

# Resistência à dessecação em três espécies de moluscos terrestres: aspectos adaptativos e significado para o controle de helmintos

Sthefane D'ávila<sup>1</sup>

Roberto Júnio P. Dias<sup>2</sup>

Elisabeth Cristina de Almeida Bessa<sup>3</sup>

Erik Daemon<sup>3</sup>

## RESISTENCE TO DESSICCATION IN THREE SPECIES OF LAND SNAILS: ADAPTATIVE ASPECTS AND SIGNIFICANCE TO HELMINTHS CONTROL

**ABSTRACT:** The pulmonates molluscs act as intermediate hosts for several helminth species, parasites of humans and domestic animals. The control of the snails populations by molluscicides substances have been used as a parasite populations control measure. However, the efficient control of parasites by this mean depends on the knowledge of the snails biology and behaviour, as well as the elucidation of abiotic factors influence over these aspects. The aim of this work was to evaluate the resistance to dessiccation in three land snail species, *Subulina octona* (Bruguière, 1789); *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835) e *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821), submitted to a continuous exposition to 35 °C temperature, for 48 hours. The number of dead individuals, the presence of epiphragms and the number of active individuals were verified at 12 hours intervals. The cephalopodal mass retraction

1- Doutoranda em Ciências Veterinárias, Parasitologia Veterinária, UFRRJ. Bolsista Cnpq. sthefanedavila@hotmail.com

2- Graduando Ciências Biológicas, UFJF, Bolsista PIBIC/Cnpq.

3- Departamento de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFJF.

into the shell was measured. After 48 hours of exposition, the snails were transferred to plastic boxes containing moistened humus. The snails behaviour was verified by direct observations. Dead individuals were counted and the time for arousal was observed.

**Key Words:** Land snails; desiccation; control; epiphragm; *Subulina octona*; *Leptinaria unilamellata*; *Bradybaena similaris*.

## INTRODUÇÃO

Os moluscos pulmonados terrestres constituem um importante objeto de estudo no campo da parasitologia, por atuarem como hospedeiros intermediários de helmintos que parasitam humanos e animais domésticos (ALICATA, 1940; DUARTE, 1980; AMATO & BEZERRA, 1989; ARAÚJO & BESSA, 1993; BESSA *et al.*, 2000). Por serem os moluscos essenciais para a continuidade do ciclo de vida de diversos helmintos, o controle das populações de moluscos hospedeiros intermediários, através do uso de moluscidas, tem sido empregado como forma de controle da população desses parasitos (PANIGRAHI & RAUT, 1994). Todavia, para que esse controle seja executado de maneira eficiente, torna-se necessário conhecer a biologia e o comportamento dos moluscos, bem como a influência de fatores bióticos e abióticos sobre esses aspectos. Dessa forma, informações sobre a época do ano e o fotoperíodo mais favoráveis à aplicação de moluscidas, bem como sobre estratégias biológicas e comportamentais que possam garantir a sobrevivência dos moluscos e o restabelecimento da população seriam disponibilizadas.

Dentre os fatores que interferem no ciclo de vida dos moluscos pulmonados, a temperatura apresenta grande importância, por afetar a produção de gametas, o desenvolvimento embrionário, a taxa de eclosão de filhotes, o crescimento, a sobrevivência e o comportamento desses animais (VAN DER SCHALIE & BERRY, 1973; DIMITRIEVA, 1975; SIEFKER *et al.*, 1977; RAUT & GHOSE, 1980; AMED & RAUT, 1991; RAUT *et al.*, 1992; FURTADO, 2002). Os efeitos

da temperatura sobre os aspectos da biologia dos moluscos terrestres relacionam-se ao equilíbrio hídrico desses animais. Dessa forma, as respostas fisiológicas e comportamentais dos moluscos a altas temperaturas estão vinculadas também ao fator umidade.

A umidade influencia aspectos da biologia dos moluscos pulmonados, tais como a alimentação, o ritmo de batimento cardíaco, a locomoção, o crescimento, a espermatogênese, a produção e incubação dos ovos (HODASI, 1979, 1982; LEAHY, 1980; TUAN & SIMÕES, 1984; COOK, 2001; FURTADO, 2002). Os gastrópodes terrestres perdem água pelo tegumento e, do mesmo modo, se reidratam pelo tegumento, através da chamada reidratação por contato (COOK, 2001). Neste contexto, a capacidade de retenção de água do substrato sobre o qual os moluscos vivem influencia a manutenção da homeostase por esses organismos. Substratos que retêm água por menos tempo fornecem menor oportunidade de reidratação por contato, durante períodos desfavoráveis. A perda de água pelo tegumento, sem reidratação posterior, pode levar a uma mudança na osmolaridade da hemolinfa, com implicações sobre o controle da alimentação, do batimento cardíaco e da locomoção (COOK, 2001). Dessa forma, moluscos submetidos à dessecação podem ter sua atividade reduzida e conseqüentemente um menor crescimento e produtividade (HODASI, 1979; 1982).

Diversas espécies apresentam estratégias fisiológicas e comportamentais, tais como a estivação, a retração da massa cefalopodal no interior da concha e o enterramento, as quais garantem a sobrevivência durante períodos desfavoráveis, com altas temperaturas e nenhuma oportunidade para a reidratação (ARAD, 1993; EMBERTON, 1994). Esses comportamentos também podem propiciar a sobrevivência aos moluscidas (PIERI & JUBERG, 1981).

Dentre as espécies de moluscos terrestres que atuam como hospedeiros intermediários de helmintos, destacam-se *Subulina octona* (Bruguière, 1789), molusco amplamente distribuído no Brasil, hospedeiro intermediário de *Platynossomon illiciens* (Braun, 1901) parasito do gato doméstico (MALDONADO, 1945), *Paratanaisia bragai*

(Santos, 1934), de aves domésticas (MALDONADO, 1945), *Postharmostomum gallinum* Witemberg, 1923, de aves domésticas (ALICATA, 1940; DUARTE, 1980), *Aerulostrongylus abstrusus* (Railliet, 1898), do gato doméstico (ASH, 1962), *Angiostrongylus vasorum* (Baillet) Kamensk (BESSA *et al.*, 2000) e *Davainea proglotina* (Davaine, 1860) (VAN VOLKENBERG, 1937 in MALDONADO, 1945); *Bradybaena similis* (Férussac, 1821), amplamente distribuída nas Américas, hospedeiro intermediário de *Eurytrema coelomaticum* Giard & Billet, 1882 (PINHEIRO & AMATO, 1995); *P. gallinum* (DUARTE, 1980) e *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971 (ARAÚJO & KELLER, 1993) e *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835), hospedeiro intermediário de *P. gallinum* (AMATO & BEZERRA, 1989) e *P. bragai* (ARAÚJO & KELLER, 1993).

O objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade de resistência à dessecação e os comportamentos exibidos por indivíduos de três espécies de moluscos, *Subulina octona* Bruguière, 1789; *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835) e *Bradybaena similis* (Férussac, 1821), submetidos a uma exposição contínua, por 48 horas, à temperatura de 35 °C.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 20 indivíduos de cada espécie, obtidos da criação matriz do Laboratório de Moluscos do Prédio de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Ecologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, e em jardins. A média dos comprimentos das conchas dos indivíduos da espécie *B. similis* foi  $8,10 \pm 0,82$  mm; *S. octona*:  $19,65 \pm 0,72$  mm e *L. unilamellata*:  $12,67 \pm 1,37$  mm. Os animais foram acondicionados em três potes plásticos (12 cm de diâmetro e 9 cm de profundidade), cada pote contendo 20 moluscos de cada espécie, e mantidos em câmara climatizada à temperatura de  $35 \pm 1$  °C e 80% de umidade relativa do ar, por 48 horas. Como o objetivo do trabalho foi avaliar apenas o efeito da temperatura, em um ambiente sem oportunidade para reidratação, a umidade relativa do ar foi mantida em um nível favorável. Foram verificados a intervalos de 12 horas

o número de indivíduos mortos, a presença de epifragma e o número de indivíduos ativos. A retração da massa cefalopodal no interior da concha, visível por transparência, foi medida com o auxílio de paquímetro. Após as 48 horas de exposição, os indivíduos foram transferidos para potes plásticos contendo terra vegetal esterilizada, umedecida com 40ml de água, onde foram molhados. Foram verificados, por meio de observações diretas, os comportamentos exibidos, o número de indivíduos mortos e o tempo de retorno à atividade. Para as análises estatísticas foi utilizado o teste de análise de variância (ANOVA), com intervalo de confiança de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indivíduos da espécie *B. similaris* e *L. unilamellata* apresentaram retração da massa cefalopodal após 12 horas de exposição. O teste ANOVA (intervalo de confiança de 95%) demonstrou haver diferença significativa entre os valores obtidos após 12 e 24 horas de exposição, não havendo aumento significativo nos intervalos subseqüentes. Os indivíduos da espécie *S. octona* também apresentaram retração da massa cefalopodal após 12 horas de exposição, havendo aumento significativo em todos os intervalos subseqüentes. Na Tabela 1 está apresentado a retração, em milímetros, verificada a cada intervalo, para cada espécie.

**Tabela 1.** Retração da massa cefalopodal no interior da concha exibida por indivíduos das espécies *Subulina octona*, *Leptinaria unilamellata* e *Bradybaena similaris*, submetidos a uma exposição contínua a temperatura de 35 °C, por 48 horas.

	Retração (mm) após 12 horas de exposição			Retração (mm) após 24 horas de exposição			Retração (mm) após 36 horas de exposição			Retração (mm) após 48 horas de exposição		
	min	max	média	min	max	média	min	max	média	min	max	média
<i>Bradybaena similaris</i>	0,50	8,00	2,65 <sup>a</sup>	2,00	8,00	4,52 <sup>a</sup>	2,50	9,00	4,92	2,00	7,50	4,70
<i>Subulina octona</i>	2,00	6,00	4,62 <sup>b</sup>	7,00	12,00	9,37 <sup>bc</sup>	8,00	14,00	9,77 <sup>cd</sup>	11,00	18,00	14,37 <sup>d</sup>
<i>Leptinaria unilamellata</i>	0	10,00	5,45 <sup>e</sup>	4,00	12,50	8,97 <sup>e</sup>	3,00	12,00	8,47	5,00	12,00	8,15

Valores médios com letras iguais apresentam diferença significativa entre si (ANOVA, p<0,05).

A estivação é um estado de torpor aeróbico, que envolve mudanças comportamentais, fisiológicas e bioquímicas, que permitem aos moluscos pulmonados resistir a condições desfavoráveis de umidade, temperatura e disponibilidade de alimento (RICHARDOT, 1977a, b; 1978; STIGLINGH & VAN EEDEN, 1977; STOREY, 2002). Este estado fisiológico quiescente pode ocorrer durante um período curto, mas normalmente é empregado como uma estratégia que garante a sobrevivência dos moluscos durante uma longa estação seca (STOREY, 2002). Segundo ELWEL & ULMER (1971), indivíduos muito pequenos da espécie *Anguispira alternata* podem resistir à dessecação por várias semanas, enquanto indivíduos maiores estiveram por meses. Segundo esses autores, a capacidade dos moluscos para estivar e sobreviver durante condições desfavoráveis, tende a promover a dispersão da espécie, com a colonização de novas áreas. Essa capacidade de sobreviver em um estado fisiológico quiescente, após a retração no interior da concha, tem sido apontada como uma das principais causas da ineficácia da aplicação de moluscidas (PIERI & JUBERG, 1981).

Os elementos críticos para a sobrevivência durante a estivação são a capacidade de retenção de água e a disponibilidade de reservas energéticas (STOREY, 2002). Os moluscos pulmonados terrestres exibem adaptações que garantem a manutenção das reservas energéticas e da água corporal em níveis compatíveis com a sua sobrevivência, durante a estivação. A seleção de locais protegidos, que ajudem a minimizar a área da superfície corporal exposta e portanto sujeita à evaporação; a retração da massa cefalopodal no interior da concha e a imobilização são comportamentos relacionados à economia da água e energia, que antecedem a série de modificações ao nível fisiológico e bioquímico que caracterizam o estado de estivação (STOREY, 2002). A perda de água por evaporação, durante a respiração é minimizada por padrões de respiração apnóica, com liberação de CO<sub>2</sub> e captação de O<sub>2</sub> descontínuas (STOREY, 2002; RAMOS-VASCONCELOS & HERMES-LIMA, 2003). A estivação pode ser acompanhada pela formação de uma estrutura de fechamento temporário da abertura da concha, denominada epifragma, que funciona como uma barreira física, que impede a perda de água por evaporação (STIGLINGH & VAN EEDEN, 1977; STOREY, 2002). No presente estudo epifragmas foram observados apenas em *B. similis*, nos intervalos correspondentes a 24, 36 e 48 horas de exposição, em 4, 4 e 11 indivíduos, respectivamente.

Outra estratégia fisiológica que retarda a perda de água durante a estivação é a elevação da osmolaridade dos fluidos corporais, via

produção de altas concentrações de soluto. O acúmulo de uréia na hemolinfa pode desempenhar essa função (STOREY, 2002). SOUZA *et al.* (2000) observaram que o conteúdo de uréia na hemolinfa de *B. similis* aumentou 2.392%, em 15 dias de estivação.

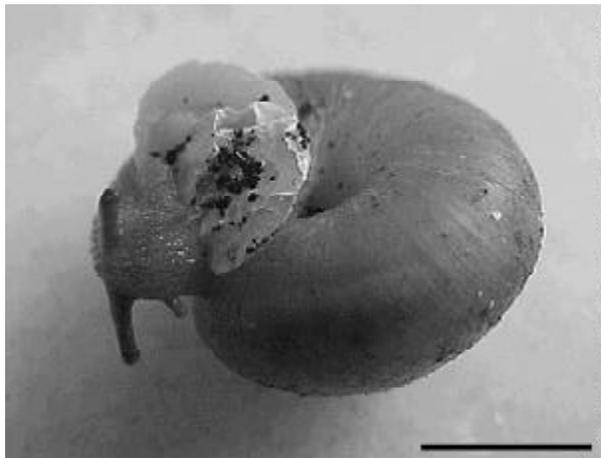
A conservação das reservas energéticas durante a estivação, resulta de uma depressão da taxa metabólica do molusco. Quanto maior a redução da taxa metabólica, maior o tempo que uma dada reserva nutritiva pode sustentar o metabolismo basal (STOREY, 2002). Parte da redução da taxa metabólica provém da parada da digestão e da falta de movimentos voluntários. E parte é devida a redução na taxa de respiração e batimento cardíaco, assim como padrões de respiração apnóica e seus conseqüentes efeitos sobre o pH e o consumo de oxigênio, em espécies que apresentam comportamento de conformação ao oxigênio (BISHOP & BRAND, 2000; STOREY, 2002). Um componente substancial na redução do metabolismo é a redução coordenada no fluxo de energia nos tecidos. BISHOP & BRAND (2000) mostraram que a depressão metabólica inclui reduções proporcionais nas taxas de três componentes de consumo do oxigênio: respiração não-mitocondrial, respiração mitocondrial direcionando fluxo de ATP e respiração mitocondrial com ciclagem de prótons.

Durante a estivação, os moluscos pulmonados precisam de uma estratégia metabólica para suprir suas necessidades energéticas. Podem ocorrer mudanças no metabolismo relacionado à fosforilação de proteínas, na atividade de enzimas glicolíticas e ao tipo de substrato utilizado como recurso energético (PINHEIRO, 1996; BEZERRA *et al.*, 1999). BEZERRA *et al.* (1999) observaram um aumento nas concentrações de lactato na hemolinfa e acetato na hemolinfa e glândula digestiva de *Biomphalaria glabrata* Say, 1817, submetida a 14 dias de estivação, como reflexo do aumento do catabolismo de proteínas. LIRA *et al.* (2000) também obtiveram evidências de que *B. similis* metaboliza proteínas durante a estivação, em resposta à depleção das reservas de carboidrato.

Sob as condições hipometabólicas da estivação, apenas proteínas essenciais para a manutenção da vida do molusco são produzidas (STOREY, 2002; RAMOS-VASCONCELOS & HERMES-LIMA, 2003). Neste período, enzimas com função anti-oxidante apresentam atividade aumentada. O aumento da capacidade anti-oxidante endógena, durante a estivação, tem sido considerado como um mecanismo de preparação para o stress oxidativo que acompanha o retorno à atividade com o conseqüente aumento na captação de oxigênio.

O significado das adaptações dos moluscos pulmonados a condições adversas de umidade e temperatura para o controle de helmintos, relaciona-se ao fato de que esses mecanismos propiciam a continuidade dos ciclos parasitários, além de representar uma estratégia de escape à ação de moluscicidas (BEZERRA *et al.*, 1999; PIERI & JURBEG, 1981).

Indivíduos mortos da espécie *L. unilamellata* e *S. octona* (1 e 5, respectivamente) foram observados no intervalo correspondente a 36 horas de exposição. Apenas dois indivíduos da espécie *L. unilamellata* foram vistos em atividade no intervalo correspondente a 12 horas de exposição. Após 48 horas, todos os indivíduos dessas espécies estavam mortos, enquanto apenas dois indivíduos da espécie *B. similis* morreram. Os moluscos que sobreviveram levaram 11 minutos, em média, para voltar à atividade (amplitude: 3-26 minutos; desvio padrão: 6,78). Logo após o retorno à atividade, os moluscos apresentaram o comportamento de ingerir o epifragma (Figura 1). Esse comportamento é descrito pela primeira vez e provavelmente relaciona-se à obtenção de nutrientes minerais e orgânicos, úteis ao restabelecimento dos moluscos, após um período de stress. O epifragma de *Helix pomatia* Linnaeus, 1758 consiste de 86.75 % de carbonato de cálcio; 0.96% de carbonato de magnésio; 5.36% de fosfatos alcalinos; 0.16% de ferro; 0.35% de sílica e 6.42% de material orgânico (WICKE, 1863 *in* HYMAN, 1967). Outros atos comportamentais observados foram interação entre indivíduos e atividade exploratória.



**Figura 1.** *Bradybaena similis* Férrusac, 1821 ingerindo epifragma. Barra = 1 cm.

*Bradybaena similaris* apresentou, nas condições mencionadas, uma maior capacidade de resistência à dessecação, o que concorda com os dados obtidos por LEAHY (1980). Essa espécie apresenta um tropismo positivo por superfícies verticais, sendo menos dependente do substrato do que *S. octona* e *L. unilamellata* e possivelmente menos sensível à exposição à luz e ao calor. ARAD (1993) e EMBERTON (1994) observaram que a capacidade de resistência à dessecação em espécies de moluscos terrestres pode estar correlacionada com o habitat preferencial e o estilo de vida desses animais. *Bradybaema similaris* apresenta ainda uma série de estratégias fisiológicas e metabólicas que garantem sua sobrevivência durante o período de estivação (PINHEIRO, 1996; LIRA *et al.*, 2000; MOREIRA *et al.*, 2003). Quando submetidos a condições de jejum severo, moluscos da espécie *B. similaris* têm suas reservas de carboidratos reduzidas, em média, em 70% (LIRA *et al.*, 2000). Com a drástica redução das reservas de carboidratos, o molusco passa a utilizar outros substratos para a obtenção de energia (PINHEIRO, 1996). LIRA *et al.* (2000) observaram que ao longo de um período de inanição de 30 dias, a concentração de proteínas no organismo de *B. similaris* mostrou uma tendência a decrescer, atingindo valores 70% abaixo do normal, indicando que o molusco estava metabolizando proteínas. Outra estratégia relaciona-se a manutenção do pH da hemolinfa. Durante a estivação, há o acúmulo de ácidos orgânicos e produtos nitrogenados, oriundos da elevada degradação de carboidratos, por meio do metabolismo aeróbico e da degradação de proteínas, causando alterações no pH da hemolinfa, que é novamente regulado através da mobilização de  $\text{CaCO}_3$  da concha (MOREIRA *et al.*, 2003). Além disso, durante períodos de estivação, o aumento da tenção de  $\text{CO}_2$  na hemolinfa dos moluscos resulta em uma diminuição do pH da hemolinfa e das células cardíacas. As alterações no pH da hemolinfa podem afetar negativamente a atividade do coração, causando uma marcante diminuição na taxa cardíaca e menos pronunciadamente na habilidade do músculo cardíaco gerar força. Altas concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  podem conter o efeito da acidificação sobre a contratilidade do coração em moluscos em estivação (MICHAELIDIS *et al.*, 1999).

Os resultados deste estudo demonstraram que as três espécies observadas são capazes de sobreviver por pelo menos 36 horas a uma condição desfavorável de temperatura, sendo possível que as espécies *S. octona* e *L. unilamellata* apresentem uma capacidade de resistência ainda maior na presença de um substrato mineral e/ou orgânico que

propicie o enterramento desses animais. O enterramento no substrato constitui uma resposta comportamental exibida por diversas espécies de moluscos pulmonados, durante condições desfavoráveis de temperatura e umidade (HYMAN, 1967; DIMITRIEVA, 1975). Esse comportamento, muito freqüente em *S. octona*, mesmo em condições favoráveis (DUTRA, 1988; D'ÁVILA, 2003), diminui o risco de dessecação, já que o substrato fornece a umidade necessária à sobrevivência dos moluscos e pode funcionar como uma barreira física à evaporação da água corporal (COMBRINCK & VAN EEDEN, 1975). A retração da massa cefalopodal foi bem mais pronunciada em *L. unilamellata* e *S. octona*, o que pode ter ocorrido em função de uma perda de água mais acelerada, já que as duas espécies não apresentam produção de epifragma, ou em função de uma depleção mais rápida das reservas nutritivas, com a conseqüente diminuição da massa corporal. Não existem estudos que abordem as mudanças bioquímicas e fisiológicas em *L. unilamellata* e *S. octona*, que permitam avaliar se essas espécies, assim como *B. similaris*, apresentam um metabolismo diferenciado, ou outras estratégias fisiológicas, sob a influência da estivação.

Os comportamentos que aumentam a capacidade de resistência à dessecação podem favorecer a sobrevivência dos moluscos ao tratamento com substâncias moluscidas. Por esse motivo são necessários estudos que enfoquem a influência de aspectos comportamentais no controle de moluscos terrestres.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALICATA, J.E. 1940. The Life cycle of *Postharmostomum gallinum*, the cecal fluke of poultry. **J. Parasitol.** **26**: 135 – 146.
- AMATO, S.B. & J.C.B. BEZERRA. 1989. Parasitismo natural de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) por *Postharmostomum gallinum* Witenberg, 1923. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** **84** (1):75-79.
- AMED, M. & S. K. RAUT. 1991. Influence of temperature on the growth of the pestiferous land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae). **Walkerana** **5** (13): 33-62.
- ARAD, Z. 1993. Water relations and resistance to dessiccation in three Israeli desert land snails, *Eremina desertorum*, *Euchondrus desertorum* and *Euchondrus albulus*. **J. Arid Environm.** **24**: 387-395.

- ARAÚJO, J.L.B. & E.C.A. BESSA. 1993. Moluscos de importância econômica do Brasil. II Subulinidae, *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora). **Revta bras. Zool.** **10** (3): 489-497.
- ARAÚJO, J.L.B. & D.G. KELLER. 1993. Moluscos de importância econômica do Brasil. III Subulinidae, *Leptinaria unilamellata* (Orbigny) (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora). **Revta bras. Zool.** **10** (3): 499-507.
- ASH, L.R. 1962. Helminths parasites of dogs and cats in Hawaii. **J. Parasitol.** **48**: 63-65.
- BESSA, E.C.A., W.S. LIMA, E. DAEMON, M.C. CURY & J.L.B. ARAÚJO. 2000. Desenvolvimento biológico de *Angiostrongylus vasorum* (Baillet) Kamensk (Nematoda, Angiostrongylidae) em *Subulina octona* (Mollusca, Subulinidae) em condições de laboratório. **Revta bras Zool.** **17** (1): 29-41.
- BEZERRA, J.C.B., A. KEMPER & W. BECKER. 1999. Profile of organic acid concentrations in the digestive gland and hemolymph of *Biomphalaria glabrata* under estivation. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** **94** (6): 779-784.
- BISHOP, T. & M.D. BRAND. 2000. Process contributing to metabolic depression in hepatopancreas cells from the snail *Helix aspersa*. **J. Exp. Biol.** **203**: 3603-3612.
- COMBRINCK, C. & J.A. VAN EEDEN. 1975. The influence of the substratum on population increase and habitat selection by *Lymnaea natalensis* KRS. and *Bulinus (B.) tropicus* (KRS) (Mollusca: Basommatophora). **Natuurwetenskappe** **24**:3 12-320.
- D'ÁVILA, S. 2003. **Influência do substrato sobre o ciclo de vida e o comportamento de *Subulina octona* (Brügüière, 1789) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora. 106p.
- DIMITRIEVA, E.F. 1975. The influence of temperature and moisture of the upper soil layer on the hatching intensity of the slug *Deroceras reticulatum* Müller. **Malacol. Rev.** **10**: 32-45.
- DUARTE, M.J.F. 1980. O ciclo evolutivo de *Postharmostomun gallinum* Witenberg, 1923, no estado do Rio de Janeiro, Brasil (Trematoda, Brachylaemidae). **Rev. Brasil. Biol.** **40** (4): 793 – 809.
- DUTRA, A.V.C. 1980. Aspectos da ecologia e da reprodução de *Leptinaria unilamellata* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Subulinidae). **Revta bras. Zool.** **5** (4): 581-591.
- ELWELL, A.S. & M.J. ULMER. 1971. Notes on the biology of *Anguispira alternata*

- (Stylommatophora: Endodontidae). **Malacologia** **11** (1): 199-216.
- EMBERTON, K.C. 1994. Morphology and aestivation behaviour in some madagascan acavid land snails. **Biol. J. Linn. Soc.** 53: 175-187.
- FURTADO, M.C.V. 2002. **Caracterização histológica do ovotestis de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae) em diferentes fases de desenvolvimento, mantida isolada e agrupada, sob condições de laboratório.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora. 50p.
- HERMES-LIMA, M., J.M. STOREY & K.B. STOREY. 1998. Antioxidant defenses and metabolic depression. The hypothesis of preparation for oxidative stress in land snails. **Comp. Biochem. Physiol. Part B** **120**: 437-448.
- HYMAN, L.H. 1967. **The invertebrates: Mollusca I.** Vol.VI. MC Graw-Hill Book Company. New York. 792 p.
- LEAHY, W. 1980. Aspectos adaptativos de *Bradybaena similaris* Férussac, 1821 (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata) submetido ao jejum e dessecação. **Bol. Fisiol. Anim.** **5**: 47-55.
- LIRA, C.R.S., E.M GOMES, G.M. CHAGAS & J. PINHEIRO. 2000. Influência do jejum severo sobre o conteúdo de proteínas totais e de amônio na hemolinfa de *Bradybaena similaris* (Férussac) (Mollusca, Gastropoda, Xanthonychidae). **Revta bras. Zool.** **17** (4): 907-913.
- MICHAELIDIS, B., E. ROFALIKOU & M.K. GRIESHABER. 1999. The effects of hypercapnia on force and rate of contraction and intracellular pH of perfused ventricles from the land snail *Helix lucorum* (L.). **J. Exp. Biol.** **2002**: 2993-3001.
- MOREIRA, C.S.D.R., E.M GOMES, G.M. CHAGAS & J. PINHEIRO. 2003. Calcium changes in *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae) under starvation. **Rev. bras. Zoociências** **5** (1):45-54.
- PANIGRAHI, A. & S.K. RAUT. 1994. Effect of temperature on noradrenaline andrenaline content in the brain of a terrestrial slug, *Laevicaulis alte* (Férussac) (Gastropoda: Soleolifera). **Apex** **9** (1): 1-4.
- PIERI, O. & P. JURBERG. 1981. Aspectos etológicos na sobrevivência dos caramujos vetores da xistosomose ao tratamento com moluscicidas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** **76** (1): 47-55.
- PINHEIRO, J. 1996. Influence of starvation on the glycogen and galactogen contents in the snail *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Gastropoda). **Arq. Biol. Technol.** **39** (2):349-357.

- RAMOS-VASCONCELOS, G.R. & M. HERMES-LIMA. 2003. Hypometabolism, antioxidant defense free-radical metabolism in the pulmonate land snail *Helix aspersa*. **J. Exp. Biol.** **206**: 675-685.
- RAUT, S.K. & K.C. GHOSE. 1980. Factors influencing gestation length in two land snails, *Achatina fulica* e *Macrochlamys indica*. **Malacol. Rev.** **13**: 33-36.
- RAUT, S.K., M.S. RAHMAN & S.K. SAMANTA. 1992. Influence of temperature on survival, growth and fecundity of the freshwater snail *Indoplanorbis exustus* (Deshayes). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** **87** (1): 15-19.
- RICHARDOT, M. 1977a. Ecological factors inducing estivation in the freshwater limpet *Ferissia waltieri* (Basomatophora: Ancyliidae). I. Oxygen content, organic matter content and pH of the water. **Malacol. Rev.** **10** (1-2):159-170.
- \_\_\_\_\_. 1977b. Ecological factors inducing estivation in the freshwater limpet *Ferissia waltieri* (Basomatophora: Ancyliidae). II. Photoperiod, light intensity and water temperature. **Malacol. Rev.** **10** (1-2):171-179.
- \_\_\_\_\_. 1978. Ecological factors inducing estivation in the freshwater limpet *Ferissia waltieri* (Basomatophora: Ancyliidae). III. Density levels and food supply. **Malacol. Rev.** **11** (1-2): 113-119.
- SIEFKER, C.C., J.N. CARTHER & H.D. BLANKESPOOR. 1977. Tolerance of *Biomphalaria glabrata* to continuous thermal stress. **Malacol. Rev.** **11**:1-25.
- SOUZA, R.M., E.M. GOMES, G.M. CHAGAS & J. PINHEIRO. 2000. The influence of starvation and *Eurytrema coelomaticum* infection on the nitrogenous products of degradation in the hemolymph of *Bradybaena similaris*. **Braz. Arch. Biol. Technol.** **43** (4):365-371.
- STIGLINGH, I. & J.A. VAN EEDEN. 1977. Population fluctuations and ecology of *Bulinus tropicus* (Mollusca; Basomatophora). **Natuurwetenskappe** **87**:145-156.
- STOREY, K.B. 2002. Life in slow lane: molecular mechanisms of estivation. **Comp. Biochem. Physiol. Part A** **133**: 733-754.
- VAN DER SCHALIE, H. & E.G. BERRY. 1973. The effects of temperature on growth and reproduction in aquatic snails. **Malacol. Rev.** **6** (12): p. 60.

Recebido:14/10/03  
Aceito: 20/04/04