



Larvas de trematodos de *Biomphalaria* spp. (Gastropoda: Planorbidae) de dos municipios del este de la Amazonía Legal brasileña

Larval trematodes in *Biomphalaria* spp. (Gastropoda: Planorbidae) from two municipalities of eastern Brazilian Legal Amazon

João Gustavo Mendes Rodrigues¹, Guilherme Silva Miranda¹, Maria Gabriela Sampaio Lira¹, Ranielly Araújo Nogueira¹, Gleycka Cristine Carvalho Gomes¹, Remy Santos Cutrim², Nêuton Silva-Souza¹

¹Universidade Estadual do Maranhão, Departamento de Química e Biologia, São Luís, Maranhão, Brasil

²Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Biologia, São Luís, Maranhão, Brasil

RESUMEN

OBJETIVO: Realizar un listado de la biodiversidad de larvas de trematodos oriundas de moluscos *Biomphalaria* spp. obtenidos de criaderos naturales de dos municipios del estado de Maranhão, en la región este de la Amazonía Legal brasileña. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Los gasterópodos se recolectaron bimestralmente en tres puntos distintos de São Luís y São Bento, de febrero de 2015 a enero de 2016. Los moluscos obtenidos fueron identificados a través de morfología externa e interna. Las cercarias fueron fijadas, teñidas e identificadas con el auxilio de claves taxonómicas. **RESULTADOS:** Se recolectaron 2.661 moluscos en São Luís y 1.726 en São Bento, se obtuvieron 3,72% (99/2.661) y 4,87% (84/1.726) de planorbídeos positivos para larvas de trematodos, respectivamente, en las ciudades estudiadas. La helmintofauna fue representada, en São Luís, por Clinostomidae (0,41%), Diplostomidae (0,56%), Echinostomatidae (0,90%), Schistosomatidae (0,71%), Spirorchidae (0,41%) y Strigeidae (0,71%); y, en São Bento, por Echinostomatidae (1,80%), Schistosomatidae (0,75%), Spirorchidae (1,56%) y Strigeidae (0,75%). Entre las cercarias de la familia Schistosomatidae de ambos municipios, se relató solamente la especie *Schistosoma mansoni*. En São Luís, las especies de *Biomphalaria* presentaron las siguientes tasas de infección: 1,95% (52/2.661) para *Biomphalaria straminea* y 1,76% (47/2.661) para *Biomphalaria glabrata*; en São Bento, esas tasas fueron de 4,46% (77/1.726) para *B. glabrata* y 0,40% (7/1.726) para *B. straminea*. **CONCLUSIÓN:** Las cercarias identificadas, con excepción de *S. mansoni*, se consideraron primeros relatos para São Luís, mientras que, para São Bento, se obtuvo el primer relato para la familia Strigeidae.

Palabras clave: Helmintofauna; Diversidad; Moluscos.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To carry out a survey about larval trematodes in *Biomphalaria* spp. snail biodiversity, obtained from natural breeding sites of two municipalities in Maranhão State, eastern Brazilian Legal Amazon. **MATERIALS AND METHODS:** The gastropods were collected bimonthly at three distinct points in São Luís and São Bento, from February 2015 to January 2016. The mollusks obtained were identified by external and internal morphology. The cercariae were fixed, stained and identified using specific taxonomic keys. **RESULTS:** A total of 2,661 molluscs were collected in São Luís and 1,726 in São Bento; and 3.72% (99/2,661) and 4.87% (84/1,726) of planorbids were positive for larval trematodes, respectively. In São Luís, the helminth fauna identified were Clinostomidae (0.41%), Diplostomidae (0.56%), Echinostomatidae (0.90%), Schistosomatidae (0.71%), Spirorchidae (0.41%), and Strigeidae (0.71%) families; and in São Bento were Echinostomatidae (1.80%), Schistosomatidae (0.75%), Spirorchidae (1.56%), and Strigeidae (0.75%) ones. Among cercariae in Schistosomatidae family of the both municipalities, only *Schistosoma mansoni* was reported. In São Luís, *Biomphalaria* species presented the following infection rates: 1.95% (52/2,661) for *Biomphalaria straminea* and 1.76% (47/2,661) for *Biomphalaria glabrata*. In São Bento, these rates were 4.46% (77/1,726) for *B. glabrata* and 0.40% (7/1,726) for *B. straminea*. **CONCLUSION:** The identified cercariae, with the exception of *S. mansoni*, are considered first reports for São Luís; while for São Bento the first report is for the Strigeidae family.

Keywords: Helmintofauna; Diversity; Mollusks.

Correspondencia / Correspondence:

João Gustavo Mendes Rodrigues

Universidade Estadual do Maranhão

Cidade Universitária Paulo VI, s/n. Bairro: Tirirical – C.P. 09 – CEP: 65055-970 – São Luís, Maranhão, Brasil – Tel.: +55 (98) 98845-1066

E-mail: gustavorodrigues_98@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las larvas de trematodos, también denominadas cercarias, son organismos de vida libre que emergen de moluscos acuáticos, generalmente en gran cantidad, formando parte del zooplancton. Durante su evolución, diversas adaptaciones biológicas fueron surgiendo para potenciar al máximo el encuentro de las cercarias con sus respectivos huéspedes. Entre estas adaptaciones están la gran replicación de estos organismos dentro de los moluscos, la liberación sincronizada de cercarias en momentos que favorezcan el encuentro con sus huéspedes definitivos y el desarrollo de respuestas a las propiedades físicas, químicas y ambientales en asociación con la presencia de estos huéspedes^{1,2,3,4}.

Los ciclos de vida de trematodos digenéticos son complejos, con dos etapas principales: la reproducción sexuada en los huéspedes definitivos (en su mayoría vertebrados); y la reproducción asexuada en huéspedes intermedios (principalmente gastrópodos acuáticos)⁵. Estas larvas se forman durante la etapa de reproducción asexuada, a través de la formación de redias y/o esporocistos, por un proceso denominado de poliembrionía^{2,6}.

Se han descrito y caracterizado diversos tipos y formas larvales de trematodos originarios de diferentes especies de moluscos de agua dulce en Brasil, por distintos autores^{7,8,9,10,11}, principalmente en los estados de las Regiones Sur y Sudeste^{12,13,14,15,16}. De estos moluscos, se destaca el caracol del género *Biomphalaria*, que actúa como huésped intermediario del *Schistosoma mansoni*, agente etiológico de la esquistosomiasis mansónica, además de albergar otros tipos de larvas emergentes¹⁷.

Sin embargo, diferentes cercarias, ya identificadas actualmente, presentan importancia médica y veterinaria, y pueden transmitir dos grupos de enfermedades: las que se transmiten a través de la penetración directa en la piel, como la esquistosomiasis¹⁸; y las que se transmiten por el consumo de agua y alimentos crudos o mal cocidos que contienen estos parásitos, como la clonorquiasis, la heterofiasis y la paragonimiasis^{19,20}.

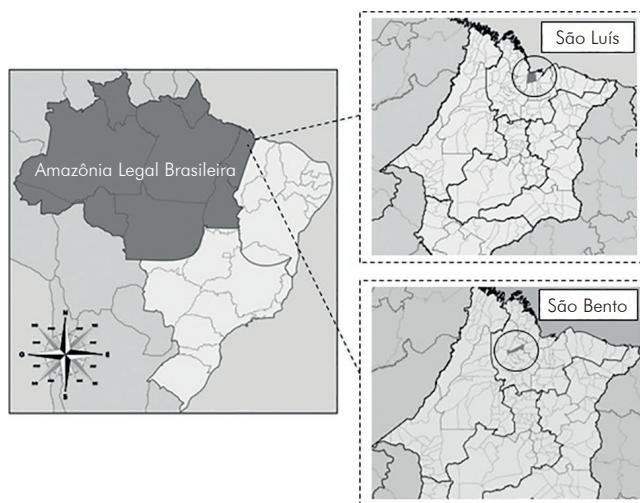
Para la región de la Amazonía Legal brasileña, se han realizado pocos estudios intentando conocer la biodiversidad de las larvas de los trematodos, a ejemplo de la investigación realizada por Cantanhede et al.²¹. Esta área abarca los estados de la Región Norte, además de los estados de Mato Grosso y Maranhão, al oeste del Meridiano 44²²; y tiene una inmensa variedad biológica de especies, ecosistemas y recursos energéticos²³.

En la parte oriental de esta región, donde está localizado el estado de Maranhão, se encuentran algunos biomas, como los campos inundados de la Baixada Occidental y el Litoral Norte del Estado, que, debido a sus aspectos sociales, naturales y geomorfológicos, favorecen el mantenimiento y la abundancia de moluscos libéllicos, lo que consecuentemente aumenta las posibilidades de

convertirse en potenciales huéspedes de trematodos digenéticos²⁴. Siendo así, la riqueza taxonómica de larvas de helmintos parásitos, en la región, se encuentra subestimada. De este modo, el objetivo fue de realizar un estudio de la biodiversidad de larvas de trematodos eliminadas por los caracoles *Biomphalaria* spp., obtenidos de criaderos naturales de dos localidades de Maranhão, en la Amazonía Legal, Brasil.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado durante el período de febrero de 2015 a enero de 2016 en dos municipios del estado de Maranhão que pertenecen a la porción oriental de la Amazonía Legal brasileña: São Bento y São Luís. El municipio de São Bento ($2^{\circ}40'00''S$ y $44^{\circ}43''O$) está ubicado en la microrregión de la Baixada Occidental maranhense y mesorregión Norte maranhense, con un área de 585,3 km² y ambiente caracterizado por campos naturalmente inundados y clima tropical húmedo, destacándose dos estaciones climáticas: una lluviosa, entre enero y julio; y otra seca, entre agosto y diciembre²⁵. El municipio de São Luís ($2^{\circ}31'LS$ y $44^{\circ}18'LO$) está ubicado entre las bahías de São Marcos y São José de Ribamar, posee un área de 822,1 km² y presenta clima tropical cálido y húmedo, con dos estaciones: la lluviosa (enero a junio) y la de estiaje (julio a diciembre)²⁶ (Figura 1). Ambos municipios presentan barrios periféricos con condiciones precarias de vida, entre las que se destacan la falta de saneamiento básico, la gran concentración poblacional y la presencia de colecciones hídricas conteniendo un elevado número de caracoles *Biomphalaria* spp.²⁷.



Fuente: Adaptado de IBGE, 2010¹⁹.

Figura 1 – Localización del área de estudio, estado de Maranhão, porción este de la Amazonía Legal brasileña, con destaque para los dos municipios en donde se realizaron las recolecciones

La recolección de los moluscos se realizó bimestralmente, durante 30 minutos, en tres puntos (área de 15 a 20 m) distintos en cada municipio, con

ayuda de conchas de captura apropiadas y pinzas metálicas. La elección de los puntos de recolección se hizo para obtener una mayor diversidad de ambientes que podrían funcionar como criaderos. Las coordenadas geográficas se obtuvieron a través del sistema de posicionamiento global (*global positioning system – GPS*). Los moluscos recolectados fueron almacenados en recipientes plásticos, que se etiquetaron y condujeron al Laboratorio de Parasitología Humana de la Universidad Estatal de Maranhão (UEMA), donde fueron mantenidos en acuarios de vidrio con agua declorada y alimentados adecuadamente con hojas de lechuga, según lo que preconiza Malek²⁸. Aproximadamente el 10% de los ejemplares vivos fueron sacrificados en agua a 70° C, para posibilitar la retirada de las partes blandas, que se fijaron en solución de Railliet-Henry, y posteriormente disecadas bajo estereomicroscopio. Para la identificación de las especies, se consideraron parámetros conquiológicos y morfológicos internos^{29,30}.

Para constatar la eliminación de las larvas de trematodos, los moluscos fueron individualmente colocados en recipientes de vidrio, con cerca de 5 mL de agua declorada, y expuestos a la luz y al calor de tres lámparas incandescentes (de 60 W) durante 4 h³¹. Para la exposición a oscuridad, se dejaron dentro de una caja de poliestireno expandido sin tapa, sin luz ni calor durante 12 h y, enseguida, analizados en lupa microscópica. Los moluscos negativos al test fueron expuestos a los mismos procedimientos semanalmente, durante 30 días.

Las larvas encontradas se recolectaron con el auxilio de micropipeta y se utilizaron para la confección de preparaciones a fresco, que fueron teñidas con solución de lugol diluida y colorantes vitales³¹, enseguida, montadas bajo lámina y lamínula. Luego, se llevaron al microscopio óptico para caracterización e identificación morfológica, según claves de identificación taxonómicas de diferentes autores^{5,32,33,34,35,36}. Todas las recolecciones fueron autorizadas por el Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad, a través del Sistema de Autorización e Información en Biodiversidad, de acuerdo al permiso nº 40025/1 y

con el registro nº 54354, válidos para el período de 2015/2016.

RESULTADOS

Se recolectaron moluscos en tres puntos de cada municipio, registrándose las siguientes coordenadas geográficas para São Luís: P1 (Barrio Tirirical – 2°33'32.5"S 44°12'54.9"E), caracterizado por la presencia de alteraciones antrópicas visibles, como sedimentación, desechos urbanos y retirada de monte ribereño (Figura 2A); P2 (Barrio Aurora – 2°34'09.0"S 44°13'24.5"E), que presenta características ambientales más conservadas, como la presencia de vegetación ribereña del tipo secundario, ausencia de erosión en los márgenes y de sedimentación, además de contaminación de tipo urbano poco evidente, (Figura 2B); y P3 (Barrio Sá Viana – 2°32'47.5"S 44°14'06.9"E), local con un acentuado aglomerado urbano, con la presencia de gran cantidad de residuos domésticos (Figura 2C). En São Bento: P1 (Porto Grande – 2°42'0"S 44°49'13"E), ubicado a orillas de uno de los grandes lagos naturalmente inundables del Municipio, pero donde, debido a la proximidad de casas en los alrededores, el vaciado de alcantarillado doméstico era evidente, así como la presencia de residuos urbanos diversos (Figura 3A); P2 (Outra Banda – 2°41'42"S 44°49'24"E), un terreno baldío caracterizado por la presencia moderada de residuos domésticos, bien como la presencia de gran cantidad de habitaciones próximas (Figura 3B); y P3 (Aeroporto – 2°42'17"S 44°50'30"E), que presentó características ambientales visualmente conservadas (Figura 3C).

En São Luís, se recogió un total de 2.661 moluscos, que estaban distribuidos en los puntos de recolección de la siguiente forma: P1, 432 (16,23%); P2, 172 (6,46%); y P3, 2.057 (77,31%). En el municipio de São Bento, 1.726 se capturaron y registraron moluscos como sigue: P1, 326 (18,89%); P2, 1.214 (70,33%); y P3, 186 (10,78%). En ambos municipios, se encontraron ejemplares de dos especies de *Biomphalaria* (*Biomphalaria straminea* y *Biomphalaria glabrata*).



A: Punto 1 – Barrio Tirirical; B: Punto 2 – Barrio Aurora; C: Punto 3 – Barrio Sá Viana.

Figura 2 – Puntos de recolección en los criaderos naturales de *Biomphalaria* spp. del municipio de São Luís, estado de Maranhão, Brasil



A: Punto 1 – Barrio Porto Grande; B: Punto 2 – Barrio Outra Banda; C: Punto 3 – Barrio Aeroporto.

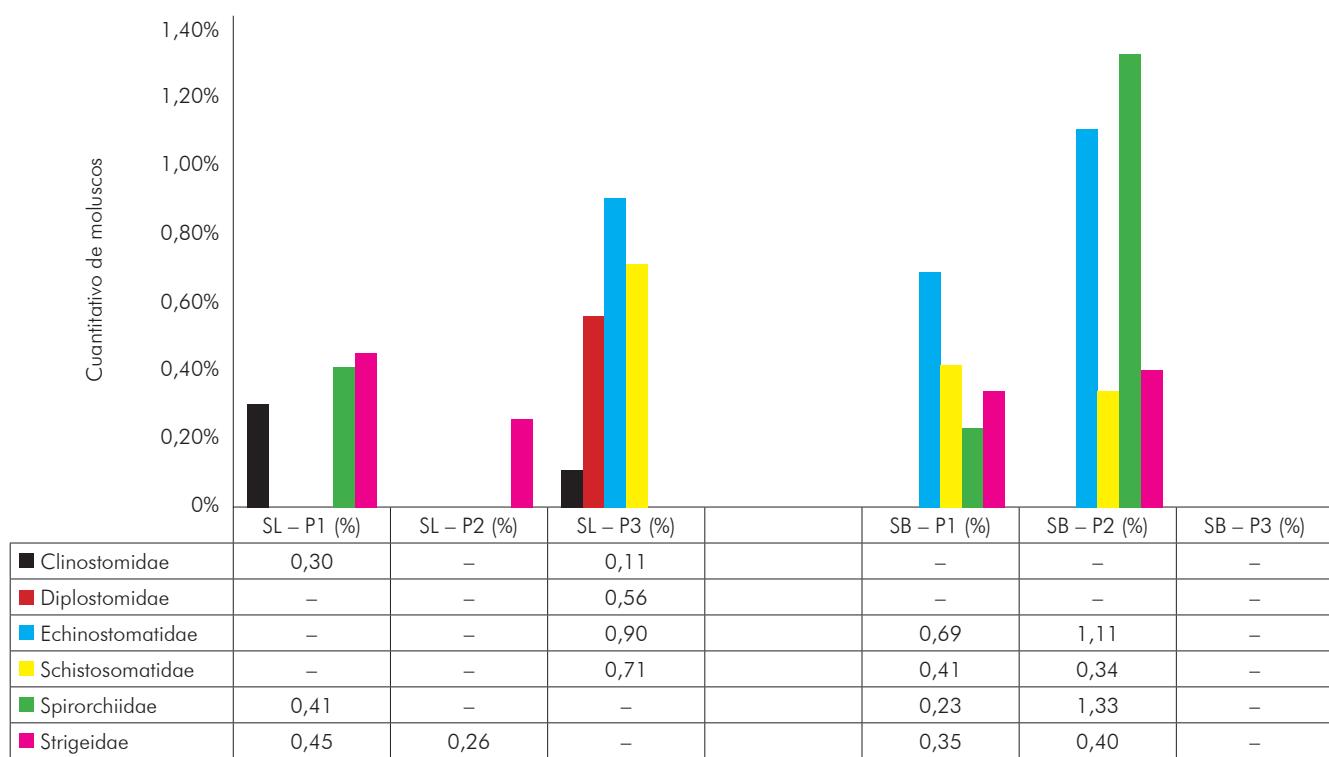
Figura 3 – Puntos de recolección en los criaderos naturales de *Biomphalaria* spp. del municipio de São Bento, estado de Maranhão, Brasil

La positividad de estos moluscos para larvas de trematodos, en São Luís, fue en 99/2.661 (3,72%) ejemplares, con porcentajes específicos en los criaderos: P1, 31/432 (7,17%), P2, 7/172 (7,17%), 4,07% y P3, 61/2.057 (2,96%). En São Bento, con 84/1.726 (4,87%) ejemplares, distribuidos en porcentajes específicos: P1, 29/326 (8,89%) y P2, 55/1.214 (4,53%); en P3 no hubo moluscos positivos en esa localidad. Tampoco se observaron casos de coinfección entre diferentes larvas de temblones en los moluscos de los Municipios.

La helmintofauna de la región fue representada por seis familias de larvas de trematodos: Clinostomidae, Diplostomidae, Echinostomatidae, Schistosomatidae, Spirorchidae y Strigeidae. En São Luís, se registraron todas esas, pero en São Bento no se obtuvo el registro de las familias Clinostomidae e Diplostomidae

(Figura 4). Destacándose además que las cercarias de la familia Schistosomatidae identificadas en São Luís en el P3 y en São Bento en P1 y P2 eran todas de la especie *S. mansoni*, lo que se constituye en una realidad preocupante para la población, por tratarse de locales próximos a casas de habitación.

Las larvas de trematodos, en São Luís, se eliminaron con un porcentual de 1,95% (52/2.661) de *B. straminea* y 1,76% (47/2.661) de *B. glabrata*. Por su parte, en São Bento, se eliminaron con porcentual de 4,46% (77/1.726) de *B. glabrata* y 0,40% (7/1.726) de *B. straminea* (Tabla 1). Todas las formas larvales de trematodos identificadas en este estudio, con excepción de la cercaria de *S. mansoni*, se consideran primeros registros para el municipio de São Luís, mientras que, para el municipio de São Bento, se obtuvo el primer relato para la familia Strigeidae.



SL: São Luís; SB: São Bento; Señal convencional utilizada: – Dato numérico igual a cero, no resultante de redondeo.

Figura 4 – Porcentual de moluscos positivos para seis familias de larvas de trematodos encontradas en los municipios de São Luís y São Bento, estado de Maranhão, Brasil, durante el período de febrero de 2015 a enero de 2016

Tabla 1 – Porcentual de diferentes larvas de trematodos encontrados en ejemplares de *Biomphalaria* spp. recolectados en los municipios de São Luís y São Bento, estado de Maranhão, Brasil, entre enero de 2015 y febrero de 2016

Larvas de trematodos	Local	Molusco	Porcentual de infección
Clinostomidae	São Luís	<i>B. straminea</i>	0,41% (11/2.661)
Diplostomidae	São Luís	<i>B. straminea</i>	0,56% (15/2.661)
Echinostomatidae	São Luís	<i>B. glabrata</i>	0,90% (24/2.661)
	São Bento	<i>B. glabrata</i>	1,80% (31/1.726)
Schistosomatidae	São Luís	<i>B. glabrata</i>	0,71% (19/2.661)
	São Bento	<i>B. glabrata</i>	0,75% (13/1.726)
Spirorchidae	São Luís	<i>B. straminea</i>	0,26% (7/2.661)
		<i>B. glabrata</i>	0,15% (4/2.661)
	São Bento	<i>B. straminea</i>	0,40% (7/1.726)
		<i>B. glabrata</i>	1,16% (20/1.726)
Strigeidae	São Luís	<i>B. straminea</i>	0,71% (19/2.661)
	São Bento	<i>B. glabrata</i>	0,75% (13/1.726)

DISCUSIÓN

Los Puntos que presentaron mayor cantidad de caracoles recolectados y mayor índice positivo para algún tipo de cercaria, tanto en São Luís como en São Bento, fueron los Puntos (P3 y P2, respectivamente) ubicados cerca de las residencias, siendo encontrados caracoles incluso en zanjas y aguas de las veredas de hormigón (criadero artificial). La elevada abundancia de caracoles en estos locales puede estar correlacionada con su preferencia por los hábitat antropogénicos, ricos en materia orgánica^{37,38}. Mientras que los criaderos que presentaron baja abundancia de caracoles, puede deberse a factores como la presencia de sustratos sujetos a modificaciones – por ejemplo, fuerte corriente, evidenciada en P2 (São Luís) y P3 (São Bento) – teniendo, de esta forma, baja disponibilidad de materia orgánica, lo que probablemente estaría interfiriendo en la oferta de alimento y, consecuentemente, en una menor colonización del criadero³⁹.

En São Luís, hubo mayor porcentual de moluscos eliminando cercarias de las familias Echinostomatidae (0,90%), Strigeidae (0,71%) y Schistosomatidae (0,71%), esta última representada solamente por cercarias causantes de la enfermedad esquistosomiasis mansónica. Estas cercarias se encontraron solamente en P3, que estaba localizado en un Barrio periférico de la zona urbana de São Luís. En el mismo local, Oliveira et al.⁴⁰ realizaron una encuesta malacológica y detectaron seis planorbídeos contaminados por el parásito, relatando la presencia de esta parasitosis en el área.

En P3 de São Luís, se constató una mayor biodiversidad de larvas, siendo encontrados cuatro tipos distintos. Según Hudson et al.⁴¹ y Minguez et al.⁴², esa elevada diversidad y abundancia de trematodos en moluscos puede estar relacionada a la presencia de varios otros taxones de vertebrados necesarios para la manutención de los respectivos ciclos biológicos heteróxenos de diversos parásitos, indicando una condición ambiental favorable en relación al funcionamiento trófico. Tal condición ambiental fue observada en el referido Punto de recolección, lo que probablemente confirma esa hipótesis.

En São Bento, hubo mayor Porcentual de caracoles eliminando cercarias de las familias Echinostomatidae (1,80%) y Spirorchidae (1,56%). Para el P2 de ese municipio, se verificó una mayor cantidad de eliminación de esas cercarias por los moluscos. De estos planorbídeos, el 0,75% (13/1.726) se encontraba positivo para *S. mansoni* (Schistosomatidae), notificando también la presencia de la esquistosomiasis mansoni en esa localidad. Para este municipio, Cantanhede et al.²¹ verificaron la biodiversidad de moluscos y de larvas de trematodos, encontrando 0,22% (1/444) de *B. glabrata* eliminando cercarias de *S. mansoni*. Se confirmó, así como en San Luis, la presencia de ese parásito.

Las tasas de eliminación de cercarias de *S. mansoni* por moluscos *Biomphalaria* spp., verificadas en esta investigación para P1 y P2 de São Bento, considerada un área endémica para la esquistosomiasis^{24,43}, no fueron elevadas cuando comparadas a las tasas de eliminación de esas mismas cercarias por los moluscos de P3 en São Luís. Eso puede estar relacionado a la elevada presencia de larvas de la familia Echinostomatidae, eliminadas por moluscos de esos Puntos en São Bento, ya que, según algunos autores^{44,45,46,47,48}, cercarias de esa familia pueden interferir negativamente en el ciclo biológico de las formas larvales de *S. mansoni*, provocando alteraciones fisiológicas en los moluscos vectores que, posiblemente, impiden la instalación y evolución del miracídio, manteniendo así, una relación de antagonismo directo y/o indirecto con el mismo.

Sin embargo, como la enfermedad fue constatada desde 1920 en el municipio de São Bento, según Alvim⁴³, la baja aparición del parásito puede estar relacionada a la mayoría de la población viviendo con bajos niveles de parasitismo, debido a sucesivas reinfecciones, no presentando, así, una cantidad suficiente de huevos eliminados en las heces, lo que podría disminuir la probabilidad de infección de los caracoles.

En los estudios de Souza et al.¹⁶ y Pinto y Melo⁵, las cercarias Strigeidae, Clinostomidae, Echinostomatidae y Spirorchidae fueron eliminadas de hasta tres especies de *Biomphalaria* (*B. glabrata*, *B. straminea* y *Biomphalaria tenagophila*). Ya en los estudios de Silva y Melo⁴⁹, Strigeidae y Diplostomidae fueron eliminadas de *B. glabrata* y *B. tenagophila*. En otras recopilaciones y estudios, Schistosomatidae, Strigeidae y Diplostomatidae fueron eliminadas solamente de

B. glabrata^{13,50}; y Echinostomatidae y Strigeidae, de *B. tenagophila*^{17,51}.

CONCLUSIÓN

La porción oriental de la Amazonía Legal brasileña, representada en este estudio por los municipios maranhenses, São Bento y São Luís, presentó una elevada biodiversidad de larvas de trematodos, siendo los criaderos naturales que contenían más cantidad de caracoles infectados fueron los más próximos de las casas. No hubo diferencias en la diversidad de las familias de trematodos eliminadas entre las dos especies de *Biomphalaria* identificadas en la región. En

esta investigación, se relataron los primeros registros de diferentes cercarias para ambos municipios. De esa manera, mayores esfuerzos para ampliar el conocimiento sobre esas formas evolutivas de trematodos digenéticos en la Región Amazónica deben ser realizados.

AGRADECIMIENTOS

A UEMA, por el transporte para las recolecciones, que fue esencial para la ejecución de esta investigación.

APOYO FINANCIERO

UEMA, a través de beca de iniciación científica al primer autor.



REFERENCIAS

- 1 Combes C, Fournier A, Moné H, Théron A. Behaviours in trematode cercariae that enhance parasite transmission: patterns and processes. *Parasitology*. 1994 Jan;109 Suppl:S3-13.
- 2 Sukhdeo MVK, Sukhdeo SC. Trematode behaviours and the perceptual worlds of parasites. *Can J Zool*. 2004 Feb;82(2):292-315.
- 3 Koehler AV, Brown B, Poulin R, Thieltges DW, Fredensborg BL. Disentangling phylogenetic constraints from selective forces in the evolution of trematode transmission stages. *Evol Ecol*. 2012 Nov;26(6):1497-512.
- 4 Morley NJ. Cercariae (Platyhelminthes: Trematoda) as neglected components of zooplankton communities in freshwater habitats. *Hydrobiologia*. 2012 Jul;691(1):7-19.
- 5 Pinto HA, Melo AL. Larvas de trematódeos em moluscos do Brasil: panorama de perspectivas após um século de estudos. *Rev Patol Trop*. 2013 out-dez;42(4):387-94.
- 6 Esch GW, Barger MA, Fellis KJ. The transmission of digenetic trematodes: style, elegance, complexity. *Integr Comp Biol*. 2002 Apr;42(2):304-12.
- 7 Lutz A. Introdução ao estudo da evolução dos endotrematodes brasileiros. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 1922;14(1):95-103.
- 8 Ruiz JM. Contribuição ao estudo das formas larvárias de trematódeos brasileiros. *An Fac Farm Odontol Univ Sao Paulo*. 1943;3:105-12.
- 9 Ruiz JM. Contribuição ao estudo das formas larvárias de trematódeos brasileiros. 2. Fauna de Santos, Estado de São Paulo. *Mem Inst Butantan*. 1952;24:17-36.
- 10 Ruiz JM. Contribuição ao estudo das formas larvárias de trematódeos brasileiros. 3. Fauna de Belo Horizonte e Jaboticatubas. Estado de Minas Gerais. *Mem Inst Butantan*. 1952;24:45-62.
- 11 Ruiz JM. Contribuição ao estudo das formas larvárias de trematódeos brasileiros. 5. Descrição das três furcocercárias que ocorrem em planorbídeos hospedeiros do *Schistosoma mansoni*. *Mem Inst Butantan*. 1953;25:77-89.
- 12 Boaventura MF, Thiengo SC, Fernandez MA. Gastrópodes límnicos hospedeiros intermediários de trematódeos digenéticos no Brasil. In: Santos SB, Pimenta AD, Thiengo SC, Fernandez MA, Absalão RS, editores. *Tópicos em Malacologia: ecos do XVIII Encontro Brasileiro de Macologia*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Malacologia; 2007. p. 327-37.
- 13 Souza MAA, Melo AL. Caracterização de larvas de trematódeos emergentes de moluscos gastrópodes coletados em Mariana, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia Ser Zool*. 2012 mar;102(1):11-8.
- 14 Veitenheimer-Mendes IL. Cercárias em *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) (Mollusca, Planorbidae) de Guaiába, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Ser Zool*. 1981;(60):3-12.
- 15 Espíndola KS, Machado MM, Hofmann PRP. Natural and experimental infection of planorbids from the island of Santa Catarina (Brazil). *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 1992 Jul-Aug;34(4):289-94.
- 16 Souza CP, Lima LC, Jannotti-Passos LK, Ferreira SS, Guimarães CT, Vieira IBF, et al. Moluscos límnicos da microrregião de Belo Horizonte, MG, com ênfase nos vetores de parasitos. *Rev Soc Bras Med Trop*. 1998 set-out;31(5):449-56.
- 17 Moraes J, Silva MPN, Ohlweiler FP, Kawano T. *Schistosoma mansoni* and other larval trematodes in *Biomphalaria tenagophila* (Planorbidae) from Guarulhos, São Paulo State, Brazil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 2009 Mar-Apr;51(2):77-82.
- 18 Steinmann P, Keiser J, Bos R, Tanner M, Utzinger J. Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk. *Lancet Infect Dis*. 2006 Jul;6(2):411-25.

- 19 Keiser J, Utzinger J. Food-borne trematodiases. *Clin Microbiol Rev.* 2009 Jul;22(3):466-83.
- 20 Soldánová M, Selbach C, Kalbe M, Kostadinova A, Sures B. Swimmer's itch: etiology, impact, and risk factors in Europe. *Trends Parasitol.* 2013 Feb;29(2):65-74.
- 21 Cantanhede SPD, Fernandez MA, Mattos AC, Montresor LC, Silva-Souza N, Thiengo SC. Freshwater gastropods of the Baixada Maranhense Microregion, an endemic area for schistosomiasis in the State of Maranhão, Brazil: I - qualitative study. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2014 Jan-Feb; 47(1):79-85.
- 22 Rocha GM. Aspectos recentes do crescimento e distribuição da população da Amazônia Brasileira. In: Aragón LE, organizador. Populações da Pan-Amazônia. Belém: NAEA; 2005. p. 141-9.
- 23 Procópio A. Destino amazônico. São Paulo: Hucitec; 2006.
- 24 Silva-Souza N, Vasconcelos SD. Histopathology of *Holochilus brasiliensis* (Rodentia: Cricetidae) infected with *Schistosoma mansoni* (Schistosomatida: Schistosomatidae). *Rev Patol Trop.* 2005 May-Aug;34(2):145-50.
- 25 Costa-Neto JP, Barbieri R, Ibañez MSR, Cavalcante PRS, Piorski NM. Limnologia de três ecossistemas aquáticos característicos da Baixada Maranhense. *Bol Lab Hidrob.* 2002;14-15(1):19-38.
- 26 Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Maranhão). Diagnóstico ambiental da microrregião da aglomeração urbana de São Luís e dos Municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário. São Luís: SEMA; 1988.
- 27 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@: Maranhão [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2010 [citado 2016 mar 22]. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?langu=&codmun=211130&search=maranhao|sao-luis|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>.
- 28 Malek EA. Snail hosts of schistosomiasis and other snail-transmitted diseases in tropical America: a manual. Washington: PAHO; 1985. p. 300-10. (PAHO. Scientific publication; 478).
- 29 Paraense WL, Deslandes N. Observations on the morphology of *Australorbis nigricans*. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1955 May;53(1):121-4.
- 30 Paraense WL. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros. *Arq Mus Nac.* 1975;55:105-28.
- 31 Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica. Diretrizes técnicas: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2008.
- 32 Schell SC. How to know the trematodes. Dubuque: William C. Brown Company Publishers; 1970.
- 33 Combes C, Albaret JL, Arvy L, Bartoli P, Bayssade-Dufour C, Deblock S, et al. Atlas mondial des cercaires. Paris: Éditions du Muséum National d'Histoire Naturelle; 1980. (Nouvelle série, série A, Zoologie; 115).
- 34 Gibson DI, Jones A, Bray RA, editors. Keys to the Trematoda. Vol. 1. London: CABI publishing, Wallingford, UK and the Natural History Museum; 2002.
- 35 Jones A, Bray R, Gibson DI, editors. Keys to the Trematoda. Vol. 2. London: CABI publishing, Wallingford, UK and the Natural History Museum; 2005.
- 36 Bray RA, Gibson DI, Jones A, editors. Keys to the Trematoda. Vol. 3. London: CABI publishing, Wallingford, UK and the Natural History Museum; 2008.
- 37 Bini LM, Thomaz SM, Murphy KJ, Camargo AFM. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Hydrobiologia.* 1999 Nov;415:147-54.
- 38 Abílio FJP, Fonseca-Gessner AA, Leite RL, Ruffo TLM. Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano. *Rev Biol Cienc Terra.* 2006;1 supl:165-78.
- 39 Janasi VA, Negri FA, Montanheiro TJ, Freitas VA, Rocha BC, Reis PM. Geochemistry of the eocretacic basalt magmatism in the Piraju-Ourinhos region, SE Brazil, and implications to the stratigraphy of the Serra Geral Formation. *Rev Bras Geocienc.* 2007 Mar;37(1):148-62.
- 40 Oliveira DS, Nunes GS, Mendes RJ, França CRC, Pereira Filho AA, Tavares CP, et al. Inquérito malacológico para identificar a célula de expansão da esquistossomose mansônica na Vila Embratel, um bairro de periferia de São Luís do Maranhão. *Cad Pesq.* 2013 jul;20(no. esp):16-9.
- 41 Hudson PJ, Dobson AP, Lafferty KD. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *Trends Ecol Evol.* 2006 Jul;21(7):381-5.
- 42 Minguez L, Molloy DP, Guérolé F, Giambérini L. Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) parasites: potentially useful bioindicators of freshwater quality? *Water Res.* 2011 Jan;45(2):665-73.
- 43 Alvim MCA. Esquistossomose mansoni no Maranhão. *Hileia Med.* 1980;2(2):151-7.
- 44 Lim HK, Heyneman D. Intramolluscan inter-trematode antagonism: a review of factors influencing the host-parasite system and its possible role in biological control. *Adv Parasitol.* 1972 Jan;10:191-268.

- 45 Kuris AM. Biological control: implications of the analogy between the trophic interactions of insect pest-parasitoid and snail-trematode systems. *Exp Parasitol.* 1973 Apr;33(2):365-79.
- 46 Combes C. Trematodes: antagonism between species and sterilizing effects on snails in biological control. *Parasitology.* 1982 Apr;84(4):151-75.
- 47 Machado SMP, Magalhães LA, Artigas PT, Cordeiro NS, Carvalho JF. Verificação de antagonismo entre larvas de *Schistosoma mansoni* e larvas de outros Digenea em *Biomphalaria tenagophila*, molusco planorbídeo de criadouro natural situado na região de Campinas, SP, Brasil. *Rev Saude Publica.* 1988 dez;22(6):484-8.
- 48 Esteban JG, Muñoz-Antoli C, Treli M, Toledo R. Effects of nonschistosome larval trematodes on *Biomphalaria* snails. In: Toledo R, Fried B, editors. *Biomphalaria* snails and larval trematodes. New York: Springer; 2011. p. 127-58.
- 49 Silva RE, Melo AL. Caracterização de larvas de trematódeos emergentes de moluscos de água doce coletados na bacia hidrográfica do Lago Soledade, Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana.* 2013;11(1-2):21-33.
- 50 Souza MAA, Barbosa VS, Wanderlei TNG, Barbosa CS. Criadouros de *Biomphalaria*, temporários e permanentes, em Jaboatão dos Guararapes, PE. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2008 mai-jun;41(3):252-6.
- 51 Boaventura MF, Fernandez MA, Thiengo SC, Silva RE, Melo AL. Formas larvais de Trematoda provenientes de gastrópodes límnicos da microrregião Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. *Lundiana.* 2002;3(1):45-9.

Recibido en / Received: 4/9/2016
Aceptado en / Accepted: 12/12/2016

Se refiere al doi: 10.5123/S2176-62232017000300006, publicado originalmente en portugués.

Traducido por: Lota Moncada

Cómo citar este artículo / How to cite this article:

Rodrigues JGM, Miranda GS, Lira MGS, Nogueira RA, Gomes GCC, Cutrim RS, et al. Larvas de trematodos de *Biomphalaria* spp. (Gastropoda: Planorbidae) de dos municipios del este de la Amazonía Legal brasileña. *Rev Pan-Amaz Saude.* 2017 jul-sept;8(3):1-8. Doi: <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232017000300006>