

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Instituto de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal

Vinícius José Pilate

**COMPORTAMENTO E CICLO DE VIDA DE *Dysopeas muibum* MARCUS & MARCUS, 1968 (MOLLUSCA, SUBULINIDAE) EM LABORATÓRIO: EFEITOS DO ISOLAMENTO E DO FOTOPERÍODO SOBRE PADRÕES DE CRESCIMENTO, REPRODUÇÃO, MORTALIDADE E CONQUILIOMORFOMETRIA**

Juiz de Fora

2013

Vinícius José Pilate

**Comportamento e ciclo de vida de *Dysopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968 (Mollusca, Subulinidae) em laboratório: efeitos do isolamento e do fotoperíodo sobre padrões de crescimento, reprodução, mortalidade e conchiliomorfometria**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Comportamento e Biologia Animal)

Orientadora: Profa. Dra. Elisabeth Cristina de Almeida Bessa

Coorientadora: Profa. Dra. Lidiane Cristina da Silva

Juiz de Fora

2013

Pilate, Vinícius José.

Comportamento e ciclo de vida de *Dysopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968 (Mollusca, Subulinidae) em laboratório: efeitos do isolamento e do fotoperíodo sobre padrões de crescimento, reprodução, mortalidade e conchiliomorfometria / Vinícius José Pilate. -- 2013.

94 p.

Orientadora: Elisabeth Cristina de Almeida Bessa

Coorientadora: Lidiane Cristina da Silva

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Comportamento Animal, 2013.

1. Comportamento. 2. Ciclo de vida. 3. Isolamento. 4. Fotoperíodo. 5. Molusco terrestre. I. Bessa, Elisabeth Cristina de Almeida, orient. II. Silva, Lidiane Cristina da, coorient. III. Título.

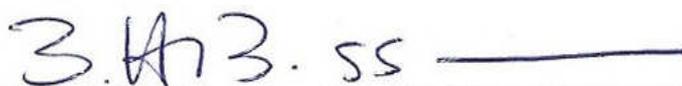
Vinícius José Pilate

**Comportamento e ciclo de vida de *Dysopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968 (Mollusca, Subulinidae) em laboratório: efeitos do isolamento e do fotoperíodo sobre padrões de crescimento, reprodução, mortalidade e conquiliomorfometria**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Comportamento e Biologia Animal)

Aprovada em 27 de fevereiro de 2013

BANCA EXAMINADORA



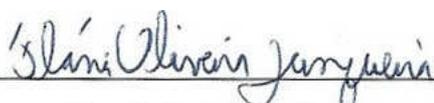
Profa. Dra. Elisabeth Cristina de Almeida Bessa

Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Jairo Pinheiro da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



Profa. Dra. Flávia Oliveira Junqueira

Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (Unileste)

*À memória de minha querida avó e madrinha  
Iracema, a pessoa que me ensinou na prática a  
maior lição de vida: que não há nada mais  
importante que Deus, família e amigos!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida maravilhosa e por ser o alicerce fundamental a cada novo passo. Por me dar novas oportunidades e novos horizontes todos os dias, me permitindo evoluir para me tornar um ser humano cada vez melhor. Por ter feito de mim um homem feliz, honesto e determinado.

À minha mãe Maria de Fátima Albertino, obrigado pelo amor incondicional, pela dedicação, paciência e apoio em todos os momentos da minha vida.

Agradeço também à minha irmã Valéria Aparecida Pilate, ao meu cunhado Igor Alexandro Zanelli Rocha e aos demais familiares que estão sempre torcendo por mim e me incentivando.

À minha orientadora Dra. Elisabeth Cristina de Almeida Bessa, professora do Departamento de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, e à minha coorientadora Dra. Lidiane Cristina da Silva, professora da Rede Municipal de Ensino de Juiz de Fora, Minas Gerais, pela orientação e exemplo profissional nestes dois anos de mestrado, por acreditar e confiar no meu trabalho e, sobretudo, pela amizade.

À Maria Alice Allemand Carvalho, vice-coordenadora do Museu de Malacologia Professor Maury Pinto de Oliveira da Universidade Federal de Juiz de Fora, por me receber com tanto carinho no museu, pela atenção e pela companhia tão agradável.

Aos professores das disciplinas, pelo conhecimento que adquiri, especialmente ao Dr. Erik Daemon de Souza Pinto, professor do Departamento de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, por toda disponibilidade em ajudar nestes meses de reta final.

Aos funcionários técnico-administrativos Rita de Cássia Hasters e Osmar Goulart Cunha, secretários do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento

e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, por sempre me atenderem com prontidão e eficiência.

Às funcionárias técnico-administrativas Rosângela Maria de Abreu e Maria Aparecida Neves Teodoro, auxiliares de serviços gerais do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, por contribuírem para que os ambientes de trabalho estivessem sempre em ótimo estado de conservação.

À Msc. Camilla de Medeiros de Carvalho, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde do Centro de Pesquisas René Rachou – Fiocruz/MG, e à Msc. Liliane Mara de Oliveira Meireles, professora da Rede Municipal de Ensino de Mateus Leme, Minas Gerais, por terem gentilmente aceitado o convite para integrar as bancas examinadoras do projeto e do Exame Geral de Qualificação, e pelas valiosas sugestões.

Ao Dr. Jairo Pinheiro da Silva, professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e à Dra. Flávia Oliveira Junqueira, professora do Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (Unileste), por terem gentilmente aceitado o convite para integrar a banca examinadora da dissertação, e pelas valiosas sugestões.

À Msc. Patrícia Aparecida Daniel, grande amiga de todos os momentos, pela afinidade tão indescritível, pelas risadas constantes e pelo companheirismo eterno.

Aos companheiros de disciplinas e de laboratório, por terem tornado esses dois anos tão agradáveis, em especial à Msc. Emily Oliveira Santos, pelos momentos de bobagens que geraram tantas crises de risos, à Msc. Rafaella Vallim de Gouveia, pela animação constante e à Msc. Fabíola Almeida Matos de Souza, pelas conversas via chat que conseguiam descontrair até os momentos mais tensos da produção desta obra.

Aos amigos de fora do mestrado, pelos incríveis momentos vivenciados que sempre tornaram e continuam tornando minha vida mais feliz, em especial à Edlaine Cristina de Sá e à Lívia Coelho Peres da Silva, com quem posso contar em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, por ter me proporcionado o sonho de transformar a paixão pela natureza e, sobretudo, pelos animais, em uma profissão tão linda.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, pela oportunidade de desenvolver este trabalho e por permitir minha formação de mestre.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida.

E a todos que estiveram e estão ao meu lado.

Renúncias sempre são necessárias, mas ao final de cada etapa, o sucesso traçado mostra o quanto vale a pena!

Chego ao final desta etapa certo de que é apenas mais um começo.

Obrigado!

*"A PEDRA*

*O distraído nela tropeçou...  
O bruto a usou como projétil.  
O empreendedor, usando-a, construiu.  
O camponês, cansado da lida, dela fez assento.  
Para meninos, foi brinquedo.  
Drummond a poetizou.  
Já, David, matou Golias,  
e Michelangelo extraiu-lhe a mais bela escultura...  
E em todos esses casos, a diferença não esteve na pedra, mas no homem!  
Não existe "pedra" no seu caminho que você não possa aproveitá-la para o seu próprio  
crescimento.  
Cada instante que passa é uma gota de vida que nunca mais torna a cair, aproveite cada gota  
para evoluir...  
Das oportunidades saiba tirar o melhor proveito, talvez não tenha outra chance."*

*Antônio Pereira*

## RESUMO

O conhecimento dos aspectos biológicos, morfológicos e comportamentais dos moluscos terrestres é importante para o desenvolvimento de medidas de controle de pragas e de estratégias de conservação de espécies. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os padrões de biologia, conquiliomorfometria e comportamento da espécie *Dysopeas muibum* e verificar os efeitos do isolamento e do fotoperíodo sobre seu ciclo de vida e a morfometria da concha, em condições de laboratório. Foi realizado o acompanhamento do crescimento da concha, da liberação de filhotes e da mortalidade de 160 moluscos, dos quais 40 foram mantidos isolados e 120 agrupados (10 moluscos por grupo; 40 em condições naturais de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo, e 80 tendo estas condições controladas – 40 com dias longos e 40 com dias curtos), desde o nascimento até 180 dias de vida, quando então foram aferidas as medidas da concha. Para verificar o horário de atividade e compor o etograma, 30 moluscos adultos (10 moluscos por grupo) foram observados durante 24 horas contínuas, através do método de varredura, com registro dos atos comportamentais a intervalos de 20 minutos. Já para verificar a ocorrência de agregação e a preferência por sítio de repouso, durante cinco dias, a intervalos de 24 horas, foram observados de 30 moluscos adultos (10 moluscos por grupo): número de agregações, de indivíduos agregados e isolados, e de indivíduos sob o disco com alimento, sob o disco sem alimento, sobre o substrato, enterrados e na parede do terrário. Para todas as análises, os moluscos foram criados em terrários plásticos vedados com tecido de algodão e elástico, contendo como substrato terra vegetal esterilizada e umedecida com água de torneira, e alimentados com ração para frangos de corte enriquecida com carbonato de cálcio. Foi verificado que a espécie ocorre no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, possui parte mole amarelada e concha pequena e alongada, e é capaz de se reproduzir por autofecundação. Possui crescimento indeterminado, fecundidade aumentando com o tamanho corporal, iteroparidade e baixa mortalidade antes e após a maturidade sexual, não tendo o fotoperíodo efeito sobre esses padrões. As condições controladas de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo favoreceram o crescimento, maiores valores conquiliomorfométricos e o rápido alcance da maturidade sexual, enquanto a diminuição do comprimento do dia favoreceu a fecundidade. O isolamento aumentou o número total de filhotes, o número de filhotes por molusco parental e o intervalo entre eventos reprodutivos, reduziu o número de eventos reprodutivos e de filhotes por evento, e não influenciou o crescimento, o alcance da maturidade sexual, a relação crescimento-reprodução,

a mortalidade e a conquiliomorfometria. O etograma foi composto por oito atos comportamentais: repousar, estar enterrado, deslocar, enterrar, explorar, alimentar, emergir e interagir. A espécie apresentou maior tendência ao repouso e a locomoção foi o ato comportamental de atividade prevalente, não apresentou horário de atividade predominantemente noturno e comportamento agregativo, e seu sítio preferido para o repouso foi o enterramento no substrato.

Palavras chaves: *Dysopeas muibum*. Subulinidae. Comportamento. Ciclo de vida. Isolamento. Fotoperíodo. Molusco terrestre

## ABSTRACT

### **BEHAVIOR AND LIFE CYCLE OF *Dysopeas muibum* MARCUS & MARCUS, 1968 (MOLLUSCA, SUBULINIDAE) IN THE LABORATORY: EFFECTS OF ISOLATION AND PHOTOPERIOD ON GROWTH PATTERNS, REPRODUCTION, MORTALITY AND CONCHILIOMORPHOMETRIC**

Knowledge of biological, morphological and behavioral characteristics of terrestrial molluscs is important for the development of pest control measures and strategies for the conservation of species. This study aimed to characterize the patterns of biology, conchiliomorphometric and behavior of the species *Dysopeas muibum* and check the effects of isolation and photoperiod on its life cycle and shell morphometry, under laboratory conditions. We conducted monitoring growth of the shell, release of puppies and mortality of 160 molluscs, of which 40 were kept isolated and 120 grouped (10 molluscs per group; 40 in natural conditions of temperature, relative humidity and photoperiod, and 80 with controlled conditions – 40 with long days and 40 with short days), from birth to 180 days of life, when the measures of the shell were taken. To check the schedule of activity and compose the ethogram, 30 adult molluscs (10 molluscs per group) were observed for 24 continuous hours, through the scanning method, with a record of behavioral acts at intervals of 20 minutes. For verifying the occurrence of aggregation and the preference for resting place, for five days, at 24 hour intervals, were observed in 30 adult molluscs (10 molluscs per group): number of aggregations, of aggregates and isolated individuals, and of individuals below the disc with food, below the disc without food, on the substrate, buried and in the wall of terrarium. For all analyzes, the molluscs were reared in plastic terrariums sealed with cotton fabric and elastic, containing plant soil sterile and moistened with tap water, and fed with food to broilers enriched with calcium carbonate. It was found that the species occurs in the Juiz de Fora City, MG, Brazil, has the soft yellowish and small and elongated shell, and is able to reproduce by self-fertilization. It has indeterminate growth, fecundity increases with body size, iteroparity and low mortality before and after sexual maturity, not having the photoperiod effect on these patterns. The controlled conditions of temperature, relative humidity and photoperiod favored growth, conchiliomorphometric values higher and fast reach sexual maturity, while the decrease in day length favored fecundity. The isolation increased the total number of pups, number of pups per parent mollusc and the interval between reproductive events, reduced the

number of reproductive events and pups per event, and did not influence growth, reach sexual maturity, growth-reproduction relation, mortality and conchiliomorphometric. The ethogram was composed of eight behavioral acts: lie, lie buried, move, bury, explore, food, emerge and interact. The species had a greater tendency to rest and locomotion was the behavioral act prevalent activity, showed no activity time predominantly nocturnal and affiliative behavior, and their favorite place to rest was buried in substrate.

Key words: *Dysopeas muibum*. Subulinidae. Behavior. Life cycle. Isolation. Photoperiod. Terrestrial mollusc

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fotografia 1:** Espécimes de *Dysopeas muibum*: A) Indivíduo adulto; B) Concha de um indivíduo adulto; C) Indivíduos adultos deslocando-se sobre o substrato; D) Indivíduos recém nascidos e juvenis..... 26
- Esquema 1:** Desenho esquemático da concha de um molusco subulinídeo, com as medidas lineares aferidas (A) e contagem do número de voltas (B)..... 35
- Gráfico 1:** Crescimento médio de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante de 180 dias de vida..... 38
- Gráfico 2:** Taxa de crescimento de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante 180 dias de vida..... 38
- Gráfico 3:** Comprimento médio da concha de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, em três fases do desenvolvimento (I – início do desenvolvimento, II – início da atividade reprodutiva e III – final do experimento)..... 39
- Gráfico 4:** Análise discriminante aplicada às variáveis lineares da concha de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, com idade de 180 dias de vida..... 41
- Gráfico 5:** Número médio de filhotes de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, temperatura média e umidade relativa do ar média, durante 180 dias de vida..... 43
- Gráfico 6:** Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condição de isolamento, durante 180 dias de vida..... 44

<b>Gráfico 7:</b>	Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , mantidos sob condição de agrupamento, durante 180 dias de vida.....	44
<b>Gráfico 8:</b>	Indivíduos mortos de <i>Dysopeas muibum</i> , mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante 180 dias de vida.....	45
<b>Gráfico 9:</b>	Crescimento médio de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida.....	53
<b>Gráfico 10:</b>	Taxa de crescimento de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida.....	54
<b>Gráfico 11:</b>	Comprimento médio da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, em três fases do desenvolvimento (I – início do desenvolvimento, II – início da atividade reprodutiva e III – final do experimento).....	55
<b>Gráfico 12:</b>	Análise de agrupamentos aplicada às variáveis lineares da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida.....	58
<b>Gráfico 13:</b>	Análise discriminante aplicada às variáveis lineares da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida.....	59
<b>Gráfico 14:</b>	Número médio de filhotes de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante de 180 dias de vida.....	60
<b>Gráfico 15:</b>	Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , do grupo experimental Controle, durante 180 dias de vida.....	61

<b>Gráfico 16:</b>	Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , do grupo experimental Dia longo, durante 180 dias de vida.....	62
<b>Gráfico 17:</b>	Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , do grupo experimental Dia curto, durante 180 dias de vida.....	62
<b>Gráfico 18:</b>	Indivíduos mortos de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida.....	63
<b>Fotografia 2:</b>	Terrário com dois discos plásticos: um com alimento e outro vazio.....	69
<b>Gráfico 19:</b>	Frequências médias dos atos comportamentais de <i>Dysopeas muibum</i> durante 24 horas consecutivas de observação em laboratório.....	71
<b>Gráfico 20:</b>	Número médio de registros de atividade e repouso de <i>Dysopeas muibum</i> durante 24 horas consecutivas de observação em laboratório.....	71
<b>Gráfico 21:</b>	Número médio de registros de atividade e repouso de <i>Dysopeas muibum</i> , durante a fotofase e a escotofase, em 24 horas consecutivas de observação em laboratório.....	72
<b>Gráfico 22:</b>	Número total de registros dos atos comportamentais “deslocar” e “explorar” exibidos por <i>Dysopeas muibum</i> durante 24 horas consecutivas de observação em laboratório.....	73
<b>Gráfico 23:</b>	Número médio de registros dos atos comportamentais exibidos por <i>Dysopeas muibum</i> , durante a fotofase e a escotofase, em 24 horas consecutivas de observação em laboratório.....	73
<b>Gráfico 24:</b>	Correlação entre o número médio de moluscos ativos da espécie <i>Dysopeas muibum</i> e a temperatura.....	74

<b>Gráfico 25:</b>	Correlação entre o número médio de moluscos ativos da espécie <i>Dysopeas muibum</i> e a umidade relativa do ar.....	74
<b>Fotografia 3:</b>	Indivíduos da espécie <i>Dysopeas muibum</i> agregados.....	75
<b>Gráfico 26:</b>	Número médio de moluscos da espécie <i>Dysopeas muibum</i> , por sítio de repouso, a cada observação, a intervalos de 24 horas.....	77

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b>	Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação do comprimento da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante 180 dias de vida....	37
<b>Tabela 2:</b>	Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação das variáveis lineares da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, com idade de 180 dias de vida.....	40
<b>Tabela 3:</b>	Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação das razões entre as variáveis lineares da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, com idade de 180 dias de vida.....	40
<b>Tabela 4:</b>	Médias, desvios padrões, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação do número de filhotes de <i>Dysopeas muibum</i> , mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante 180 dias de vida.....	42
<b>Tabela 5:</b>	Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação do comprimento da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida.....	52
<b>Tabela 6:</b>	Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação das variáveis lineares da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida.....	56

<b>Tabela 7:</b>	Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação das razões entre as variáveis lineares da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida.....	56
<b>Tabela 8:</b>	Distância euclidiana aplicada às variáveis lineares da concha de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida.....	58
<b>Tabela 9:</b>	Médias, desvios padrões, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação do número de filhotes de <i>Dysopeas muibum</i> , dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida.....	60
<b>Tabela 10:</b>	Etograma básico de <i>Dysopeas muibum</i> em condições de laboratório.....	70
<b>Tabela 11:</b>	Média, desvio padrão e amplitude (valores mínimo e máximo) de agregações, indivíduos agregados e indivíduos isolados de <i>Dysopeas muibum</i> , em cada observação, a intervalos de 24 horas.....	76

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	23
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	25
2.1. <i>Dysopeas muibum</i> Marcus & Marcus, 1968.....	25
2.2. Comportamento de moluscos terrestres.....	27
2.3. Ciclo de vida de moluscos terrestres.....	28
2.4. Conquiliomorfometria de moluscos terrestres.....	30
<b>3. CICLO DE VIDA DE <i>Dysopeas muibum</i> MARCUS &amp; MARCUS, 1968 (MOLLUSCA, SUBULINIDAE) EM LABORATÓRIO: EFEITO DO ISOLAMENTO SOBRE PADRÕES DE CRESCIMENTO, REPRODUÇÃO, MORTALIDADE E CONQUILIOMORFOMETRIA</b> .....	32
3.1. Introdução.....	32
3.2. Material e métodos.....	33
3.2.1. Local dos experimentos.....	33
3.2.2. Caracterização da localidade de coleta dos moluscos.....	33
3.2.3. Obtenção e manutenção dos moluscos.....	33
3.2.4. Condições de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo.....	34
3.2.5. Crescimento.....	34
3.2.6. Conquiliomorfometria.....	34
3.2.7. Reprodução.....	35
3.2.8. Mortalidade.....	36
3.2.9. Análises estatísticas.....	36
3.3. Resultados.....	37
3.3.1. Crescimento.....	37
3.3.2. Conquiliomorfometria.....	39
3.3.3. Reprodução.....	41
3.3.3.1. Ocorrência de autofecundação.....	41
3.3.3.2. Tempo para o alcance da maturidade sexual.....	41
3.3.3.3. Fecundidade.....	42
3.3.3.4. Relação entre reprodução e crescimento.....	43

3.3.4. Mortalidade.....	44
3.4. Discussão.....	45
3.5. Conclusões.....	49
<b>4. EFEITO DO FOTOPERÍODO SOBRE PADRÕES DE CRESCIMENTO, REPRODUÇÃO, MORTALIDADE E CONQUILIOMORFOMETRIA DE <i>Dysopeas muibum</i> MARCUS &amp; MARCUS, 1968 (MOLLUSCA, SUBULINIDAE) EM LABORATÓRIO.....</b>	<b>50</b>
4.1. Introdução.....	50
4.2. Material e métodos.....	50
4.2.1. Grupos experimentais.....	51
4.3. Resultados.....	51
4.3.1. Crescimento.....	51
4.3.2. Conquiliomorfometria.....	55
4.3.3. Reprodução.....	59
4.3.3.1. Tempo para o alcance da maturidade sexual.....	59
4.3.3.2. Fecundidade.....	59
4.3.3.3. Relação entre reprodução e crescimento.....	61
4.3.4. Mortalidade.....	62
4.4. Discussão.....	63
4.5. Conclusões.....	66
<b>5. REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL, HORÁRIO DE ATIVIDADE, COMPORTAMENTO AGREGATIVO E PREFERÊNCIA POR SÍTIO DE REPOUSO DE <i>Dysopeas muibum</i> MARCUS &amp; MARCUS, 1968 (MOLLUSCA, SUBULINIDAE) EM LABORATÓRIO.....</b>	<b>67</b>
5.1. Introdução.....	67
5.2. Material e métodos.....	68
5.2.1. Repertório comportamental e horário de atividade.....	68
5.2.2. Comportamento agregativo e preferência por sítio de repouso.....	68
5.2.3. Análises estatísticas.....	69
5.3. Resultados.....	70
5.3.1. Repertório comportamental e horário de atividade.....	70
5.3.2. Comportamento agregativo e preferência por sítio de repouso.....	75

5.4. Discussão.....	77
5.5. Conclusões.....	81
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>82</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>83</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os moluscos compõem um diverso grupo zoológico, o filo Mollusca, que tem seu nome derivado da palavra latina *Molluscus*, que significa mole. Uma das principais características desse grupo é o corpo interno mole contrastando com a concha externa dura presente na maioria das espécies, amplamente utilizada por pesquisadores na sistemática desse grupo (WILKE *et al.*, 2002).

O filo possui diferentes linhagens, que apresentam diversas características de ciclo de vida, morfologia e habitats (FORSYTH, 2012); porém, apenas os gastrópodes pulmonados obtiveram sucesso no ambiente terrestre, exibindo grande diversidade, visto que se estima que existam mais de 30.000 espécies ocupando habitats terrestres variados: florestas, bosques, cavernas subterrâneas, serrapilheira, vegetação rasteira, superfícies rochosas, epífitas e copas de árvores (SIMONE, 1999; BARKER, 2001). A maior parte dos gastrópodes pulmonados terrestres pertence à ordem Stylommatophora, único grupo de moluscos que vivem exclusivamente nesse ambiente em todas as fases do desenvolvimento (SIMONE, 2006).

Existem aproximadamente 580 espécies de gastrópodes terrestres em território brasileiro. Todavia, apesar da diversidade e importância ecológica, esses animais têm sido proporcionalmente pouco estudados, sendo os trabalhos existentes principalmente sobre sistemática, concha, morfologia interna e distribuição geográfica (SIMONE, 1999; 2006; THOMÉ *et al.*, 2006). Existem poucos estudos biológicos e comportamentais com espécies de clima tropical, uma vez que a maior parte desses estudos foi realizada com espécies de clima temperado (BAUR & BAUR, 2000; HELLER, 2001; HOMMAY *et al.*, 2001).

Em razão do alto grau de endemismo das espécies, da rápida degradação de seus habitats e da introdução de espécies exóticas, muitas espécies da malacofauna nativa podem estar sendo extintas antes mesmo de serem catalogadas (SIMONE, 1999; TELES & FONTES, 2002). A degradação de habitats é uma das principais causas da redução da biodiversidade no planeta, o que evidencia a necessidade de estudos sobre a biologia e o comportamento das espécies, visando auxiliar o planejamento de estratégias de manejo e conservação (BACKELJAU *et al.*, 2001).

Os moluscos terrestres da espécie *Dysopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968 são nativos do continente americano, ocorrendo no Brasil. Pertencem à família Subulinidae e tem como habitat locais protegidos da incidência solar e com alta umidade (SIMONE, 2006;

CARVALHO & D'ÁVILA, 2009). Até o presente momento não foram realizados trabalhos que esclareçam o ciclo biológico e aspectos comportamentais dessa espécie.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os padrões de crescimento, reprodução, mortalidade e conchiliomorfometria da espécie *D. muibum*, definindo seu ciclo de vida em condições de laboratório, verificar os efeitos do isolamento e do fotoperíodo sobre esses padrões, caracterizar os atos comportamentais exibidos pela espécie para a elaboração de seu etograma básico, e verificar o horário de atividade, a ocorrência de comportamento agregativo e a preferência por sítio de repouso.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

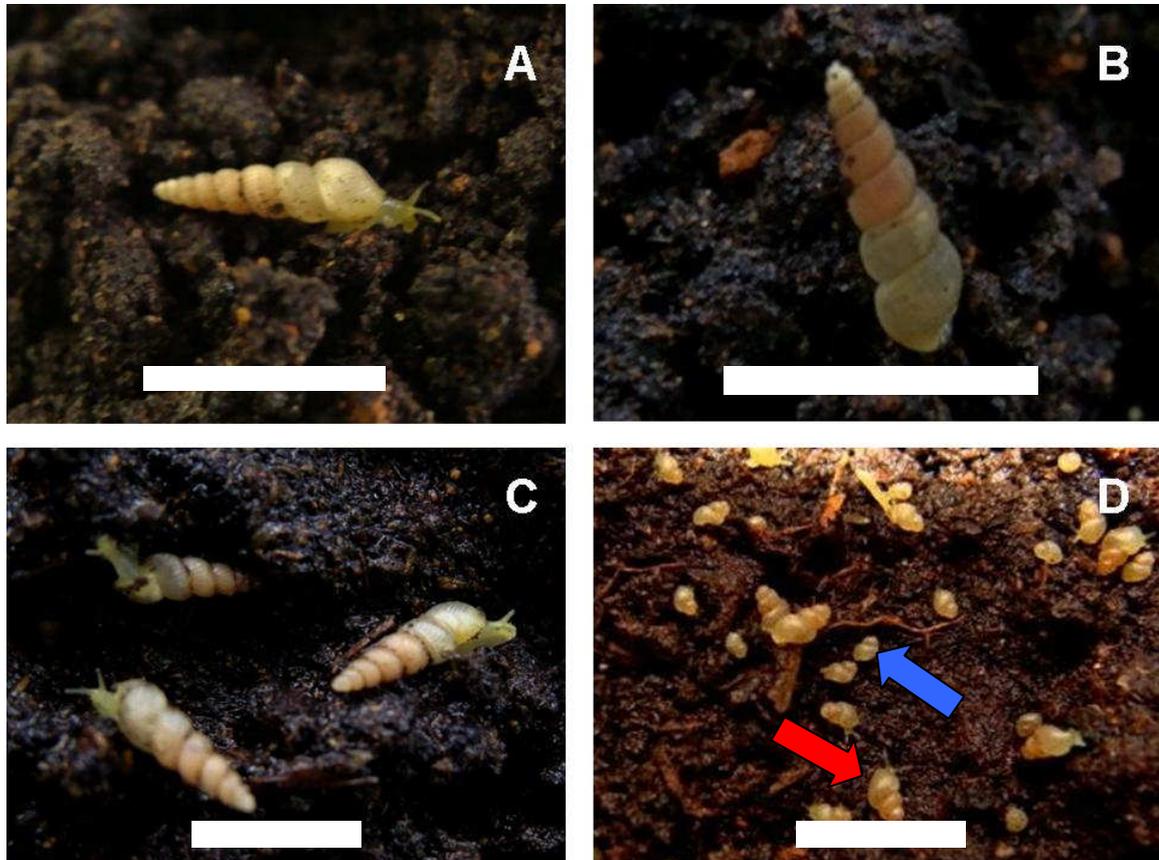
### 2.1. *Dysopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968

Os gastrópodes da família Subulinidae são atualmente classificados como pertencentes à subclasse Pulmonata, à ordem Stylommatophora e à superfamília Achatinoidea (BARKER, 2001; SIMONE, 2006). Formam um grupo tropical de ampla distribuição, com mais de 1.300 espécies e cerca de 70 gêneros descritos (NAGGS, 1994).

Essa família é abundantemente distribuída no Brasil, sendo registradas 29 espécies nativas, pertencentes a nove gêneros: *Allopeas* Baker, 1935: *Allopeas micra* (d'Orbigny, 1835); *Beckianum* Baker, 1961: *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846); *Dysopeas* Baker, 1927: *Dysopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968; *Lamellaxis* Strebel & Pfeiffer, 1882: *Lamellaxis goodalli* (Miller, 1822), *Lamellaxis gracilis* (Hutton, 1834), *Lamellaxis mizius* Marcus & Marcus, 1968; *Leptinaria* Beck, 1837: *Leptinaria bequaerti* Pilsbry, 1926, *Leptinaria charlottei* Baker, 1922, *Leptinaria concentrica* (Reeve, 1849), *Leptinaria lamellata* (Potiez & Michaud, 1838), *Leptinaria mamoreensis* Baker, 1926, *Leptinaria monodon* (C. B. Adams, 1849), *Leptinaria parana* (Pilsbry, 1906), *Leptinaria ritchlei* Pilsbry, *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835); *Neobeliscus* Pilsbry, 1896: *Neobeliscus calcareus* (Born, 1780); *Obeliscus* Beck, 1837: *Obeliscus agassizi* Pilsbry, 1906, *Obeliscus carphodes* (Pfeiffer, 1852), *Obeliscus columella* (Philippi, 1844), *Obeliscus obeliscus* (Moricand, 1833), *Obeliscus pattalus* Pilsbry, 1906, *Obeliscus subuliformis* (Moricand, 1836), *Obeliscus sylvaticus* (Wagner, 1827); *Stenogyra* Shuttleworth, 1854: *Stenogyra amazonica* (Pilsbry, 1906), *Stenogyra bacillus* (Pfeiffer, 1861), *Stenogyra octogyra* (Pfeiffer, 1856), *Stenogyra planospira* (Pfeiffer, 1851); *Synapterpes* Pilsbry, 1896: *Synapterpes coronatus* (Pfeiffer, 1846), *Synapterpes hanleyi* (Pfeiffer, 1846); e cinco espécies invasoras, pertencentes a quatro gêneros: *Subulina* Beck, 1837: *Subulina octona* (Brugüière, 1792); *Lamellaxis* Strebel & Pfeiffer, 1882: *Lamellaxis clavulinus* (Potiez & Michaud, 1838); *Opeas* Albers, 1850: *Opeas opella* Pilsbry & Vanatta, 1905, *Opeas pumilum* (Pfeiffer, 1840); *Rumina* Risso, 1826: *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758) (SIMONE, 2006; CONQUILIOLOGISTAS DO BRASIL, 2012).

*Dysopeas muibum* (fotografia 1) é um microgastrópode nativo do continente americano e encontrado em locais sombreados e úmidos (SIMONE, 2006). No Brasil foi registrada a ocorrência dessa espécie para as cidades de São Paulo, SP e Cruzília, MG (SIMONE, 2006;

CARVALHO & D'ÁVILA, 2009). Já foi descrita como *Pseudopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968 (CONQUILIOLOGISTAS DO BRASIL, 2012).



Fotografia 1: Espécimes de *Dysopeas muibum*: A) Indivíduo adulto; B) Concha de um indivíduo adulto; C) Indivíduos adultos deslocando-se sobre o substrato; D) Indivíduos recém nascidos (seta azul) e juvenis (seta vermelha). Barras de escala: 1cm. Fonte: Do autor

Os moluscos desta espécie possuem concha cônica, perióstraco amarelado translúcido, espira alta, suturas profundas, voltas da concha arredondadas e bem demarcadas, abertura da concha ovalada e pequena, e perístoma e bordo columelar levemente refletidos, levando à formação de um umbílico pouco profundo e de uma columela triangular. A protoconcha é lisa, porém as demais voltas da concha apresentam fortes estrias longitudinais transversais, contínuas e um pouco afastadas entre si. A volta corporal não é ampla e não se destaca em relação à largura da concha, entretanto possui um comprimento proporcionalmente maior que as voltas da espira, que diminuem gradativamente (CARVALHO & D'ÁVILA, 2009).

Souza *et al.* (2009) testaram o efeito do extrato aquoso das folhas de *Allamanda cathartica* L. (Apocynaceae) sobre *D. muibum*, verificando intensa atividade dos moluscos, dispersão para as extremidades dos terrários e deslocamento vertical pelas paredes dos mesmos como forma de fuga após a aplicação do extrato. Esses autores concluíram que a

espécie *A. cathartica* não apresenta efeitos significativos sobre a mortalidade desse molusco, mas ficou evidente a sua ação repelente.

Através da análise morfológica do oviduto grávido e da detecção de ovos dentro do organismo parental de *D. muibum*, D'ávila *et al.* (2011) verificaram que a espécie é ovovivípara e retém os ovos no oviduto durante o desenvolvimento embrionário, envoltos por uma membrana tênue que se rompe antes da liberação dos filhotes no ambiente externo, dando a falsa impressão de que tal espécie é vivípara.

Não foram encontrados trabalhos que esclareçam o ciclo biológico dessa espécie. Assim como muitas outras espécies de sua família, pouco se conhece acerca de seu comportamento.

## 2.2. Comportamento de moluscos terrestres

Os trabalhos abordando o comportamento de moluscos terrestres envolvem basicamente os seguintes temas: etograma, horário e padrão de atividade (PANJA, 1995; GRIMM & SCHAUMBERGER, 2002; JUNQUEIRA *et al.*, 2003; 2004), forrageio (CHATFIELD, 1976; STEPHENSON, 1979; BAILEY, 1989; RAUT & PANIGRAHI, 1990; PAKARINEN, 1992; IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999; CHEVALIER *et al.*, 2000), influência de fatores bióticos e abióticos (BAILEY, 1981; HODASI, 1982; D'ÁVILA, 2003; JUNQUEIRA *et al.*, 2003; GOMES, 2006), e comportamentos de estivação (EMBERTON, 1994), reprodutivo (LEAHY, 1983; RAUT & PANIGRAHI, 1988), agregativo (DUNDEE *et al.*, 1975; CHASE *et al.*, 1980; LAZARIDOU-DIMITRIADOU & DAGUZAN, 1981; KLEEWEIN, 1999; BOHAN *et al.*, 2000; D'ÁVILA *et al.*, 2006) e relacionado à comunicação química (COOK, 1985; 1992; AGUIAR *et al.*, 2009).

Geralmente os gastrópodes terrestres que se agregam possuem pequenos territórios de vida e fidelidade a parceiros sexuais disponíveis e locais de alimento, repouso e ovipostura (KLEEWEIN, 1999). Características do ambiente externo como heterogeneidade do habitat, diferenças no microclima e distribuição de recursos em manchas podem favorecer o comportamento agregativo. Outros fatores que podem favorecer a agregação são: contato físico, fatores químicos, alimentação, reprodução, repouso e períodos com maior risco de dessecação (COOK, 1992; KLEEWEIN, 1999).

Até o presente momento, dentro da família Subulinidae somente foi estudado o comportamento agregativo na espécie *S. octona* (D'ÁVILA *et al.*, 2006).

### 2.3. Ciclo de vida de moluscos terrestres

Acredita-se que a grande diversidade observada nos diferentes ciclos de vida dos moluscos terrestres se deva à capacidade desses animais de colonizar novas áreas, adaptando-se a diversas condições (BARKER, 2001).

Os gastrópodes terrestres distribuem seus recursos energéticos entre os diversos processos metabólicos que caracterizam os parâmetros básicos do ciclo de vida: crescimento, reprodução e sobrevivência. Uma vez que esses recursos são limitados, o modo como serão distribuídos caracteriza os diferentes ciclos de vida (HELLER, 2001).

De forma geral, a reprodução de pulmonados terrestres apresenta corte frequentemente elaborada, fecundação interna, hermafroditismo simultâneo e desenvolvimento embrionário direto. A autofecundação não é incomum, apresentando vantagens e desvantagens que podem ser avaliadas através do sucesso reprodutivo, e é variável de acordo com a espécie (HELLER, 2001). Em algumas espécies de subulinídeos, como *L. unilamellata* e *S. octona*, o sucesso reprodutivo gerado pela autofecundação é equivalente ao obtido pela fecundação cruzada (BESSA & ARAÚJO, 1995a,b; ALMEIDA & BESSA, 2001a), já em outras espécies como *Bulimulus tenuissimus* (d'Orbigny, 1835) (Bulimulidae), esse sucesso é reduzido pela autofecundação (SILVA *et al.*, 2008). Embora a autofecundação seja mais custosa energeticamente, a energia é recuperada com o rápido alcance da maturidade sexual dos parentais e o maior número de filhotes. Porém, frequentemente ela é dificultada por mecanismos morfofisiológicos para garantir a variação genética das populações (HELLER, 2001).

O investimento energético na reprodução é fundamental no ciclo de vida (STEARNS, 1992), de modo que para o processo reprodutivo ocorrer perfeitamente, grande parte das reservas energéticas deve ser usada na produção, armazenamento e transporte de gametas em um meio apropriado, corte, cópula, fecundação, envolvimento dos zigotos com camadas nutritivas e protetoras e, finalmente, ovipostura ou liberação de filhotes (GÓMEZ, 2001).

Os moluscos terrestres geralmente são ovíparos, liberando ovos contendo apenas uma célula para que o desenvolvimento embrionário ocorra no ambiente. Nas poucas espécies vivíparas, os embriões apresentam uma estrutura sacular junto ao pé com funções de nutrição e circulação. Entretanto, pode ocorrer a retenção dos ovos no oviduto, sendo depositados no ambiente em um estágio avançado de desenvolvimento embrionário ou retidos até o final do desenvolvimento com eclosão dos filhotes no interior do organismo parental e liberação no ambiente, o que caracteriza a ovoviviparidade (TOMPA, 1979). Nos gastrópodes terrestres, a

fecundação cruzada e a oviparidade são prevalentes, mas a autofecundação e a ovoviviparidade evoluíram em várias linhagens filogenéticas (HELLER, 2001).

O crescimento depende de vários fatores, dentre estes: alimentação, espaço físico e densidade populacional, temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo (ALBUQUERQUE DE MATOS, 1989). Frequentemente há relação entre o crescimento e a reprodução, expressos, respectivamente, pelo comprimento da concha e número de filhotes produzidos, de modo que animais maiores têm capacidade de produzir mais filhotes, como no molusco terrestre *S. octona* (D'ÁVILA, 2003; D'ÁVILA & BESSA, 2005a,b,c). Já em outras espécies, como *B. tenuissimus* mantidos agrupados, essa correlação é inexistente (SILVA *et al.*, 2008; SILVA, 2009).

A maioria dos estudos sobre a biologia dos pulmonados terrestres foi realizada em laboratório, como os trabalhos feitos com os subulinídeos *L. unilamellata* (DUTRA, 1988; ALMEIDA & BESSA, 2001a; CARVALHO, 2009; CARVALHO *et al.*, 2009) e *S. octona* (BESSA & ARAÚJO, 1995a,b), e com moluscos de outras famílias, como *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Xanthonychidae) (ALMEIDA & BESSA, 2001b; CARVALHO *et al.*, 2008), *B. tenuissimus* (SILVA *et al.*, 2008; SILVA, 2009), *Habroconus semenlini* (Moricand, 1845) (Euconulidae) (SILVA *et al.*, 2009), *Limax valentianus* Férussac, 1823 (Limacidae) (HOMMAY *et al.*, 2001), *Polymita muscarum* (Lea, 1834) e *Polymita venusta* (Gmelin, 1792) (Helminthoglyptidae) (BIDART *et al.*, 1998). Também existem estudos de aspectos do crescimento e da reprodução desses animais em condições de campo, como os realizados para os subulinídeos *B. beckianum* e *S. octona* (ALMEIDA & MOTA, 2011a,b).

Os trabalhos sobre influência do fotoperíodo no ciclo de vida de moluscos terrestres foram feitos, na maior parte, com o escargot *Helix aspersa* Müller, 1774 (Helicidae), provavelmente por ser essa uma espécie de interesse econômico (BAILEY, 1981; ENÉE *et al.*, 1982; GOMOT *et al.*, 1982; BONNEFOY-CLAUDET *et al.*, 1983; LE GUHENNEC & DAGUZAN, 1983; LAURENT *et al.*, 1984; GOMOT & GOMOT, 1985; GRIFFOND & VINCENT, 1985; BONNEFOY-CLAUDET & DERAY, 1987; DERAY & LAURENT, 1987; GOMOT *et al.*, 1989). Tais estudos também foram realizados com as espécies *B. similaris* (GARCIA & PINHEIRO, 2007), *Achatina achatina* (Linnaeus, 1758) (Achatinidae) (HODASI, 1982), *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) (Agriolimacidae) (HENDERSON & PELLUET, 1960), *Limax maximus* Linnaeus, 1758 (Limacidae) (SOKOLOVE & MCCRONE, 1978; MCCRONE *et al.*, 1981; MELROSE *et al.*, 1983), *Helix pomatia* Linnaeus, 1758 e *Cepaea nemoralis* (Linnaeus, 1758) (Helicidae) (HUNTER & STONE, 1986; GOMOT, 1990).

As concentrações dos carboidratos glicogênio e galactogênio podem estar sujeitas às variações ambientais, sendo o fotoperíodo um fator determinante no metabolismo do glicogênio, que tem sua síntese estimulada por dias curtos e inibida por dias longos (GARCIA & PINHEIRO, 2007). Na espécie *B. tenuissimus* houve variação sazonal nas reservas energéticas, sendo sugerido que as variações de temperatura e fotoperíodo que ocorrem ao longo do ano agiriam como mecanismos reguladores do metabolismo (SILVA *et al.*, 2012).

#### 2.4. Conquiliomorfometria de moluscos terrestres

Os estudos da morfologia e da morfometria da concha dos moluscos terrestres tornaram-se ferramentas básicas para a análise da variabilidade de populações, com fins biológicos, sistemáticos e evolutivos. Uma vez que utilizam técnicas de fácil acesso e mensuração, tais estudos vêm sendo realizados cada vez mais em Malacologia (CARVALHO, 2009).

Muitas espécies de gastrópodes terrestres não são diagnosticadas facilmente tomando apenas a análise morfológica qualitativa da concha, sendo necessários aspectos quantitativos, através de estudos morfométricos, para uma melhor caracterização sistemática e filogenética (ALMEIDA *et al.*, 2009).

Alguns trabalhos morfológicos e conquiliomorfométricos já foram realizados com subulinídeos, tais como *B. beckianum*, *A. micra*, *L. unilamellata*, *Opeas* sp. e *Subulina* sp. (CHOH *et al.*, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2009; CARVALHO, 2009; PILATE, 2009; ALMEIDA & MOTA, 2011). Em relação a pulmonados terrestres de outras famílias, pode-se citar os trabalhos feitos com as espécies *Huttonella bicolor* (Hutton, 1834) (Streptaxidae) (CHOH *et al.*, 2006) e *Satsuma largillierti* (Pfeiffer, 1849) (Camaenidae) (KAMEDA *et al.*, 2007). Cameron (1981), Emberton (1994) e Suvorov (2002) também realizaram estudos sobre morfoanatomia e conquiliomorfometria envolvendo grupos de espécies de gastrópodes terrestres.

A conquiliomorfometria fornece informações sobre forma, esculturações e padrão de crescimento da concha. O formato pode ser entendido como resultado da constituição genética somada a aspectos ontológicos, ambientais e individuais (VERMEIJ, 2002). Com isso, o estudo da variabilidade da morfometria da concha pode resultar na constatação de diferentes padrões morfológicos e na distinção de morfotipos, possibilitando a compreensão da origem da variabilidade em diferentes populações. Esses padrões podem embasar estudos ecológicos, ao estabelecer relações entre a forma da concha e o tipo de ambiente onde as espécies estão inseridas (KAMEDA *et al.*, 2007).

No entanto, são escassos estudos sobre efeitos de fatores bióticos e abióticos, como o isolamento e o fotoperíodo, respectivamente, na morfometria da concha de moluscos terrestres (ANDERSON *et al.*, 2007).

### **3. CICLO DE VIDA DE *Dysopeas muibum* MARCUS & MARCUS, 1968 (MOLLUSCA, SUBULINIDAE) EM LABORATÓRIO: EFEITO DO ISOLAMENTO SOBRE PADRÕES DE CRESCIMENTO, REPRODUÇÃO, MORTALIDADE E CONQUILIOMORFOMETRIA**

#### **3.1. Introdução**

O filo Mollusca se apresenta como o segundo maior grupo de animais em diversidade de espécies, as quais podem ser encontradas no ambiente marinho, de água doce e terrestre (VALENTINE, 2004), sendo aproximadamente 100.000 espécies viventes e 35.000 fósseis (RUPPERT *et al.*, 2005).

O crescimento e a reprodução são aspectos importantes da biologia dos moluscos, e estão intimamente relacionados, visto que a produção de ovos está ligada ao tamanho da concha (SILVA *et al.*, 2008). As relações existentes entre os padrões de crescimento, reprodução e mortalidade, quando combinados, representam os ciclos de vida das diferentes espécies de moluscos. O conhecimento dessas relações torna-se especialmente importante no contexto da conservação da biodiversidade, visto ser essencial para a estruturação de formas de manejo das populações de moluscos em risco de extinção (BACKELJAU *et al.*, 2001). Conhecimentos sobre o ciclo de vida também são necessários para a criação de estratégias de controle de parasitos que utilizam moluscos como hospedeiros intermediários (BOFFI, 1979; ARAÚJO, 1982; D'ÁVILA *et al.*, 2004), assim como de moluscos que atuam como pragas agrícolas (FONSECA, 1936; BOFFI, 1979; AGUDO, 2012).

*Dysopeas muibum* é uma espécie ovovivípara de molusco terrestre que possui concha cônica, sendo encontrada em território brasileiro em habitats úmidos e protegidos da dessecação (SIMONE, 2006; CARVALHO & D'ÁVILA, 2009; D'ÁVILA *et al.*, 2011). Não foram encontrados trabalhos que esclareçam o ciclo biológico e a influência de fatores bióticos sobre a biologia e a morfologia dessa espécie.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os padrões de crescimento, reprodução, mortalidade e conquiliomorfometria da espécie *D. muibum*, definindo seu ciclo de vida em condições de laboratório, assim como verificar o efeito do isolamento sobre esses padrões.

## **3.2. Material e métodos**

### **3.2.1. Local dos experimentos**

A criação dos moluscos e os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Moluscos Arnaldo Campos dos Santos Coelho do Museu de Malacologia Professor Maury Pinto de Oliveira da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais.

### **3.2.2. Caracterização da localidade de coleta dos moluscos**

Os moluscos foram coletados em uma horta do bairro Parque Independência do município de Juiz de Fora, Minas Gerais, no dia 25 de agosto de 2009.

O município localiza-se na mesorregião da Zona da Mata e microrregião de Juiz de Fora (21°45'50''S e 43°21'0''W), nos contrafortes da Serra da Mantiqueira, possuindo relevo predominantemente montanhoso e altitude de 678m. Está inserido na bacia do rio Paraíba do Sul, às margens do rio Paraibuna, que corta a cidade de norte a sul. O bioma característico é a Mata Atlântica e o clima é tropical de altitude – Cwa, caracterizado por duas estações: uma seca e de menores temperaturas (maio a setembro) e outra úmida e de maiores temperaturas (outubro a abril). Em média, a temperatura anual é de 19,3°C, variando de 15°C a 24°C. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008).

### **3.2.3. Obtenção e manutenção dos moluscos**

Para a realização deste estudo, de criações matrizes de laboratório, formadas a partir de moluscos da espécie *D. muibum* coletados a campo, foram obtidos 80 moluscos recém-nascidos, dos quais 40 foram mantidos isolados em terrários plásticos transparentes de 100mL (5cm de diâmetro e 5cm de altura) e 40 foram mantidos agrupados (quatro grupos, 10 moluscos por grupo) em terrários plásticos transparentes de 1000mL (14cm de diâmetro e 9cm de altura), desde o nascimento até 180 dias de vida, entre os meses de março a setembro de 2011, compondo assim dois grupos experimentais. Os terrários foram fechados com tecido de algodão e elástico e continham como substrato 40g (2cm de altura) de terra vegetal comercial esterilizada (120°C por uma hora) em terrários de 100mL e 200g (3cm de altura) em terrários de 1000mL, umedecida a intervalos de dois dias, com 10mL de água de torneira despejada sobre o substrato. Os moluscos foram alimentados *ad libitum* com ração para

frangos de corte peneirada e enriquecida com carbonato de cálcio (na proporção de 3:1), oferecida em discos plásticos transparentes de 4cm de diâmetro (um disco por terrário) (BESSA & ARAÚJO, 1995a,b).

#### **3.2.4. Condições de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo**

Os terrários foram mantidos sob condições naturais de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo, sendo as temperaturas mínima e máxima e a umidade relativa do ar registradas diariamente, usando termômetro de máxima e de mínima e termo-higrômetro de bulbo seco e úmido, respectivamente (Incoterm® Indústria de Termômetro Ltda.).

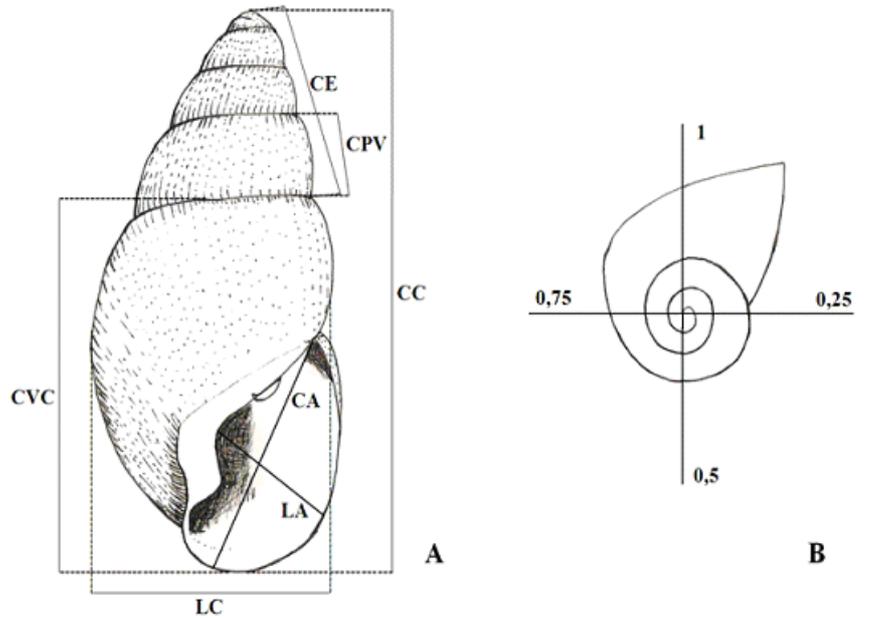
#### **3.2.5. Crescimento**

A intervalos de 15 dias, a partir do primeiro dia do experimento até 180 dias de vida, foi registrada a medida do comprimento da concha dos moluscos dos dois grupos experimentais, com paquímetro Kanon (Hardened Stainless 1/28 in 1/20mm), para estabelecer o crescimento médio (mm) e a taxa de crescimento (mm por dia) durante o ciclo de vida.

#### **3.2.6. Conquiliomorfometria**

Os moluscos que atingiram 180 dias de vida foram destinados ao estudo conquiliomorfométrico, realizado em setembro de 2011.

Utilizando-se paquímetro Kanon (Hardened Stainless 1/28 in 1/20mm), foram realizadas as seguintes medidas da concha dos moluscos dos dois grupos experimentais, adaptadas da metodologia usada por Chiu *et al.* (2002): comprimento da concha (CC), largura da concha (LC), comprimento da abertura (CA), largura da abertura (LA), comprimento da volta corporal (CVC), comprimento da penúltima volta (CPV) e comprimento da espira (CE) (esquema 1). Também foi determinado o número de voltas da concha (NV) (esquema 1).



Esquema 1: Desenho esquemático da concha de um molusco subulinídeo, com as medidas lineares aferidas (A) e contagem do número de voltas (B). Legenda: CC – comprimento da concha; LC – largura da concha; CA – comprimento da abertura; LA – largura da abertura; CVC – comprimento da volta corporal; CPV – comprimento da penúltima volta; CE – comprimento da espira. Barra de escala: 1cm. Fonte: Carvalho (2009)

Com os valores destas variáveis lineares, foram calculadas razões, utilizadas como descritores da forma da concha: comprimento da concha/largura da concha ( $CC/LC$ ), comprimento da volta corporal/comprimento da penúltima volta ( $CVC/CPV$ ), comprimento da volta corporal/largura da concha ( $CVC/LC$ ), comprimento da abertura/largura da abertura ( $CA/LA$ ) e comprimento da espira/comprimento da volta corporal ( $CE/CVC$ ).

### 3.2.7. Reprodução

A observação de filhotes em terrários de moluscos mantidos isolados foi o parâmetro utilizado para a constatação da ocorrência de autofecundação na espécie.

O aparecimento de filhotes nos terrários, verificado através de observações diárias, foi o parâmetro utilizado para a constatação do tempo para o alcance da maturidade sexual pelos moluscos dos dois grupos experimentais. A partir desse dia até 180 dias de vida, foram realizadas observações diárias para a verificação do número de eventos reprodutivos realizados (pelos encontros de filhotes nos terrários), do número de filhotes por evento reprodutivo e do intervalo entre eventos reprodutivos. Todos os filhotes encontrados nos terrários foram quantificados, retirados e transferidos para criações matrizes. Com esses

dados, foi calculada a fecundidade (número médio de filhotes produzidos por evento reprodutivo e número médio de filhotes produzidos por molusco parental).

### **3.2.8. Mortalidade**

Para avaliar a taxa de mortalidade total, antes e após a maturidade sexual dos moluscos dos dois grupos experimentais, foram realizadas observações diárias e cada morte observada foi registrada, sendo os animais mortos retirados do terrário. Foi avaliada a mortalidade quinzenal ao longo do ciclo, desde o nascimento até 180 dias de vida.

### **3.2.9. Análises estatísticas**

Sobre os dados obtidos foram realizadas análises estatísticas descritivas, para os cálculos de média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação dos seguintes parâmetros: comprimento da concha quinzenal, variáveis lineares das conchas e razões entre essas variáveis, e número de filhotes por evento reprodutivo e por molusco parental.

Aplicou-se a análise de variância Kruskal-Wallis (H), seguida pelo teste Student-Newman-Keuls (t) para a comparação das frequências médias dos parâmetros de crescimento, conchiliomorfometria, reprodução e mortalidade dos moluscos dos dois grupos experimentais.

Para correlacionar o número médio de filhotes e o comprimento médio da concha ao longo dos 180 dias de experimento, foi utilizado o teste de Regressão Linear Simples (F).

Na caracterização das relações de similaridade entre os padrões conchiliomorfométricos dos moluscos dos dois grupos experimentais, para verificar a possível separação destes grupos, foi realizada a análise discriminante. Previamente, os valores das variáveis lineares das conchas foram submetidos à transformação logarítmica ( $\log_{10}$ ) para minimizar os desvios da normalidade nos valores brutos.

As análises foram realizadas no programa BioEstat 5.0 e foi adotado o índice de significância de 0,05.

### 3.3. Resultados

#### 3.3.1. Crescimento

Com os valores obtidos do comprimento da concha de *D. muibum* isolados e agrupados, foram calculados as médias, desvios padrões, amplitudes (valores mínimos e máximos) e coeficientes de variação, que estão descritos na tabela 1.

Tabela 1: Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação do comprimento da concha (mm) de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante 180 dias de vida (letras diferentes indicam diferença significativa entre os grupos experimentais para a idade analisada ( $p < 0,05$ ))

Idade (dias)	Isolados			Agrupados		
	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)
15	1,45 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	(1,00 – 2,00)	18,60	1,59 $\pm$ 0,42 <sup>a</sup>	(1,00 – 2,70)	26,40
30	3,08 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup>	(1,70 – 4,60)	23,20	3,69 $\pm$ 0,81 <sup>b</sup>	(2,20 – 5,20)	21,83
45	4,24 $\pm$ 1,02 <sup>a</sup>	(2,10 – 5,90)	24,02	4,16 $\pm$ 1,12 <sup>a</sup>	(2,30 – 7,00)	26,96
60	4,65 $\pm$ 0,92 <sup>a</sup>	(2,50 – 5,90)	19,82	4,90 $\pm$ 0,99 <sup>a</sup>	(2,70 – 7,10)	20,14
75	5,16 $\pm$ 0,96 <sup>a</sup>	(3,10 – 7,10)	18,63	5,35 $\pm$ 0,96 <sup>a</sup>	(3,30 – 7,50)	17,94
90	5,70 $\pm$ 0,85 <sup>a</sup>	(4,00 – 7,70)	14,96	5,83 $\pm$ 0,96 <sup>a</sup>	(3,50 – 8,10)	16,51
105	6,05 $\pm$ 0,55 <sup>a</sup>	(5,00 – 7,00)	9,15	6,12 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	(5,00 – 7,20)	9,42
120	6,21 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>	(5,20 – 7,30)	9,68	6,25 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>	(5,20 – 7,40)	8,49
135	6,84 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	(6,10 – 7,60)	5,90	7,03 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,10)	8,12
150	7,09 $\pm$ 0,42 <sup>a</sup>	(6,10 – 8,00)	5,97	7,14 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,20)	8,28
165	7,44 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>	(6,20 – 8,30)	6,14	7,43 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,60)	8,02
180	7,20 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	(6,70 – 8,70)	8,14	7,26 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,40)	8,08

Legenda: DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

Foi demonstrada existência de diferença significativa no comprimento da concha entre moluscos isolados e agrupados apenas na idade de 30 dias, com os moluscos agrupados apresentando valores significativamente maiores ( $t=15,24$ ;  $p < 0,01$ ) (tabela 1).

O crescimento dos moluscos, aferido pelo aumento do comprimento da concha, está representado no gráfico 1. Os tamanhos médios dos moluscos isolados e agrupados ao final do experimento foram de  $7,20 \pm 0,59$ mm e  $7,26 \pm 0,59$ mm, respectivamente, não havendo diferença significativa entre estes ( $H=0,32$ ;  $p=0,57$ ) (tabela 1 e gráfico 1).

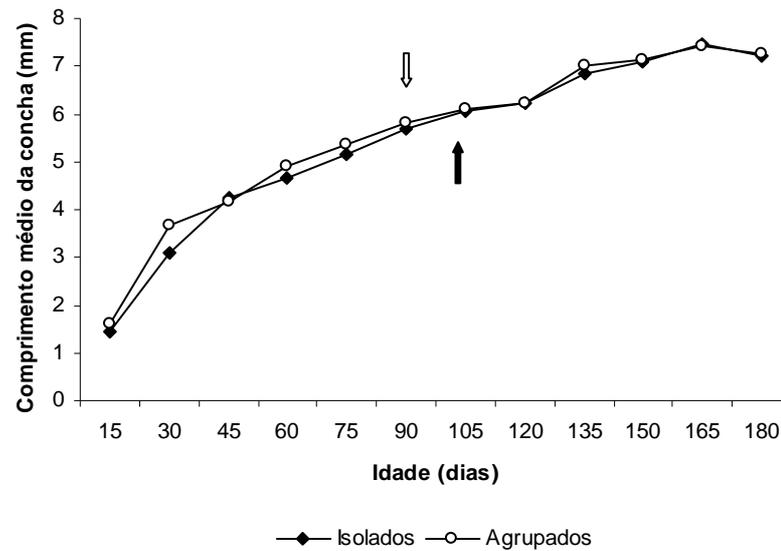


Gráfico 1: Crescimento médio de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante de 180 dias de vida (setas indicam idades de alcance da maturidade sexual: seta preta – isolados; seta branca – agrupados)

Observou-se que nos primeiros 30 dias de vida, os moluscos agrupados apresentaram um ritmo de crescimento mais rápido com relação aos isolados. Aos 45 dias de vida, a situação se inverteu e, aos 60 dias de vida, voltou à condição inicial. A partir dos 75 dias de vida, a taxa de crescimento dos moluscos isolados e agrupados passou a ser semelhante no decorrer do tempo. Porém, tomando todo o período analisado, a taxa de crescimento não diferiu estatisticamente entre os dois grupos ( $H=0,05$ ;  $p=0,82$ ), demonstrando que o isolamento não interfere nesse parâmetro (gráfico 2).

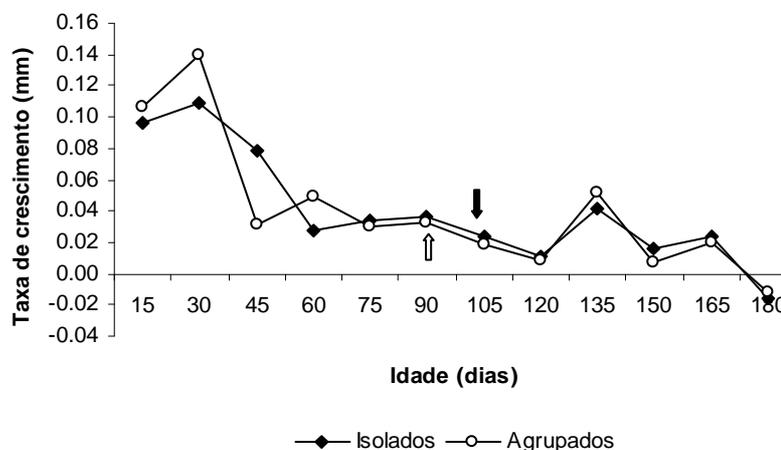


Gráfico 2: Taxa de crescimento (mm/dia) de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante 180 dias de vida (setas indicam idades de alcance da maturidade sexual: seta preta – isolados; seta branca – agrupados)

A espécie *D. muibum* apresentou padrão de crescimento indeterminado, com tendência à desaceleração deste, principalmente com a aproximação do alcance da maturidade sexual, uma vez que depois de maduros, a taxa de crescimento diminuiu tanto em moluscos isolados ( $t=4,46$ ;  $p=0,04$ ) quanto em agrupados ( $t=4,43$ ;  $p=0,02$ ) (gráficos 1 e 2). Observa-se através do coeficiente de variação que após o início da atividade reprodutiva houve tendência à homogeneização do crescimento, principalmente nos animais agrupados (tabela 1).

Não houve diferença significativa no comprimento da concha entre moluscos isolados e agrupados no início do desenvolvimento ( $H=1,50$ ;  $p=0,22$ ), no início da atividade reprodutiva ( $H=1,09$ ;  $p=0,30$ ) e no final do experimento ( $H=0,32$ ;  $p=0,57$ ) (gráfico 3).

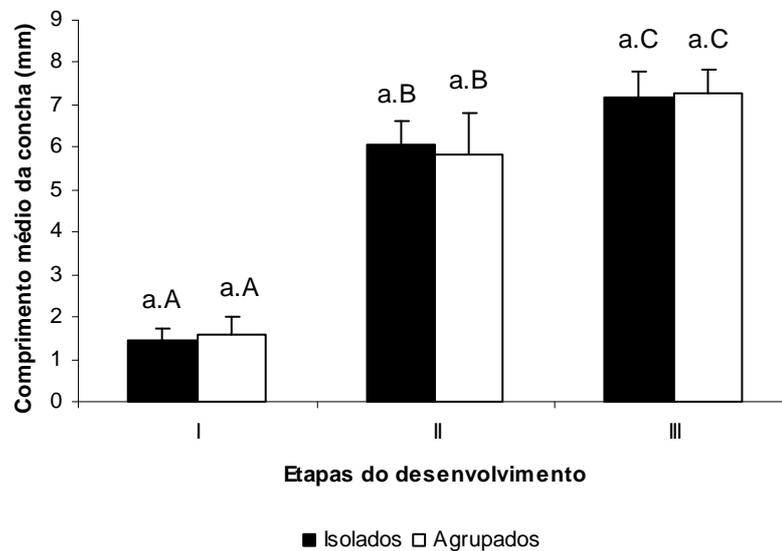


Gráfico 3: Comprimento médio da concha de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, em três fases do desenvolvimento (I – início do desenvolvimento, II – início da atividade reprodutiva e III – final do experimento) (letras minúsculas iguais indicam ausência de diferença significativa entre grupos experimentais em uma mesma etapa do desenvolvimento e letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre diferentes etapas do desenvolvimento ( $p<0,05$ ))

### 3.3.2. Conquiliomorfometria

Com os valores obtidos das variáveis lineares aferidas das conchas de *D. muibum* isolados e agrupados e razões entre essas variáveis, foram calculados as médias, desvios padrões, amplitudes (valores mínimos e máximos) e coeficientes de variação, que estão descritos nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação das variáveis lineares da concha (mm) de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, com idade de 180 dias de vida (letras diferentes indicam diferença significativa entre os grupos experimentais para a variável linear analisada ( $p < 0,05$ ))

Variáveis	Isolados			Agrupados		
	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)
CC	7,20 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	(6,20 – 8,70)	8,14	7,26 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,40)	8,08
LC	2,30 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	(1,90 – 3,00)	11,26	2,42 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>	(2,10 – 3,00)	8,86
CA	1,58 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	(1,20 – 2,00)	13,92	1,63 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	(1,20 – 2,00)	13,02
LA	1,23 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	(0,70 – 1,70)	14,41	1,24 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	(0,90 – 1,60)	13,34
CVC	3,28 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	(2,70 – 3,90)	9,18	3,34 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	(2,70 – 4,00)	8,37
CPV	1,47 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	(1,20 – 2,00)	15,70	1,56 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	(1,00 – 2,00)	12,43
CE	4,01 $\pm$ 0,48 <sup>a</sup>	(3,10 – 5,40)	11,97	3,93 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>	(3,00 – 5,20)	14,51
NV	6,19 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	(5,50 – 7,25)	5,52	6,10 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	(5,25 – 7,00)	6,62

Legenda: CC – comprimento da concha; LC – largura da concha; CA – comprimento da abertura; LA – largura da abertura; CVC – comprimento da volta corporal; CPV – comprimento da penúltima volta; CE – comprimento da espira; NV – número de voltas; DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

Tabela 3: Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação das razões entre as variáveis lineares da concha (mm) de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, com idade de 180 dias de vida (letras diferentes indicam diferença significativa entre os grupos experimentais para a razão analisada ( $p < 0,05$ ))

Razões	Isolados			Agrupados		
	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)
CC/LC	3,15 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	(2,50 – 3,81)	10,22	3,02 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	(2,46 – 3,62)	10,03
CVC/CPV	2,27 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>	(1,60 – 2,92)	16,41	2,17 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	(1,69 – 3,20)	14,60
CVC/LC	1,44 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	(0,97 – 1,90)	14,12	1,39 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	(1,04 – 1,62)	10,85
CA/LA	1,31 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	(1,00 – 2,14)	18,50	1,33 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	(1,00 – 1,89)	15,72
CE/CVC	1,23 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	(0,94 – 1,80)	16,11	1,18 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	(0,75 – 1,49)	14,04

Legenda: CC/LC – razão entre comprimento da concha e largura da concha; CVC/CPV – razão entre comprimento da volta corporal e comprimento da penúltima volta; CVC/LC – razão entre comprimento da volta corporal e largura da concha; CA/LA – razão entre comprimento da abertura e largura da abertura; CE/CVC – razão entre comprimento da espira e comprimento da volta corporal; DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

Com relação às variáveis lineares, foi demonstrada existência de diferença significativa apenas em LC ( $t=8,76$ ;  $p=0,04$ ) e CPV ( $t=9,76$ ;  $p=0,03$ ) entre moluscos isolados e agrupados, sendo que as conchas dos moluscos agrupados apresentaram os maiores valores dessas variáveis (tabela 2). Já com relação às razões entre essas variáveis, não foi demonstrada existência de diferença significativa em nenhuma delas (tabela 3).

Com base nas variáveis lineares da concha e nas razões entre essas variáveis, não foi possível a distinção de morfotipos entre moluscos isolados e agrupados, o que pode ser confirmado por meio da análise discriminante aplicada a essas variáveis, representada no

gráfico 4. Os padrões conchiliomorfológicos dos dois grupos foram muito próximos, não mostrando grande variação.

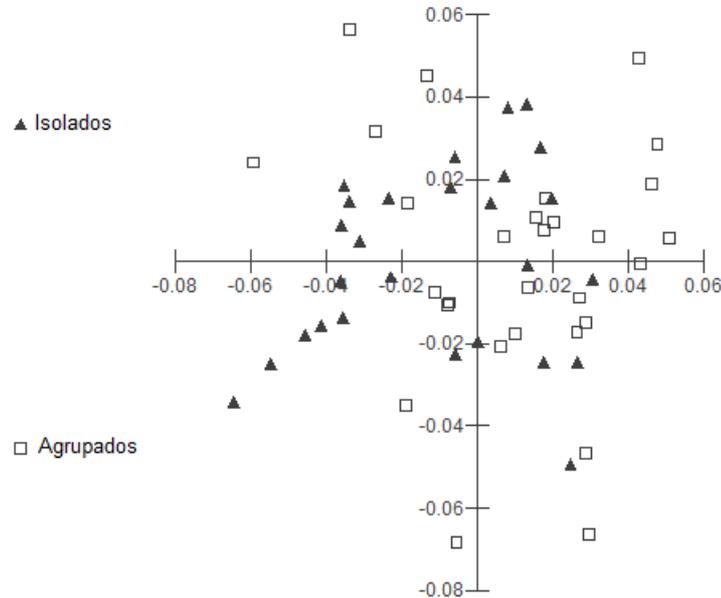


Gráfico 4: Análise discriminante aplicada às variáveis lineares da concha de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, com idade de 180 dias de vida

### 3.3.3. Reprodução

#### 3.3.3.1. Ocorrência de autofecundação

Constatou-se que os moluscos da espécie *D. muibum* são capazes de se reproduzir por autofecundação, uma vez que 30 moluscos mantidos isolados desde o nascimento (75%) foram capazes de produzir filhotes. Dos dez moluscos que não produziram filhotes, oito morreram logo no início do experimento, não atingindo a maturidade sexual.

#### 3.3.3.2. Tempo para o alcance da maturidade sexual

O tempo médio para o alcance da maturidade sexual dos moluscos isolados foi de  $101,23 \pm 21,63$  dias (média dos indivíduos). Já para os moluscos agrupados, esse período não foi significativamente diferente,  $89 \pm 6,93$  dias (média dos grupos), o que evidencia que o isolamento não causou alteração significativa do tempo para início da liberação de filhotes ( $H=1,41$ ;  $p=0,23$ ).

### 3.3.3.3. Fecundidade

Os moluscos isolados realizaram  $9,17 \pm 2,65$  eventos reprodutivos, obtendo um total de 496 filhotes, enquanto os moluscos agrupados realizaram  $16,25 \pm 2,87$  eventos reprodutivos, obtendo um total de 295 filhotes. Constatou-se que houve diferença significativa entre o número de eventos reprodutivos realizados por moluscos dos dois grupos ( $t=17,00$ ;  $p<0,01$ ), assim como entre o número total de filhotes produzidos ( $t=17,00$ ;  $p<0,01$ ).

O intervalo entre eventos reprodutivos foi significativamente maior para os moluscos isolados ( $8,64 \pm 7,20$  dias) em relação aos agrupados ( $5,85 \pm 3,45$  dias) ( $t=13,03$ ;  $p=0,01$ ).

Com os valores obtidos do número de filhotes de *D. muibum* isolados e agrupados, foram calculados as médias (dos indivíduos para isolados e dos grupos para agrupados), desvios padrões, amplitudes (valores mínimos e máximos) e coeficientes de variação, que estão descritos na tabela 4. O número médio de filhotes de *D. muibum* isolados e agrupados e os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar, no referido período, encontram-se representados no gráfico 5.

Tabela 4: Médias, desvios padrões, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação do número de filhotes de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante 180 dias de vida (letras diferentes indicam diferença significativa entre os grupos experimentais para a fecundidade analisada ( $p<0,05$ ))

Grupos	Média/evento reprodutivo $\pm$ DP	Média/molusco $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)
Isolados	$1,83 \pm 0,43^a$	$16,53 \pm 5,16^a$	(1,00 – 6,00)	23,74
Agrupados	$4,60 \pm 1,26^b$	$7,38 \pm 2,08^b$	(1,00 – 34,00)	27,41

Legenda: DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

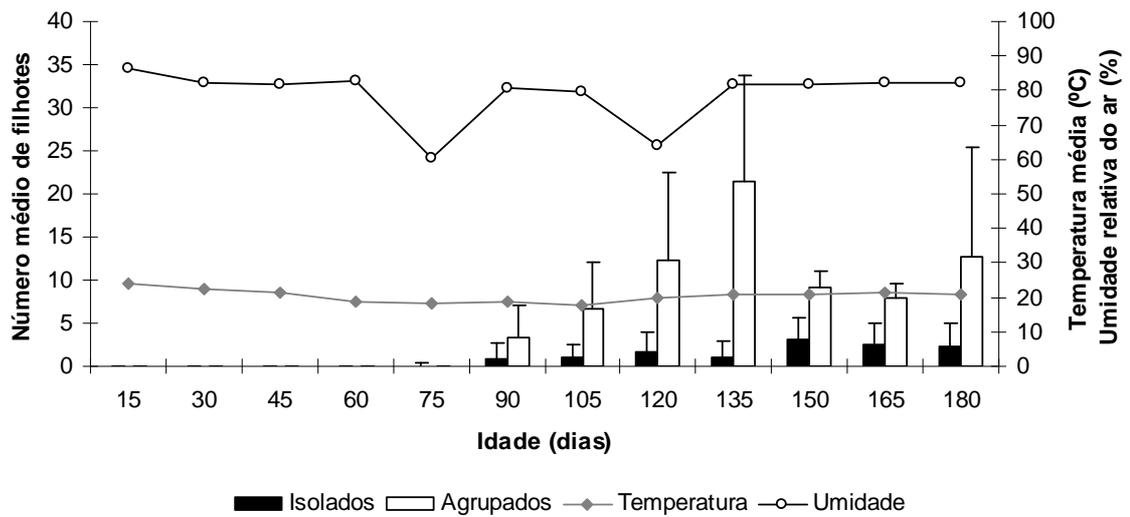


Gráfico 5: Número médio de filhotes de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, temperatura média e umidade relativa do ar média, durante 180 dias de vida

A fecundidade de *D. muibum* observada em ambos os grupos diferiu, sendo reduzida pelo isolamento quanto ao número de filhotes por evento reprodutivo ( $t=17,00$ ;  $p<0,01$ ), e aumentada quanto ao número de filhotes por molusco ( $t=16,15$ ;  $p<0,01$ ).

#### 3.3.3.4. Relação entre reprodução e crescimento

O teste de Regressão Linear Simples mostrou ser positiva a relação entre o comprimento médio da concha e o número médio de filhotes dos moluscos isolados (média dos indivíduos) ( $F=17,71$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2=0,60$ ) (gráfico 6) e agrupados (média dos grupos) ( $F=10,74$ ;  $p=0,01$ ;  $R^2=0,47$ ) (gráfico 7).

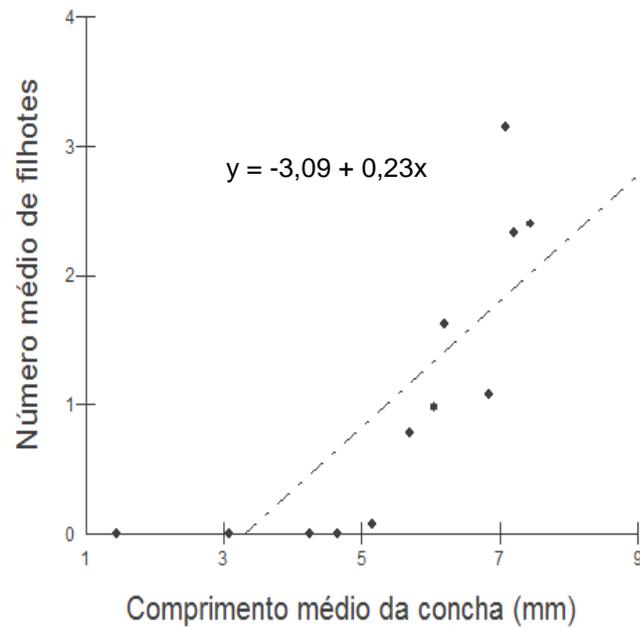


Gráfico 6: Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio concha de *Dysopeas muibum*, mantidos em condição de isolamento, durante 180 dias de vida

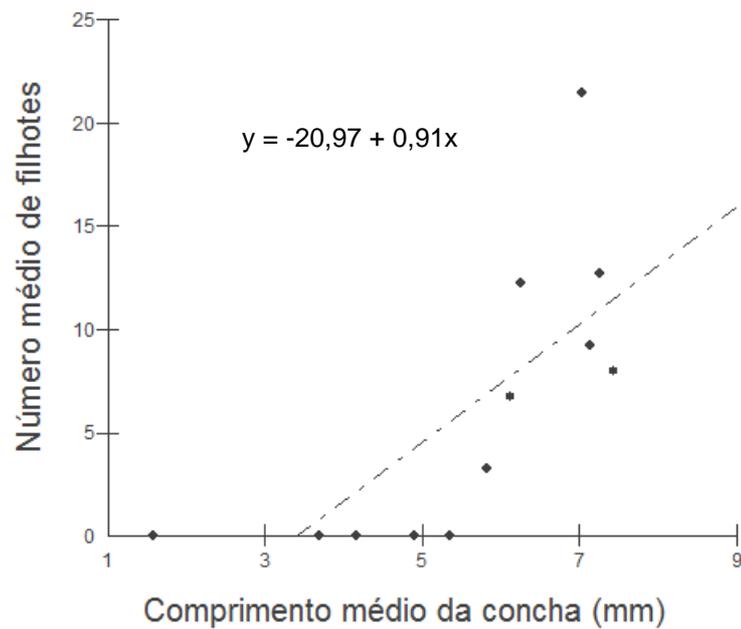


Gráfico 7: Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de *Dysopeas muibum*, mantidos em condição de agrupamento, durante 180 dias de vida

### 3.3.4. Mortalidade

Ao decorrer do desenvolvimento do experimento, morreram 13 moluscos isolados (taxas de mortalidade pré maturidade sexual de 23% e pós maturidade sexual de 10%) e 11 moluscos

agrupados (taxas de mortalidade pré maturidade sexual de 15% e pós maturidade sexual de 13%).

Não houve diferença significativa entre o número total de moluscos mortos nos dois grupos durante todo o período estudado ( $H=0,01$ ;  $p=0,93$ ), antes da maturidade sexual ( $H=0,04$ ;  $p=0,85$ ) e depois da maturidade sexual ( $H=0,01$ ;  $p=0,93$ ). Esses valores, durante todo o período avaliado, podem ser observados no gráfico 8.

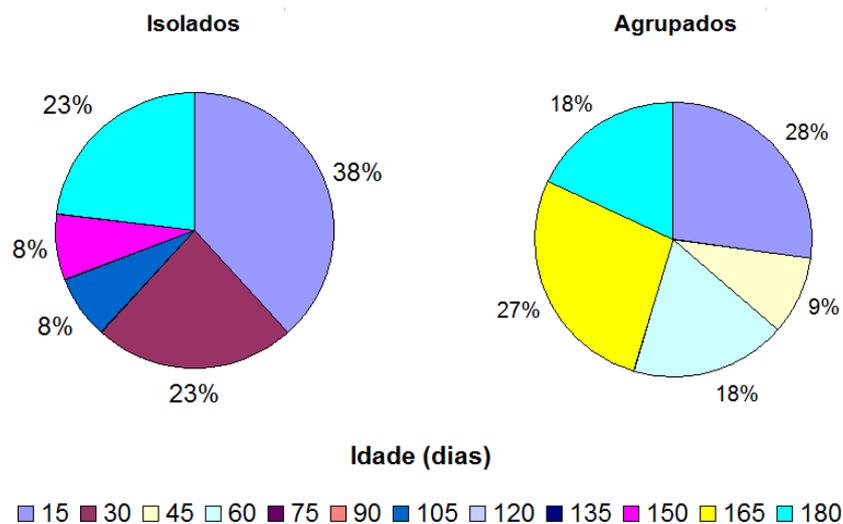


Gráfico 8: Indivíduos mortos de *Dysopeas muibum*, mantidos sob condições de isolamento e agrupamento, durante 180 dias de vida

### 3.4. Discussão

O comprimento médio da concha de *D. muibum* foi semelhante entre moluscos isolados e agrupados ao longo do estudo, assim como a taxa de crescimento, demonstrando que o isolamento não alterou esses parâmetros, embora fosse esperado maior crescimento em animais isolados, uma vez que estes não competem por recursos.

Da mesma forma, o isolamento não influenciou o padrão de crescimento, pois nos dois grupos, observou-se que no período anterior ao alcance da maturidade sexual, a taxa de crescimento manteve-se alta e, após tal evento, tendeu a cair e estabilizar com o passar do tempo, comprovando que a espécie possui crescimento indeterminado, com tendência à desaceleração, principalmente com a aproximação do primeiro evento reprodutivo. Tal fato se deve aos moluscos investirem sua energia no crescimento antes de alcançarem a maturidade sexual, e ao alcançarem, investirem a maior parte de sua energia na reprodução, diminuindo assim o crescimento (HELLER, 2001). Esse padrão também é encontrado em outros

subulinídeos, como *S. octona* (BESSA & ARAÚJO, 1995a) e *L. unilamellata* (ALMEIDA & BESSA, 2001a; CARVALHO, 2009; CARVALHO *et al.*, 2009), e em espécies de outras famílias de moluscos terrestres, como *B. similaris* (ALMEIDA & BESSA, 2001b; CARVALHO *et al.*, 2008), *B. tenuissimus* (SILVA *et al.*, 2008; SILVA, 2009) e *H. semenlini* (SILVA *et al.*, 2009).

No entanto, o crescimento após a maturidade não prejudica o sucesso reprodutivo, uma vez que a produção de ovos (ou filhotes) aumenta devido ao maior tamanho do corpo (CICHON, 1999; HELLER, 2001). Em *D. muibum* houve relação direta entre o comprimento médio da concha e o número médio de filhotes nos dois grupos, de modo que a fecundidade aumenta com o tamanho do corpo, como também foi verificado em *C. nemoralis* (WOLDA & KREULEN, 1973). Em *S. octona*, o crescimento do trato reprodutor está relacionado não só com o comprimento da concha, mas também com o peso do organismo parental (D'ÁVILA & BESSA, 2005a,b,c).

As medidas lineares aferidas da concha de *D. muibum*, as razões entre essas medidas e a observação de sua morfologia externa permitem confirmar as observações feitas por Carvalho & D'ávila (2009) e inferir que essa espécie apresenta parte mole amarelada e concha alongada e relativamente pequena.

Estudos de variações nas medidas da concha podem resultar na constatação de diferentes padrões morfométricos, permitindo inferir sobre características do animal, como forma do corpo e padrão de crescimento (CARVALHO, 2009). No presente trabalho, não se verificou variabilidade conquiliomorfométrica em *D. muibum* isolados e agrupados, uma vez que apenas houve diferença nas medidas da largura da concha e do comprimento da penúltima volta e em nenhuma razão entre medidas lineares. Assim sendo, não foi possível distinguir morfotipos diferentes para os dois grupos, com ambos apresentando forma alongada da concha, provavelmente pelos valores relativamente altos das razões entre o comprimento e a largura da concha e entre o comprimento da espira e o comprimento da volta corporal.

Fatores bióticos como competição e densidade populacional podem influenciar a morfologia e a biologia dos gastrópodes terrestres (BAILEY, 1989; ANDERSON *et al.*, 2007). Embora o isolamento, um fator biótico, não tenha influenciado a morfologia desses animais, sabe-se que fatores abióticos, como características do ambiente podem atuar na morfologia da concha. Moluscos de habitats úmidos e protegidos, como *D. muibum*, tendem a ter conchas com espiras altas e aberturas maiores (embora a abertura da concha de *D. muibum* seja pequena), enquanto os de locais secos e sem proteção, como áreas de alteração antrópica, tendem a ter conchas com espiras baixas e aberturas estreitas (CHIBA & DAVISON, 2007).

Isso pode estar relacionado à menor retenção de umidade e temperaturas maiores nessas áreas, já que uma maior abertura da concha leva a uma maior exposição do tegumento e, conseqüentemente, à desidratação. Além disso, o maior comprimento expõe o animal a predadores (SANTOS & MONTEIRO, 2001).

Os pulmonados terrestres têm baixa capacidade de dispersão, de modo que a autofecundação é uma estratégia que possibilita um único indivíduo fundar uma nova população, diminuindo assim os riscos de extinção da espécie por falta de encontros com coespecíficos (PARAENSE, 1955).

A autofecundação constatada nesse estudo é comum em moluscos dessa família, como verificado nos subulinídeos *L. unilamellata* (ALMEIDA & BESSA, 2001a) e *S. octona* (BESSA & ARAÚJO, 1995b), assim como também pode ser observada em muitas outras famílias de moluscos terrestres (ARMBRUSTER *et al.*, 2007). Essa estratégia foi verificada em muitos basomatóforos, como planorbídeos que se reproduzem apenas por esse modo, não havendo cópula, e não é incomum em estilomatóforos, apesar da grande maioria desses moluscos se reproduzir preferencialmente por fecundação cruzada (GOMOT DE VAUFLEURY, 2001).

O isolamento não alterou o tempo para o alcance da maturidade sexual nessa espécie, dados que contrastam com os de outras espécies, como *B. tenuissimus*, onde moluscos mantidos em condições propícias à reprodução (agrupamento) iniciaram a produção e liberação de ovos em um tempo menor, o que conseqüentemente levou a um período jovem curto e a um tempo de vida adulta maior (SILVA *et al.*, 2008; SILVA, 2009). Aguiar *et al.* (2009) verificaram que o molusco *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Achatinidae) – o caramujo gigante africano – provavelmente usa estímulos de coespecíficos para localizar potenciais cópulas, o que leva à hipótese que certas espécies possam também retardar a maturidade sexual para a cópula cruzada, através desses estímulos, uma vez que esta seria mais vantajosa por conferir maior variabilidade genética à prole e inibir os efeitos deletérios da endogamia.

Os animais mantidos agrupados apresentaram mais eventos reprodutivos e menor intervalo de tempo separando eventos consecutivos quando comparados aos isolados, como era esperado, uma vez que o agrupamento é uma condição propícia à reprodução. Porém, os moluscos isolados produziram mais filhotes até o término do experimento, no total e por parental, embora tenham produzido menos filhotes por evento reprodutivo. Esses resultados mostram que embora os moluscos agrupados tenham alcançado a maturidade mais cedo e tido mais eventos reprodutivos, tiveram menor fecundidade, provavelmente pela ação dos mecanismos de seleção sexual, uma vez que devem ter realizado fecundação cruzada ao invés

da autofecundação, onde o sucesso reprodutivo é maior, embora seja mais custosa em termos energéticos, uma vez que os animais precisam desempenhar o papel masculino e feminino, produzindo espermatozóides e oócitos (GÓMEZ, 2001).

Como dito anteriormente, o isolamento não alterou o crescimento de *D. muibum*, embora tenha alterado a fecundidade, diferentemente do que ocorre em *B. similaris* que apresenta maior crescimento e menor fecundidade quando mantida em isolamento (ALMEIDA & BESSA, 2001b). O isolamento pode também, em espécies ovíparas, reduzir a eclodibilidade dos ovos, como registrado por Silva *et al.* (2008) para *B. tenuissimus*.

No presente estudo não foram verificados ovos nos terrários, mas apenas filhotes, liberados diretamente do organismo parental, o que está de acordo com a ovoviviparidade de *D. muibum* citada por D'ávila *et al.* (2011). A retenção de ovos no organismo parental parece ser vantajosa durante condições ambientais desfavoráveis, como de umidade no ambiente, além de proteger da predação os filhotes, que vão sendo liberados apenas quando as condições voltam a ser favoráveis. Esta estratégia permite que os moluscos obtenham maior sucesso reprodutivo, por garantir a sobrevivência dos filhotes. Dentre os fatores que provocam a alteração na liberação da prole, destacam-se as condições ambientais, a densidade populacional e a presença de predadores (HYMAN, 1969; BAUR, 1994; HELLER, 2001).

A baixa mortalidade observada na espécie *D. muibum*, tanto antes quanto após a maturidade sexual, é um traço importante do ciclo de vida dessa espécie, e é independente do modo de criação. Algumas outras espécies da mesma família, tais como *L. unilamellata* e *S. octona*, também se caracterizam por baixa mortalidade depois do primeiro evento reprodutivo (BESSA & ARAÚJO, 1995a; ALMEIDA & BESSA, 2001a; CARVALHO, 2009; CARVALHO *et al.*, 2009).

O modo e a proporção como a energia é utilizada no ciclo de vida, principalmente na reprodução, leva à diferenciação de duas estratégias reprodutivas: a iteroparidade e a semelparidade. O investimento em mais de um ciclo reprodutivo, como verificado em *D. muibum*, denomina-se iteroparidade. Já a utilização de grande parte ou toda a energia acumulada em uma única estação reprodutiva denomina-se semelparidade, podendo levar ao fim da vida, de modo que parentais não convivam com a prole (STEARNS, 1976; HELLER, 2001).

Na iteroparidade verificada na espécie em estudo, os recursos energéticos foram distribuídos durante o ciclo de vida, o que provavelmente favoreceu a fecundidade e a sobrevivência verificadas. *Dysopeas muibum* se reproduz continuamente desde que alcança a maturidade sexual. As condições de laboratório como alimento e umidade do substrato

constantes podem ter favorecido a liberação de filhotes durante todo o período observado. Porém, vale ressaltar que o presente estudo não foi feito durante o ano todo e nem até o fim da vida de todos os moluscos, não abordando assim a sazonalidade e a longevidade da espécie. Tais dados podem vir a contribuir para maiores esclarecimentos sobre a estratégia de história de vida da espécie, como foi feito para as espécies *B. similaris* e *L. unilamellata* (CARVALHO *et al.*, 2008; 2009; CARVALHO, 2009).

Nos gastrópodes terrestres de clima tropical, o crescimento do sistema reprodutor é geralmente contínuo (GÓMEZ, 2001). Entretanto, são necessários estudos de histologia desse sistema ao longo da longevidade para esclarecer se o processo de formação de gametas também é contínuo.

### 3.5. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos durante o presente estudo, pode-se concluir que:

Registra-se a ocorrência da espécie *D. muibum* no município de Juiz de Fora, Minas Gerais.

*Dysopeas muibum* apresenta parte mole amarelada e concha alongada e relativamente pequena.

Esta espécie apresenta padrão de crescimento indeterminado, capacidade de se reproduzir por autofecundação, fecundidade aumentando com o tamanho do corpo, baixa mortalidade antes e após a maturidade sexual e estratégia de iteroparidade.

O isolamento propiciou um aumento no número total de filhotes, no número de filhotes por molusco parental e no tempo entre eventos reprodutivos consecutivos, porém reduziu o número de eventos reprodutivos e o número de filhotes por evento reprodutivo.

O isolamento não influenciou os parâmetros de crescimento, o alcance da maturidade sexual, a relação crescimento-reprodução, a mortalidade e a conquiliomorfometria.

## **4. EFEITO DO FOTOPERÍODO SOBRE PADRÕES DE CRESCIMENTO, REPRODUÇÃO, MORTALIDADE E CONQUILIMORFOMETRIA DE *Dysopeas muibum* MARCUS & MARCUS, 1968 (MOLLUSCA, SUBULINIDAE) EM LABORATÓRIO**

### **4.1. Introdução**

O ciclo de vida e a morfologia dos moluscos terrestres são fortemente influenciados por alterações nos fatores bióticos, como densidade populacional e competição, e abióticos, como temperatura, pluviosidade, umidade, substrato e fotoperíodo (LÜSIS, 1966; DIMITRIEVA, 1975; WAREING & BAILEY, 1985; BAILEY, 1989; GOMOT *et al.*, 1989; GOMOT, 1990; SOUTH, 1992; ASAMI, 1999; D'ÁVILA, 2003; D'ÁVILA *et al.*, 2004; D'ÁVILA & BESSA, 2005a,b,c; HAUSDORF, 2006; ANDERSON *et al.*, 2007; UDAKA *et al.*, 2007).

Mudanças sazonais em alguns desses fatores podem regular as taxas de crescimento, o desenvolvimento, a sobrevivência e o ciclo reprodutivo de gastrópodes terrestres, incluindo a gametogênese, a corte e a cópula, principalmente ao atuar no controle hormonal e na conversão de reservas energéticas (WAYNE, 2001; GARCIA & PINHEIRO, 2007; UDAKA *et al.*, 2007).

Os gastrópodes da espécie *D. muibum* pertencem à família dos subulinídeos e são nativos do continente americano, ocorrendo em território brasileiro (SIMONE, 2006; CARVALHO & D'ÁVILA, 2009). Até o presente momento não foram realizados trabalhos que esclareçam a influência de fatores abióticos sobre a biologia e a morfologia dessa espécie.

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito do fotoperíodo sobre padrões de crescimento, reprodução, mortalidade e conquiliomorfometria da espécie *D. muibum*, em condições de laboratório.

### **4.2. Material e métodos**

Os tópicos “Local dos experimentos”, “Caracterização da localidade de coleta dos moluscos”, “Obtenção e manutenção dos moluscos”, “Crescimento”, “Conquiliomorfometria”, “Reprodução”, “Mortalidade” e “Análises estatísticas” encontram-se descritos na seção 1, com as diferenças que neste estudo foram obtidos 120 moluscos, sendo todos mantidos agrupados (12 grupos, 10 moluscos por grupo) e, nas análises estatísticas, também foram calculados os

valores da distância euclidiana e realizada a análise de agrupamentos pelo método de agregação Ward.

#### **4.2.1. Grupos experimentais**

Foram formados três grupos experimentais:

- 1) Controle: 40 moluscos (quatro grupos, 10 moluscos por grupo) mantidos sob condições naturais de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo, sendo as temperaturas mínima e máxima e a umidade relativa do ar registradas diariamente, usando termômetro de máxima e de mínima e termo-higrômetro de bulbo seco e úmido, respectivamente (Incoterm® Indústria de Termômetro Ltda.);
- 2) Dia longo: 40 moluscos (quatro grupos, 10 moluscos por grupo) mantidos em estufa para B.O.D., a 22°C, com umidade relativa do ar de aproximadamente 80% e fotoperíodo de 14 horas diárias de luz e 10 de escuro;
- 3) Dia curto: 40 moluscos (quatro grupos, 10 moluscos por grupo) mantidos em estufa para B.O.D., a 22°C, com umidade relativa do ar de aproximadamente 80% e fotoperíodo de 10 horas diárias de luz e 14 de escuro.

### **4.3. Resultados**

#### **4.3.1. Crescimento**

Com os valores obtidos do comprimento da concha de *D. muibum* dos grupos Controle, Dia longo e Dia curto, foram calculados as médias, desvios padrões, amplitudes (valores mínimos e máximos) e coeficientes de variação, que estão descritos na tabela 5.

Tabela 5: Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação do comprimento da concha (mm) de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida (letras diferentes indicam diferença significativa entre os grupos experimentais para a idade analisada ( $p < 0,05$ ))

Idade (dias)	Controle			Dia longo			Dia curto		
	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)	Média $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)
15	1,59 $\pm$ 0,42 <sup>a</sup>	(1,00 – 2,70)	26,40	1,51 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	(1,00 – 2,60)	29,05	1,33 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>	(1,00 – 2,50)	26,59
30	3,69 $\pm$ 0,81 <sup>a</sup>	(2,20 – 5,20)	21,83	3,08 $\pm$ 1,15 <sup>b</sup>	(1,50 – 5,40)	37,40	3,40 $\pm$ 1,02 <sup>a,b</sup>	(1,80 – 6,10)	30,10
45	4,16 $\pm$ 1,12 <sup>a</sup>	(2,30 – 7,00)	26,96	4,47 $\pm$ 1,32 <sup>a,b</sup>	(2,30 – 7,00)	29,46	4,85 $\pm$ 0,90 <sup>b</sup>	(3,10 – 6,60)	18,64
60	4,90 $\pm$ 0,99 <sup>a</sup>	(2,70 – 7,10)	20,14	5,92 $\pm$ 1,51 <sup>b</sup>	(2,40 – 8,20)	25,55	6,38 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup>	(4,40 – 7,70)	11,80
75	5,35 $\pm$ 0,96 <sup>a</sup>	(3,30 – 7,50)	17,94	7,36 $\pm$ 0,92 <sup>b</sup>	(5,40 – 9,00)	12,45	7,10 $\pm$ 1,08 <sup>b</sup>	(4,60 – 9,20)	15,15
90	5,83 $\pm$ 0,96 <sup>a</sup>	(3,50 – 8,10)	16,51	7,96 $\pm$ 1,30 <sup>b</sup>	(5,60 – 12,00)	16,30	8,02 $\pm$ 0,68 <sup>b</sup>	(6,70 – 9,30)	8,49
105	6,12 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	(5,00 – 7,20)	9,42	8,31 $\pm$ 1,05 <sup>b</sup>	(5,70 – 10,50)	12,58	8,20 $\pm$ 0,80 <sup>b</sup>	(6,90 – 10,00)	9,80
120	6,25 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>	(5,20 – 7,40)	8,49	8,49 $\pm$ 1,00 <sup>b</sup>	(5,70 – 10,10)	11,78	8,51 $\pm$ 0,70 <sup>b</sup>	(7,10 – 9,80)	8,24
135	7,03 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,10)	8,12	8,78 $\pm$ 0,89 <sup>b</sup>	(6,50 – 10,90)	10,12	9,09 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup>	(7,70 – 10,40)	8,22
150	7,14 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,20)	8,28	8,63 $\pm$ 0,79 <sup>b</sup>	(7,30 – 10,80)	9,18	9,28 $\pm$ 0,76 <sup>c</sup>	(8,00 – 11,00)	8,19
165	7,43 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,60)	8,02	8,97 $\pm$ 0,94 <sup>b</sup>	(7,50 – 10,80)	10,47	9,72 $\pm$ 0,70 <sup>c</sup>	(8,50 – 11,00)	7,20
180	7,26 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,40)	8,08	9,48 $\pm$ 0,90 <sup>b</sup>	(8,00 – 11,10)	9,46	10,03 $\pm$ 0,72 <sup>b</sup>	(8,60 – 11,40)	7,15

Legenda: DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

Foi demonstrada existência de diferença significativa no comprimento da concha entre moluscos dos grupos Controle, Dia longo e Dia curto em todas as idades (tabela 5).

Os moluscos do grupo Controle apresentaram valores significativamente menores do comprimento da concha em todas as idades, quando comparados aos moluscos do grupo Dia longo, com exceção das idades de 15 ( $t=8,01$ ;  $p=0,30$ ) e 45 dias ( $t=9,03$ ;  $p=0,23$ ) que não diferiram entre estes dois grupos e da idade de 30 dias, onde apresentaram valores significativamente maiores ( $t=20,30$ ;  $p=0,01$ ). Já quando comparados aos moluscos do grupo Dia curto, apresentaram valores significativamente menores em todas as idades, com exceção da idade de 15 dias, onde apresentaram valores significativamente maiores ( $t=23,55$ ;  $p<0,01$ ), e da idade de 30 dias que não diferiu entre estes dois grupos ( $t=11,02$ ;  $p=0,15$ ). Os indivíduos do grupo Dia longo apresentaram valores significativamente menores do comprimento da concha nas idades de 150 ( $t=16,50$ ;  $p=0,02$ ) e 165 dias ( $t=15,32$ ;  $p=0,02$ ), quando comparados aos indivíduos do grupo Dia curto. Porém, apresentaram valores significativamente maiores na idade de 15 dias ( $t=15,54$ ;  $p=0,04$ ) (tabela 5).

O crescimento dos moluscos, aferido pelo aumento do comprimento da concha, está representado no gráfico 9. Os tamanhos médios dos moluscos dos grupos Controle, Dia longo e Dia curto ao final do experimento foram de  $7,26 \pm 0,59\text{mm}$ ,  $9,48 \pm 0,90\text{mm}$  e  $10,03 \pm 0,72\text{mm}$ , respectivamente, havendo diferença significativa entre estes ( $H=57,99$ ;  $p=0$ ) (tabela 5 e gráfico 9).

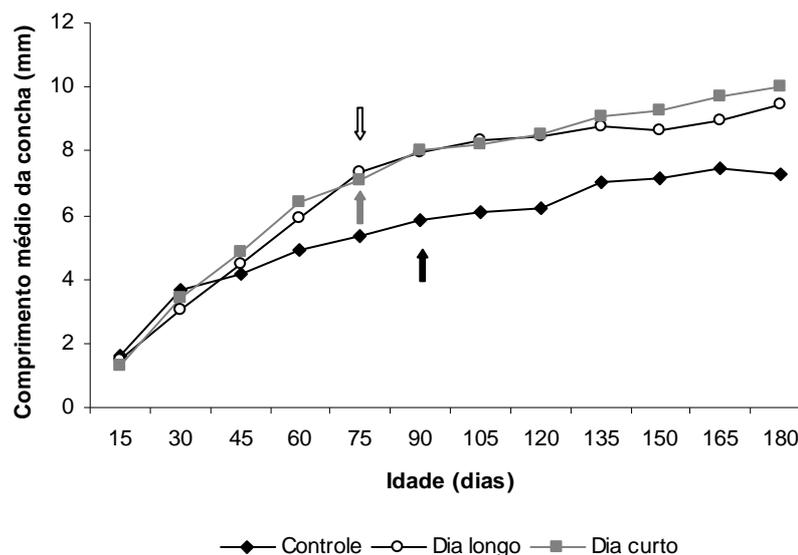


Gráfico 9: Crescimento médio de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida (setas indicam idades de alcance da maturidade sexual: seta preta – Controle; seta branca – Dia longo; seta cinza – Dia curto)

Observou-se que dos 45 dias de vida até o alcance da maturidade sexual, os moluscos dos grupos Dia longo e Dia curto apresentaram um ritmo de crescimento mais rápido com relação ao grupo Controle. Após esse período, a taxa de crescimento dos moluscos dos três grupos passou a ser semelhante no decorrer do tempo. Porém, tomando todo o período analisado, a taxa de crescimento dos moluscos dos três grupos não diferiu estatisticamente ( $H=0,92$ ;  $p=0,63$ ), demonstrando que o fotoperíodo não interfere nesse parâmetro (gráfico 10). *Dysopeas muibum* apresentou padrão de crescimento indeterminado nos três grupos, uma vez que depois de maduros, a taxa de crescimento diminui nos moluscos dos grupos Controle ( $t=4,83$ ;  $p=0,02$ ), Dia longo ( $t=6,00$ ;  $p=0,01$ ) e Dia curto ( $t=5,66$ ;  $p=0,01$ ) (gráficos 9 e 10).

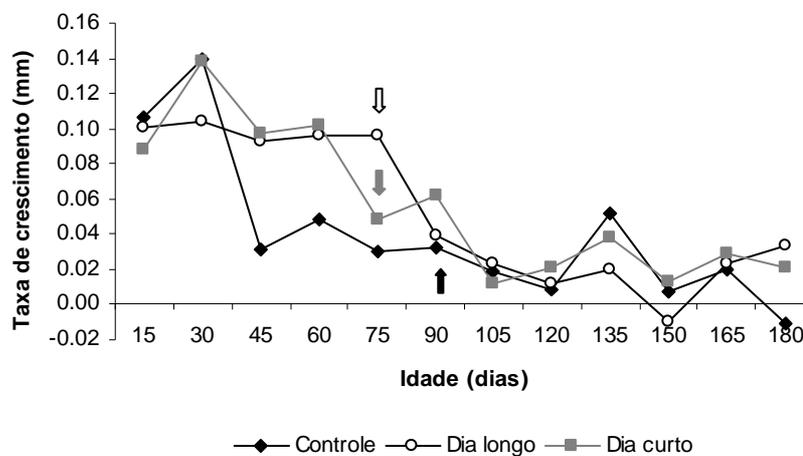


Gráfico 10: Taxa de crescimento (mm/dia) de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida (setas indicam idades de alcance da maturidade sexual: seta preta – Controle; seta branca – Dia longo; seta cinza – Dia curto)

Os moluscos dos grupos Controle e Dia longo alcançaram valores significativamente maiores no comprimento da concha com relação ao grupo Dia curto no início do experimento ( $H=9,97$ ;  $p=0,01$ ). O grupo Controle, entretanto, apresentou valores significativamente menores dessa medida em relação aos grupos Dia longo e Dia curto no início da atividade reprodutiva ( $H=34,89$ ;  $p=0$ ) e no final do experimento ( $H=57,99$ ;  $p=0$ ) (gráfico 11).

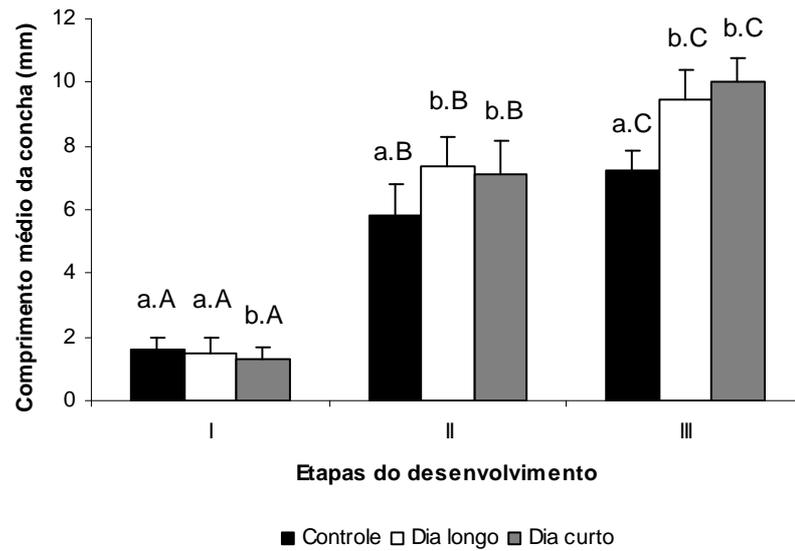


Gráfico 11: Comprimento médio da concha de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, em três fases do desenvolvimento (I – início do desenvolvimento, II – início da atividade reprodutiva e III – final do experimento) (letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre grupos experimentais em uma mesma etapa do desenvolvimento e letras maiúsculas, entre diferentes etapas ( $p < 0,05$ ))

#### 4.3.2. Conquiliomorfometria

Com os valores obtidos das variáveis lineares aferidas das conchas de *D. muibum* dos grupos Controle, Dia curto e Dia longo e razões entre essas variáveis, foram calculados as médias, desvios padrões, amplitudes (valores mínimos e máximos) e coeficientes de variação, que estão descritos nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6: Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação das variáveis lineares da concha (mm) de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida (letras diferentes indicam diferença significativa entre grupos experimentais para a variável linear analisada ( $p < 0,05$ ))

Variáveis	Controle			Dia curto			Dia longo		
	Média ± DP	Amplitude	CV (%)	Média ± DP	Amplitude	CV (%)	Média ± DP	Amplitude	CV (%)
CC	7,26 ± 0,59 <sup>a</sup>	(6,00 – 8,40)	8,08	10,03 ± 0,72 <sup>b</sup>	(8,60 – 11,40)	7,15	9,48 ± 0,90 <sup>b</sup>	(8,00 – 11,10)	9,46
LC	2,42 ± 0,21 <sup>a</sup>	(2,10 – 3,00)	8,86	2,78 ± 0,25 <sup>b</sup>	(2,30 – 3,30)	9,17	2,63 ± 0,26 <sup>b</sup>	(2,10 – 3,10)	10,01
CA	1,63 ± 0,21 <sup>a</sup>	(1,20 – 2,00)	13,02	2,18 ± 0,38 <sup>b</sup>	(1,40 – 3,10)	17,66	2,20 ± 0,23 <sup>b</sup>	(1,80 – 2,70)	10,46
LA	1,24 ± 0,17 <sup>a</sup>	(0,90 – 1,60)	13,34	1,60 ± 0,25 <sup>b</sup>	(1,10 – 2,00)	15,59	1,67 ± 0,18 <sup>b</sup>	(1,40 – 2,00)	10,60
CVC	3,34 ± 0,28 <sup>a</sup>	(2,70 – 4,00)	8,37	3,89 ± 0,34 <sup>b</sup>	(3,10 – 4,40)	8,84	3,75 ± 0,32 <sup>b</sup>	(3,30 – 4,50)	8,41
CPV	1,56 ± 0,19 <sup>a</sup>	(1,00 – 2,00)	12,43	1,76 ± 0,19 <sup>b</sup>	(1,40 – 2,00)	10,69	1,55 ± 0,18 <sup>a</sup>	(1,20 – 1,90)	11,40
CE	3,93 ± 0,57 <sup>a</sup>	(3,00 – 5,20)	14,51	6,02 ± 0,46 <sup>b</sup>	(5,30 – 6,90)	7,72	5,48 ± 0,72 <sup>c</sup>	(4,30 – 6,80)	13,13
NV	6,10 ± 0,40 <sup>a</sup>	(5,25 – 7,00)	6,62	7,72 ± 0,38 <sup>b</sup>	(7,00 – 8,00)	4,88	7,53 ± 0,54 <sup>b</sup>	(6,25 – 8,25)	7,23

Legenda: CC – comprimento da concha; LC – largura da concha; CA – comprimento da abertura; LA – largura da abertura; CVC – comprimento da volta corporal; CPV – comprimento da penúltima volta; CE – comprimento da espira; NV – número de voltas; DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

Tabela 7: Média, desvio padrão, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação das razões entre as variáveis lineares da concha (mm) de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida (letras diferentes indicam diferença significativa entre grupos experimentais para a razão analisada ( $p < 0,05$ ))

Razões	Controle			Dia curto			Dia longo		
	Média ± DP	Amplitude	CV (%)	Média ± DP	Amplitude	CV (%)	Média ± DP	Amplitude	CV (%)
CC/LC	3,02 ± 0,30 <sup>a</sup>	(2,46 – 3,62)	10,03	3,64 ± 0,35 <sup>b</sup>	(2,81 – 4,40)	9,57	3,62 ± 0,32 <sup>b</sup>	(2,79 – 4,19)	8,86
CVC/CPV	2,17 ± 0,32 <sup>a</sup>	(1,69 – 3,20)	14,60	2,23 ± 0,23 <sup>a</sup>	(1,65 – 2,56)	10,47	2,44 ± 0,29 <sup>b</sup>	(1,94 – 3,08)	11,87
CVC/LC	1,39 ± 0,15 <sup>a</sup>	(1,04 – 1,62)	10,85	1,41 ± 0,14 <sup>a</sup>	(1,13 – 1,65)	9,78	1,44 ± 0,18 <sup>a</sup>	(1,06 – 1,76)	12,61
CA/LA	1,33 ± 0,21 <sup>a</sup>	(1,00 – 1,89)	15,72	1,37 ± 0,22 <sup>a</sup>	(1,07 – 2,00)	15,97	1,33 ± 0,16 <sup>a</sup>	(1,00 – 1,64)	12,03
CE/CVC	1,18 ± 0,17 <sup>a</sup>	(0,75 – 1,49)	14,04	1,56 ± 0,16 <sup>b</sup>	(1,29 – 2,00)	10,45	1,47 ± 0,22 <sup>b</sup>	(1,12 – 1,91)	15,25

Legenda: CC/LC – razão entre comprimento da concha e largura da concha; CVC/CPV – razão entre comprimento da volta corporal e comprimento da penúltima volta; CVC/LC – razão entre comprimento da volta corporal e largura da concha; CA/LA – razão entre comprimento da abertura e largura da abertura; CE/CVC – razão entre comprimento da espira e comprimento da volta corporal; DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

Foi demonstrada existência de diferença significativa em todas as variáveis lineares das conchas entre moluscos dos grupos Controle, Dia curto e Dia longo (tabela 6). Já com relação às razões entre essas variáveis, foi demonstrada existência de diferença significativa nas razões CC/LC, CVC/CPV e CE/CVC (tabela 7), o que não aconteceu em CVC/LC ( $H=1,41$ ;  $p=0,49$ ) e CA/LA ( $H=0,77$ ;  $p=0,68$ ).

Os moluscos do grupo Controle apresentaram valores significativamente menores de todas as variáveis quando comparados aos moluscos do grupo Dia curto, e de todas as variáveis, com exceção de CPV, que não foi significativamente diferente ( $H=2,17$ ;  $p=0,74$ ), quando comparados aos moluscos do grupo Dia longo. Já os moluscos do grupo Dia curto apresentaram valores significativamente maiores nas variáveis CPV ( $t=24,24$ ;  $p<0,01$ ) e CE ( $t=14,33$ ;  $p=0,03$ ), quando comparados aos moluscos do grupo Dia longo (tabela 6).

Em relação às razões entre essas variáveis, os moluscos do grupo Controle apresentaram valores significativamente mais baixos na razão CC/LC, quando comparados aos grupos Dia curto ( $t=34,31$ ;  $p<0,01$ ) e Dia longo ( $t=34,09$ ;  $p<0,01$ ), o mesmo ocorrendo na razão CE/CVC, ao ser feita a comparação com os grupos Dia curto ( $t=39,90$ ;  $p<0,01$ ) e Dia longo ( $t=29,42$ ;  $p<0,01$ ). Também apresentaram valores significativamente mais baixos na razão CVC/CPV, quando comparados ao grupo Dia longo ( $t=23,74$ ;  $p<0,01$ ), o mesmo ocorrendo com os moluscos do grupo Dia curto ( $t=14,92$ ;  $p=0,02$ ) (tabela 7).

Com base nesses resultados, de maneira geral, o grupo Dia curto possui os maiores valores das variáveis lineares da concha de *D. muibum* e das razões entre essas variáveis; o grupo Controle, os menores valores; e o grupo Dia longo, valores intermediários. Tal relação foi confirmada pelas relações de distância observadas por meio das análises de distância Euclidiana, de agrupamentos e discriminante.

A análise de distância Euclidiana aplicada às variáveis lineares das conchas dos moluscos dos grupos Controle, Dia curto e Dia longo, revelou maior distância entre os grupos Controle e Dia curto e menor distância entre os grupos Dia curto e Dia longo (tabela 8). Na análise de agrupamentos, os moluscos dos grupos Dia curto e Dia longo foram agrupados com 40% de distância, enquanto os moluscos do grupo Controle formaram um grupo externo com 100% de distância desse agrupamento (gráfico 12).

Tabela 8: Distância euclidiana aplicada às variáveis lineares da concha de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida

	Controle	Dia curto	Dia longo
Controle	0	–	–
Dia curto	6,28	0	–
Dia longo	5,10	2,57	0

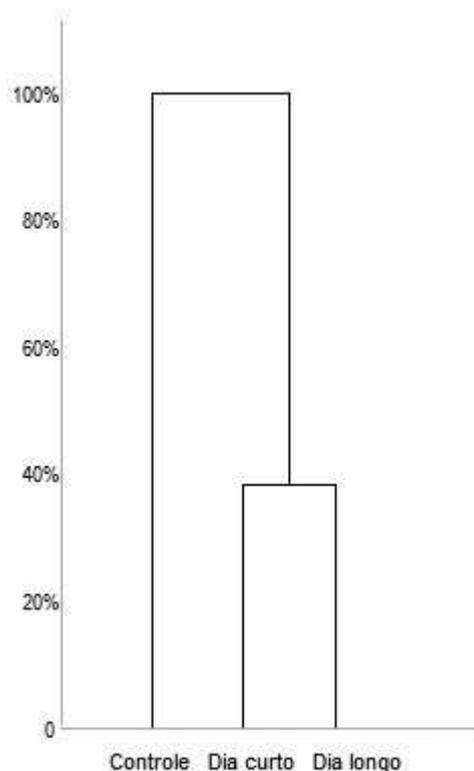


Gráfico 12: Análise de agrupamentos aplicada às variáveis lineares da concha de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida

A análise discriminante aplicada às variáveis lineares das conchas dos moluscos dos grupos Controle, Dia curto e Dia longo está representada no gráfico 13. Os padrões conchiliomorfológicos, apesar de formarem grupos com componentes dispersos, mostraram variação. Os moluscos do grupo Controle se mostraram pouco relacionados com os moluscos do grupo Dia curto, não tendo componentes se sobrepondo no gráfico. Já os moluscos do grupo Dia longo, apesar de formarem um grupo separado, se mantiveram relacionados com os outros dois grupos, possuindo muitos componentes se sobrepondo no gráfico com o grupo Dia curto, mas pouca sobreposição com o grupo Controle, confirmando as relações obtidas com as análises de distância Euclidiana e de agrupamentos.

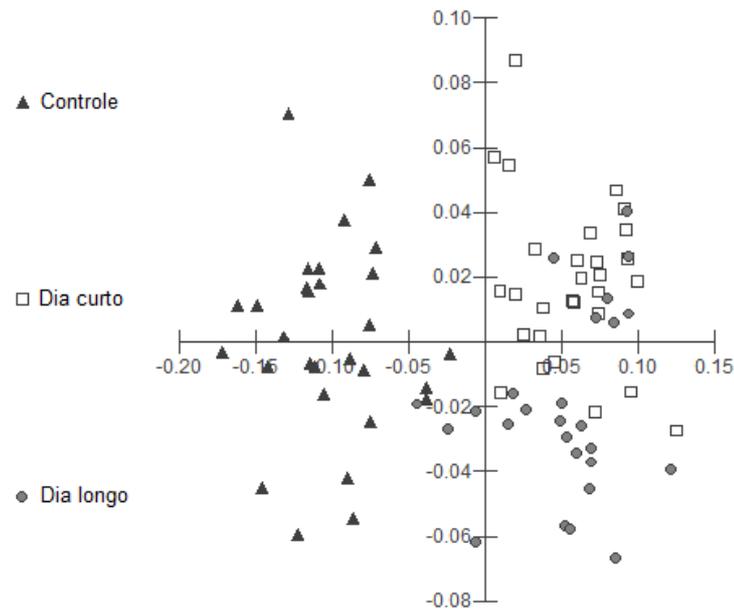


Gráfico 13: Análise discriminante aplicada às variáveis lineares da concha de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia curto e Dia longo, com idade de 180 dias de vida

### 4.3.3. Reprodução

#### 4.3.3.1. Tempo para o alcance da maturidade sexual

O tempo para o alcance da maturidade sexual de moluscos do grupo Controle foi de  $89 \pm 6,93$  dias. Esse período foi significativamente menor para os moluscos do grupo Dia longo,  $75 \pm 0$  dias ( $t=6,00$ ;  $p=0,02$ ), assim como para os moluscos do grupo Dia curto,  $75 \pm 0$  dias ( $t=6,00$ ;  $p=0,02$ ), o que evidencia que a alteração do fotoperíodo causou diminuição significativa do tempo para início da liberação de filhotes. No entanto, esse período não foi significativamente diferente entre os grupos Dia longo e Dia curto ( $t=0,00$ ;  $p=1,00$ ).

#### 4.3.3.2. Fecundidade

Os moluscos do grupo Controle realizaram  $16,25 \pm 2,87$  eventos reprodutivos, obtendo um total de 295 filhotes, enquanto os moluscos do grupo Dia longo realizaram  $20,75 \pm 0,96$  eventos reprodutivos, com um total de 787 filhotes e os moluscos do grupo Dia curto,  $23 \pm 1,15$  eventos reprodutivos, com 983 filhotes. Houve diferença significativa entre os três grupos com relação ao número de eventos reprodutivos ( $H=8,97$ ;  $p=0,01$ ) e ao número total de filhotes produzidos ( $H=8,00$ ;  $p=0,02$ ).

Quando os grupos foram comparados dois a dois, houve diferença significativa no número de eventos reprodutivos entre Controle e Dia curto ( $t=7,50$ ;  $p<0,01$ ), o que não ocorreu entre Controle e Dia longo ( $t=3,75$ ;  $p=0,14$ ) e entre Dia longo e Dia curto ( $t=3,75$ ;  $p=0,14$ ). Da mesma forma, com relação ao número total de filhotes produzidos, Controle e Dia curto diferiram ( $t=7,00$ ;  $p=0,01$ ), o que não ocorreu entre Controle e Dia longo ( $t=5,00$ ;  $p=0,05$ ) e entre Dia longo e Dia curto ( $t=2,00$ ;  $p=0,43$ ).

O intervalo entre eventos reprodutivos foi significativamente diferente entre os moluscos dos grupos Controle ( $5,85 \pm 3,45$  dias), Dia longo ( $5,27 \pm 3,05$  dias) e Dia curto ( $4,77 \pm 1,98$  dias) ( $H=7,09$ ;  $p=0,03$ ). Quando comparados dois a dois, houve diferença significativa entre Controle e Dia curto ( $t=6,50$ ;  $p=0,01$ ), o que não ocorreu entre Controle e Dia longo ( $t=1,75$ ;  $p=0,49$ ) e entre Dia longo e Dia curto ( $t=4,75$ ;  $p=0,06$ ).

Com os valores obtidos do número de filhotes de *D. muibum* dos grupos Controle, Dia longo e Dia curto (gráfico 14), foram calculados as médias, desvios padrões, amplitudes (valores mínimos e máximos) e coeficientes de variação, que estão descritos na tabela 9.

Tabela 9: Médias, desvios padrões, amplitude (valores mínimo e máximo) e coeficiente de variação do número de filhotes de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida (letras diferentes indicam diferença significativa entre os grupos experimentais para a fecundidade analisada ( $p<0,05$ ))

Grupos	Média/evento reprodutivo $\pm$ DP	Média/molusco $\pm$ DP	Amplitude	CV (%)
Controle	$4,60 \pm 1,26^a$	$7,38 \pm 2,08^a$	(1,00 – 34,00)	27,41
Dia longo	$9,51 \pm 0,74^{a,b}$	$19,68 \pm 0,75^{a,b}$	(1,00 – 32,00)	7,78
Dia curto	$10,63 \pm 2,06^b$	$24,58 \pm 5,69^b$	(1,00 – 65,00)	19,37

Legenda: DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

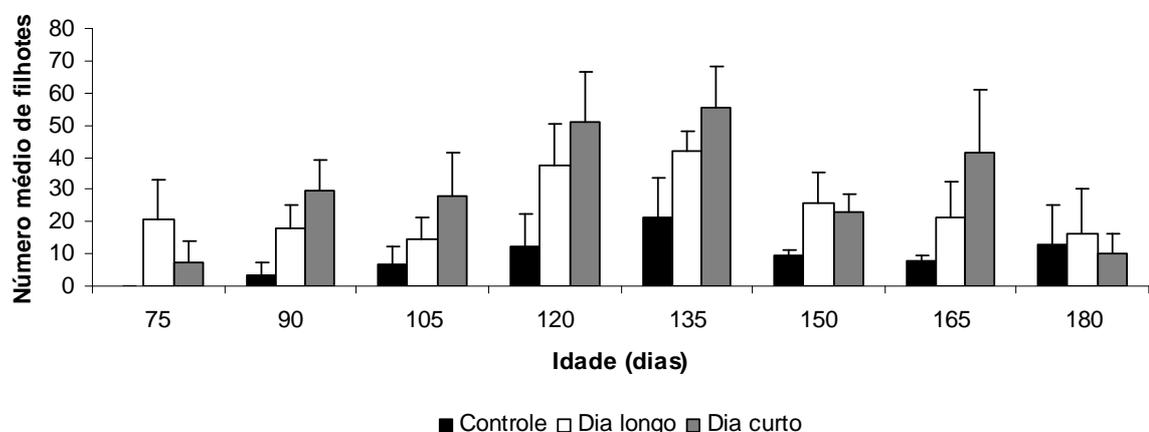


Gráfico 14: Número médio de filhotes de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante de 180 dias de vida

A fecundidade de *D. muibum* observada nos três grupos diferiu, sendo muito ampliada pela redução do comprimento do dia, tanto no número de filhotes por evento reprodutivo ( $H=8,00$ ;  $p=0,02$ ), quanto no número de filhotes por molusco parental ( $H=8,00$ ;  $p=0,02$ ). Quando comparados dois a dois, houve diferença significativa no número de filhotes por evento reprodutivo entre Controle e Dia curto ( $t=7,00$ ;  $p=0,01$ ), o que não ocorreu entre Controle e Dia longo ( $t=5,00$ ;  $p=0,05$ ) e entre Dia longo e Dia curto ( $t=2,00$ ;  $p=0,43$ ), assim como no número de filhotes por molusco parental entre Controle e Dia curto ( $t=7,00$ ;  $p=0,01$ ), o que não ocorreu entre Controle e Dia longo ( $t=5,00$ ;  $p=0,05$ ) e entre Dia longo e Dia curto ( $t=2,00$ ;  $p=0,43$ ).

#### 4.3.3.3. Relação entre reprodução e crescimento

O teste de Regressão Linear Simples mostrou ser positiva a relação entre o comprimento médio da concha e número médio de filhotes de moluscos dos grupos Controle ( $F=10,74$ ;  $p=0,01$ ;  $R^2=0,47$ ) (gráfico 15), Dia longo ( $F=14,09$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2=0,54$ ) (gráfico 16) e Dia curto ( $F=8,29$ ;  $p=0,02$ ;  $R^2=0,40$ ) (gráfico 17).

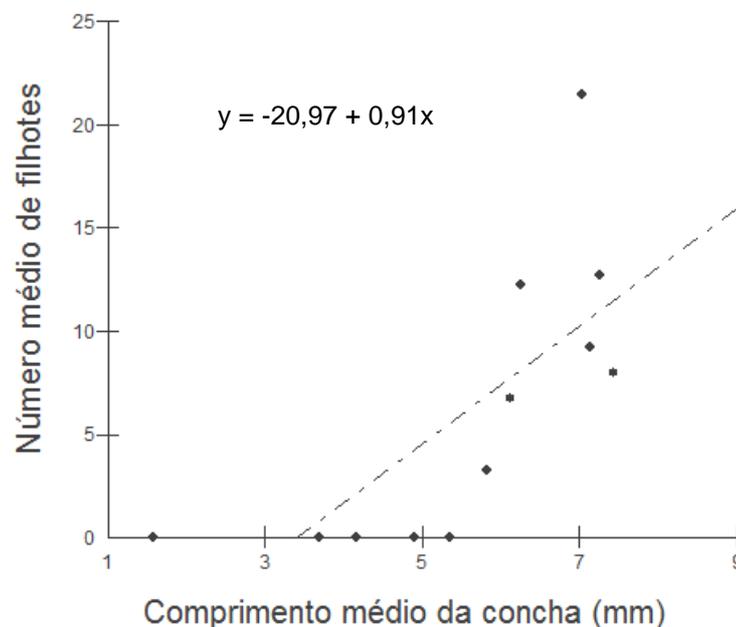


Gráfico 15: Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de *Dysopeas muibum*, do grupo experimental Controle, durante 180 dias de vida

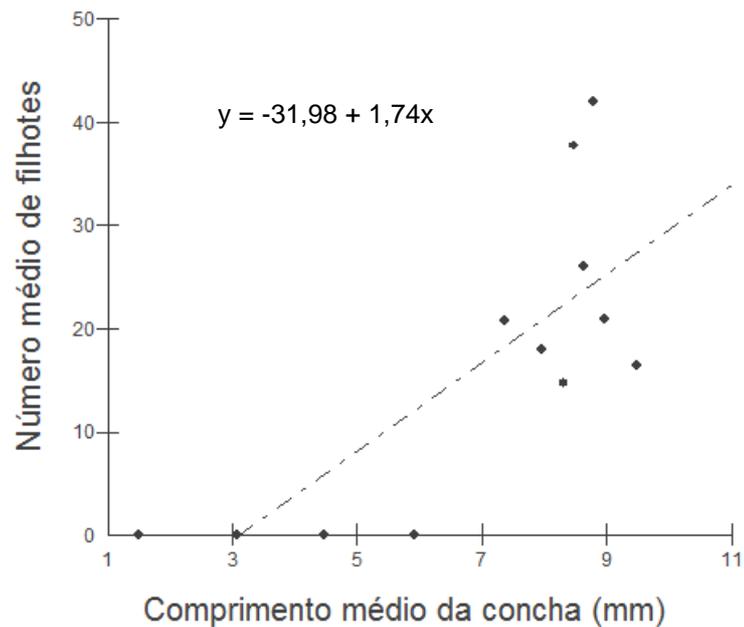


Gráfico 16: Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de *Dysopeas muibum*, do grupo experimental Dia longo, durante 180 dias de vida

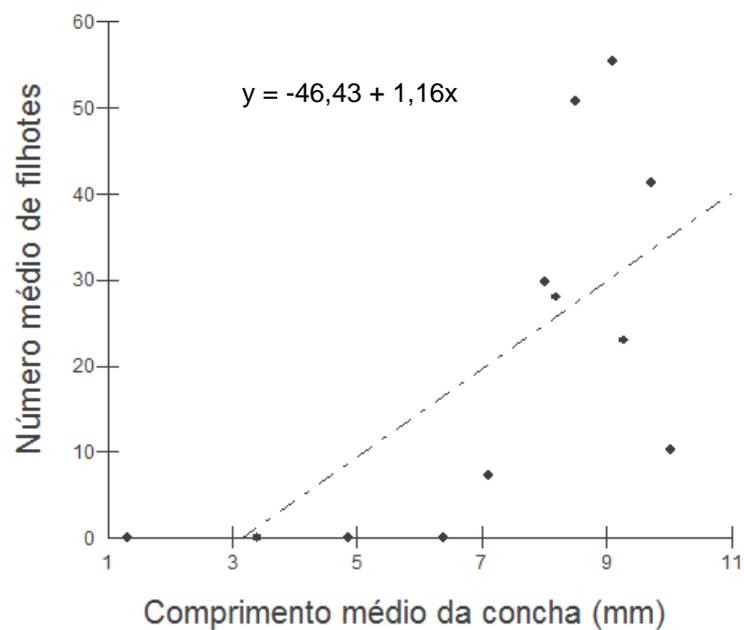


Gráfico 17: Relação entre número médio de filhotes e comprimento médio da concha de *Dysopeas muibum*, do grupo experimental Dia curto, durante 180 dias de vida

#### 4.3.4. Mortalidade

Ao decorrer do desenvolvimento do experimento, morreram 11 moluscos do grupo Controle (taxa de mortalidade pré maturidade sexual de 15% e pós maturidade sexual de

13%), 14 moluscos do grupo Dia longo (taxa de mortalidade pré maturidade sexual de 3% e pós maturidade sexual de 33%) e 11 moluscos do grupo Dia curto (taxa de mortalidade pré maturidade sexual de 13% e pós maturidade sexual de 15%).

Não houve diferença significativa no número total de moluscos mortos entre os três grupos durante todo o período estudado ( $H=0,47$ ;  $p=0,79$ ), antes da maturidade sexual ( $H=2,60$ ;  $p=0,27$ ) e depois da maturidade sexual ( $H=3,41$ ;  $p=0,18$ ). O número total de moluscos mortos durante todo o período avaliado pode ser observado no gráfico 18.

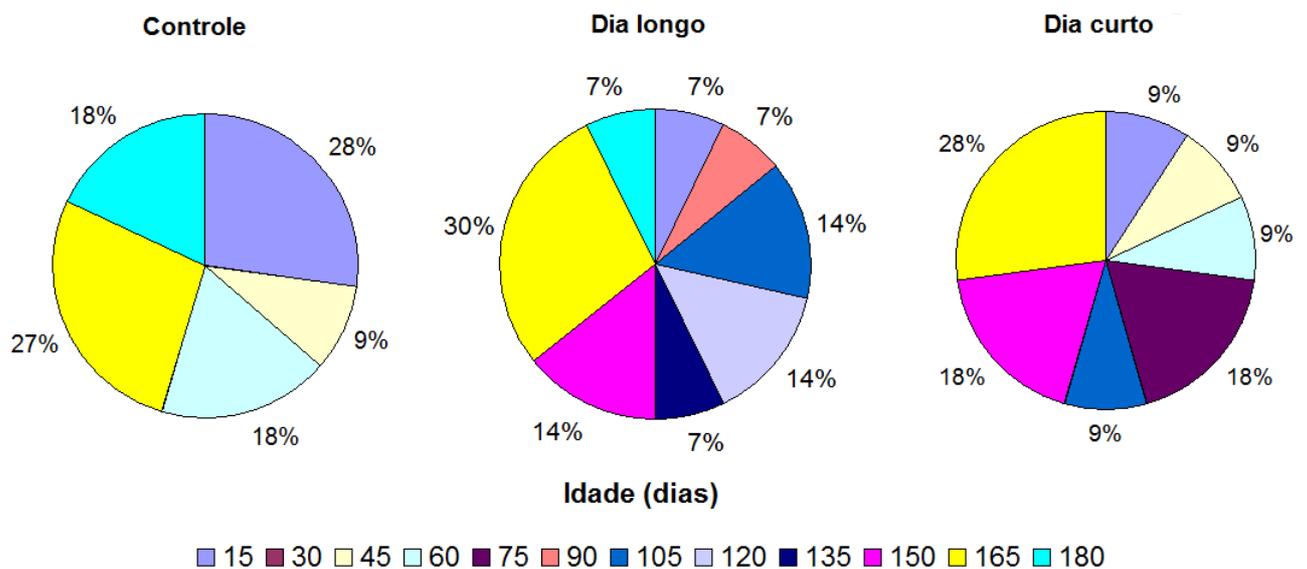


Gráfico 18: Indivíduos mortos de *Dysopeas muibum*, dos grupos experimentais Controle, Dia longo e Dia curto, durante 180 dias de vida

#### 4.4. Discussão

Os moluscos vêm sendo utilizados como modelos biológicos em estudos sobre ecologia e evolução (KAMEDA *et al.*, 2007), logo o efeito de fatores físicos sobre o ciclo de vida e características morfológicas das espécies se torna de extrema importância. O uso de estufa para B.O.D. tornou-se, portanto, necessário neste trabalho, visto que esta é desenvolvida para o perfeito controle da temperatura, da umidade relativa do ar e do fotoperíodo em trabalhos de incubação.

O fotoperíodo e a temperatura são os principais fatores ambientais relacionados à reprodução dos moluscos (SOUTH, 1992; HOMMAY *et al.*, 2001), podendo regular a liberação de ovos ou filhotes, uma vez que os mecanismos endócrinos que influenciam a reprodução são dependentes de estímulos externos (WAYNE, 2001).

Trabalhos realizados com moluscos terrestres mostraram que o fotoperíodo pode provocar alterações em parâmetros reprodutivos, como o tempo gasto para o alcance da maturidade sexual, a fecundidade e a viabilidade de ovos (HOMMAY *et al.*, 2001). No presente estudo, a diminuição do número de horas de luz no dia favoreceu o maior número de eventos reprodutivos e de filhotes (no total, por evento e por parental) na espécie *D. muibum*, assim como intervalos de tempo menores entre eventos sucessivos. Além disso, ambos os grupos com fotoperíodo artificial alcançaram a maturidade mais rapidamente do que o grupo com fotoperíodo natural, de modo que as condições controladas na estufa para B.O.D., como temperatura e umidade relativa do ar, favoreceram o início da atividade reprodutiva e a diminuição do comprimento do dia teve um efeito benéfico ainda maior sobre os demais parâmetros reprodutivos. Esses dados contrastam com os de Hommay *et al.* (2001) que verificaram o contrário para a espécie *L. valentianus*, observando maior produção de ovos em dias longos (16 horas de luz e 8 horas de escuro), do que em dias curtos (12 horas de luz e 12 horas de escuro).

Gomot *et al.* (1989) também verificaram um melhor padrão reprodutivo em *H. aspersa*, apresentando maior fecundidade, em dias longos (18 horas de luz e 6 horas de escuro) e temperatura de 20° C. Esses autores verificaram que em dias curtos (8 horas de luz e 16 horas de escuro) e temperatura de 20° C, a ovipostura foi parcialmente inibida e, quando a temperatura era reduzida para 15° C, a ovipostura foi inibida por completo. A temperatura pode afetar o ciclo de vida dos gastrópodes terrestres ao causar alterações na reprodução, no desenvolvimento embrionário, nas taxas de eclosão e desenvolvimento dos filhotes, na taxa de crescimento, no comportamento e na sobrevivência, sendo um fator decisivo na biologia desses animais (FURTADO *et al.*, 2004).

Embora não tenha sido registrada na literatura a existência de sazonalidade reprodutiva nessa espécie, sabe-se que muitas vezes ela está relacionada a fatores como temperatura, pluviosidade e fotoperíodo (UDAKA *et al.*, 2007). Na espécie *Megalobulimus abbreviatus* (Bequaert, 1948) (Megalobulimidae), a atividade reprodutiva ocorre principalmente na primavera, provavelmente favorecida por mudanças ambientais características dessa estação, como aumento do comprimento do dia e da temperatura (HORN *et al.*, 2005). Vale ressaltar que no presente trabalho as condições de laboratório, como alimento e umidade do substrato constantes, podem ter favorecido a liberação de filhotes durante todo o período de estudo.

A espécie *D. muibum* apresentou, em todos os grupos, estratégia reprodutiva iterópara, além de relação da reprodução com o crescimento, não tendo o fotoperíodo quaisquer efeitos sobre esses padrões. Segundo Gomot *et al.* (1989), os efeitos do fotoperíodo na reprodução

devem-se principalmente à alteração da maturação dos gametas e síntese de albúmen, provavelmente devido à alteração hormonal.

*Dysopeas muibum* e os outros subulinídeos foram, em grande maioria, descritos com base apenas na morfologia da concha, porém nem sempre isso é possível devido às semelhanças entre espécies (CHOH *et al.*, 2006) e variações entre populações de uma mesma espécie (CALDEIRA *et al.*, 2000; MINTON *et al.*, 2008).

Ao final do experimento, tomando não só o crescimento do comprimento da concha, que diferiu em todas as idades entre os três grupos experimentais, mas a totalidade de suas medidas através do estudo morfométrico, pôde-se perceber que os gastrópodes da espécie *D. muibum* dos diferentes grupos apresentaram variabilidade conquiliomorfométrica, já que houve diferença em todas as variáveis lineares analisadas e em três das cinco razões entre essas variáveis, permitindo comprovar a eficiência de estudos da morfometria citada por Chiu *et al.* (2002).

Entretanto, não foi possível com o presente estudo distinguir conquiliomorfometrias características para os três grupos, com a distinção de morfotipos, pois os valores das variáveis e razões apenas aumentavam de forma paralela nos três grupos, não alterando, assim, a forma da concha, sempre alongada e cônica. Esse formato se deve provavelmente ao valor relativamente alto da razão entre o comprimento e a largura da concha, além das dimensões da volta corporal, expressas pela razão entre o comprimento da volta corporal e a largura da concha e pela proporção relativa entre a volta corporal e a espira (CARVALHO, 2009).

Por outro lado, os grupos tratados com fotoperíodo artificial praticamente não diferiram entre si, demonstrando que não foi o fotoperíodo que influenciou o crescimento médio e a conquiliomorfometria, mas o fato de tais animais encontrarem-se sob condições controladas, constantes e satisfatórias de temperatura e umidade relativa do ar. Por outro lado, as diferentes condições a que os animais foram expostos não influenciaram as taxas e o padrão de crescimento verificado na seção anterior para a referida espécie, assim como a mortalidade que foi baixa antes e após a maturidade sexual. Para o melhor entendimento de como os aspectos físicos influenciam os diversos fatores biológicos e comportamentais dos moluscos, sugere-se o estudo da influência de diferentes temperaturas e umidades relativas do ar, assim como a influência da umidade do solo, sobre tais fatores.

As variações morfológicas observadas são provavelmente determinadas geneticamente, porém estudos de herança genética envolvendo esses animais são escassos na literatura científica (BACKELJAU *et al.*, 2001; PINCEEL *et al.*, 2005; ANDERSON, 2007;

ARMBRUSTER *et al.*, 2007). Uma vez que os pulmonados terrestres apresentam locomoção reduzida, ocorre baixo fluxo genético entre populações separadas geograficamente, fazendo com que apresentem uma constituição gênica distinta e em muitos casos sejam adaptadas às condições ambientais nas quais estão inseridas (WOODRUFF, 1980; PFENNINGER & POSADA, 2002).

#### **4.5. Conclusões**

De acordo com os resultados obtidos durante o presente estudo, pode-se concluir que:

Condições controladas de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo favoreceram o crescimento e o rápido início da atividade reprodutiva na espécie *D. muibum*, assim como maiores valores conchiliomorfométricos.

Nessa espécie, a diminuição do comprimento do dia favoreceu a reprodução também por propiciar a ocorrência de maior número de filhotes (no total, por evento e por parental) e de eventos reprodutivos (em intervalos de tempo menores).

A alteração do fotoperíodo não interferiu na mortalidade de *D. muibum*, que é baixa antes e após a maturidade sexual, na relação existente entre reprodução e crescimento, na estratégia iterópara e nas taxas de crescimento e no padrão de crescimento indeterminado.

## 5. REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL, HORÁRIO DE ATIVIDADE, COMPORTAMENTO AGREGATIVO E PREFERÊNCIA POR SÍTIO DE REPOUSO DE *Dysopeas muibum* MARCUS & MARCUS, 1968 (MOLLUSCA, SUBULINIDAE) EM LABORATÓRIO

### 5.1. Introdução

Os moluscos terrestres são importantes em diversas áreas da ciência: a) médica/médico-veterinária: alguns são fontes de substâncias medicinais e outros podem atuar como hospedeiros intermediários de parasitos humanos e de animais domesticados (BOFFI, 1979; ARAÚJO, 1982; SIMONE, 1999; D'ÁVILA *et al.*, 2004); b) ecológica: reciclam nutrientes, disseminam esporos e sementes através do muco e/ou das fezes, e podem agir como bioindicadores, pela sensibilidade à poluição (SIMONE, 1999; 2006); c) econômica: algumas espécies são utilizadas como alimento, outras como controladores biológicos de doenças vegetais, e muitas são pragas na agricultura (FONSECA, 1936; BOFFI, 1979; CRUZ, 1995; SIMONE, 1999; AGUDO, 2012).

Esses animais sofrem influência de variações nas condições ambientais, principalmente na umidade, cujos efeitos na fisiologia e no comportamento relacionam-se ao equilíbrio hídrico (COOK, 2001). De maneira a combater os efeitos nocivos de condições ambientais adversas, exibem estratégias fisiológicas e comportamentais que reduzem perdas d'água, como estivação, hibernação, enterramento e comportamento agregativo (STOREY, 2002; D'ÁVILA *et al.*, 2004; D'ÁVILA & BESSA, 2005c). Com isso, garantem o sucesso na colonização de habitats terrestres, até mesmo de ambientes extremos como regiões áridas e congeladas (STOREY, 2002; GIOKAS *et al.*, 2005; UDAKA *et al.*, 2007).

O controle populacional desses moluscos é difícil, pois eles exibem estratégias comportamentais, como a fuga e a retração da massa cefalopédica, que podem inutilizar os métodos usados, permitindo a sobrevivência e a dispersão no ambiente (STOREY, 2002; D'ÁVILA *et al.*, 2004). Conhecer o comportamento desses animais, como o horário de atividade e os atos comportamentais comumente exibidos, é importante, sobretudo, para o desenvolvimento de medidas de controle populacional de pragas agrícolas, além de colaborar no desenvolvimento de estratégias de conservação das espécies (AGUDO, 2012).

*Dysopeas muibum* é um microgastrópode encontrado em locais sombreados e úmidos, nativo do continente americano e registrado em território brasileiro, nas cidades de São Paulo,

SP e Cruzília, MG (SIMONE, 2006; CARVALHO & D'ÁVILA, 2009). Ainda não foram realizados estudos comportamentais dessa espécie.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os atos comportamentais exibidos pela espécie *D. muibum* para a elaboração de seu etograma básico, assim como verificar o horário de atividade, a ocorrência de comportamento agregativo e a preferência por sítio de repouso, em condições de laboratório.

## **5.2. Material e métodos**

Os tópicos “Local dos experimentos”, “Caracterização da localidade de coleta dos moluscos”, “Obtenção e manutenção dos moluscos” e “Condições de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo” encontram-se descritos na seção 1, com as diferenças que em cada experimento foram obtidos 30 moluscos adultos, com aproximadamente 120 dias de vida (tamanho médio de  $6,25 \pm 0,53\text{mm}$ ), sendo todos mantidos agrupados (três grupos, 10 moluscos por grupo) em terrários de 250mL (9cm de diâmetro e 6cm de altura), contendo 100g (2cm de altura) de substrato.

### **5.2.1. Repertório comportamental e horário de atividade**

Foram realizadas observações diretas dos moluscos, durante a fotofase (fase clara – período compreendido entre 6:00 horas e 17:59 horas) e a escotofase (fase escura – período compreendido entre 18:00 horas de um dia e 5:59 horas do dia seguinte), através do método de varredura (“Scanning Sample” – *sensu* ALTMANN, 1974), com registro dos atos comportamentais a intervalos regulares de 20 minutos, totalizando-se 24 horas contínuas de observação, em abril de 2011. Os atos comportamentais observados foram adaptados de Junqueira *et al.* (2004). Nos mesmos intervalos foram registradas a temperatura máxima e a umidade relativa do ar.

### **5.2.2. Comportamento agregativo e preferência por sítio de repouso**

As observações foram realizadas em cinco dias, em maio de 2011. Em cada terrário, foi colocado um segundo disco plástico transparente, de mesmo diâmetro, porém sem alimento (fotografia 2).



Fotografia 2: Terrário com dois discos plásticos transparentes: um com alimento e outro vazio. Barra de escala: 1cm. Fonte: Do autor

Para verificar a ocorrência de comportamento agregativo, a intervalos de 24 horas, a partir da montagem do experimento, até 120 horas, foram observados: número de agregações, número de indivíduos agregados e número de indivíduos isolados.

Já para verificar a preferência por sítio de repouso, nos mesmos intervalos, foi registrado o número de indivíduos em cada sítio: sob o disco com alimento, sob o disco sem alimento, sobre o substrato, enterrados e na parede do terrário.

### 5.2.3. Análises estatísticas

Sobre os dados obtidos foram realizadas análises estatísticas descritivas, para os cálculos de média, desvio padrão e amplitude (valores mínimo e máximo) dos seguintes parâmetros: número de agregações, número de indivíduos agregados e número de indivíduos isolados.

Aplicou-se a análise de variância de Kruskal-Wallis (H), seguida pelo teste Student-Newman-Keuls (t) (significância de 0,05) para a comparação das frequências médias dos atos comportamentais, das agregações, dos indivíduos agregados e isolados e dos sítios de repouso.

Para verificar a existência de correlação entre a atividade dos moluscos e a temperatura máxima, assim como entre a atividade e a umidade relativa do ar, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) (significância de 0,05).

As análises foram realizadas no programa BioEstat 5.0.

### 5.3. Resultados

#### 5.3.1. Repertório comportamental e horário de atividade

Foram registrados oito atos comportamentais: “repousar” e “estar enterrado”, que juntos compõem os atos de repouso; “deslocar”, “enterrar”, “explorar”, “alimentar”, “emergir” e “interagir”, que juntos compõem os atos de atividade, totalizando 988 registros (tabela 10). Os comportamentos de defecação, cópula e de liberação de filhotes não foram registrados.

Tabela 10: Etograma básico de *Dysopeas muibum* em condições de laboratório. Adaptado de Junqueira *et al.* (2004)

---

#### Atos comportamentais

---

**Repousar:** O molusco se encontrava imóvel sobre o substrato, exposto ou sob o disco de alimento, com os tentáculos posteriores retraídos ou exteriorizados, imóveis ou com movimentação oscilatória.

**Deslocar:** O molusco se deslocava sobre o substrato, movimentando os tentáculos posteriores, por vezes realizando movimentos laterais da cabeça.

**Estar enterrado:** O molusco se encontrava imóvel, enterrado no substrato.

**Enterrar:** O molusco se enterrava, empurrando a terra com a região anterior do corpo, com os tentáculos posteriores retraídos.

**Explorar:** Ao se deslocar ou em repouso, o molusco erguia a região anterior do corpo, exibindo movimentos laterais, ascendentes e descendentes, bem como movimentação dos tentáculos posteriores.

**Alimentar:** Ao se aproximar do alimento, o molusco o tocava com a superfície inferior da cabeça, erguia a cabeça, tocava-o novamente, movimentando os tentáculos posteriores para cima e para baixo, pegava e ingeria uma porção de alimento.

**Emergir:** Após o repouso, com o corpo enterrado no substrato, o molusco empurrava a terra que o recobria, alcançando a superfície.

**Interagir:** Ao se aproximar de outro indivíduo, o molusco o tocava com os tentáculos posteriores. Não foi considerado interação o ato de um molusco se deslocar sobre a concha de outro.

---

Foi verificada diferença significativa entre atividade e repouso ( $t=16,46$ ;  $p<0,01$ ), sendo a frequência média aproximada de repouso de 70% e de atividade, de 30%. Também houve diferença significativa entre os atos de repouso ( $t=17,38$ ;  $p<0,01$ ), assim como entre os atos de atividade dos moluscos ( $H=42,39$ ;  $p=0$ ). As frequências médias dos atos comportamentais, em 24 horas consecutivas de observação, estão representadas no gráfico 19.

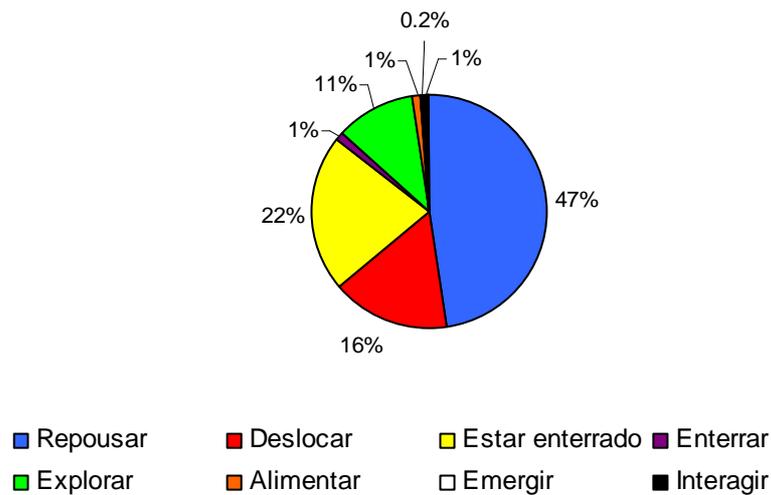


Gráfico 19: Frequências médias dos atos comportamentais de *Dysopeas muibum* durante 24 horas consecutivas de observação em laboratório

Os atos que caracterizam o comportamento de repouso dos moluscos (“repousar” e “estar enterrado”) foram mais frequentes que os demais ( $t=16,46$ ;  $p<0,01$ ). Foi observada diferença significativa entre todos os atos comportamentais, sendo “repousar” o mais frequente ( $H=118,36$ ;  $p=0$ ).

O número médio de moluscos ativos e em repouso, em cada hora do dia, durante o período de 24 horas consecutivas de observação, pode ser visualizado no gráfico 20.

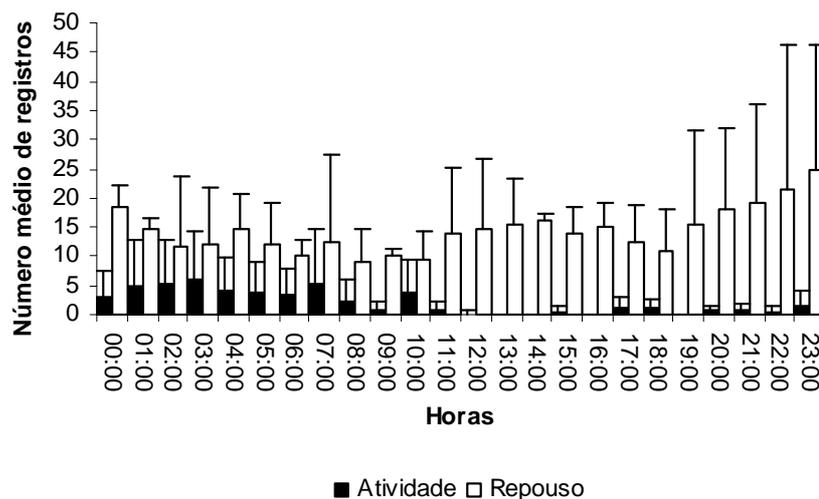


Gráfico 20: Número médio de registros de atividade e repouso de *Dysopeas muibum* durante 24 horas consecutivas de observação em laboratório

A porcentagem média de moluscos ativos foi maior durante a escotofase (63%) do que na fotofase (37%), porém não diferiu estatisticamente entre as duas fases analisadas ( $H=2,09$ ;

$p=0,15$ ) (gráfico 21). *Dysopeas muibum* não apresentou, portanto, horário de atividade predominantemente noturno, embora tenha ocorrido aumento da atividade por volta de 0 horas, com a atividade máxima entre 2 e 3 horas da manhã. O mesmo foi observado para o repouso, que apresentou maior frequência entre 11 horas de um dia e 1 hora do dia seguinte ( $H=3,32$ ;  $p=0,07$ ) (gráficos 20 e 21).

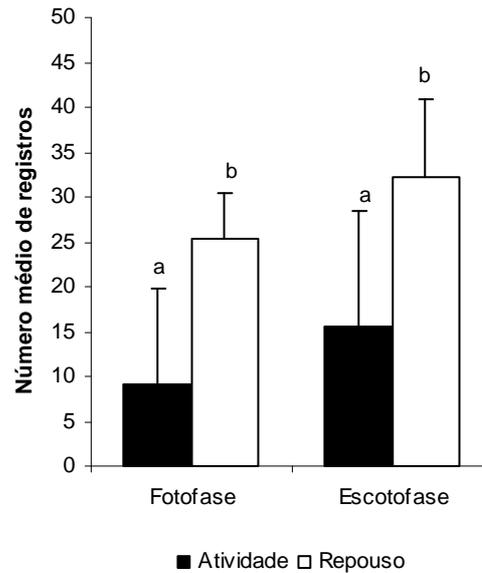


Gráfico 21: Número médio de registros de atividade e repouso de *Dysopeas muibum*, durante a fotofase e a escotofase, em 24 horas consecutivas de observação em laboratório (letras diferentes indicam diferença significativa entre atividade e repouso na mesma fase analisada ( $p<0,05$ ))

Os atos comportamentais de atividade mais frequentemente exibidos pelos moluscos foram “deslocar” (54%) e “explorar” (35%), não sendo observada diferença significativa nos períodos avaliados ( $H=0,32$ ;  $p=0,57$ ), indicando a complementaridade desses (gráfico 22).

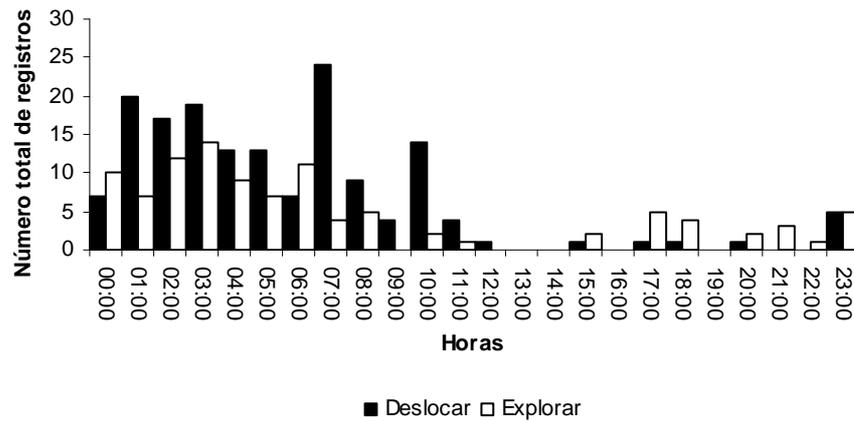


Gráfico 22: Número total de registros dos atos comportamentais “deslocar” e “explorar” exibidos por *Dysopeas muibum* em 24 horas consecutivas de observação em laboratório

O ato comportamental “deslocar” foi o terceiro mais frequente, sendo o comportamento de atividade mais frequente tanto na fotofase ( $H=58,79$ ;  $p=0$ ) quanto na escotofase ( $H=63,82$ ;  $p=0$ ) (gráfico 23).

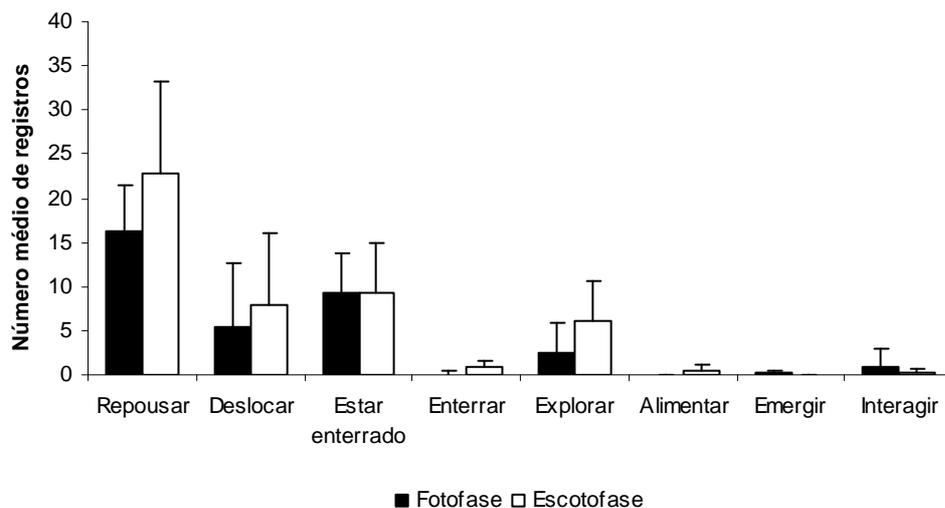


Gráfico 23: Número médio de registros dos atos comportamentais exibidos por *Dysopeas muibum*, durante a fotofase e a escotofase, em 24 horas consecutivas de observação em laboratório

O comportamento de interação entre os moluscos foi observado com uma frequência reduzida (1%) e não foi observada diferença significativa na manifestação desse ato entre a fotofase e a escotofase ( $H=0,03$ ;  $p=0,86$ ).

Durante as 24 horas consecutivas de observação, a média dos registros de temperatura máxima foi de  $24,4^{\circ}\text{C}$  e de umidade relativa do ar, de  $86,2\%$ . Foram observadas correlação

negativa entre o número médio de registros de atos de atividade dos moluscos e a temperatura máxima ( $r_s=-0,65$ ;  $t=-4,05$ ;  $p<0,01$ ) (gráfico 24) e correlação positiva entre o número médio de registros de atos de atividade e a umidade relativa do ar ( $r_s=0,51$ ;  $t=2,80$ ;  $p=0,01$ ) (gráfico 25).

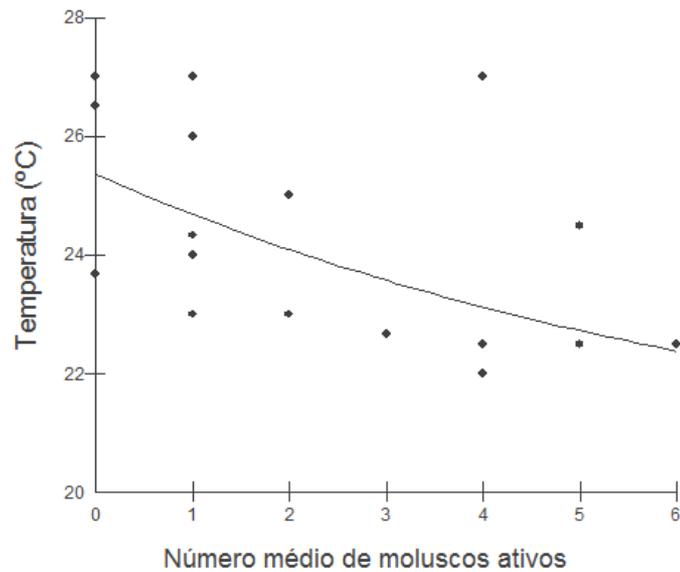


Gráfico 24: Correlação entre o número médio de moluscos ativos da espécie *Dysopeas muibum* e a temperatura

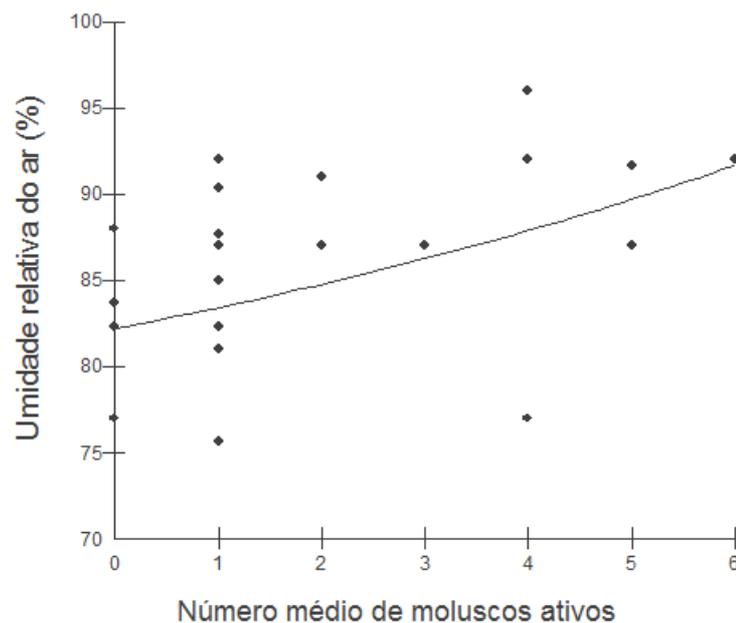


Gráfico 25: Correlação entre o número médio de moluscos ativos da espécie *Dysopeas muibum* e a umidade relativa do ar

### 5.3.2. Comportamento agregativo e preferência por sítio de repouso

As temperaturas mínima e máxima e a umidade relativa do ar, durante o período de experimento, apresentaram as seguintes médias: temperatura mínima: 16,9°C; temperatura máxima: 21,8°C; umidade relativa do ar: 84,4%.

Não houve diferença significativa ao longo dos cinco dias de observação no número de agregações ( $H=4,00$ ;  $p=0,41$ ), de indivíduos agregados ( $H=3,90$ ;  $p=0,42$ ) e de indivíduos isolados ( $H=5,53$ ;  $p=0,24$ ). Não foram verificadas agregações sob o disco com alimento, sob o disco sem alimento e sobre o substrato, não havendo diferença significativa no número de agregações dos sítios “enterrado” e “parede” ( $H=1,84$ ;  $p=0,17$ ). Apesar de ter havido formação de algumas agregações após 24, 72 e 120 horas de experimento (fotografia 3 e tabela 11), os moluscos se mostraram mais propensos ao isolamento que ao comportamento agregativo, havendo diferença significativa entre o número de indivíduos agregados e o número de indivíduos isolados ( $t=5,00$ ;  $p<0,01$ ), o que demonstra que a agregação não é um comportamento característico de *D. muibum*.



Fotografia 3: Indivíduos da espécie *Dysopeas muibum* agregados. Barra de escala: 1cm.  
Fonte: Do autor

Tabela 11: Média, desvio padrão e amplitude (valores mínimo e máximo) de agregações, indivíduos agregados e indivíduos isolados de *Dysopeas muibum*, em cada observação, a intervalos de 24 horas (letras diferentes indicam diferença significativa entre o número de moluscos agregados e isolados para a observação analisada ( $p < 0,05$ ))

Tempo (horas)	Agregações		Indivíduos agregados		Indivíduos isolados	
	Média $\pm$ DP	Amplitude	Média $\pm$ DP	Amplitude	Média $\pm$ DP	Amplitude
24	0,67 $\pm$ 0,58	(0 – 1)	1,33 $\pm$ 1,15 <sup>a</sup>	(0 – 2)	8,67 $\pm$ 1,15 <sup>b</sup>	(8 – 10)
48	0 $\pm$ 0	(0 – 0)	0 $\pm$ 0	(0 – 0)	10,00 $\pm$ 0	(10 – 10)
72	1,00 $\pm$ 1,00	(0 – 2)	2,67 $\pm$ 2,52 <sup>a</sup>	(0 – 5)	7,33 $\pm$ 2,52 <sup>b</sup>	(5 – 10)
96	0 $\pm$ 0	(0 – 0)	0 $\pm$ 0	(0 – 0)	10,00 $\pm$ 0	(10 – 10)
120	0,33 $\pm$ 0,58	(0 – 1)	1,00 $\pm$ 1,73 <sup>a</sup>	(0 – 3)	9,00 $\pm$ 1,73 <sup>b</sup>	(7 – 10)

Legenda: DP – desvio padrão

Houve diferença significativa quando se comparou os sítios de repouso ocupados por indivíduos isolados ( $H=16,20$ ;  $p < 0,01$ ). Quando comparados dois a dois, houve diferença significativa entre os seguintes sítios de repouso: sob disco com alimento e enterrado ( $t=9,50$ ;  $p=0,04$ ), sob disco sem alimento e substrato ( $t=9,90$ ;  $p=0,03$ ), sob disco sem alimento e enterrado ( $t=14,10$ ;  $p < 0,01$ ), substrato e parede ( $t=11,50$ ;  $p=0,01$ ), e enterrado e parede ( $t=15,70$ ;  $p < 0,01$ ). Os demais sítios, tomados dois a dois, não apresentaram diferença significativa: sob disco com alimento e sob disco sem alimento ( $t=4,60$ ;  $p=0,32$ ), sob disco com alimento e substrato ( $t=5,30$ ;  $p=0,25$ ), sob disco com alimento e parede ( $t=6,20$ ;  $p=0,18$ ), sob disco sem alimento e parede ( $t=1,60$ ;  $p=0,73$ ), e substrato e enterrado ( $t=4,20$ ;  $p=0,37$ ).

Quando foram comparados os sítios de repouso ocupados por todos os indivíduos (agregados e isolados), também verificou-se diferença significativa ( $H=15,64$ ;  $p < 0,01$ ). Houve diferença significativa entre os seguintes sítios, quando comparados dois a dois: sob disco com alimento e enterrado ( $t=10,00$ ;  $p=0,03$ ), sob disco sem alimento e substrato ( $t=9,90$ ;  $p=0,03$ ), sob disco sem alimento e enterrado ( $t=14,40$ ;  $p < 0,01$ ), substrato e parede ( $t=10,60$ ;  $p=0,02$ ), e enterrado e parede ( $t=15,10$ ;  $p < 0,01$ ). Os outros sítios de repouso, tomados dois a dois, não apresentaram diferença significativa: sob disco com alimento e sob disco sem alimento ( $t=4,40$ ;  $p=0,34$ ), sob disco com alimento e substrato ( $t=5,50$ ;  $p=0,24$ ), sob disco com alimento e parede ( $t=5,10$ ;  $p=0,27$ ), sob disco sem alimento e parede ( $t=0,70$ ;  $p=0,88$ ), e substrato e enterrado ( $t=4,50$ ;  $p=0,33$ ).

Os resultados obtidos indicam o enterramento no substrato como sítio preferido para o repouso ( $H=15,64$ ;  $p < 0,01$ ) (gráfico 26).

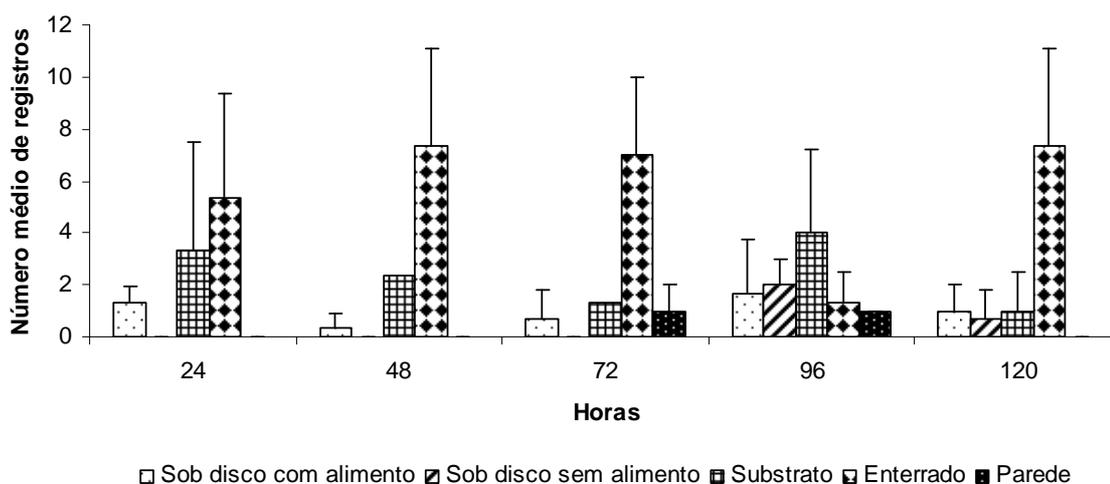


Gráfico 26: Número médio de moluscos da espécie *Dysopeas muibum*, por sítio de repouso, a cada observação, a intervalos de 24 horas

#### 5.4. Discussão

A alimentação dos moluscos terrestres parece ser um evento rítmico (COOK, 2001). Segundo Hodasi (1979), indivíduos de *A. achatina* não se alimentam continuamente durante a noite, havendo picos de atividade intercalados com repouso ou comportamentos exploratórios. Rollo (1991) sugere que a atividade de *D. reticulatum* é controlada por fatores endógenos e exógenos e acredita que o padrão básico de atividade emerge de um ritmo circadiano, desencadeado principalmente por fatores endógenos, onde diversos fatores ambientais poderiam inibir a atividade dos animais.

Todavia, o comportamento alimentar não foi frequente em *D. muibum*. A espécie exibiu o comportamento alimentar principalmente no período noturno, entre 20 horas e 4 horas. Acredita-se que a necessidade alimentar em *D. muibum* possa ser reduzida devido ao seu pequeno tamanho corporal e por isso a observação dessa atividade não foi constante. Além disso, outras espécies de subulinídeos apresentam comportamento de ingerir substrato (D'ÁVILA, 2003; D'ÁVILA & BESSA, 2005a,b,c), o que pode ter acontecido também nessa espécie. Vale ressaltar que apenas foi registrado como ato de alimentação o consumo do alimento oferecido.

A locomoção foi o comportamento mais frequente de atividade nessa espécie, visto que tem importantes funções, como liberação do excesso de água pelo muco e orientação a recursos alimentares, parceiros sexuais e sítios de repouso (COOK, 2001). O grau de atividade locomotora, bem como a intensidade de alimentação, são fortemente influenciados

pela umidade do substrato, como em *Laevicaulis alte* (Férussac, 1822) (Veronicellidae) (RAUT & PANIGRAHI, 1990). Rollo (1991) observou que em condições de baixa umidade *D. reticulatum* se alimentava rapidamente e retornava ao sítio de repouso, enquanto sob melhores condições de umidade, se movia e se alimentava mais lentamente, realizando, com maior frequência, comportamentos exploratórios.

A região anterior do corpo dos gastrópodes terrestres é rica em células quimiorreceptoras e *D. muibum* utiliza o comportamento exploratório, o segundo mais frequente, para reconhecer o ambiente e buscar recursos (CHASE & TOLLOCZKO, 1985).

A principal função da interação é o reconhecimento de parceiros para a reprodução (JUNQUEIRA *et al.*, 2003). Como esse estudo foi realizado com animais adultos, esperava-se uma frequência significativamente maior desse ato. Junqueira *et al.* (2003) registraram que a interação entre indivíduos de *B. similaris* foi maior em moluscos adultos, sugerindo que a procura por coespecíficos para a reprodução tende a aumentar a frequência desse comportamento. No presente estudo, além deste comportamento não ter sido frequente no período observado, não se verificou cópula, possivelmente por não ter havido encontro com parceiros adequados, já que de acordo com os resultados da seção 1 desse trabalho, os animais nessa idade provavelmente já eram sexualmente maduros e se reproduzem continuamente após a maturidade. É necessário ainda destacar a dificuldade de observação de cópula devido ao reduzido tamanho corporal desses moluscos. Pelo mesmo motivo, não foi observado o comportamento de defecação e de liberação de filhotes.

O repouso sobre o substrato e o enterramento foram os atos comportamentais prevalentes. O enterramento e o repouso na vegetação, troncos e rochas são comportamentos comuns nos pulmonados terrestres (HYMAN, 1967).

Esse estudo não evidenciou horário de atividade predominantemente noturno em *D. muibum*, o que contrasta com os resultados encontrados por outros autores, que evidenciaram hábito noturno para *L. unilamellata* (ALMEIDA & BESSA, 2001a), *S. octona* (BESSA & ARAÚJO, 1995a,b), *B. similaris* (ALMEIDA & BESSA, 2001b; JUNQUEIRA *et al.*, 2003), *A. fulica* (PANJA, 1995), *A. achatina* (HODASI, 1979; 1982), *D. reticulatum* (ROLLO, 1991), *L. alte* (RAUT & PANIGRAHI, 1988; 1990; PANIGRAHI *et al.*, 1992), *Sarasinula linguaeformis* Semper, 1885 (Veronicellidae) (JUNQUEIRA *et al.*, 2004), *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Arionidae) (GRIMM & PAILL, 2001) e *Thaumastus taunaisii* (Férussac, 1821) (Bulimulidae) (JURBERG *et al.*, 1988).

Entre os fatores ambientais que afetam a atividade dos moluscos terrestres, destacam-se a temperatura e a umidade relativa do ar (COOK, 2001). Nesse estudo, a atividade teve

relação negativa com a temperatura e positiva com a umidade relativa do ar. Por serem muito sensíveis ao ressecamento, esses animais tendem a ser mais ativos nas horas em que a temperatura fica mais amena e a umidade relativa do ar mais alta, ou seja, ao amanhecer e à noite, para reduzir o risco de dessecação (RAUT & PANIGRAHI, 1990; PANIGRAHI *et al.*, 1992).

Outro fator atuante é a umidade do substrato, que funciona como um fator chave, pois esses animais perdem água pelo tegumento e com o muco depositado sobre o substrato ao se locomoverem e reidratam-se pela superfície da sola em contato com o substrato úmido (COOK, 2001).

Ainda não está claro, no entanto, se o hábito noturno desses organismos emerge de um ritmo endógeno, modulado por fatores do ambiente, ou se é uma resposta direta a esses fatores (ROLLO, 1991). Outros autores como Junqueira *et al.* (2004) já estudaram a distribuição de atividade durante as 24 horas do dia em moluscos terrestres, todavia, não existem estudos consistentes sobre a ritmicidade comportamental nesses animais.

Os resultados do presente trabalho não apontaram a agregação como comportamento característico de *D. muibum*, sugerindo a ausência de algum estímulo a esse comportamento. Também não apontaram influência do alimento para a agregação, uma vez que nenhum indivíduo se agregou sob o sítio de repouso “sob disco com alimento”. Segundo Storey (2002), o comportamento agregativo é uma estratégia adotada para reduzir a perda de água pela evaporação. Os indivíduos agregados envolvem muito contato entre si, diminuindo as superfícies corporais sujeitas à evaporação, de modo que o corpo de um molusco veda a abertura da concha de outro (DUNDEE *et al.*, 1975). Essa estratégia é comumente observada em lesmas, onde a agregação pode relacionar-se à proteção contra a dessecação (COOK, 1992).

Chase *et al.* (1980) sugeriram que o comportamento agregativo em *A. fulica* pode estar relacionado não só à proteção contra a dessecação, mas também com a proteção contra predadores invertebrados. Bohan *et al.* (2000) observaram que em *D. reticulatum* e *Arion intermedius* (Normand, 1852) (Arionidae) esse comportamento relaciona-se à umidade do substrato. A proximidade dos animais também favorece a criação de um microhabitat com condições mais favoráveis de umidade (DUNDEE *et al.*, 1975).

Considerando-se todos os indivíduos (agregados e isolados), as diferenças significativas verificadas nas mesmas combinações de sítios de repouso dos indivíduos isolados se devem possivelmente aos números serem muito próximos, já que os indivíduos, em maioria, se encontravam isolados nos sítios de repouso analisados. Os resultados obtidos indicam o

enterramento no substrato como sítio preferido para o repouso, como já era esperado, visto que moluscos terrestres se enterram e repousam com frequência no solo, pelo fato de estarem, nesse sítio, protegidos contra a dessecação e predação (HYMAN, 1967; LAZARIDOU-DIMITRIADOU & DAGUZAN, 1981; GIOKAS *et al.*, 2005). Como os animais não utilizaram significativamente o disco com alimento, não houve influência do alimento na escolha por sítio de repouso.

Pela análise quantitativa dos registros comportamentais do etograma básico dessa espécie, observou-se tendência ao enterramento no substrato, o que torna desnecessária a agregação, visto que ambos os comportamentos são utilizados para selar a área corporal sujeita à perda d'água, valendo lembrar que em condições de laboratório, este se encontra sempre úmido, criando um microhabitat estável. Tal estratégia nem sempre é observada em moluscos dessa família, como por exemplo, em *S. octona*, que apresenta comportamento agregativo em laboratório, possivelmente como resultado de comunicação química entre os moluscos (D'ÁVILA *et al.*, 2006). Não se sabe ao certo se o estímulo à agregação em *S. octona* é provocado por um feromônio de agregação que favorece a reprodução, como sugerido por Dundee *et al.* (1975) e Chase *et al.* (1980), ou se os moluscos utilizam “pistas” químicas (que poderiam ser compostos liberados no muco) para detectarem a presença de coespecíficos e se agregarem (D'ÁVILA *et al.*, 2006).

Os gastrópodes terrestres têm quimiorrecepção bem desenvolvida, já que a superfície externa do corpo é provida de células neurosensoriais relacionadas à comunicação intraespecífica nos processos de corte e cópula, à alimentação, à percepção do ambiente e à agregação (HYMAN, 1967; DUNDEE *et al.*, 1975; STEPHENSON, 1979; COOK, 1992; IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999; CHEVALIER *et al.*, 2000). Esses animais podem reconhecer compostos químicos voláteis pelo olfato e não-voláteis pelo paladar (STEPHENSON, 1979). De acordo com Stephenson (1979), os tentáculos de *D. reticulatum* provavelmente atuam na detecção de compostos químicos voláteis e não-voláteis. Esse autor também verificou a função gustativa da probóscide, dos lábios e dos lobos laterais da boca nessa espécie. Aguiar *et al.* (2009) verificaram que jovens de *A. fulica* provavelmente usam informações químicas do coespecífico para localizar sítios de repouso e potenciais cópulas, sendo as trilhas de muco utilizadas como rotas de alimentação, retorno a sítios de repouso e procura de coespecíficos para agregação. Esses mesmos autores discutem que nos recém-eclodidos de *A. fulica*, a finalidade do comportamento agregativo deve ser ainda mais importante devido ao risco de dessecação e predação.

Sabe-se que o muco secretado pelos pulmonados terrestres durante a locomoção apresenta diferenças bioquímicas de acordo com a espécie, o que poderia ser uma fonte de informações sobre os indivíduos, como o estado sexual e a direção da locomoção, de modo que o reconhecimento químico de coespecíficos pelo muco poderia mediar a reprodução (GAINEY, 1976; COOK, 1992; SKINGSLEY *et al.*, 2000).

Para esclarecimentos mais precisos das estratégias comportamentais de *D. muibum*, são necessários estudos focando nos aspectos fisiológicos e ecológicos, além de aspectos químicos envolvidos na comunicação que afetam essa espécie, até então inexistentes na literatura científica.

## 5.5. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos durante o presente estudo, pode-se concluir que:

O etograma básico da espécie *D. muibum* é composto por oito atos comportamentais: “repousar” e “estar enterrado”, que juntos compõem os atos de repouso; “deslocar”, “enterrar”, “explorar”, “alimentar”, “emergir” e “interagir”, que juntos compõem os atos de atividade.

A espécie apresenta maior tendência ao repouso que à atividade, sendo a locomoção o ato comportamental de atividade prevalente.

A atividade dessa espécie se correlaciona negativamente com a temperatura e positivamente com a umidade relativa do ar.

*Dysopeas muibum* não apresenta horário de atividade predominantemente noturno, assim como não apresenta comportamento agregativo.

O sítio preferido para o repouso é o enterramento no substrato.

O alimento não influenciou a preferência por sítio de repouso.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na presente dissertação permitem concluir que:

A espécie *D. muibum* ocorre no município de Juiz de Fora, Minas Gerais.

É uma espécie de parte mole amarelada e concha pequena e alongada, com crescimento indeterminado, capacidade de realizar autofecundação, fecundidade aumentando com o tamanho do corpo, estratégia iterópara e baixa mortalidade, antes e após a maturidade sexual.

O isolamento propiciou um aumento no número total de filhotes, no número de filhotes por molusco parental e no tempo entre eventos reprodutivos dessa espécie, porém reduziu o número destes, assim como o número de filhotes por evento. Não influenciou, contudo, os parâmetros de crescimento, o alcance da maturidade sexual, a relação crescimento-reprodução, a mortalidade e a conquiliomorfometria.

Condições controladas de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo favoreceram o crescimento e o rápido início da atividade reprodutiva em *D. muibum*, assim como maiores valores conquiliomorfométricos. Já a diminuição do comprimento do dia favoreceu a fecundidade.

Nessa espécie, a alteração do fotoperíodo não interferiu na mortalidade, na relação crescimento-reprodução, na estratégia iterópara e nas taxas e padrão de crescimento.

Em termos de comportamento, foi descrito o etograma básico da espécie e características como: maior tendência ao repouso, locomoção como atividade prevalente, correlação negativa da atividade com a temperatura e positiva com a umidade relativa do ar, não predominância de atividade noturna e de agregação, e escolha do enterramento no substrato como sítio preferido para o repouso.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUDO, I. 2012. **Moluscos na condição de pragas no Brasil**. Disponível em: <<http://www.conchasbrasil.org.br/materias/pragas/visaogeral/default.asp>>. Acesso em 30 de agosto de 2012.

AGUIAR, A. C.; KOSTRZEPA, C. M.; SCHNEIDER, V. F.; FISCHER, M. L.; MARQUES, F. A.; KULIC, J. D.; BEDNARZUK, M. H.; LENZ, C. A. & MAIA, B. H. L. N. S. 2009. Reação de jovens e filhotes de *Achatina fulica* (Mollusca, Achatinidae) diante de voláteis de muco ou de indivíduos co-específicos. **Livro de resumos do XXI Encontro Brasileiro de Malacologia** – 19 a 24 de julho de 2009 – Rio de Janeiro – Brasil.

ALBUQUERQUE DE MATOS, R. M. 1989. Ciclo vital e reprodução em *Helix aspersa* com aplicações a helicicultura. **IV Simposium Internacional de Reprodução Animal** – 8 a 10 de fevereiro de 1989 – Lisboa – Portugal.

ALMEIDA, M. N. & BESSA, E. C. A. 2001a. Estudo do crescimento e da reprodução de *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny) (Mollusca, Subulinidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** **18** (4): 1107-1113.

ALMEIDA, M. N. & BESSA, E. C. A. 2001b. Estudo do crescimento e da reprodução de *Bradybaena similaris* (Férussac) (Mollusca, Xanthonychidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** **18** (4): 1115-1122.

ALMEIDA, M. N. & MOTA, G. G. 2011a. Conquiliomorfometria, ciclo de vida, crescimento alométrico da concha (*Subulina octona* Brugüiere, 1789) (Pulmonata, Subulinidae) em condições de campo. **BioFar – Revista de Biologia e Farmácia** **5** (1): 141-151.

ALMEIDA, M. N. & MOTA, G. G. 2011b. Ecologia, reprodução e crescimento da concha de *Beckianum beckianum* Pfeiffer, 1846 (Pulmonata, Subulinidae) em condições naturais. **BioFar – Revista de Biologia e Farmácia** **6** (1): 75-85.

ALMEIDA, M. N.; MOTA, G. G. & BARROS, L. F. W. 2009. Conquiliomorfometria de *Beckianum beckianum*, *Lamellaxis micra*, *Leptinaria unilamellata* e *Subulina octona* (Gastropoda, Pulmonata, Subulinidae). **Livro de resumos do XXI Encontro Brasileiro de Malacologia** – 19 a 24 de julho de 2009 – Rio de Janeiro – Brasil.

ALTMANN, J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. **Behaviour** **49** (3): 227-267.

ANDERSON, F. E. 2007. Population genetics of the carinate pillsnail, *Euchemotrema hubrichti*: genetic structure on a small spatial scale. **Conservation Genetics** **8** (4) 965-975.

ANDERSON, T. K.; WEAVER, K. F. & GURALNICK, R. P. 2007. Variation in adult shell morphology and life-history traits in the land snail *Oreohelix cooperi* in relation to biotic and abiotic factors. **Journal of Molluscan Studies** **73**: 129-137.

ARAÚJO, J. L. B. 1982. **Alguns moluscos terrestres como hospedeiros intermediários de parasitos de animais domésticos, no Brasil: estudos sobre anatomia, sistemática e participação em helmintoses**. Itaguaí, 103 páginas. Tese de doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

ARMBRUSTER, G. F. J.; HOFER, M. & BAUR, B. 2007. Effect of cliff connectivity on the genetic population structure of a rock-dwelling land snail species with frequent self-fertilization. **Biochemical Systematics and Ecology** **35**: 325-333.

ASAMI, T. 1999. Effects of oviposition substrate on lifetime fecundity of terrestrial pulmonate *Bradybaena similaris*. **Journal of Conchology** **36**: 1-9.

BACKELJAU, T.; BAUR, A. & BAUR, B. 2001. Population and conservation genetics. In: BARKER, G. M. (ed.). **The biology of terrestrial molluscs**. New York: CABI Publishing. 558 páginas.

BAILEY, S. E. R. 1981. Circannual and circadian rhythms in the snail *Helix aspersa* Müller and the photoperiodic control of annual activity and reproduction. **Journal of Comparative Physiology** **142**: 89-94.

BAILEY, S. E. R. 1989. Foraging behavior of terrestrial gastropods: integrating field and laboratory studies. **Journal of Molluscan Studies** **55** (2): 263-272.

BARKER, G. M. 2001. Gastropods on land: phylogeny, diversity and adaptive morphology. In: BARKER, G. M. (ed.). **The biology of terrestrial molluscs**. New York: CABI Publishing. 558 páginas.

BAUR, B. 1994. Parental care in terrestrial gastropods. **Experientia** **50**: 5-14.

BAUR, B. & BAUR, A. 2000. Social facilitation affects longevity and lifetime reproductive success in a self-fertilizing land snail. **Oikos** **88**: 612-620.

BESSA, E. C. A. & ARAÚJO, J. L. B. 1995a. Oviposição, tamanho de ovos e medida do comprimento da concha em diferentes fases do desenvolvimento de *Subulina octona* (Brugüière) (Pulmonata, Subulinidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** **12** (3): 647-654.

BESSA, E. C. A. & ARAÚJO, J. L. B. 1995b. Ocorrência de autofecundação em *Subulina octona* (Brugüière) (Pulmonata, Subulinidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** **12** (3): 719-723.

BIDART, L.; FERNÁNDEZ, A. & IGLESIAS, C. 1998. Reproducción de *Polymita muscarum* y *Polymita venusta* (Stylommatophora: Helminthoglyptidae). **Revista de Biología Tropical** **46** (3): 683-689.

BOFFI, A. V. 1979. **Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico**. São Paulo: Hucitec. 182 páginas.

BOHAN, D. A.; GLEN, D. M.; WILTSHIRE, C. W. & HUGHES, L. 2000. Parametric intensity and the spatial arrangement of the terrestrial herbivores *Deroceras reticulatum* and *Arion intermedius*. **Journal of Animal Ecology** **69**: 1031-1046.

BONNEFOY-CLAUDET, R. & DERAY, A. 1987 Modalités de reproduction de l'escargot *Helix aspersa maxima* en fonction de la photophase, comparaison avec *Helix aspersa aspersa*. **Haliotes** **16**: 69-75.

BONNEFOY-CLAUDET, R.; DERAY, A. & GOMOT, L. 1983. Action de lumières de longueurs d'onde différentes sur la reproduction de l'escargot *Helix aspersa*. **Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales** **177** (4): 504-512.

CALDEIRA, R. L.; VIDIGAL, T. H. D. A.; MATINELLA, L.; SIMPSON, A. J. G. & CARVALHO, O. S. 2000. Identification of planorbids from Venezuela by polymerase chain reaction amplification and restriction fragment length polymorphism of internal transcriber spacer of the RNA ribosomal gene. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **95** (2): 171-177.

CAMERON, R. A. D. 1981. Functional aspects of shell geometry in some british land snails. **Biological Journal of the Linnean Society** **16**: 157-167.

CARVALHO, C. M. 2009. **História de vida e variabilidade morfológica e molecular de *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835) (Mollusca, Pulmonata, Subulinidae)**. Juiz de Fora, 159 páginas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora.

CARVALHO, C. M.; BESSA, E. C. A. & D'ÁVILA, S. 2008. Life history strategy of *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Pulmonata, Bradybaenidae). **Molluscan Research** **28** (3): 171-174.

CARVALHO C. M. & D'ÁVILA, S. 2009. Diversidade da malacofauna terrestre no município de Cruzília, MG: registro, morfometria e conchiliomorfologia de *Dysopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968 (Mollusca, Pulmonata, Subulinidae). **Anais da XXXII Semana de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora – 19 a 23 de outubro de 2009 – Juiz de Fora – Brasil**.

CARVALHO, C. M.; SILVA, J. P.; MENDONÇA, C. L. F.; BESSA, E. C. A. & D'ÁVILA, S. 2009. Life history strategy of *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835) (Mollusca, Pulmonata, Subulinidae). **Invertebrate Reproduction & Development** **53** (4): 211-222.

- CHASE, R.; CROLL, R. P. & ZEICHNER, L. L. 1980. Aggregation in snails, *Achatina fulica*. **Behavioral and Neural Biology** **30**: 218-230.
- CHASE, R. & TOLLOCZKO, B. 1985. Secretory glands of the snail tentacle and their relation to the olfactory organ (Mollusca, Gastropoda). **Zoomorphology** **105** (1): 60-67.
- CHATFIELD, J. E. 1976. Studies on food and feeding in some european land molluscs. **Journal of Conchology** **29**: 5-20.
- CHEVALIER, L.; DESBUQUOIS, C.; PAPINEAU, J. & CHARRIER, M. 2000. Influence of the quinolizidine alkaloid content of *Lupinus albus* (Fabaceae) on the feeding choice of *Helix aspersa* (Gastropoda: Pulmonata). **Journal of Molluscan Studies** **66**: 61-68.
- CHIBA, S. & DAVISON, A. 2007. Shell shape and habitat use in the north-west pacific land snail *Mandarina polita* from Hahajima, Ogasawara: current adaptation or ghost of species past? **Biological Journal of the Linnean Society** **91**: 149-159.
- CHIU, Y. W.; CHEN, H. C.; LEE, S. C. & CHEN, C. A. 2002. Morphometric analysis of shell and operculum variations in the viviparid snail, *Cipangopaludina chinensis* (Mollusca: Gastropoda), in Taiwan. **Zoological Studies** **41** (3): 321-331.
- CHOH, M. S.; YAP, C. K.; TAN, S. G. & JAMBARI, H. A. 2006. Morphological and allozyme studies of small terrestrial snails (*Opeas* sp., *Subulina* sp. and *Huttonella bicolor*) collected from Peninsular Malaysia. **Genetika** **42** (1): 49-57.
- CICHON, M. 1999. Growth after maturity as a suboptimal strategy. **Acta Oecologica** **20** (1): 25-28.
- CONQUILIOLOGISTAS DO BRASIL. 2012. Disponível em: <<http://www.conchasbrasil.org.br/conquiliologia/especies.asp?idfamily=122>>. Acesso em 30 de agosto de 2012.
- COOK, A. 1985. Functional aspects of trail following by the carnivorous snail *Euglandina rosea*. **Malacologia** **26**: 173-181.
- COOK, A. 1992. The function of trail following in the pulmonate slug, *Limax pseudoflavus*. **Animal Behaviour** **43**: 813-821.
- COOK, A. 2001. Behavioral ecology: on doing the right thing, in the right place at the right time. In: BARKER, G. M. (ed.). **The biology of terrestrial molluscs**. New York: CABI Publishing. 558 páginas.

CRUZ, J. D. 1995. **O caracol rajado *Oxystyla pulchella* (Mollusca, Bulimulidae), um organismo benéfico ao pomar cítrico**. Cruz das Almas, 48 páginas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia.

D'ÁVILA, S. 2003. **Influência do substrato sobre o ciclo de vida e o comportamento de *Subulina octona* (Brugüière, 1789) (Mollusca, Subulinidae) em condições de laboratório**. Juiz de Fora, 106 páginas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora.

D'ÁVILA, S. & BESSA, E. C. A. 2005a. Influência do substrato sobre a reprodução de *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** **22** (1): 197-204.

D'ÁVILA, S. & BESSA, E. C. A. 2005b. Influência do substrato sobre o crescimento de *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** **22** (1): 205-211.

D'ÁVILA, S. & BESSA, E. C. A. 2005c. Influência de diferentes substratos e umidade sobre o crescimento e número de ovos produzidos por *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** **22** (2): 349-353.

D'ÁVILA, S.; BESSA, E. C. A.; CALDEIRA, R. L.; CARVALHO, O. S. & MENDONÇA, C. L. F. 2011. Morfologia macro e microscópica do sistema reprodutor de moluscos pulmonados terrestres da família Subulinidae (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata). **Livro de resumos do VIII Congresso Latinoamericano de Malacologia** – 12 a 17 de junho de 2011 – Puerto Madryn – Argentina.

D'ÁVILA, S.; DIAS, R. J. P. & BESSA, E. C. A. 2006. Comportamento agregativo em *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **23** (2): 357-363.

D'ÁVILA, S.; DIAS, R. J. P.; BESSA, E. C. A. & DAEMON, E. 2004. Resistência à dessecação em três espécies de moluscos terrestres: aspectos adaptativos e significado para o controle de helmintos. **Revista Brasileira de Zoociências** **6** (1): 115-127.

DERAY, A. & LAURENT, J. 1987. Lumière et dynamique de croissance chez l'escargot *Helix aspersa maxima* (gros gris) en conditions hors sol contrôlées. **Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales** **181** (2): 179-186.

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. **Malacological Review** **10**: 32-45.

DUNDEE, D. S.; TIZZARD, M. & TRAUB, M. 1975. Aggregative behaviour in veronicellid slugs. **Nautilus** **89** (3): 69-71.

- DUTRA, A. V. C. 1988. Aspectos da ecologia e da reprodução de *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835) (Gastropoda, Subulinidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 5 (4): 581-591.
- EMBERTON, K. C. 1994. Morphology and aestivation behaviour in some madagascan acavid land snails. **Biological Journal of the Linnean Society** 53: 175-187.
- ENÉE, J.; BONNEFOY-CLAUDET, R. & GOMOT, L. 1982. Effet de la photopériode artificielle sur la reproduction de l'escargot *Helix aspersa* Müller. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences** 294: 357-360.
- FONSECA, J. P. 1936. Caramujo do cafeeiro. **O Biológico** 2: 67-68.
- FORSYTH, R. G. 2012. **Terrestrial gastropods of the columbia basin, british Columbia**. Disponível em: <<http://www.livinglandscapes.bc.ca/cbasin/molluscs/introduction1.html>>. Acesso em 30 de agosto de 2012.
- FURTADO, M. C. V.; BESSA, E. C. A. & CASTAÑON, M. C. M. N. 2004. Ovoteste de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae): histologia e produção de gametas. **Revista Brasileira de Zoociências** 6: 7-18.
- GAINNEY, L. F. 1976. Locomotion in the Gastropoda: functional morphology of the foot in *Neritina reclinata* and *Thais rustica*. **Malacologia** 15 (2): 411-431.
- GARCIA, T. A. & PINHEIRO, J. 2007. The photoperiod may modulate the carbohydrate metabolism of *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Bradybaenidae). **Revista Brasileira de Zoociências** 9 (1): 7-12.
- GIOKAS, S.; PAFILIS, P. & VALAKOS, E. 2005. Ecological and physiological adaptations of the land snail *Albinaria caerulea* (Pulmonata, Clausilliidae). **Journal of Molluscan Studies** 71: 15-23.
- GOMES, E. A. 2006. **Influência da inversão do fotoperíodo no comportamento de *Subulina octona* (Brugüière, 1789) (Mollusca, Subulinidae) em condições de laboratório**. Juiz de Fora, 35 páginas. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- GÓMEZ, B. J. 2001. Structure and functioning of the reproductive system. In: BARKER, G. M. (ed.). **The biology of terrestrial molluscs**. New York: CABI Publishing. 558 páginas.
- GOMOT, A. 1990. Photoperiod and temperature interaction in the determination of reproduction of the edible snail, *Helix pomatia*. **Journal of Reproduction and Fertility** 90: 581-585.

GOMOT DE VAUFLEURY, A. 2001. Regulation of growth and reproduction. *In*: BARKER, G. M. (ed.). **The biology of terrestrial molluscs**. New York: CABI Publishing. 558 páginas.

GOMOT, L.; ENÉE, J & LAURENT, J. 1982. Influence de la photopériode sur la croissance pondérale de l'escargot *Helix aspersa* Müller en milieu contrôlé. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences** **294**: 749-752.

GOMOT, P. & GOMOT, L. 1985. Action de la photopériode sur la multiplication spermatogoniale et la reproduction de l'escargot *Helix aspersa*. **Bulletin de la Société Zoologique de France** **110**: 445-459.

GOMOT, P.; GOMOT, L. & GRIFFOND, B. 1989. Evidence for a light compensation of the inhibition of reproduction by low temperatures in the snail *Helix aspersa*. Ovotestis and albumen gland responsiveness to different conditions of photoperiods and temperatures. **Biology of Reproduction** **40**: 1237-1245.

GRIFFOND, B. & VINCENT, C. 1985. Etude de l'activité des corps dorsaux de l'escargot *Helix aspersa* Müller au cours des phases physiologiques de la vie adulte et sous différentes photopériodes. **International Journal of Invertebrate Reproduction and Development** **8** (1): 27-37.

GRIMM, B. & PAILL, W. 2001. Spatial distribution and home-range of the pest slug *Arion lusitanicus* (Mollusca: Pulmonata). **Acta Oecologica** **22** (4): 219-227.

GRIMM, B. & SCHAUMBERGER, K. 2002. Daily activity of the pest slug *Arion lusitanicus* under laboratory conditions. **Annals of Applied Biology** **141** (1): 35-44.

HAUSDORF, B. 2006. Is the interspecific variation of body size of land snails correlated with rainfall in Israel and Palestine? **Acta Oecologica** **30** (3): 374-379.

HELLER, J. 2001. Life history strategies. *In*: BARKER, G. M. (ed.). **The biology of terrestrial molluscs**. New Zeland: CABI publishing. 558 páginas.

HENDERSON, N. E. & PELLUET, D. 1960. The effect of visible light on the ovotestis of the slug *Deroceras reticulatum* Müller. **Canadian Journal of Zoology** **38** (1): 173-178.

HODASI, J. K. M. 1979. Life history studies of *Achatina (Achatina) achatina* (Linné). **Journal of Molluscan Studies** **45**: 328-339.

HODASI, J. K. M. 1982. The effects of different light regimes on the behavior and biology of *Achatina (Achatina) achatina* (Linné). **Journal of Molluscan Studies** **48**: 283-293.

HOMMAY, G.; KIENLEN, J. C.; GERTZ, C. & HILL, A. 2001. Growth and reproduction of the slug *Limax valentianus* Férrusac in experimental conditions. **Journal of Molluscan Studies** **67**: 191-207.

HORN, A. C.; ACHAVAL, A. & ZANCAN, D. M. 2005. The annual reproductive cycle of the snail *Megalobulimus abbreviatus* (Bequaert, 1948) (Gastropoda, Pulmonata). **Brazilian Journal of Biology** **65** (3): 459-467.

HUNTER, R. D. & STONE, L. M. 1986. The effect of artificial photoperiod on growth and reproduction in the land snail *Cepaea nemoralis*. **International Journal of Invertebrate Reproduction and Development** **9**: 339-344.

HYMAN, L. H. 1967. **The invertebrates: Mollusca I**. New York: McGraw-Hill Book Company. 792 páginas.

IGLESIAS, J. & CASTILLEJO, J. 1999. Field observations on feeding of the land snail *Helix aspersa* Müller. **Journal of Molluscan Studies** **65**: 411-423.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2008. **Divisão territorial do Brasil e limites territoriais**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 20 de janeiro de 2008.

JUNQUEIRA, F. O.; D'ÁVILA, S.; BESSA, E. C. A. & PREZOTO, F. 2003. Ritmo de atividade de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae) de acordo com a idade. **Revista de Etologia** **5** (1): 1-6.

JUNQUEIRA, F. O.; PREZOTO, F.; BESSA, E. C. A. & D'ÁVILA, S. 2004. Horário de atividade e etograma básico de *Sarasinula linguaeformis* Semper, 1885 (Mollusca, Veronicellidae), em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoociências** **6** (2): 237-247.

JURBERG, P.; BARROS, H. M.; GOMES, L. A. L. & COELHO, A. C. S. 1988. Superfamília Bulimuloidea do Brasil. Bulimulidae: *Thaumastus* (*Thaumastus*) *taunaisii* (Férussac, 1822) com dados biológicos e aspectos comportamentais (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata). **Boletim do Museu Nacional** **358**: 1-47.

KAMEDA, Y.; KAWAKITA, A. & KATO, M. 2007. Cryptic genetic divergence and associated morphological differentiation in the arboreal land snail *Satsuma* (*Luchuhadra*) *largillierti* (Camaenidae) endemic to the Ryukyu Archipelago, Japan. **Molecular Phylogenetics and Evolution** **45** (2): 519-533.

KLEEWEIN, D. 1999. Population size, density, spatial distribution and dispersal in an austrian population of the land snail *Arianta arbustorum styriaca* (Gastropoda: Helicidae). **Journal of Molluscan Studies** **65**: 303-315.

- LAURENT, J.; DERAY, A. & GRIMARD, A. M. 1984. Influence de la photopériode, du degré d'hétérogénéité de la population sur la dynamique de croissance et la maturation sexuelle de l'escargot *Helix aspersa*. **Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales** **178** (4): 421-441.
- LAZARIDOU-DIMITRIADOU, M. & DAGUZAN, J. 1981. Etude de l'effet du "groupement" des individus chez *Theba pisana* (Mollusque Gasteropode Pulmone Stylommatophore). **Malacologia** **20** (2): 195-204.
- LE GUHENNEC, M. F. & DAGUZAN, J. 1983. Rôle de la lumière sur la reproduction de l'escargot petit-gris, *Helix aspersa* Müller. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences** **297**: 141-144.
- LEAHY, W. M. 1983. Comportamento e características anatomofuncionais da reprodução em *Bradybaena similaris* (Molusco pulmonado). **Ciência e Cultura** **36** (8): 1389-1392.
- LÜSIS, O. 1966. Changes induced in the reproductive system of *Arion ater rufus* L. by varying environmental conditions. **Proceedings of the Malacological Society of London** **37**: 19-26.
- MCCRONE, E. J.; VAN MINNEN, J. & SOKOLOVE, P. G. 1981. Slug reproductive maturation hormone: in vivo evidence for long-day stimulation of secretion from brains and cerebral ganglia. **Journal of Comparative Physiology** **143** (3): 311-315.
- MELROSE, G. R.; O'NEILL, M. C. & SOKOLOVE, P. G. 1983. Male gonadotrophic factor in brain and blood of photoperiodically stimulated slugs. **General and Comparative Endocrinology** **52**: 319-328.
- MINTON, R. L.; NORWOOD, A. P. & HAYES, D. M. 2008. Quantifying phenotypic gradients in freshwater snails: a case study in *Lithasia* (Gastropoda: Pleuroceridae). **Hydrobiologia** **605**: 173-182.
- NAGGS, F. 1994. The reproductive anatomy of *Paropeas achatinaceum* and a new concept of *Paropeas* (Pulmonata: Achatinoidea: Subulinidae). **Journal of Molluscan Studies** **60** (2): 175-191.
- PAKARINEN, E. 1992. Feeding avoidance of terrestrial gastropods to conspecific and nonspecific material. **Journal Molluscan Studies** **58** (2): 109-120.
- PANIGRAHI, A.; MAHETE, S. K. & RAUT, S. K. 1992. Circadian rhythm in norepinephrine and epinephrine contents in the brain of the garden slug, *Laevicaulis alte* (Férussac). **Apex** **7** (2): 59-65.

PANJA, U. K. 1995. **Activity pattern in respect to homing of the giant african land snail, *Achatina fulica* Bowdich.** Calcutá, 112 páginas. Dissertação de mestrado. Universidade de Calcutá.

PARAENSE, W. L. 1955. Autofecundação e fecundação cruzada em *Australorbis glabratus*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **53**: 277-284.

PFENNINGER, M. & POSADA, D. 2002. Phylogeographic history of the land snail *Candidula unifasciata* (Helicellinae, Stylommatophora): fragmentation, corridor migration and secondary contact. **Evolution** **56** (9): 1776-1778.

PILATE, V. J. 2009. **Morfologia da concha de *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835) (Mollusca, Pulmonata, Subulinidae) do município de Juiz de Fora, MG e distrito de Floriano, município de Barra Mansa, RJ.** Juiz de Fora, 48 páginas. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal de Juiz de Fora.

PINCEEL, J.; JORDAENS, K.; VAN HOUTTE, N.; BERNON, G. & BACKELJAU, T. 2005. Population genetics and identity of an introduced terrestrial slug: *Arion subfuscus* s.l. in the north-east USA (Gastropoda, Pulmonata, Arionidae). **Genetica** **125**: 155-171.

RAUT, S. K. & PANIGRAHI, A. 1988. Egg-nesting in the garden slug *Laevicaulis alte* (Férussac) (Gastropoda, Soleolifera). **Malacological Review** **21**: 101-104.

RAUT, S. K. & PANIGRAHI, A. 1990. Feeding rhythm in the garden slug *Laevicaulis alte* (Soleolifera: Veronicellidae). **Malacological Review** **23**: 39-46.

ROLLO, C. D. 1991. Endogenous and exogenous regulation of activity in *Deroceras reticulatum*, a weather-sensitive terrestrial slug. **Malacologia** **33**: 199-220.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S. & BARNES, R. D. 2005. **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva.** São Paulo: Editora Roca. 1145 páginas.

SANTOS, S. B. & MONTEIRO, D. P. 2001. Composição de gastrópodes terrestres em duas áreas do Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentado (CEADS), Vila Dois Rios, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil – um estudo-piloto. **Revista Brasileira de Zoologia** **18** (1): 181-190.

SILVA, L. C. 2009. **História de vida de *Bulimulus tenuissimus* (d'Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae): variação no conteúdo dos substratos energéticos de acordo com a idade e sazonalidade.** Juiz de Fora, 97 páginas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora.

SILVA, L. C.; MEIRELES, L. M. O.; JUNQUEIRA, F. O. & BESSA, E. C. A. 2008. Development and reproduction in *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca: Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 220-223.

SILVA, L. C.; MEIRELES, L. M. O.; JUNQUEIRA, F. O.; PINHEIRO, J. & BESSA, E. C. A. 2012. Seasonal changes of energy reserves in *Bulimulus tenuissimus* (d'Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae). **Animal Biology** **62**: 111-118.

SILVA, L. C.; MEIRELES, L. M. O.; VARGAS, T.; JUNQUEIRA, F. O. & BESSA, E. C. A. 2009. Life history of the land snail *Habroconus semenlini* (Stylommatophora: Euconulidae) under laboratory conditions. **Revista de Biología Tropical** **57**(4): 1217-1222.

SIMONE, L. R. L. 1999. Filo Mollusca, classe Gastropoda. In: BRANDÃO, C. R. F. & CANCELLO, E. M. (ed.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5: invertebrados terrestres**. São Paulo: Fapesp. 279 páginas.

SIMONE, L. R. L. 2006. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. São Paulo: Fapesp. 390 páginas.

SKINGSLEY, D. R.; WHITE, A. J. & WESTON, A. 2000. Analysis of pulmonate mucus by infrared spectroscopy. **Journal of Molluscan Studies** **66** (3): 363-371.

SOKOLOVE, P. G. & MCCRONE, E. J. 1978. Reproductive maturation in the slug *Limax maximus*, and the effects of artificial photoperiod. **Journal of Comparative Physiology** **125** (4): 317-325.

SOUTH, A. 1992. A comparison of the life cycles of *Deroceras reticulatum* (Müller) and *Arion intermedius* Normand (Pulmonata: Stylommatophora) at different temperatures under laboratory conditions. **Journal of Molluscan Studies** **48**: 233-244.

SOUZA, B. A.; SILVA, L. C.; MEIRELES, L. M. O.; SANTOS, T. V.; MACIEL, T. C. & BESSA, E. C. A. 2009. Efeitos do extrato aquoso das folhas de *Allamanda cathartica* L. (Apocynaceae) sobre *Subulina octona* (Brugüière, 1789) e *Dysopeas muibum* Marcus & Marcus, 1968 (Mollusca, Subulinidae). **Anais da XXXII Semana de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora – 19 a 23 de outubro de 2009 – Juiz de Fora – Brasil**.

STEARNS, S. C. 1989. Trade-offs in life-history evolution. **Functional Ecology** **3** (3): 259-268.

STEPHENSON, J. W. 1979. The functioning of the sense organs associated with feeding behaviour in *Deroceras reticulatum* (Müll.). **Journal of Molluscan Studies** **45** (2): 167-171.

STOREY, K. B. 2002. Life in the slow lane: molecular mechanisms of estivation. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A** **133**: 733-754.

SUVOROV, A. N. 2002. Prospects for studies on morphological variability of land pulmonate snails. **Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences** **29** (5): 455-467.

TELES, H. M. S & FONTES, L. R. 2002. Implicações da introdução e dispersão de *Achatina fulica* Bowdich, 1882 no Brasil. **Boletim do Instituto Adolfo Lutz** 12: 3-5.

THOMÉ, J. W.; GOMES, S. R. & PICANÇO, J. B. 2006. **Os caracóis e as lesmas dos nossos bosques e jardins**. Pelotas: USEB. 123 páginas.

TOMPA, A. S. 1979. Oviparity, egg retention and ovoviviparity in pulmonates. **Journal of Molluscan Studies** 45: 155-160.

UDAKA, H.; MORI, M.; GOTO, S. G. & NUMATA, H. 2007. Seasonal reproductive cycle in relation to tolerance to high temperatures in the terrestrial slug *Lehmanna valentiana*. **Invertebrate Biology** 126 (2): 154-162.

VALENTINE, J. W. 2004. **On the origin of phyla**. Chicago: University of Chicago Press. 608 páginas.

VERMEIJ, G. J. 2002. Characters in context: molluscan shells and the forces that mold them. **Paleobiology** 28 (1): 41-54.

WAREING, D. R. & BAILEY, S. E. R. 1985. The effects of steady and cycling temperatures on the activity of the slug *Deroceras reticulatum*. **Journal of Molluscan Studies** 51 (3): 257-266.

WAYNE, N. L. 2001. Regulation of seasonal reproduction in molluscs. **Journal of Biological Rhythms** 16 (4): 391-402.

WILKE, T.; PFENNINGER, M. & DAVIS, G. M. 2002. Anatomical variation in cryptic mudsnail species: statistical discrimination and evolutionary significance. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia** 152 (1): 45-66.

WOLDA, H. & KREULEN, D. A. 1973. Ecology of some experimental populations the landsnail *Cepaea nemoralis* (L.). II. Production and survival of eggs and juveniles. **Netherlands Journal of Zoology** 23 (2): 168-188.

WOODRUFF, D. S. 1980. Geographic differentiation and speciation in *Cerion* – a preliminary discussion of patterns and processes. **Biological Journal of the Linnean Society** 14: 389-416.