

Aspectos ecológicos e levantamento malacológico para identificação de áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no litoral norte de Pernambuco, Brasil

Marco A. A. Souza^{1,2}, Verônica S. Barbosa², Jones O. Albuquerque³, Silvana Bocanegra³,
Reinaldo Souza-Santos⁴, Helen Paredes⁴ & Constança S. Barbosa²

1. Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo. Rodovia Br 101 Norte, km 60, Bairro Litorâneo, 29932-540 São Mateus, ES. (marcosouza@ceunes.ufes.br)
2. Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Departamento de Parasitologia, Fundação Oswaldo Cruz. Avenida Moraes Rego, s/n, Caixa Postal 7472, Cidade Universitária, 50670-420 Recife, PE. (sbveronica85@hotmail.com; cbarbosa@cpqam.fiocruz.br)
3. Departamento de Estatística e Matemática, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE. (joa@deinfo.ufrpe.br; silvana@deinfo.ufrpe.br)
4. Escola Nacional de Saúde Pública, Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Fundação Oswaldo Cruz. Rua Leopoldo Bulhões, 1470, Manguinhos, 21041-210 Rio de Janeiro, RJ. (rssantos@ensp.fiocruz.br; helenparedes@ensp.fiocruz.br)

ABSTRACT. Ecological aspects and malacological survey to identification of transmission risk sites for schistosomiasis in Pernambuco North Coast, Brazil. It was carried out a malacological survey at Carne de Vaca beach, Goiana municipality, Pernambuco North coast, between November 2006 and October 2007 in order to know the malacological fauna of this town and verify the natural, slightly or more modified conditions of mollusks sites by using an habitat diversity protocol analysis. From 5,912 mollusks collected, they belong to seven species and four families, as follows: 5,209 *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) specimens, 113 of *Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839), 55 of *Drepanotrema cimex* (Moricand, 1837), 13 of *Drepanotrema anatinum* (Pfeiffer, 1839), 222 of *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774), 263 of *Pomacea* sp. and 37 of *Physa marmorata* Guilding, 1828. Among *B. glabrata* collected, 44 specimens were positive for *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907 cercariae and 91 specimens were positive for other trematode larvae. One *Pomacea* sp. specimen was positive for trematode larvae. These data, spatially georeferenced, will be used for determination of risk sites for schistosomiasis transmission at Carne de Vaca beach and furthermore, they will be used for computational simulations to determine the expansion process of schistosomiasis in state of Pernambuco.

KEYWORDS. Gastropoda, *Schistosoma mansoni*, Carne de Vaca beach, freshwater ecosystems.

RESUMO. Realizou-se levantamento malacológico na praia de Carne de Vaca, município de Goiana, litoral norte de Pernambuco, entre novembro de 2006 e outubro de 2007, com o objetivo de conhecer a fauna malacológica dessa localidade e verificar as condições naturais, pouco ou bastante alteradas das áreas de estudo através da aplicação de um protocolo de avaliação de diversidade de habitats. Foram coletados 5.912 moluscos, representados por sete espécies e quatro famílias, dos quais, 5.209 exemplares de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), 113 de *Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839), 55 de *Drepanotrema cimex* (Moricand, 1837), 13 de *Drepanotrema anatinum* (Pfeiffer, 1839), 222 de *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774), 263 de *Pomacea* sp. e 37 de *Physa marmorata* Guilding, 1828. Entre os exemplares de *B. glabrata* coletados, 44 mostraram-se positivos para *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907 e 91 mostraram-se positivos para outras larvas de trematódeos. Um exemplar de *Pomacea* sp. mostrou-se positivo para larva de trematódeo. Os dados obtidos, georreferenciados espacialmente, serão utilizados para a determinação das áreas de risco para a transmissão da esquistossomose na praia de Carne de Vaca, além de simulações computacionais para estudos de previsibilidade e comportamento do processo de expansão da esquistossomose no estado de Pernambuco.

PALAVRAS-CHAVE. Gastropoda, *Schistosoma mansoni*, Praia de Carne de Vaca, ambiente de água doce.

Representando um dos principais problemas de saúde pública no Brasil, estima-se que a esquistossomose, doença também conhecida como “xistose”, “barriga d’água” ou “mal do caramujo”, afete 4,6 % da população brasileira (~ 8.000.000 de indivíduos), sendo que no estado de Pernambuco são 1.262.000 (15,2 %) infectados (BARBOSA *et al.*, 1996; CARVALHO *et al.*, 1998; KATZ & PEIXOTO, 2000). A esquistossomose é endêmica nas zonas da mata, litoral e agreste, estando distribuída em 72 dos 185 municípios do estado de Pernambuco e as prevalências em algumas dessas localidades são superiores a 50 % (FAVRE *et al.*, 2001; FARIAS *et al.*, 2007). A doença ocorre predominantemente em indivíduos de áreas rurais, mas desde a década de 1990, há registros de casos em populações de áreas litorâneas (GONÇALVES *et al.*, 1991; BARBOSA *et al.*, 1996;

ARAÚJO *et al.*, 2007), em especial naquelas que apresentam problemas de saneamento básico.

A atuação humana desempenha papel preponderante na ampliação do território colonizado pelos hospedeiros do *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907, sendo que a migração de populações tem contribuído para a expansão da esquistossomose para regiões em desenvolvimento. O estabelecimento da esquistossomose em uma determinada região dependerá das espécies de planorbídeos existentes, do grau de saneamento básico, das condições climáticas que possibilitem a realização das diversas fases do ciclo larvário do parasito e do contato da população humana com os criadouros de moluscos (COELHO, 1959; MICHELSON, 1987).

Entre os planorbídeos hospedeiros intermediários de *S. mansoni*, as duas principais espécies ocorrem no

estado de Pernambuco. Segundo PARAENSE (1972), a espécie mais importante tanto pela amplitude de distribuição quanto pela eficiência na transmissão é *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). Indivíduos desta espécie são responsáveis atualmente pela quase totalidade dos focos da doença no litoral pernambucano (BARBOSA *et al.*, 2001; BARBOSA & SILVA, 2006). *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), apesar de ser encontrada em quase todas as bacias hidrográficas do Brasil e adaptada às variações climáticas, tem a sua infecção natural em Pernambuco verificada, predominantemente, na Zona da Mata (BARBOSA *et al.*, 1996). Especificamente em Goiana, município pernambucano inserido na bacia do rio Goiana, cujos principais afluentes são os rios Capibaribe Mirim e Tracunhaém (CPRH, 2001), como em grande parte dos municípios do Brasil, observa-se a ausência de saneamento básico, o que gera condições ideais para manutenção de criadouros de moluscos e ao desenvolvimento da esquistossomose. De fato, este quadro já vem sendo observado no litoral de Pernambuco desde a década de 1990, com os primeiros registros de esquistossomose na praia de Porto de Galinhas e na ilha de Itamaracá (BARBOSA *et al.*, 1996, 2001). No ano de 2006, em inquérito

epidemiológico realizado pelo Laboratório de Esquistossomose do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM) em Goiana, foram detectados casos humanos para *S. mansoni* na praia de Carne de Vaca (Constança S. Barbosa, com. pess.), até então sem registros de transmissão da doença. Além disso, alguns exemplares de *B. glabrata* capturados apresentaram-se positivos para cercárias de *S. mansoni*, o que motivou a realização deste estudo. Este trabalho tem como objetivo analisar aspectos ecológicos em locais com focos de *B. glabrata* relevantes para a identificação de áreas de risco para transmissão da esquistossomose no litoral norte de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na praia de Carne de Vaca (Fig. 1), município de Goiana, Zona da Mata, Pernambuco, distante cerca de 70 km da cidade do Recife. A população estimada é de 1.600 habitantes e a principal fonte de renda é a pesca, praticada de forma artesanal, e a exploração do coco (IBGE, 2000). O clima é tropical úmido, com temperaturas médias anuais em torno de 24 °C nos meses de julho e agosto, períodos considerados menos quentes, e de 27 °C em fevereiro, considerado o mês mais quente (CPRH, 2001).

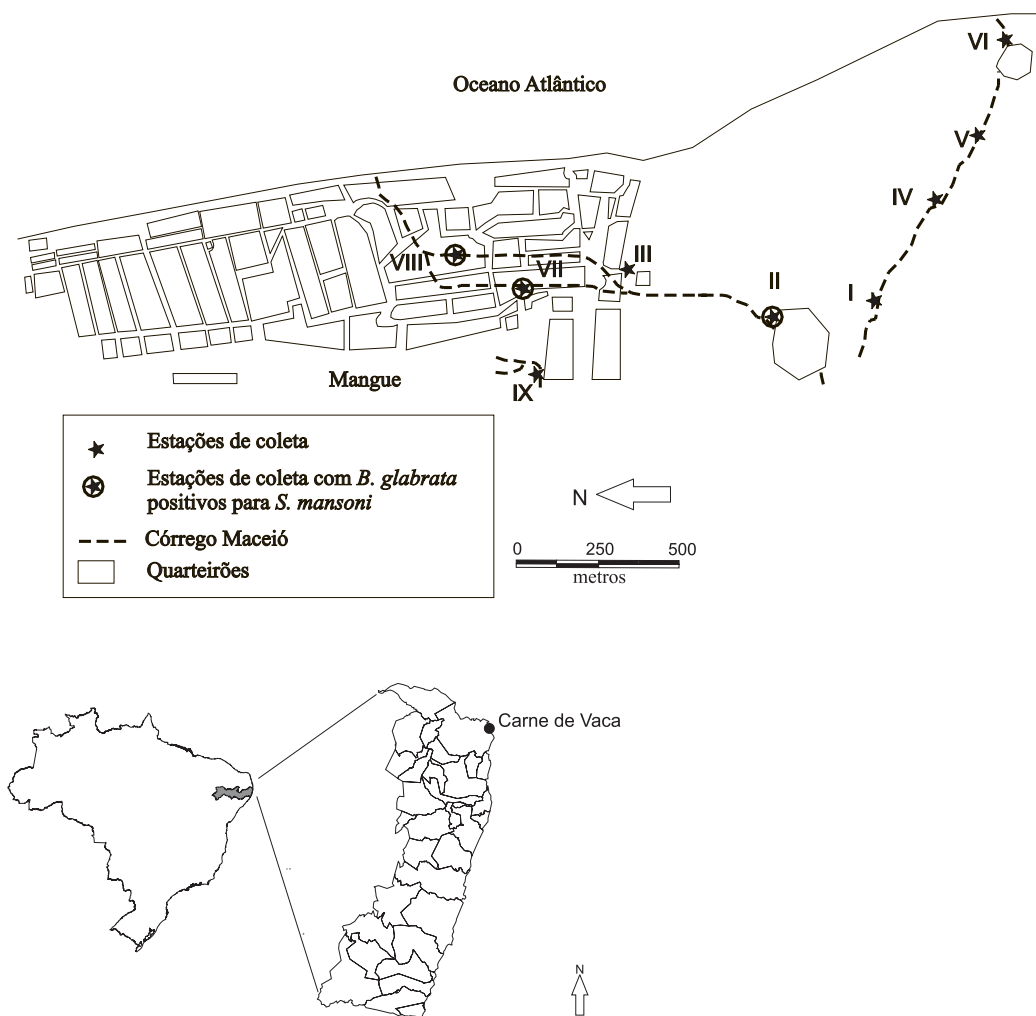


Figura 1. Croqui do distrito de Carne de Vaca, município de Goiana, Pernambuco, com as estações de coleta, assinalando a presença de moluscos *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) positivos para *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907.

Foram identificados os ambientes de água doce ocorrentes na localidade e respectivos sistemas lóticos, seus usos e condições de conservação, parâmetros estes utilizados para a seleção das estações de amostragem, cujas coordenadas geográficas foram obtidas através de GPS. Foi aplicado o protocolo de avaliação da diversidade de habitats de acordo com CALLISTO *et al.* (2002) (Tab. I), que permite avaliar o impacto antrópico no ambiente aquático, através de uma pontuação específica para a área de estudo (GALDEAN *et al.*, 2000), sendo uma importante ferramenta para o monitoramento ambiental (CALLISTO *et al.*, 2001).

Foram realizadas coletas mensais de um dia, entre novembro de 2006 e outubro de 2007, utilizando uma rede de mão (puçá), confeccionada com náilon (50 cm de largura, 40 cm de altura, 30 cm de abertura, com malha de 1 mm²), adaptada a um cabo de madeira ou aço (150 cm de comprimento). Foi aplicado um esforço amostral individual de 30 minutos, por varredura, em cerca de 10 (dez) metros de extensão, em cada uma das nove estações de coleta selecionadas (SOUZA *et al.*, 2006). Todo o material coletado por estação foi acondicionado em sacos plásticos, etiquetado e transportado para o Laboratório de Esquistossomose do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM), Recife, Pernambuco.

No laboratório, os moluscos foram triados, observados macroscopicamente para análise preliminar das espécies, contados, medidos o diâmetro das conchas e individualizados em pequenos recipientes de vidro “snap-cap”, com capacidade para 10 ml, contendo 5 ml de água isenta de cloro. Em seguida, foram deixados durante a noite para exame antes e após fotoestimulação direta (lâmpada de 60 W), objetivando verificar a ocorrência de emergência de cercárias. No dia seguinte, após exame sem fotoestimulação, os mesmos foram examinados após expostos à luz por duas horas. Tal procedimento foi repetido semanalmente por 90 dias. Após este período, os moluscos que se mostraram negativos foram esmagados entre placas de vidro para a pesquisa de possíveis esporocistos, rédias e/ou metacercárias (COUTINHO, 1950).

De cada lote de planorbídeos coletados, foram retirados cerca de 10 % de exemplares vivos e sacrificados em água a 70 °C. As partes moles foram fixadas em Railliet-

Henry e dissecadas sob estereomicroscópio (PARAENSE & DESLANDES, 1955). Para a identificação das espécies, foram considerados parâmetros conquiológicos e morfológicos, seguindo MALEK (1962), PAHO (1968) e PARAENSE (1975). Os exemplares testemunhas foram incluídos na coleção do Laboratório do Serviço de Referência em Esquistossomose do CPqAM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram estabelecidas nove estações de coleta nas coleções hídricas identificadas na localidade de Carne de Vaca, levando-se em consideração a presença humana e as alterações antrópicas (Fig. 1; Tab. II). A aplicação do protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats ofereceu oportunidade para se avaliar os níveis de impactos antrópicos nos criadouros de planorbídeos identificados. Foram consideradas áreas altamente impactadas aquelas cuja pontuação atingiu até 20 pontos. Entre 20 e 36 pontos as áreas foram consideradas levemente impactadas e acima de 36 pontos foram consideradas em situação natural. Pela pontuação obtida (Fig. 2), verificou-se o predomínio de ambientes alterados na área de estudo, decorrentes de processos de ocupação desordenada do espaço urbano.

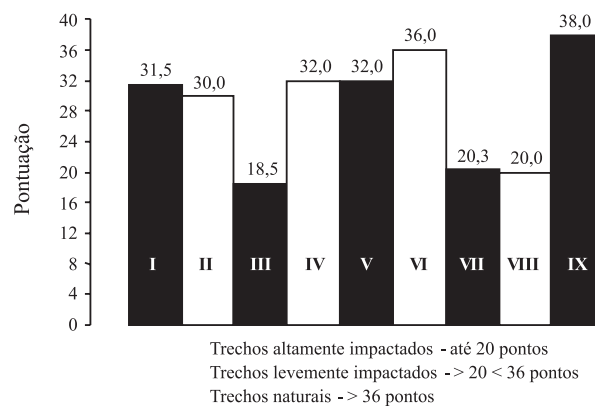


Figura 2. Avaliação rápida de diversidade de habitats no distrito de Carne de Vaca, município de Goiana, Pernambuco, entre novembro de 2006 e outubro de 2007 (I a IX, estações de coleta).

Tabela I. Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas (CALLISTO *et al.*, 2002) (4 pontos, situação natural; 2 e 0 pontos, situações pouco ou bastante alteradas).

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
Erosão próxima e/ ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
Alterações antrópicas	Ausentes	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, reutilização do curso do rio)
Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ Industrial
Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
Transparência da água	Transparente	Turva/ cor de chá forte	Opaca ou colorida
Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ Industrial
Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
Tipo de fundo	Pedras/ cascalho	Lama/ areia	Cimento/ canalizado

Estes achados indicam que o estabelecimento e a manutenção das doenças endêmicas estão relacionados ao processo de degradação ambiental provocado pela ação humana, tal como observado por SOUZA *et al.* (2006, 2008), em levantamentos malacológicos realizados nos municípios de Mariana, Minas Gerais, e Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. Da mesma forma, BARBOSA *et al.* (2001), em Porto de Galinhas, também em Pernambuco, verificaram que um grande número de moradores e veranistas apresentaram infecção aguda para esquistossomose, após intensa exposição às cercárias de *S. mansoni* eliminadas pelos hospedeiros intermediários presentes nas coleções de água formadas nas principais vias de acesso dessa localidade durante o período anual das chuvas.

Das nove estações de coleta estabelecidas em Carne de Vaca, sete apresentaram graus distintos de alterações antrópicas (Fig. 2). Destacam-se como as mais relevantes (a) a ocupação residencial às margens do corpo d'água (levando a processos moderados e acentuados de erosão e assoreamento do leito), (b) as alterações de origem doméstica, tais como lixo e esgoto (uma importante fonte de matéria orgânica para desenvolvimento de moluscos) e (c) a presença de cobertura vegetal no leito (*Nymphaea* sp.), muito favorável à fixação de moluscos no ambiente de água doce.

Entre novembro de 2006 e outubro de 2007, foi coletado um total de 5.912 moluscos, dos quais 4.972 vivos e 940 conchas, representados por sete espécies pertencentes a quatro famílias (Planorbidae, Thiaridae, Ampullariidae e Physidae). *Biomphalaria glabrata* foi a espécie mais numerosa com 4.435 exemplares capturados vivos, dos quais 44 (0,99 %) mostraram-se positivos para cercárias de *S. mansoni* após fotoestimulação direta (Tab. III). A média do diâmetro de concha dos moluscos não infectados foi de 14 mm e de infectados, considerados adultos relativamente jovens, foi de 13 mm, indicando se tratar de um processo ativo e recente de infecção desses hospedeiros intermediários. Por outro lado, a reduzida taxa de infecção dos exemplares de *B. glabrata* parasitados por *S. mansoni* pode ser explicada pelo fato de todos os moradores locais terem sido tratados com medicamentos específicos, tanto para esquistossomose quanto para outras parasitoses intestinais, entre setembro

de 2006 e janeiro de 2007, após inquérito coproscópico realizado em ação conjunta entre a prefeitura de Goiana e o Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM), em Recife (Constança S. Barbosa, com. pess.).

O encontro de exemplares de *B. glabrata* positivos para *S. mansoni* em Carne de Vaca, mesmo com baixa taxa de infecção, reforça e evidencia a expansão da esquistossomose para áreas litorâneas de Pernambuco, já registrada desde a década de 1990 com os primeiros casos de esquistossomose aguda na ilha de Itamaracá e em Porto de Galinhas. Antes restrita às zonas rurais e periferias de grandes cidades, a esquistossomose vem se dispersando nesse estado, acometendo moradores e veranistas de regiões litorâneas. Este fato é observado pelo encontro de moluscos hospedeiros intermediários de *S. mansoni* em areias utilizadas para a construção civil, uma vez que são trazidas do interior do estado e, em muitos casos, de regiões sabidamente endêmicas para a esquistossomose, estabelecendo novos criadouros de moluscos nessas áreas litorâneas (BARBOSA *et al.*, 1996; BARBOSA & SILVA, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2007).

Em outros 91 (2,05 %) exemplares de *B. glabrata* capturados e em apenas um dos 219 exemplares de *Pomacea* sp., foram encontradas diversas formas larvais de trematódeos, em suas fases cercarianas, pertencentes às famílias Echinostomatidae, Strigeidae, Diplostomatidae e Spirorchiidae (Tab. III). É importante salientar que vários tipos de larvas emergentes de moluscos pertencentes às famílias Spirorchiidae e Diplostomatidae apresentam morfologia que à primeira observação, podem levar à confusão com as cercárias do parasito causador da esquistossomose, sendo muito importante o seu conhecimento, evitando-se, assim, falsos diagnósticos.

Há de se ressaltar também que o encontro de *Physa marmorata* Guilding, 1828, *Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839), *Drepanotrema cimex* (Moricand, 1837), *Drepanotrema anatinum* (Pfeiffer, 1839) e *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774) representa o primeiro relato para o município. Com especial importância, os tiarídeos (*M. tuberculatus*) têm se dispersado muito e seu potencial reprodutivo e sua capacidade de colonizar vários tipos de habitats, limita ou exclui certas espécies de pulmonados, particularmente aqueles relacionados à esquistossomose (POINTIER & McCULLOUGH, 1989).

Tabela II. Estações de coleta no distrito de Carne de Vaca, município de Goiana, Pernambuco, com as respectivas coordenadas geográficas e espécies de moluscos encontradas.

Estações de coleta	Coordenadas geográficas	Espécies de moluscos encontradas
EST I	S 07° 35' 33,5" W 034° 49' 43,1"	ausentes
EST II	S 07° 35' 30,8" W 034° 49' 44,1"	<i>Biomphalaria glabrata</i> , <i>Drepanotrema lucidum</i> , <i>Pomacea</i> sp., <i>Physa marmorata</i>
EST III	S 07° 35' 29,2" W 034° 49' 39,9"	<i>B. glabrata</i> , <i>D. lucidum</i> , <i>Drepanotrema cimex</i> , <i>Drepanotrema anatinum</i> , <i>Melanoides tuberculatus</i> , <i>Pomacea</i> sp., <i>P. marmorata</i>
EST IV	S 07° 34' 58,5" W 034° 50' 08,3"	ausentes
EST V	S 07° 34' 59,1" W 034° 50' 07,6"	ausentes
EST VI	S 07° 34' 47,2" W 034° 49' 58,6"	ausentes
EST VII	S 07° 34' 43,9" W 034° 50' 01,7"	<i>B. glabrata</i> , <i>D. lucidum</i> , <i>D. cimex</i> , <i>M. tuberculatus</i> , <i>Pomacea</i> sp., <i>P. marmorata</i>
EST VIII	S 07° 34' 40,2" W 034° 50' 00,5"	<i>B. glabrata</i> , <i>D. lucidum</i> , <i>D. cimex</i> , <i>D. anatinum</i> , <i>M. tuberculatus</i> , <i>Pomacea</i> sp., <i>P. marmorata</i>
EST IX	S 07° 34' 54,5" W 034° 50' 23,0"	ausentes

Tabela III. Moluscos coletados no distrito de Carne de Vaca, município de Goiana, Pernambuco, entre novembro de 2006 e outubro de 2007, destacando os positivos para *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907 (*) e para outras formas larvais de trematódeos (**) (Echinostomatidae, Strigeidae, Diplostomatidae, Spirorchiidae).

	Vivos	Mortos - conchas	Total	Positivos *	Positivos **
<i>Biomphalaria glabrata</i> (Say, 1818)	4.435	774	5.209	44 (0,99 %)	91 (2,05 %)
<i>Drepanotrema lucidum</i> (Pfeiffer, 1839)	66	47	113	0	0
<i>D. cimex</i> (Moricand, 1837)	31	24	55	0	0
<i>D. anatinum</i> (Pfeiffer, 1839)	9	4	13	0	0
<i>Melanoides tuberculatus</i> (Muller, 1774)	192	30	222	0	0
<i>Pomacea</i> sp.	219	44	263	0	1 (0,46 %)
<i>Physa marmorata</i> Guilding, 1828	20	17	37	0	0
Total	4.972	940	5.912	44	92

Das quatro estações de coleta onde foram encontrados moluscos transmissores da esquistossomose, em três (II, VII e VIII) havia *B. glabrata* infectado (Fig. 1). Nota-se que dois desses locais (estações VII e VIII), situam-se no perímetro urbano e o terceiro deles (estação II), apesar de mais afastado, é de extrema relevância visto que grande parte da população o frequenta assiduamente para a coleta de água ou lavagem de roupa.

O encontro de *B. glabrata* como única espécie vetora da esquistossomose mansoni na praia de Carne de Vaca reforça sua importância epidemiológica como transmissora da doença no litoral pernambucano. Além disso, os resultados evidenciaram que das três estações consideradas como “impactadas” (III, VII, VIII) as duas últimas correspondem aos locais de encontro de exemplares de *Biomphalaria* positivos para *S. mansoni*. Nelas foram observadas a presença de dejetos humanos e lixo doméstico nas coleções hídricas, construções próximas às margens do corpo d’água, além de vegetação propícia à fixação e desenvolvimento de moluscos hospedeiros.

É importante ressaltar que nos quarteirões onde se encontram as estações VII e VIII existe fornecimento de água encanada, considerada por alguns autores como fator de proteção (COSTA *et al.*, 1994). Contudo, por estes mesmos quarteirões, passam pequenos córregos onde foram encontrados os exemplares de *B. glabrata*, o que pode significar risco para a população devido a sua proximidade com as habitações.

Não obstante, quando efetuada uma análise de características ecológicas, deve-se ter em mente possíveis variações ambientais que possam afetar a dinâmica epidemiológica do evento estudado. No caso de Carne de Vaca, verifica-se um regime de chuvas bem demarcado entre os meses de maio a agosto, quando se observa um aumento da lâmina d’água dos córregos que cortam o vilarejo e principalmente os dois quarteirões onde foram encontrados espécimes positivos, podendo, portanto, ser um veículo de dispersão dos hospedeiros intermediários.

Vale ressaltar que o aumento da lâmina d’água, que possibilita maior contato entre homem e este ambiente, está possivelmente relacionado às ações antrópicas produzidas durante o processo de ocupação desordenado. Tal hipótese surge a partir da constatação de mudanças ambientais que podem reduzir o escoamento de água dos córregos, semelhante ao ocorrido em Porto de Galinhas, também em Pernambuco (ARAÚJO *et al.*, 2007).

Os resultados aqui encontrados descrevem um

importante cenário da dinâmica da esquistossomose no litoral pernambucano, em áreas como as de Porto de Galinhas, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Ilha de Itamaracá, além de Carne de Vaca, onde a ação desordenada do homem proporciona o surgimento e manutenção de focos de *Biomphalaria* e perpetuação da esquistossomose (BARBOSA *et al.*, 1996, 2001; SOUZA *et al.*, 2008). Apesar disso, para melhor compreensão da dinâmica local, torna-se necessário o uso de ferramentas mais elaboradas, tais como simuladores computacionais para análise de cenários e previsibilidade do processo de expansão da doença, tal como utilizado por ARAÚJO *et al.* (2007).

Neste contexto, o cruzamento dos dados coletados com imagens de satélite fornecidas pelo GEOSERE (2008), considerando as características ambientais, tais como clima, relevo, vegetação e bacias hidrográficas, poderá ser realizado para tornar o modelo mais próximo da realidade. Além disso, o ANKOS (2007), desenvolvido especificamente para este propósito, surge como uma ferramenta capaz de automatizar as atividades, organizar e padronizar os dados, facilitar a recuperação e análise das informações, bem como a interface com outros sistemas. ANKOS (2007) também possui uma arquitetura totalmente modular e permite facilmente a integração com outros módulos que futuramente serão incorporados ao sistema, a fim de constituir a plataforma de simulação.

Agradecimentos. Aos técnicos da Fundação Nacional de Saúde, Sebastião Alves dos Santos e do Laboratório do Serviço de Referência em Esquistossomose do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Valdeci Francisco de Oliveira, pela colaboração fundamental nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANKOS. 2007. **A New Kind of Simulator**. Disponível em: <<http://sourceforge.net/projects/ankos>>. Acesso em: 09.01.2008.
- ARAÚJO, K. C. G. M.; RESENDES, A. P. C.; SOUZA-SANTOS, R.; SILVEIRA JÚNIOR, J. C. & BARBOSA, C. S. 2007. Análise espacial dos focos de *Biomphalaria glabrata* e de casos humanos de esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, no ano de 2000. **Cadernos de Saúde Pública** 23(2):409-417.
- BARBOSA, C. S.; DOMINGUES, A. L. C.; ABATH, F.; MONTENEGRO, S. M. L.; GUIDA, U.; CARNEIRO, J.; TABOSA, B.; MORAIS, C. N. L. & SPINELLI, V. 2001. Epidemia de esquistossomose aguda na praia de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública** 17(3):725-728.
- BARBOSA, C. S. & SILVA, P. B. 2006. Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. **Química Nova** 29(5):901-906.

- BARBOSA, C. S.; SILVA, C. B. & BARBOSA, F. S. 1996. Esquistossomose: reprodução e expansão da endemia no Estado de Pernambuco no Brasil. **Revista de Saúde Pública** 30(6):609-616.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M. & PETRÚCIO, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia** 14(1):91-98.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. & BARBOSA, F. A. R. 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 61(2):259-266.
- CARVALHO, E. M. F.; ACIOLI, M. D.; BRANCO, M. A. F.; COSTA, A. M.; CESSE, E. A. P.; ANDRADE, A. G. & MELLO, E. M. L. L. 1998. Evolução da esquistossomose na Zona da Mata Sul de Pernambuco. Epidemiologia e situação atual: controle ou descontrole? **Cadernos de Saúde Pública** 14(4):787-795.
- COELHO, M. V. 1959. Distribuição geográfica da esquistossomose mansônica. **Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais** 11:219-246.
- COSTA, M. F. L.; ROCHA, R. S.; MAGALHÃES, M. H. A. & KATZ, N. 1994. A hierarchical model for analysis of socio-economic variables and water contact patterns associated with the hepatosplenic form of schistosomiasis. **Cadernos de Saúde Pública** 10(2):241-253.
- COUTINHO, J. O. 1950. Índices de infestação natural dos planorbídeos pelas cercárias do *Schistosoma mansoni* na cidade do Salvador-Bahia. **Anais da Faculdade de Medicina de São Paulo** 25:29-53.
- CPRH (Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos). 2001. **Diagnóstico Sócio Ambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br>>. Acesso em: 09.04.2007.
- FARIAS, L. M. M.; RESENDES, A. P. C.; SABROSA, P. C. & SOUZA-SANTOS, R. 2007. Análise preliminar do Sistema de Informação do Programa de Controle da Esquistossomose no período de 1999 a 2003. **Cadernos de Saúde Pública** 23(1):235-239.
- FAVRE, T. C.; PIERI, O. S.; BARBOSA, C. S. & BECK, L. 2001. Avaliação das ações de controle da esquistossomose implementadas entre 1977 e 1996 na área endêmica de Pernambuco, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 34(6):569-576.
- GALDEAN, N.; CALLISTO, M. & BARBOSA, F. A. R. 2000. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrates community. **Aquatic Ecosystem Health & Management** 3(4):545-552.
- GEOSERE. (Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto). 2008. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Disponível em: <<http://www.dtr.ufpe.br/geosere/>>. Acesso em: 09.01.2008.
- GONÇALVES, J. F.; SANTANA, W.; BARBOSA, C. S. & COUTINHO, A. 1991. Esquistossomose Aguda, de Caráter Episódico, na Ilha de Itamaracá, Estado de Pernambuco. **Cadernos de Saúde Pública** 7(3):424-425.
- IBGE. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo/>>. Acesso em: 09.04.2007.
- KATZ, N. & PEIXOTO, S. V. 2000. Análise crítica da estimativa do número de portadores de esquistossomose mansoni no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 33(3):303-308.
- MALEK, E. A. 1962. **Laboratory Guide and Notes for Medical Malacology**. Minneapolis, Burgess. 154p.
- MICHELSON, E. H. 1987. The intermediate snail-host: An agenda for future study. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 82(4):193-195.
- PAHO. (Pan American Health Organization). 1968. **A guide for the identification of the snail intermediate hosts of Schistosomiasis in the Americas**. Scientific Publication. n.168, 121p.
- PARAENSE, W. L. 1972. Fauna planorbídea do Brasil. In: LACAZ, C. S.; BARUZZI, G. R. & SIQUEIRA, J. R. W. eds. **Introdução à Geografia Médica do Brasil**. São Paulo, USP. p.213-239.
- . 1975. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros. **Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro** 55:105-128.
- PARAENSE, W. L. & DESLANDES, N. 1955. Observations on the morphology of *Australorbis nigricans*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 53(1):121-124.
- POINTIER, J. P. & McCULLOUGH, F. 1989. Biological control of the snail hosts of *Schistosoma mansoni* in the Caribbean area using *Thiara* sp. **Acta Tropica** 46(3):147-155.
- SOUZA, M. A. A.; BARBOSA, V. S.; WANDERLEI, T. N. G. & BARBOSA, C. S. 2008. Criadouros de *Biomphalaria*, temporários e permanentes, em Jaboatão dos Guararapes, PE. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 41(3):252-256.
- SOUZA, M. A. A.; SOUZA, L. A.; MACHADO-COELHO, G. L. L. & MELO, A. L. 2006. Levantamento malacológico e mapeamento das áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no município de Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas** 5(2):132-139.