

**ANIDROBIOSE E DIAPAUSA EM *BIOMPHALARIA GLABRATA* (SAY),
CARAMUJO TRANSMISSOR DA ESQUISTOSSOMOSE, NA REGIÃO NORDESTE***

RICARDO D.A. DANNEMANN e OTÁVIO S. PIERI

Departamento de Biologia, Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ - Av.
Brasil, 4365 - Manguinhos. (20000) Rio de Janeiro - RJ - Caixa
Postal 926.

RESUMO

Duas estratégias distintas de sobrevivência, diapausa e anidrobiose, são observadas em *Biomphalaria glabrata* de habitats sujeitos a secas sazonais na zona da mata úmida e costeira do Nordeste oriental. Diapausa é uma síndrome induzida por estímulos ambientais de valor preditivo, que permite ao caramujo evitar a deterioração dos criadouros no período de seca. Caracteriza-se por uma sequência de eventos específicos da fase juvenil, que inclui formação de lamelas na abertura da concha e emigração da água seguida de dormência, e ocorre sob condições favoráveis do meio. Anidrobiose é um estado de quiescência prolongada diretamente eliciado pela dessecação do habitat. Pode ocorrer em qualquer estágio da vida do caramujo, sem haver formação de lamela ou emigração da água. Caramujos em diapausa são mais resistentes à dessecação do que os anidrobiontes. Aqueles tendem a persistir no estado dormente, ao passo que estes retornam prontamente à atividade com o restabelecimento de condições propícias. O fenômeno da diapausa em *B. glabrata* deve ser

*Com auxílio do CNPq.

levado em conta na elaboração de medidas de controle dos caramujos nas áreas endêmicas da região Nordeste.

UNITERMOS: diapausa, anidrobiose, *Biomphalaria glabrata*, Controle da esquistossomose, Região Nordeste.

ABSTRACT

ANHYDROBIOSIS AND DIAPAUSE BY *BIOMPHALARIA GLABRATA* (SAY), SNAIL HOST OF SCHISTOSOMIASIS, IN NORTH-EAST BRAZIL. Two survival strategies, namely diapause and anhydrobiosis, are exhibited by *Biomphalaria glabrata* from seasonally drying habitats in the humid eastern coastal areas of N.E. Brazil. Diapause is a syndrome induced by environmental stimuli of predictive value, which enables the snail to avoid seasonal habitat deterioration. It is characterized by a sequence of events, specific to the juvenile phase, which includes lamellae formation at the shell aperture and emigration from the water followed by dormancy, and occurs under favourable conditions. Anhydrobiosis is a state of prolonged quiescence directly elicited by habitat desiccation. It may occur at any life-stage and does not involve lamellae formation or emigration from the water. Diapausing snails are better able to survive out of the water than anhydrobiont snails. The former tend to persist in a dormant state, whereas the latter quickly return to full activity when favourable conditions are restored. The diapause phenomenon by polymorphic *B. glabrata* has to be accounted for when designing snail control measures in endemic areas of N.E. Brazil.

KEY-WORDS: diapause, anhydrobiosis, *Biomphalaria glabrata*, Schistosomiasis control, North-East Brazil.

Introdução

Estimativas recentes indicam que a esquistossomose aflige cerca de 9% dos nordestinos, sendo que, na área endêmica dessa doença parasitária em Pernambuco, 10% das localidades têm prevalência superior a 50% (SUCAM, 1986). É consenso entre as autoridades de saúde que o combate à esquistossomose, para ser eficaz, deve integrar várias medidas de controle, envolvendo quimioterapia, em conjunto com saneamento, educação sanitária e controle dos caramujos transmissores (Who, 1985). A aplicação dessas medidas em campanhas de controle, entretanto, deve ser precedida por estudos locais detalhados dos vários aspectos de transmissão da doença (Jordan, 1985). Quanto ao controle dos caramujos, é axiomático que as caracterís-

ANIDROBIOSE E DIAPAUSA

ticas bióticas e abióticas dos focos de transmissão sejam estudadas (Thomas e Tait, 1984), bem como possíveis mecanismos de proteção dos caramujos contra os fatores adversos do meio (Pieri e Jurberg, 1981).

Neste trabalho são discutidas estratégias básicas para sobrevivência de *Biomphalaria glabrata* em habitats sujeitos a secas sazonais. Espera-se, assim, contribuir para melhor sistematizar o conhecimento dos aspectos ecológicos relacionados à resistência desses caramujos à dessecação, de modo a permitir a elaboração de medidas mais eficazes para o seu controle na região Nordeste.

Habitats de *B. glabrata* no Nordeste Oriental

São duas as espécies de moluscos transmissores da esquistossomose no Nordeste: *Biomphalaria straminea* e *B. glabrata*. A primeira ocorre em toda a região, ao passo que a segunda está praticamente restrita à zona da mata úmida e costeira do Nordeste Oriental (Fig. 1). Apesar de a distribuição geográfica de *B. glabrata* ser menos ampla, trata-se de uma espécie altamente susceptível à infecção pelo *Schistosoma mansoni* (Paraense e Correa, 1963), estando sua presença sempre associada à esquistossomose (Paraense, 1977).

Na zona de ocorrência de *B. glabrata* no Nordeste as características fisiográficas são relativamente homogêneas (Pieri e Thomas, no prelo, a). O clima é úmido ou semi-úmido, com no máximo 6 meses de seca, e a estação chuvosa concentra-se nos meses de março a julho (Fig. 2). Embora a temperatura média anual situe-se entre 22°C e 24°C, os valores da estação chuvosa são significativamente menores do que os da estação seca (Pieri e Thomas, no prelo, b). Desta forma, o período de maior precipitação pluviométrica corresponde à época mais fria do ano (Fig. 2).

Nessa zona, *B. glabrata* ocorre em habitats lóticos de pequena profundidade (alagados, brejos, barreiros, poças) ou habitats lênticos de pequeno volume e pouca correnteza (riachos, córregos, valas de irrigação e drenagem), com densa cobertura vegetal nas margens. Esses criadouros são sujeitos a grandes variações no volume de água ao longo do ano, resultado da intensa evaporação e baixa precipitação durante o verão, e das prolongadas chuvas no inverno (Barbosa e Olivier, 1958).



Fig. 1 - Distribuição geográfica das duas espécies hospedeiras intermediárias de *Schistosoma mansoni* no Nordeste (Paraense, 1977): O *B. glabrata*; ◐ *B. glabrata* e *B. straminea*; ● *B. straminea*. A linha A-A indica o limite ocidental da zona da mata úmida e costeira (Nimer, 1977).

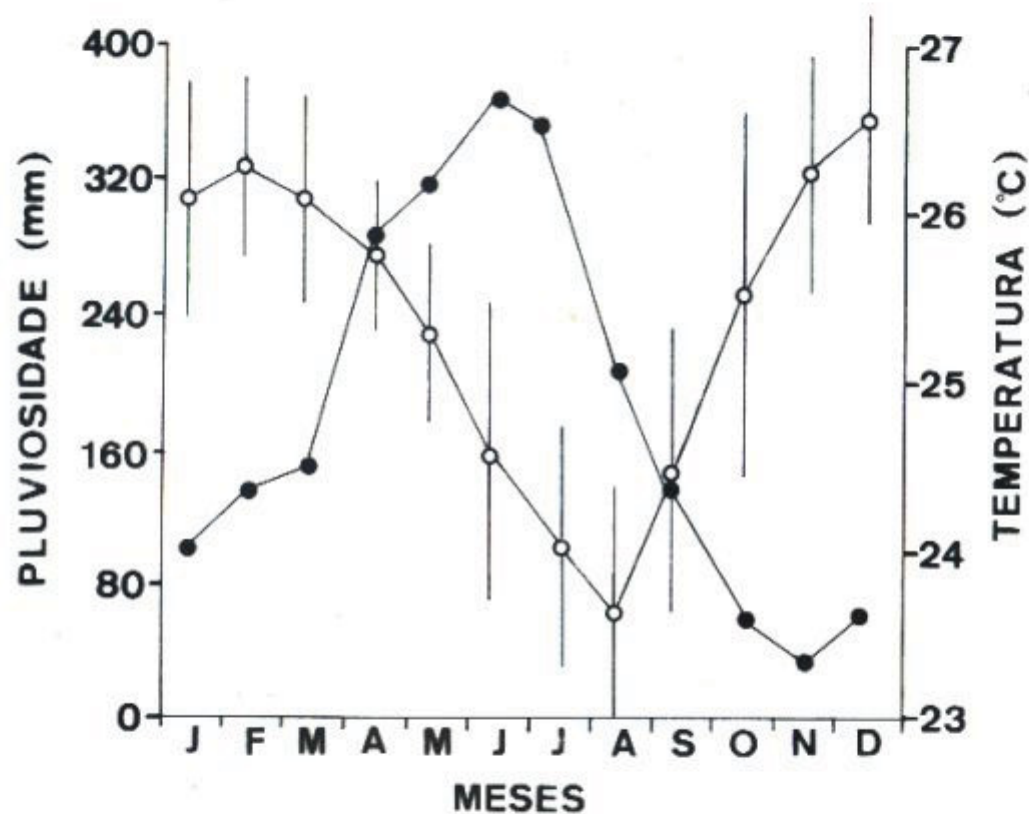


Fig. 2 - Variação mensal da temperatura média diária durante o ano de 1981 (O) e valores médios de pluviosidade total para os anos de 1967 a 1981 (●) para a cidade de Recife, Pernambuco. O desvio-padrão é expresso pelas linhas verticais. Fonte: SUDENE.

Resistência de *B. glabrata* à Dessecação

Uma característica das populações de *B. glabrata* que ocorrem em habitats sujeitos a secas sazonais no Nordeste é sua maior capacidade de resistir à dessecação, em comparação com populações dessa espécie que vivem em habitats permanentes (Olivier, 1956; Barreto, 1958; Kloetzel, 1959). Essas variações na habilidade de sobreviver fora da água podem ser devidas principalmente a diferenças de ordem fisiológica, pelas razões dadas a seguir. A ausência de água força o caramujo a retrair-se na concha, reduzindo a superfície de contato com o meio externo e, conseqüentemente, a perda de água. No entanto, nessas condições o caramujo é obrigado a sobreviver apenas com as reservas de água e de nutrientes disponíveis nos tecidos, e com um suprimento reduzido de oxigênio; além disso, fica sujeito aos efeitos tóxicos de seus restos metabólicos. Assim, é de se esperar que a sobrevivência prolongada de um caramujo fora da água dependa de sua habilidade de reter umidade, conservar reservas metabólicas e oxigênio, além de anular os efeitos tóxicos dos excretas acumulados nos tecidos.

As seguintes adaptações fisiológicas podem ser de importância crucial para a sobrevivência prolongada dos caramujos fora da água: (i) a formação de um gradiente osmótico no epitêlio, reduzindo assim a perda de água (Machin, 1975; Appleton et al., 1979); (ii) queda no consumo de oxigênio e no metabolismo geral (dormência), resultando em maior conservação de energia (Brand et al., 1957); (iii) acúmulo de reservas (carboidratos, lipídios e proteínas) capazes de serem utilizados durante o período de dormência (Brand et al., 1957); (iv) excreção principalmente uricotêmica, evitando, assim, a acumulação de amônia e facilitando a retenção de água (Becker e Schmale, 1978; McMahon, 1983). Entretanto, são necessários ainda estudos comparativos para verificar se essas adaptações são melhor desenvolvidas nos caramujos capazes de sobreviver maior tempo fora da água.

ANIDROBIOSE E DIAPAUSA

Estratégias de Sobrevivência: Anidrobiose e Diapausa

Duas estratégias básicas de sobrevivência em habitats sujeitos a secas sazonais são encontradas nas populações de *B. glabrata* da região Nordeste (Quadro 1).

Quadro 1 - Diferenças entre as duas estratégias de sobrevivência de *Biomphalaria glabrata* em habitats sujeitos a secas sazonais na região Nordeste.

ESTÍMULOS ANTECIPANDO A DETERIORAÇÃO SAZONAL DO HABITAT	ESTÍMULOS ADVERSOS RESULTANDO DA DETERIORAÇÃO DO HABITAT
↓	↓
DIAPAUSA	ANIDROBIOSE
1. Ocorrência exclusiva na fase juvenil	1. Ocorrência em qualquer fase
2. Formação de lamelas	2. Ausência de lamelas
3. Saída da água	3. Saída da água
4. Dormência	4. Dormência
5. Alta resistência à dessecação	5. Alguma resistência à dessecação
6. Persistência, mesmo sob condições favoráveis	6. Pronto retorno à atividade com a restituição de condições favoráveis

A primeira consiste na retração do animal na concha e entrada num estado de quiescência prolongada, em resposta à dessecação do habitat. Esse fenômeno, conhecido como anidrobiose, é uma estratégia generalizada entre os moluscos gastrópodos para sobrevivência (Boss, 1974), tanto à seca de verão (estivação) quanto de inverno (hibernação). No Nordeste oriental a estação seca corresponde ao período de temperaturas mais elevadas (Nimer, 1977), e os caramujos anidrobiontes são geralmente encontrados no fundo de lama dos criadouros, submetidos a forte insolação. Como consequência, a mortali-

dade entre eles é elevada, havendo maior sobrevivência entre aqueles que entram em anidrobiose em locais protegidos, sob pedras, ou cobertos pelo lodo seco, em fendas no solo, ou ainda sob a vegetação remanescente (Barbosa e Olivier, 1958). Entretanto, não há evidências conclusivas de que, nessas condições, os caramujos busquem ativamente micro-habitats favoráveis antes de entrarem em anidrobiose (Pieri e Jurberg, 1981).

A segunda estratégia compreende uma seqüência de eventos que ocorre exclusivamente em caramujos juvenis (3-5 mm de diâmetro), e que envolve a formação de lamelas na abertura da concha, emigração da água, retração na concha e entrada num estado de dormência persistente (Paraense, 1957; Richards, 1963; Pieri e Thomas, 1986). Esse fenômeno é controlado por herança multifatorial (Richards, 1968), induzido por temperaturas relativamente baixas (Pieri e Thomas, no prelo, b), como as que prevalecem no Nordeste oriental durante a estação chuvosa, e ocorre sem que haja deterioração do habitat (Paraense, 1957). Os caramujos jovens que formam lamelas, emigram da água e entram em dormência nessas condições são capazes de sobreviver fora da água por um período significativamente maior do que os anidrobiontes (Pieri, 1985). Além disso, como emigram da água em plena estação chuvosa, têm maiores chances de entrar em dormência sob condições micro-climáticas favoráveis (sob cobertura da densa vegetação marginal, por exemplo). Esses caramujos tendem a persistir emigrando da água e retornando à dormência, mesmo depois de seguidamente recolocados na água (Paraense, 1957); já os anidrobiontes, quando colocados de volta na água, retornam à atividade prontamente (Pieri, 1985).

Esse fenômeno tem sido chamado de diapausa (Paraense, 1957; Richards, 1967), pois, além de se diferenciar marcadamente da anidrobiose (Quadro 1), tem várias características análogas à diapausa em artrópodos (Lees, 1955) e outros invertebrados (Womersley, 1981), a saber: (i) especificidade de fase - ocorre somente em caramujos jovens; (ii) resposta antecipatória - ocorre em resposta a estímulos que antecipam a dessecação do habitat (baixas temperaturas), e não à dessecação propriamente dita; (iii) valor de sobrevivência - dá ao caramujo uma alta probabilidade de resistir à estação seca; (iv) persistência - os caramujos não retornam prontamente à atividade mesmo sob condições propícias.

Diapausa e o Controle de Caramujos no Nordeste

A seqüência de eventos caracterizada pela formação de lamelas no caramujo juvenil, seguida de emigração da água, retração na concha e dormência persistente, é de especial relevância epidemiológica. Esses caramujos geralmente ficam fora do alcance dos moluscicidas aplicados nas coleções de água, e podem repovoar os criadouros com o retorno das condições propícias (Paraense, 1957). Assim, é necessário que, nos criadouros habitados por populações de *B. glabrata* capazes de exibir diapausa, sejam introduzidas medidas especiais de controle; por exemplo, o emprego de moluscicidas de liberação lenta, que permanecem ativos por longos períodos após sua aplicação (Prentice e Barnish, 1980), e a remoção periódica da vegetação marginal (Pieri e Thomas, no prelo, a). Como a introdução dessas medidas implica em custo adicional para as campanhas de controle, é essencial que a distribuição geográfica das populações de *B. glabrata* onde ocorrem formas em diapausa seja conhecida em detalhe.

Até o presente, a diapausa foi observada em populações de *B. glabrata* provenientes de habitats sujeitos a secas sazonais nas seguintes localidades da área endêmica da esquistossomose no Nordeste oriental: Touros (Pieri, 1985), Nisia Floresta e Estremoz (Paraense, 1957), no Rio Grande do Norte; Alhandra (Pieri, 1985), na Paraíba; Paulista, Pontezinha (Pieri, 1985) e Recife (Paraense, 1957), em Pernambuco. Formas juvenis lameladas foram encontradas em Olinda (Pieri, obs. pessoal), em Pernambuco, e Castro Alves (Michelson e Mota, 1982), na Bahia.

Como se trata de um fenômeno de difícil observação no campo, os autores deste trabalho desenvolveram um procedimento em laboratório envolvendo a manutenção de caramujos a baixas temperaturas (19 - 21°C) desde a eclosão. Sob tais condições, a proporção de formas juvenis que formam lamelas pode chegar a 100% (Pieri e Thomas, no prelo, b). Esse procedimento já permitiu evidenciar a ocorrência de diapausa também em caramujos originários de Rosário do Catete (SE).

A metodologia acima será especialmente útil para detectar o potencial para a diapausa das diferentes populações de *B. glabrata*, permitindo, assim, mapear as áreas endêmicas da esquistossomose on-

de esse fenômeno pode ocorrer. Ao que tudo indica, trata-se de um fenômeno muito mais comum do que anteriormente suposto, e que precisa ser levado em conta nas campanhas de controle feitas na região Nordeste oriental.

Referências Bibliográficas

- Appleton, T.C.; Newell, P.F. e Machin, J. (1979). Ionic gradients within mantle-collar epithelial cells of the land snail *Otala lactea*. *Cell Tiss. Res.*, 199:83-97.
- Barbosa, F.S. e Olivier, L. (1958). Studies on the snail vectors of Bilharziasis mansoni in North-Eastern Brazil. *Bull. WHO*, 18:895-908.
- Barreto, A.C. (1958). Natural and experimental desiccation of *Australorbis glabratus* (Mollusca, Planorbidae) of the city of Salvador, Bahia, Brasil. *Bol. Fund. Gonçalo Moniz*, 13:1-24.
- Becker, W. e Schmale, H. (1978). The ammonia and urea excretion of *Biomphalaria glabrata* under different physiological conditions: starvation, infection with *Schistosoma mansoni*, dry keeping. *Comp. Biochem. Physiol.*, 598:75-79.
- Boss, K.J. (1974). Oblomovism in the Mollusca. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 93(4):460-481.
- Brand, T. von, McMahon, P. e Nolan, M.D. (1957). Physiological observations on starvation and desiccation of the snail *Australorbis glabratus*. *Biol. Bull.*, 113:89-102.
- Jordan, P. (1985). *Schistosomiasis. The St. Lucian Project*. Cambridge University Press.
- Kloetzel, K. (1959). Resistência à dessecação de *Australorbis glabratus*. Comparação entre os caramujos de Olinda (Pernambuco) e um dos focos de Salvador (Bahia). *Rev. Inst. Med. trop. São Paulo*, 1(4):279-288.
- Less, A.D. (1955). *The physiology of diapause in arthropods*. Cambridge University Press.
- Machin, J. (1975). Water relationships. In: Fretter, V. e Peake, J. (Editor). *Pulmonates, vol. 1, Functional Anatomy and Physiology*, pp.105-163. Academic Press, London.
- McMahon, R.F. (1983). Physiological ecology of freshwater pulmonates. In: *The Mollusca vol. 6, Ecology*, pp.359-430. Russel-Hunter (Editor). Academic Press. London.
- Michelson, E.H. e Mota, E. (1982). Malacological observations bearing on the epidemiology of schistosomiasis in a rural Bahian community. *Rev. Inst. Med. trop. São Paulo*, 24(2):75-82.

ANIDROBIOSE E DIAPAUSA

- Nimer, E. (1977). Clima. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Dir. Tec. (Org.). **Geografia do Brasil. Região Nordeste**, vol. 2, pp.47-84, Rio de Janeiro.
- Olivier, L. (1956). Observations on vectors of schistosomiasis mansonii kept out of water in the laboratory. **I.J. Parasitol.**, 2:137-146.
- Paraense, W.L. (1957). Apertural lamellae in *Australorbis glabratus*. **Proc. Malacol. Soc. London**, 32:175-179.
- Paraense, W.L. (1977). Distribuição Geográfica dos vetores da xistosomose no Nordeste do Brasil. In: Almeida Machado, P. (Org.). **Painel Programa Especial de Controle da Esquistossomose**. Ministério da Saúde. pp.47-51.
- Paraense, W.L. e Correa, L.R. (1963). Variation in susceptibility of populations of *Australorbis glabratus* to a strain of *Schistosoma mansoni*. **Rev. Inst. Med. trop. São Paulo**, 5(1):15-22.
- Pieri, O.S. (1985). **Studies on the host snails of schistosomiasis from North-East Brazil, with special reference to diapause in *Biomphalaria glabrata* (Say)**. Tese de doutoramento. Universidade de Sussex, Inglaterra.
- Pieri, O.S. e Jurberg, P. (1981). Aspectos etológicos na sobrevivência dos caramujos vetores da xistosomose ao tratamento com moluscicidas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 26(1):47-55.
- Pieri, O.S. e Thomas, J.D. (1986). Polymorphism in a laboratory population of *Biomphalaria glabrata* from a seasonally drying habitat in North-East Brazil. **Malacologia**, 27(2):313-321.
- Pieri, O.S. e Thomas, J.D. (no prelo, a). Snail host control in the eastern coastal areas of North-East Brazil. **Suppl. Mem. Inst. Oswaldo Cruz**.
- Pieri, O.S. e Thomas, J.D. (no prelo, b). Induction of morphological, behavioural and physiological changes in a polymorphic population of *Biomphalaria glabrata* (Say) by an environmental factor of predictive value. **Proc. 9th Int. Malacol. Congr.**
- Prentice, M.A. e Barnish, G. (1980). Granule formulations of moluscicides for use in developing countries. **Ann. Trop. Med. Parasitol.**, 74(1):45-51.
- Richards, C.S. (1963). Apertural lamellae, epiphragms and aestivation of planorbid molluscs. **Amer. J. Trop. Med. Hyg.**, 12(2):254-263.
- Richards, C.S. (1967). Estivation of *Biomphalaria glabrata* (Basommatophora: Planorbidae). Associated characteristics and relation to infection with *Schistosoma mansoni*. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, 16(6):797-802.

- Richards, C.S. (1968). Aestivation of *Biomphalaria glabrata* (Basommatophora: Planorbidae). Genetic Studies. **Malacologia**, 7(1):109-116.
- SUCAM, (1986). Programa de Controle da Esquistossomose, Diretoria Regional de Pernambuco, relatório interno.
- Thomas, J.D. e Tait, A.I. (1984). Control of the snail hosts of schistosomiasis by environmental manipulation: a field and laboratory appraisal in the Ibadan area, Nigeria. **Philos. Trans. Royal Soc. London**, B, 305:201-253.
- WHO, (1985). Schistosomiasis control. Technical Report Series 728. World Health Organization. Geneva.
- Womersley, C. (1981). Biochemical and physiological aspects of anhydrobiosis. **Comp. Biochem. Physiol.**, 70 B:669-678.