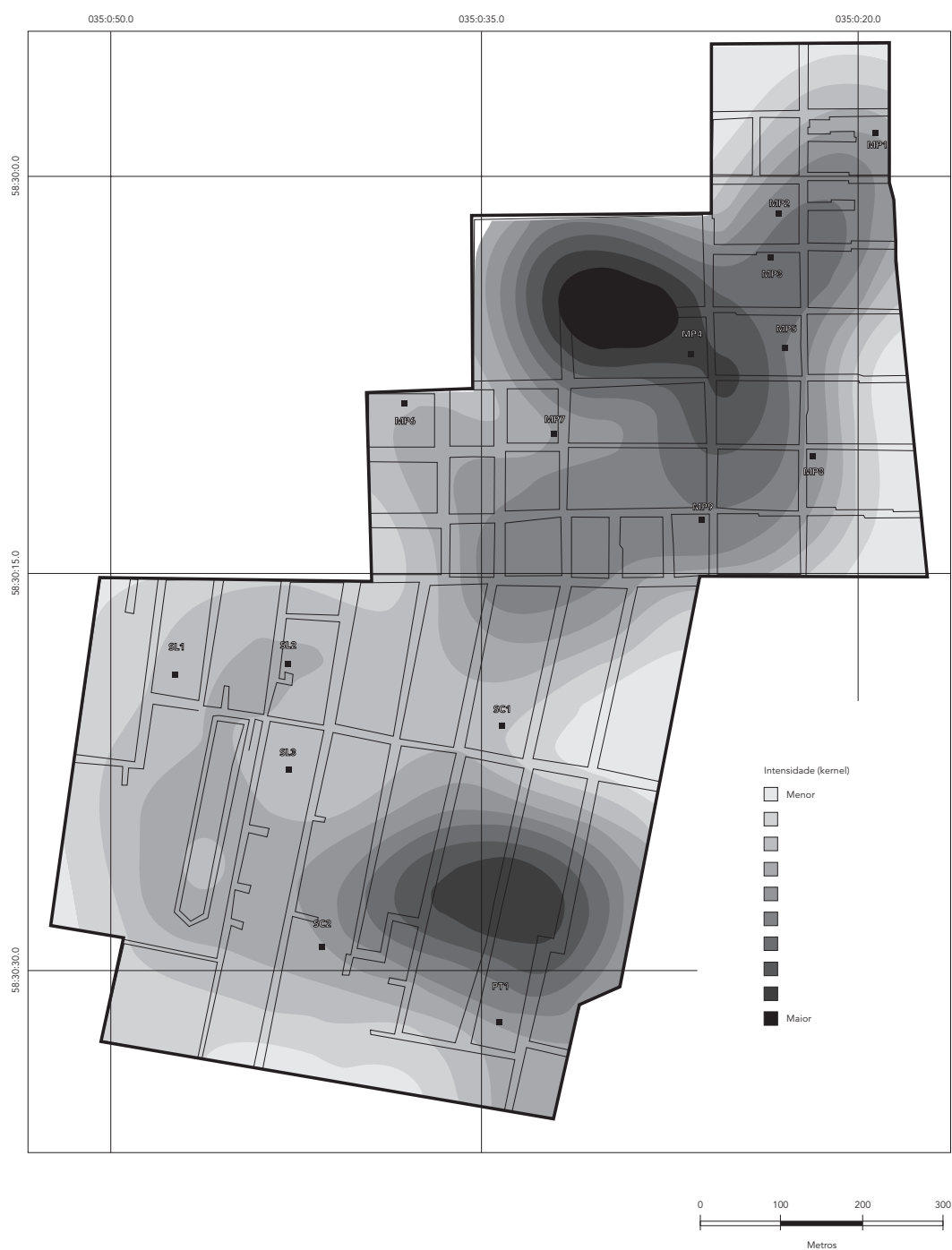
Análise espacial (kernel) da taxa de infecção dos focos de caramujos vetores da esquistossomose em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, 2000.



MP = Merepe; SL = Salinas; SC = Socó; PT = Pantanal.

Figura 3

Análise espacial (kernel) dos casos humanos de esquistossomose e distribuição dos focos de vetores em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, 2000.



MP = Merepe; SL = Salinas; SC = Socó; PT = Pantanal.

Como não existe nenhum ambiente dulciaquícola em Porto de Galinhas (a foz do rio Ipojuca, que margeia a cidade, é totalmente salinizada), é provável que a hipótese dos residentes de Merepe seja plausível e que os caramujos infectados tenham sido arrastados das valas de Socó e Pantanal pelas correntezas formadas pelas fortes chuvas chegando até Merepe. Esses fatores e condições ambientais, como o precário abastecimento sistemático de água e muitos domicílios sem rede pública de esgotamento sanitário, permitiram a exposição dos moradores de Merepe às águas infectadas durante uma semana, propiciando a infecção em massa nos residentes daquela localidade. Posteriormente, os caramujos ali introduzidos colonizaram o ambiente.

Os resultados espaciais através da análise de kernel mostram um cenário relativo à transmissão da doença. Todavia, a interpretação desses resultados só foi possível graças à investigação epidemiológica realizada na ocasião do evento,

a qual rastreou a origem e distribuição dos vetores nas áreas de estudo; identificou casos humanos agudos e crônicos e formulou hipóteses de transmissão e causalidade sobre a ocorrência desta epidemia de esquistossomose. De acordo com Monken & Barcellos<sup>14</sup>, os resultados obtidos com base nas técnicas de geoprocessamento não trazem, isoladamente, respostas para as questões levantadas, sendo necessária a investigação de outras informações para a interpretação dos achados.

Dessa forma, o presente artigo destaca a importância dos estudos em nível local para a compreensão dos processos que resultam em agravos para a saúde. Deve-se aliar o conhecimento gerado pela investigação aos modernos instrumentos de análise epidemiológica, com o intuito de elucidar as questões ambientais, ecológicas e comportamentais envolvidas na dinâmica de transmissão das doenças endêmicas.

## Resumo

*O presente artigo mostra a distribuição espacial da esquistossomose, correlacionando focos de caramujos com os casos humanos, por meio de análise espacial. As localidades estudadas foram Merepe III, Pantanal, Salinas e Socó, que representam 70% da área habitada de Porto de Galinhas. No inquérito realizado em 2000, foram identificados 15 focos do vetor Biomphalaria glabrata; os casos humanos foram diagnosticados e registrados por quarteirão de residência. A análise espacial foi realizada no programa TerraView, utilizando-se o estimador de intensidade kernel. Com relação aos focos de moluscos vetores, as taxas de infecção total variaram entre 15% e 32,4%. Os resultados da análise indicam a existência de uma forte tendência espacial para o risco de transmissão nas localidades de Salinas e Socó. Em Merepe, ocorreu o maior número de focos, mas as taxas de infecção dos moluscos foram as mais baixas e a análise espacial evidenciou menor concentração de risco em relação às outras localidades estudadas. Com relação aos casos humanos, observaram-se duas áreas em que os aglomerados de maior intensidade são representados por tons mais escuros.*

*Análise Espacial; Esquistossomose; Biomphalaria*

## Colaboradores

Todos os autores participaram da elaboração do artigo, análise e interpretação dos dados, além de lerem e aprovarem a versão final.

## Agradecimentos

Ao pesquisador Wayner Vieira de Souza, do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz (CPqAM/FIOCRUZ) pela revisão do artigo quanto à análise espacial. À equipe do Serviço de Referência em Esquistossomose do CPqAM/FIOCRUZ, pelo apoio prestado nas atividades de campo. Em especial, à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo financiamento da pesquisa.



## Referências

1. Barbosa CS, Gonçalves JF, Albuquerque Y, Barbosa FS. Urban schistosomiasis in Itamaracá island, Brasil: epidemiological factors involved in the recent endemic process. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1998; 93:265-6.
2. Barbosa CS, Coutinho AL, Montenegro SML, Abath F, Spinelli V. Epidemia de esquistossomose aguda na praia de Porto de Galinhas, Pernambuco. *Cad Saúde Pública* 2001; 17:725-8.
3. Barbosa CS, Montenegro SML, Abath FG, Domingues ALC. Eventos epidemiológicos relacionados à transmissão da esquistossomose em áreas rurais e urbanas de Pernambuco. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2002; 96:169-72.
4. Barbosa CS, Araujo KC, Antunes L, Favre TC, Pieri OS. Spatial distribution of schistosomiasis foci in Itamaracá Island, Pernambuco, Brasil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2004; 99:79-83.
5. Medronho RA. Geoprocessamento e saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença. Rio de Janeiro: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia, Fundação Oswaldo Cruz; 1995.
6. Carvalho MS, Pina MF, Santos SM. Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Ministério da Saúde; 2000.
7. Mayer JD. The role of spatial analysis and geographic data in the detection of disease causation. *Soc Sci Med* 1983; 17:1213-21.
8. Rothman KJ. A sobering start for the cluster busters' conference. *Am J Epidem* 1990; 132 Suppl: 6-13.
9. Bailey TC, Gatrell AC. *Interactive spatial data analysis*. Harlow: Longman; 1995.
10. Souza-Santos R, Carvalho MS. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública* 2000; 16:31-42.
11. Kloetzel K. Reinfection after treatment of schistosomiasis environment or "predisposition"? *Rev Inst Med Trop São Paulo* 1990; 32:138-46.
12. Abath FGC, Morais CNL, Montenegro CEL, Wynn TA, Montenegro SML. Immunopathogenic mechanisms in schistosomiasis: what can be learnt from human studies? *Parasitology* 2006; 22:85-91.
13. Carvalho MS, Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad Saúde Pública* 2005; 21:361-78.
14. Monken M, Barcellos C. Vigilância em saúde e território utilizado: possibilidades teóricas e metodológicas. *Cad Saúde Pública* 2005; 21:898-906.

---

Recebido em 10/Fev/2006

Versão final rerepresentada em 13/Jun/2006

Aprovado em 22/Jun/2006