

O Caramujo Gigante Africano
***Achatina fulica* no Brasil**

Marta Luciane Fischer
Leny Cristina Milléo Costa
Organizadoras

O Caramujo Gigante Africano ***Achatina fulica* no Brasil**

Coleção Meio ambiente, 1

 EDITORA
CHAMPAGNAT

Curitiba

2009

© 2009, Marta Luciane Fischer e outros
2009, Editora Universitária Champagnat

Este livro, na totalidade ou em parte, não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização expressa por escrito do Editor.

EDITORA UNIVERSITÁRIA CHAMPAGNAT

EDITOR-CHEFE Prof. Humberto Maciel França Madeira

CONSELHO EDITORIAL

Airton Rodrigues Pinto Jr.	Heitor Kato
Alceu Souza	Joana Paulin Romanowski
Antonio Martiniano Fontoura	Luiz Ernandes Kozicki
Auristela Duarte de Lima Moser	Mônica Cristine Fort
Daniel Omar Perez	Vidal Martins
Étiane Caloy Bovkolovski	Wilson Denis Benato Martins

IMPRESSÃO Gráfica da APC

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO Alfredo Rodrigues dos Santos Netto

CAPA Alfredo Rodrigues dos Santos Netto

REVISORA DE TEXTO Elisabete Franczak

NÚCLEO DE APOIO EDITORIAL Edena Maria Beiga Grein

Roberta Ferreira de Mello

BIBLIOTECÁRIA Viviane Gonçalves de Campos - CRB 9/1490

IMAGENS Todas as imagens desta obra foram produzidas e cedidas pelos autores

EDITORA UNIVERSITÁRIA CHAMPAGNAT

Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prédio da Administração – 3º andar

Câmpus Curitiba – CEP 80215-901 – Curitiba / PR

Tel. (41) 3271-1701 – Fax (41) 3271-1435

editora.champagnat@pucpr.br – www.editorachampagnat.pucpr.br

C259

O caramujo gigante africano *Achatina fulica* no Brasil / organizado por Marta Luciane Fischer, Leny Cristina Milléo Costa – Curitiba : Champagnat, 2010.

p. 267 : il.; 21 cm. (Coleção Meio ambiente ; 1)

Vários autores.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7292-212-8

1. Moluscos. I. Fischer, Marta Luciane. II. Milléo, Leny Cristina. III. Título. IV. Série.

CDD 594

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alberto Accioly Veiga, Decano do CCBS/PUCPR pela viabilização do espaço do Laboratório Núcleo de Estudos do Comportamento Animal da PUCPR.

Ao Prof Dr. Flávio Bortolozzi, ex-Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da PUCPR pelo apoio à formação do NECPUCPR e do grupo de pesquisa em Etologia da PUCPR/CNPq.

Ao Prof. Dr. Waldemiro Gremski, Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação da PUCPR e ao Prof. Dr. Josuê Bruginski de Paula e Prof. Dr. Humberto Madeira, ex-coordenadores de Pesquisa da PUCPR pelo apoio e incentivo ao grupo de Pesquisa em Etologia, em especial na operacionalização dos projetos desenvolvidos no NEC-PUCPR.

À direção do curso de Biologia e pró-reitoria comunitária da PUCPR por terem viabilizado as saídas de campo.

À Secretaria de Estado de Saúde do Estado do Paraná (SESA-PR), representada pelos biólogos Gisélia Rubio e Emanuel Marques da Silva, ao Intituto Ambiental do Paraná (IAP), representado pelo biólogo Mauro Brito, ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e ao Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná (UFPR), representado pelo Dr. Francisco de Assis Marques, pelo apoio e parceria.

Ao Prof^o Dr. Luiz Ricardo Simone do laboratório de malacologia da USP pelo apoio e incentivo durante a elaboração dos projetos realizados com *Achatina fulica* e malacofauna associada.

Aos Profs. Drs. Arnaldo C. dos Santos Coelho e Renata dos Santos Gomes, da Malacologia/DI, e Bibliotecárias Vera Figueiredo Barbosa e Suely Alves Ano Bom, do MN/UFRJ, pelo apoio durante a execução do texto.

A Viviane Gonçalves de Campos pelo suporte e apoio na elaboração desta obra.

Ao biólogo Marcelo Kosloski e aos ex-estagiários do NECPUCPR: Adam Coelho de Aguiar, Adriana M. Machado, Alessandra Bertassoni, Ana C. Fernandes, Anderson Scorsatto, Carolina Magno, Domitila Bonato, Eloane Abade, Fernando Leivas, Gabrieli de Cristo, Karla T. W. R. Beato, Ligia Hasselmann, Livia Hecke Moraes, Marcos Hasselmann Bednartzuk, Maria Fernanda Caneparo, Nicole Latoski, Robiran José dos Santos Junior, Valéria Lourenço Solotoriw e Vanessa Milla durante o desenvolvimento dos projetos de pesquisa com *Achatina fulica*.

SUMÁRIO

Apresentação	9
Morfologia e taxonomia: recaracterização de <i>Achatina (Lissachatina) fulica</i> (Mollusca, Gastropoda, Stylommatophora, Achatinidae)	13
<i>Norma Campos Salgado</i>	
História natural da <i>Achatina fulica</i>	49
<i>Marta Luciane Fischer e Izabel Schneider Nering</i>	
Ecologia de <i>Achatina fulica</i>	101
<i>Marta Luciane Fischer, Eduardo Colley, Izabel Schneider Nering e Mônica Santiago Simião</i>	
Comportamento da <i>Achatina fulica</i>	141
<i>Leny Cristina Milléo Costa</i>	
Invasões biológicas: problemas econômicos e ambientais com ênfase em <i>Achatina fulica</i>	175
<i>Rafael Dudeque Zenni e Sílvia Renate Ziller</i>	
<i>Achatina fulica</i> : um problema de saúde pública?	189
<i>Silvana Carvalho Thiengo e Monica Ammon Fernandez</i>	

Medidas de controle de <i>Achatina fulica</i>	203
<i>Eduardo Colley</i>	
Manejo de <i>Achatina fulica</i> em reservas naturais:	
Reserva Biológica de Poço das Antas, um estudo de caso	231
<i>Fábio André Faraco</i>	
Apêndice	251
Sobre os autores	265

APRESENTAÇÃO

O caramujo africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822, é uma espécie invasora de importância mundial por desencadear impactos ambientais, econômicos e de saúde pública em diferentes locais onde foi introduzida para ser criada comercialmente.

No Brasil, a introdução do caramujo africano apresenta várias versões e controvérsias. Provavelmente, a espécie foi trazida clandestinamente em 1989 para uma exposição agropecuária em Curitiba e vendida como matrizes para criadores com a promessa de retorno financeiro rápido e seguro, além do progresso social e econômico que colocaria o Brasil como principal fornecedor mundial de escargot. Ainda, foi destacada a primazia de *A. fulica* sobre o tradicional escargot *Helix aspersa*, decorrente do maior volume corporal, prolificidade e rápido desenvolvimento. Aos criadores interessados era ensinado como cultivar, estipulado o número de matrizes iniciais e a forma de manutenção dos animais em cativeiro. No entanto, em nenhum momento foi levada em consideração a problemática enfrentada há séculos em inúmeros países decorrentes da presença dessa espécie livre no ambiente. O curso de achatinocultura foi ministrado em diversos municípios brasileiros, no qual eram vendidos “kits” contendo matrizes e caixas apropriadas para iniciar a criação. A falta de fiscalização, assistência e controle das criações propiciaram a fuga dos caramujos, enquanto a ausência de mercado consumidor para a carne produzida favoreceu o abandono e descarte dos animais em áreas abertas como terrenos baldios, hortas, matas e rios. No decorrer de poucos anos, populações de *A. fulica* rapidamente se estabilizaram nessas localidades, tornando-se evidentes.

O porte corporal avantajado, as características reprodutivas, as estratégias de dispersão e a alta adaptabilidade fizeram da *A. fulica* uma excelente opção para criação comercial e, em contrapartida, também

favoreceu para que se tornasse uma espécie invasora extremamente agressiva. Os animais livres no ambiente se tornaram pragas agrícolas e de plantas ornamentais, sendo facilmente encontrados em hortas, terrenos baldios e depósitos de lixo. A presença da espécie na área urbana e como potencial de transmissor de doenças conhecidas como angiostrongilose e a possibilidade de serem vetores de tantas outras colocaram em alerta as autoridades da saúde pública. A saturação do ambiente antrópico colocou em risco a invasão de áreas naturais e o impacto às inúmeras espécies nativas de animais e plantas, bem como alterações das propriedades do solo. Atualmente, quase todos os Estados brasileiros registram a presença de *A. fulica* em vida livre.

Apesar da ampla distribuição do caramujo africano, dos impactos econômicos, ambientais e de saúde, além das inúmeras tentativas de controle ao longo do último século, o conhecimento científico produzido não é de fácil acesso, dificultando tanto o controle quanto a prevenção da espécie invasora. As contribuições bibliográficas são principalmente de distribuição e idioma local, a maioria data do início do século passado, além do texto científico ser de difícil compreensão. Deve-se considerar, ainda, que por causa da grande adaptabilidade da espécie, conhecimentos gerais sobre sua ecologia, biologia e comportamento podem não ser os mesmos em diferentes locais onde se tornou invasora. Portanto, o conhecimento sobre o modo de ocupação e a forma como os caramujos utilizam os recursos locais são fundamentais para subsidiar seu controle e manejo. Logo, é extremamente necessário o agrupamento e análise do conhecimento produzido sobre o caramujo invasor. Em termos mundiais há duas amplas revisões sobre *A. fulica*, porém em nenhuma delas há abordagens de padrões sul-americanos. Portanto, o presente trabalho foi elaborado a fim de se fazer uma análise atual dos aspectos biológicos e de controle em termos mundiais e locais tendo a contribuição de pesquisadores brasileiros atuantes no estudo de *A. fulica* no Brasil. Norma Campos Salgado, em “Morfologia e Taxonomia: recaracterização de *Achatina (Lissachatina) fulica* (Mollusca, Gastropoda, Stylommatophora, Achatinidae)”, realiza a recaracterização da espécie, sendo apresentada

uma ampla e intensa descrição morfológica interna e externa e discutida a situação taxonômica atual. Já Marta Luciane Fischer e Izabel Schneider Nering abordam aspectos gerais e locais da história natural de *A. fulica* desde a reprodução, desenvolvimento pós-embriônico, atividade, hábito alimentar e resistência a fatores bióticos e abióticos, enquanto as mesmas autoras, juntamente com Eduardo Colley e Monica Saltiago Simião, discutem a origem, o habitat, inimigos naturais, colonização, a hipótese do declínio espontâneo e é apresentada uma proposta de diagnóstico e monitoramento das populações desenvolvida nos últimos seis anos pela equipe do NEC-PUCPR. Em “Comportamento da *Achatina fulica* Bowdich, 1822”, Leny Cristina Milléo Costa utiliza-se dos princípios etológicos como ferramenta ao entendimento das adaptações comportamentais do caramujo africano, visando à descrição dos padrões motores utilizados no deslocamento, nas atividades gregárias, reprodutivas e de forrageio. Questões sobre invasão biológica tendo como modelo a *A. fulica* são trabalhadas por Rafael Dudeque Zenni e Silvia Renate Ziller em “Invasões Biológicas: problemas econômicos e ambientais com ênfase em *Achatina fulica* Bowdich, 1822”. Os impactos mais preocupantes com relação a esta espécie invasora é o seu potencial de hospedeiro intermediário de nematódeos causadores de agravos à saúde humana e animal, assim, Silvana Carvalho Thiengo e Monica Amnon Fernandez discutem a possibilidade da espécie se tornar um problema de saúde pública, sendo apresentada sua relação com a transmissão de parasitoides. Há mais de 100 anos tem-se tentado controlar e exterminar populações do caramujo africano no mundo inteiro, com pouquíssimo sucesso, Eduardo Colley em “Medidas de controle de *Achatina fulica* Bowdich, 1822”, realiza uma análise dos métodos de controle biológico, químico e físico aplicados para essa espécie invasora. Por fim, Fábio André Faraco apresenta um estudo de caso em uma ação realizada em uma reserva natural mostrando as etapas da elaboração, aplicação e avaliação da ação de controle.

As organizadoras.

Morfologia e taxonomia: recharacterização de *Achatina (Lissachatina)* *fulica* (Mollusca, Gastropoda, Stylommatophora, Achatinidae)

Norma Campos Salgado

“O real perigo de uma futura expansão do caracol poderá ser para as Américas Central e do Sul e Índias Ocidentais, onde muitas regiões oferecem aparentemente condições ideais para seu estabelecimento permanente e há a possibilidade de vir a ser uma grande praga agrícola”. Esta era a preocupação expressa por Bequaert (1950), com a expansão de *Achatina (Lissachatina) fulica* Bowdich, 1822, em sua monografia sobre o gênero *Achatina* descrito por Lamarck em 1799.

Após 56 anos, a presença e proliferação do achatinídeo no Brasil, confirmam as palavras do autor. Artigos científicos, notas em jornais, revistas, coletas e registros de conchas e exemplares da espécie em Estados brasileiros, enviados aos laboratórios de Malacologia do Museu Nacional (MN) e Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) para estudos e pesquisas atestam no país o que Bequaert (1950) preconizou. Atualmente, *A. fulica* encontra-se dispersa por pelo menos 26 estados brasileiros e o Distrito Federal (THIENGO et al., 2007).

Aos prejuízos causados aos jardins, hortas e plantações, por ser um voraz animal herbívoro, e ao risco de contaminação do caramujo por *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935), nematoide que pode causar meningoencefalite há que se acrescentar a destruição dos representantes de moluscos terrestres, confundidos e incorretamente identificados como *A.(L) fulica*. Com a poluição e destruição dos ambientes em que vivem

por causa das queimadas, a presença de espécies introduzidas concorrem para o desaparecimento de uma malacofauna que estudos e pesquisas evidenciam a diversidade, mas que ainda é pouco conhecida, apesar do interesse despertado desde o século XVIII, quando foi coletada e depositada em coleções científicas ou não (SALGADO; COELHO, 2003).

No gênero *Achatina* da África continental, Sul do Saara, estão incluídos os subgêneros *Achatina* s.s.; *Pintoa* e *Tripachatina* de Bourguignat, 1889; *Lissachatina* Bequaert, 1950; *Euaethiopina* Clench e Archer, 1930; *Leptochatina* Bequaert e Clench 1934; *Leptocallista* Pilsbry, 1904 e *Leptocala* Ancey, 1888 (BEQUAERT, 1950; VAUGHT, 1989; ZILCH, 1959), com aproximadamente 74 espécies.

Artigos foram publicados ao longo dos últimos anos sobre este pulmonado terrestre (estilomatóforo) com enfoques taxonômicos, biológicos, médicos e ecológicos. *A. fulica* como *Helix pomatia* Linnaeus, 1758, destaca-se entre as espécies de gastrópodes terrestres utilizadas em pesquisas como experimento, como atesta a bibliografia.

A grande preocupação gerada pela presença de uma espécie introduzida, com alto índice de proliferação, capaz de transmitir grave parasitose, ser praga em regiões urbanas e potencialmente em áreas agrícolas, com prejuízos à malacofauna brasileira motivou esta pesquisa, que tem o objetivo de disponibilizar dados morfológicos que permitam o reconhecimento e a distinção de *A. fulica* de outras espécies de gastrópodes terrestres no país.

Conchas e exemplares (concha + partes moles) de *A. (L.) fulica* estudados foram coletados e capturados em várias localidades do país, com ênfase em municípios do Estado do Rio de Janeiro, em áreas de mata, moitas densas, restingas e, sobretudo em centros urbanos onde são encontrados em jardins, hortas e muros de residência (THIENGO et al., 2007).

Grande número de conchas e exemplares da espécie está preservado em Museus e Instituições de Pesquisa Brasileiras, entre os quais, Museu de Zoologia, São Paulo (MZUSP), Museu de Malacologia Prof. Maury Pinto, Juiz de Fora (MMJF), Museu de História Natural Capão da Imbuia (MHNCI) e Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (FIOCRUZ).

O material estudado está depositado na Coleção de Moluscos do Museu Nacional, Rio de Janeiro (MNRJ), Brasil; Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg (SMF), Frankfurt am Main, Alemanha; Museum d'Histoire de Genève (MHNG), (Coleção Lamarck) Suíça; Musée d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN), França; The Academy of Natural Sciences of Philadelphia (ANSP) Estados Unidos da América.

As espécies incluídas em *Achatina (Lissachatina)* Bequaert, 1950 foram analisadas comparativamente pelas descrições originais das conchas e pela morfologia do sistema reprodutor caracterizado e ilustrado por Mead (1950). As diferenças encontradas entre as espécies estão apresentadas nos Quadros 1 e 2.

Concha

QUADRO 1 – Morfologia comparada das conchas de espécies incluídas em *Achatina (Lissachatina)*, com base nas caracterizações de Bequaert (1950), descrições originais das espécies e observações obtidas de conchas, de exemplares adultos, de *A. (Lissachatina) fulica* coletados no Brasil

(Continua)

Espécie	forma/cor	volta corporal	columela	dimensões (mm)/n° voltas
<i>A. fulica</i>	oval-cônica, castanho-clara	convexa, desenvolvida, bandas castanho-avermelhadas	côncava truncada	A: 100 L: 48 AA: 43,5 LA: 30 V: 9
<i>A. lactea</i>	oval-alongada, amarelada	muito desenvolvida, estrias longitudinais, finas estrias espirais em todas as voltas.	fortemente truncada, oblíqua	A: 96 L: 54 AA: 55,5 LA: 52 V: 8
<i>A. panthera</i>	oval-oblonga, esbranquiçada	Fortemente convexa, ventricosa, conjunto, bandas longitudinais, castanho avermelhadas	fortemente dobrada, obtusamente curvada, avermelhada	A: 130 L: 75 V: 9

QUADRO 1 – Morfologia comparada das conchas de espécies incluídas em *Achatina* (*Lissachatina*), com base nas caracterizações de Bequaert (1950), descrições originais das espécies e observações obtidas de conchas, de exemplares adultos, de *A. (Lissachatina) fulica* coletados no Brasil

(Conclusão)

Espécie	forma/cor	volta corporal	columela	dimensões (mm)/nº voltas
<i>A. zanzibarica</i>	oval-alongada, castanho-clara	longa, 2x altura total, bandas longitudinais	longa, delgada, retilínea	A: 117 L: 57 AA: 65 LA: 30 V: 8
<i>A. allisa</i>	oblonga-cilíndrica, castanho-clara	manchas castanho-avermelhadas regulares	arqueada abruptamente, truncada	A: 77 L: 32 AA: 36 LA: 18 V: 7
<i>A. deloriori</i>	oblonga-cilíndrica, parede delgada, amarela-tostado	pouco convexa, manchas largas, irregulares, castanho-escuras	levemente truncada	A: 72 L: 32 AA: 36 LA: 13 V: 8
<i>A. iredalei</i>	oval-alongada, castanho-escuro	convexa, poucas manchas castanhas	longa, estreita truncada	A: 101 L: 41 AA: 48 LA: 29 V: 7
<i>A. albopicta</i>	oval-acuminada, castanho-escuro	pouco ventricosa, manchas irregulares	levemente truncada	A: 84 L: 37 AA: 43 LA: 22 V: 7 ½
<i>A. reticulata</i>	oblonga-aguda, espessa, opaca	fortemente reticulada, estrias cruzadas	côncava, truncada, longa, espessa, esbranquiçada	A: 140 L: 68 AA: 70 LA: 35 V: 9

Notas: (A) altura; (L) largura; (AA e LA) altura e largura da abertura; (V) nº de voltas.

Sistema reprodutor

QUADRO 2 – Morfologia comparada das estruturas do sistema reprodutor das espécies incluídas em *Achatina* (*Lissachatina*), com base em Bequaert (1950), Mead (1950) e as observações obtidas com exemplares de *A. (Lissachatina) fulica* coletados no Brasil

Espécie	MR	DD	BP	VA
<i>A. fulica</i>	longo, mais largo na junção com o pênis	longo, pouco ondulado, próximo do ângulo penivaginal	recobre $\frac{2}{3}$ do pênis	curta, dilatada na base
<i>A. panthera</i>	largo, desenvolvido comp. médio	longo, retilíneo pouco distante do ângulo penivaginal	recobre $\frac{2}{3}$ do longo pênis	longa pregueada
<i>A. zanzibarica</i>	largo, curto externamente	longo, ondulado atinge o ângulo penivaginal	recobre o desenvolvido pênis	Cordiforme
<i>A. iredalei</i>	longo, delgado	longo com 3 voltas, distante do ângulo penivaginal	recobre o curto pênis	dilatada unilateralmente
<i>A. albopicta</i>	delgado nas extremidades	longo, próximo ao ângulo penivaginal	recobre o largo pênis	muito dilatada
<i>A. reticulata</i>	muito longo, largo, bifurcado	longo, passa sobre o pênis, desagua em sua extremidade	recobre $\frac{2}{5}$ do longo pênis	longa c/ peq. dilatação na base

Notas: (MR) músculo retrator peniano, (DD) ducto deferente, (BP) bainha peniana, (VA) vagina.

Para a escolha de exemplares adultos foram utilizados como critérios para a concha: número de voltas, segundo técnica de Diver (1931); dimensões (mm) – altura e largura totais (A, L), altura e largura da abertura (AL, LA), forma da volta corporal, espessura e truncamento columelar. Em relação à morfologia dos sistemas e estruturas: desenvolvimento da massa bucal e do esôfago, presença de pregas no estômago (sistema digestivo), diâmetro do ducto deferente, desenvolvimento e extensão da bainha peniana e da vagina, volume e ausência de aderências na glândula de albume (sistema reprodutor).

Massas cefalopediosa e visceral separadas da concha após distensão do animal em água, sem bolhas de ar, a princípio em temperatura ambiente e posteriormente de 8°C a 12°C no refrigerador, durante 24 a 36 horas, com a substituição lenta da água por álcool a 70° GL ou fragmentação da concha, com pequeno torno. Teto da cavidade palial rebatido, para melhor visualização da veia pulmonar e vasos aferentes, pericárdio e sistema renal. Observação da massa bucal e esôfago, sistema nervoso central, parte distal do sistema reprodutor e apical do digestivo por meio de dois cortes paralelos, em direção aos tentáculos, ao longo da porção dorsal da massa cefalopediosa, a partir da borda do manto. Visualização das demais estruturas dos sistemas e glândula pediosa, produtora do muco, pela dissecação da massa visceral e um corte vertical na porção ântero-ventral do pé, respectivamente.

Desenhos das estruturas, realizados sob lupa estereoscópica WILD M5 e microscópica WILD M20, com câmaras claras acopladas. Conchas e exemplar fotografados em câmara digital Nikon Coolpix 5000 e rádula em microscópio eletrônico de varredura (SEM).

Bequaert (1950), Croll e Chase (1988), Ghose (1962a, b, 1963a, b, 1964), Mead (1950) e Pilsbry (1904) forneceram dados sobre a conchiliologia e morfologia interna das espécies incluídas em *Achatina*. Bequaert (1950), Kennard (1942, 1943), Pilsbry (1919), Reeve (1842), Thiele (1931), Tillier (1989), Vaught (1989) e Zilch (1959) contribuíram para a taxonomia da espécie estudada. Simone (2006) ilustrou a concha

de *A. fulica* fornecendo dados bibliográficos. Nas referências estão citadas autores, com os respectivos artigos e obras, onde estão descritas espécies incluídas em *Achatina* (Lissachatina) que permitiram a comparação entre os táxons.

Sistemática

Família Achatinidae Swainson, 1840

Gênero *Achatina* Lamarck, 1799

Achatina Lamarck, 1799, p. 75

Achatina Lamarck, 1799; Pilsbry, 1904, p. 1-4; 1919, p. 99; Thiele, 1931, p. 558;

Bequaert, 1950, p. 7-16; Zilch, 1959, p. 363; Franc, 1968, p. 560; Vaught, 1989, p. 89.

Helix (*Cochlitoma*) Férussac, 1821, p. 49. Tipo: *Bulimus zebra* Bruguière, 1792 (designação posterior de Pilsbry, 1904).

Parachatina Bourguignat, 1889, p. 73. Tipo: *Achatina dohrmiana* Pfeiffer, 1870 (designação posterior de Pilsbry, 1904).

Espécie tipo

Bulla achatina Linnaeus, 1758 (designação posterior de Pilsbry, 1919).

Localidade tipo

“habitat in O.americano” (Linnaeus, 1758); “aqui restrita ao espécime de Linnaeus e figuras citadas de Fabius Columna, 1616” (BEQUAERT, 1950).

Etmologia

Achatina: do latim *achates*, que significa ágata, pedra calcedônia, com zonas concêntricas, diversamente coloridas.

Distribuição

Da África Continental, sul do Saara, Gâmbia, Sudão, Leste da Somália, Madagascar, Ilhas Maurítius, Reunião e Seichelles, Costa do Ouro e do Marfim (BEQUAERT, 1950); regiões tropicais e subtropicais (ZILCH, 1959), Brasil.

Caracterização

Concha oval-oblonga a cônica, ápice estreito; protoconcha pequena, granulosa a lisa, espira relativamente curta com voltas pouco convexas; volta corporal dilatada na porção inferior, abertura ovalada, lábio externo delgado, columela mais ou menos truncada.

Comentários

Para Pilsbry (1904), Férussac, ao criar *Cochlitoma*, incluiu espécies de diferentes gêneros: *Atopocochlis* Crosse e Fisher, 1888 (apud PILSBRY, 1904), *Perideris* Shuttleworth, 1856, *Corona* Albers, 1850, *Liguus* Montfort, 1860 e *Achatina*, não indicou a espécie tipo e acrescentou que o grupo já era considerado, naquele tempo, sinônimo por muitos autores.

Achatina (Lissachatina) Bequaert, 1950

Achatina (Lissachatina) Bequaert, 1950, p. 48-50

Achatina (Lissachatina) Bequaert, 1950; Zilch, 1959, p. 365; Vaught, 1989, p. 89

Espécie tipo

Achatina fulica Bowdich, 1822

Localidade tipo

“Desconhecida” Pilsbry (1904), Bequaert (1950) sugerem a área costeira do Leste da África continental.

Caracterização

Concha oval-cônica, longitudinalmente estriada, castanho-clara com bandas castanho-avermelhadas, 7-9 voltas; protoconcha com 2 ½ voltas, granulosa (jovem), lisa; espira agudamente estreitada, contorno de esguio a convexo, sutura granulosa ou lisa; volta corporal convexa, abertura oval, menor que a altura da espira, lábio externo convexo, delgado, cortante, inserido na volta corporal com que forma ângulo aberto; columela cônica e truncada, calo parietal e columelar esbranquiçados, fenda umbilical fechada.

Espécies incluídas em *Achatina (Lissachatina)* com respectivas localidades tipo:

A. (L.) panthera (Férussac, 1832) – sem indicação da localidade, posteriormente citada para Madagascar (REEVE, 1849); *A. (L.) lactea* Reeve, 1842 – Zanzibar; *A. (L.) reticulata* Pfeiffer, 1845 – África; *A. (L.) allissa* Reeve, 1849 – Cape Palma, West África; *A. (L.) deloriori* Bonnet, 1864 – Brazil; *A. (L.) zanzibarica* Bourguignat, 1879 – probaly África; *A. (L.) iredalei* Preston, 1910 – Kenya; *A. (L.) albopicta* E. A. Smith, 1878 (apud BEQUAERT, 1950).

As conchas dessas espécies diferem pela forma, proporção da volta corporal em relação à espira, tipo de estriação, presença de bandas longitudinais castanhas, dimensões, sentido da margem columelar e altura do truncamento (Quadro 1).

Na morfologia comparada do sistema reprodutor destacam-se de acordo com a dimensão, espessura e ponto de fixação do pênis no músculo retrator; trajeto e posicionamento do ducto deferente em relação ao ângulo penivaginal e local de penetração no complexo peniano, espessura, forma e pagueamento da vagina (Quadro 2).

Comentários

A. deloriori Bonnet, 1864 foi descrita como supostamente para o “Brasil”, localidade duvidosa, pois a concha provavelmente seria proveniente do Leste da África (BEQUAERT, 1950).

***Achatina fulica* Bowdich, 1822**

Achatina fulica Bowdich, 1822, p. 13, Fig. 3 (o nome específico encontra-se na explanação da prancha)

Achatina fulica Bowdich, 1822 - Deshayes in Lamarck, 1838, p. 207 (nota de rodapé); Kennard, 1942, p. 113; 1943, p. 127; Martens, 1860, p. 201; Pilsbry, 1904, p. 55; Mead, 1950, p. 236-239; Zilch, 1959, p. 365; Vaught, 1989, p. 89

Achatina (Archacatina) fulica Albers, 1850, p. 190

Achatina mauritiana Lamarck, 1822, p. 129; Quoy e Gaimard, 1832, p. 152-155

Helix (Cochlitoma) fulica Férussac, 1821, p. 49 (*nomem nudum*); 1827, p. 203

Helix (Cochlitoma) borbonica Férussac, 1821, p. 49 (*nomem nudum*)

Cochlitoma fulica Sowerby, 1825, p. 38

Localidade tipo

“desconhecida”

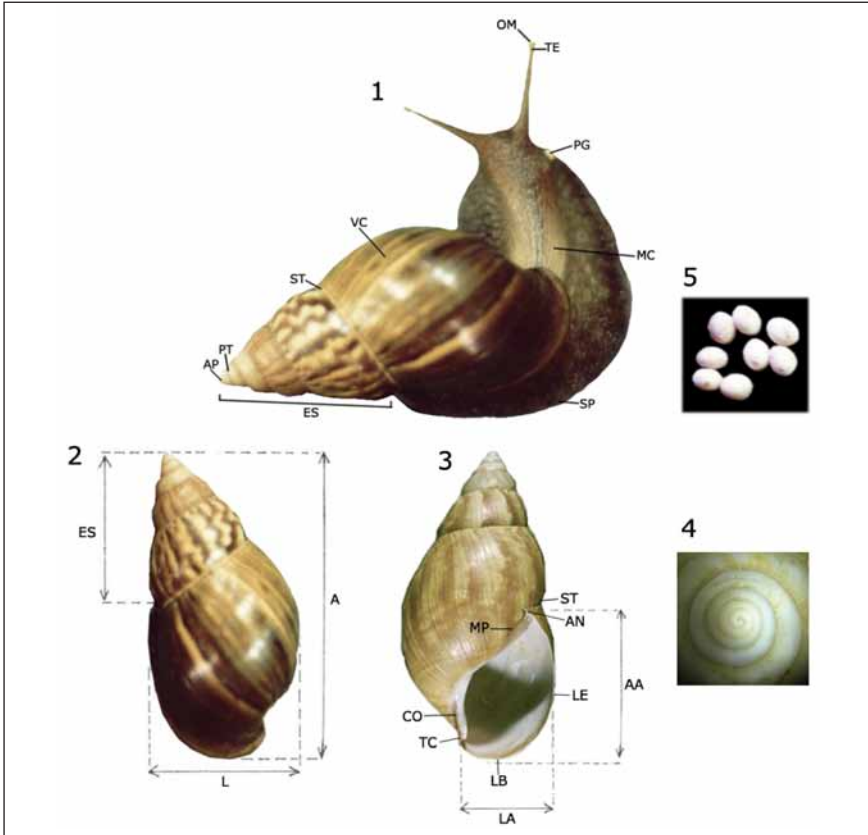
Distribuição

Originalmente nativa do Leste da África e Madagascar, transformou-se em séria praga em todos os países em que foi introduzida. Nos últimos 50 anos a espécie espalhou-se em todas as terras tropicais e subtropicais do Indo-Pacífico. A Segunda Guerra Mundial permitiu que se estabelecesse em novas localidades do Pacífico, posteriormente na América Central e do Sul e Índias Ocidentais (BEQUAERT, 1950). Brasil.

Comentários

Kennard (1843) mostrou que o nome comum *fulica* foi pela primeira vez proposto validamente por Bowdich (1822), com a figura

e nome, sem descrição e localidade. Bequaert em 1950, na monografia sobre a espécie, apresentou a concha (p. 24, Fig. 2) e afirmou ser esta uma ilustração “pobre”, sem indicação do tamanho natural ou da redução. Segundo este autor, o espécime de Férussac, que não era o tipo, e o tipo de *A. mauritiana* Lamarck, 1822, observados no Museu de Paris, eram provenientes das Ilhas Maurítius, como se supõe ser também a localidade da espécie de Bowdich. Em 1821, Férussac, ao criar o subgênero *Cochlitoma* incluiu *fulica* e *borbonica* em *Helix* Linnaeus, 1758, provenientes da “Ile de France” (= Mauritius) e “I. de Bourbon” (= Reunião), sem descrevê-las e com “referência duvidosa de Lister, para *C. fulica* e sem referência para *C. borbonica*; ambas as espécies consideradas inválidas por estarem mal definidas. Posteriormente, em 1827, no *Bulletin de Science Naturelle* (apud BEQUAERT, 1950), Férussac figurou para *A. (C.) fulica* uma concha “umbilicate abnormality” por Rang em Mauritius. Quoy e Gainard (1832) foram os primeiros autores a ilustrar a anatomia interna de *A. mauritiana* (= *fulica*). Mead (1950), com o estudo do sistema reprodutor de *A. fulica*, concluiu que a ilustração de Semper (1874) nomeada como *A. fulica*, não correspondia à espécie aqui pesquisada, mas a de *A. panthera*.



FIGURAS 1 a 5 – *Achatina (Lissachatina) fulica* Bowdich, 1822. 1 e 2: Exemplar e concha, MNRJ 10346; 3, 4 e 5: Abertura da concha, Protoconcha e Ovos, MNRJ 10341.

Notas: (A) altura, (AA) altura da abertura, (AN) ângulo, (AP) ápice, (CO) columela, (ES) Espira, (L) largura, (LA) largura da abertura, (LB) lábio basal, (LE) lábio externo, (MC) massa cefalopediosa, (MP) margem parietal, (PG) poro genital, (PT) protoconcha, (OM) omatóforo, (SP) sola pediosa, (ST) sutura, (TC) truncamento columelar, (VC) volta corporal.

Diagnose

Concha oval-cônica, castanha, longitudinalmente estriada, 7-9 voltas, protoconcha lisa, 2 ½ voltas, espira agudamente cônica com bandas

irregulares; castanho-escuras, volta corporal alargada na porção inferior, columela convexa, truncada. Rim três vezes maior que o comprimento do pericárdio, ducto deferente calibroso de diâmetro regular, emergindo muito acima da bifurcação do oviducto com o ducto da bursa, bainha muscular delgada e muscular envolvendo totalmente o pênis.

Recaracterização

Concha (FIG. 1 a 4) Oval-cônica, longitudinalmente estriada, de contorno convexo a pouco convexo, com bandas verticais castanho-escuras a avermelhas, sutura impressa, 7 a 9 voltas. Protoconcha lisa, esbranquiçada, ápice obtuso, 2 ½ voltas; espira cônica com bandas irregulares distintamente estreitadas; volta corporal alargada na porção inferior, abertura oval, peristômio não pronunciado, lábio externo delgado, cortante, convexo, inserido na volta corporal formando um ângulo aberto, margem parietal esbranquiçada, columela côncava, truncada na base; umbílico fechado. Dimensões (mm): A: 100; L: 48; AA: 43,9; LA 35.

Complexo palial (FIG. 6): Formado por ampla e longa cavidade, pericárdio, parte do sistema vascular e sistema renal. Teto da cavidade palial (= pulmonar) constituído por uma camada externa lisa e homogênea de natureza muscular e interna densamente vascularizada onde sobressaem, quando rebatido, a veia pulmonar e o septo transversal mediano. Entre este orifício e a cavidade palial há um pequeno átrio, cavidade hypopelar, que recebe o ânus e o orifício excretor, anexo considerado uma invaginação independente do vestibulo (GHOSE, 1963a). Borda do manto desenvolvida, volumosa, alongada transversalmente, com três áreas distintas, pela coloração castanho-clara e escura, espessura delgada e presença de pequenos septos verticais distinguíveis na face interna. Sistema vascular presente no teto da cavidade, representado por vasos aferentes à calibrosa veia pulmonar que se ramificam formando extensa rede de diferentes níveis, com áreas mais concentradas próximas ao bordo do manto, lateral do pericárdio e ad-retal. Veia pulmonar formada a partir da confluência de vasos que partem da veia

marginal, próxima à borda do manto, de calibre aumentado, ao longo do trajeto, até o ventrículo. Pericárdio oval-alongado, acoplado ao rim, em 1/3 da parede renal. Cavidade pericárdica revestida por membrana resistente, histologicamente com lacunas circundadas por epitélio denso de ambos os lados e película com feixes longitudinais envolvendo compacta camada de fibras entrelaçadas (GHOSE, 1964). Pericárdio fundido à veia pulmonar pela extremidade ventricular, com a aorta pela auricular e lateralmente na porção mediana com o rim pelo orifício renalpericárdico.

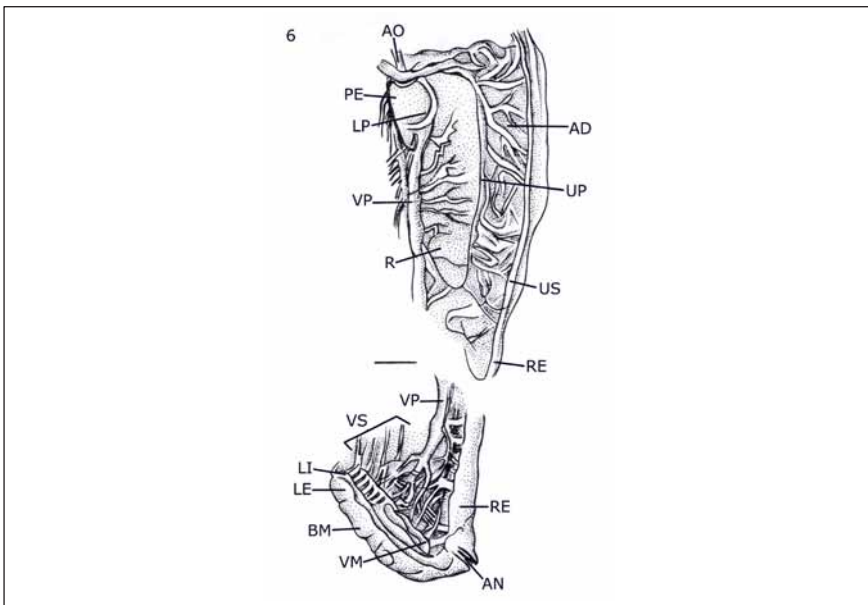


FIGURA 6 – *Achatina (Lissachatina) fulica*. Complexo paleal, MNRJ 10340 (5mm)

Notas: (AD) área ad-retal, (AN) ânus, (AO) aorta, (BM) borda do manto, (LE) lâmina externa, (LI) lâmina interna, (LP) lâmina pericárdica, (R) rim, (RE) reto, (UP) ureter primário, (US) ureter secundário, (VP) veia pulmonar, (VM) veia marginal, (VS) veias secundárias.

Sistema renal (*sigmurethra*) formado pelo volumoso e longo rim e ureteres que representam parte considerável do sistema. Ureter primário com estrutura semelhante ao rim estende-se ao longo da parede renal,

secundário acompanhando o trajeto do reto no teto da cavidade palial. A estrutura renal é aumentada pelo desenvolvimento de lamelas revestidas por epitélio excretor e ureteres proximal e distal, principais locais onde se processa a reabsorção de água e solutos (ANDREWS, 1988).

Sistema nervoso e estruturas sensoriais

Pesquisas sobre forma, constituição, função, relação com o meio ambiente e a evolução do sistema nervoso, têm fornecido importantes dados para o conhecimento deste sistema em gastrópodes terrestres, com ênfase em *A. fulica*.

Sistema constituído por um par de gânglios cerebroides que se tocam, ligados por conectivos, cérebro-pediosos e cérebro-pleurais longos, gânglios pediosos, pleurais e parietais próximos. Forma no conjunto o cordão perisofagiano, que está localizado atrás da massa bucal e é atravessado pelo esôfago e ductos das glândulas salivares. O gânglio parietal direito e o abdominal apresentam-se fundidos (FRANC, 1968). A partir dos gânglios cerebroides, conectivos e gânglios bucais formam o cordão nervoso bucal. Os nervos têm origem nos centros nervosos, estendendo-se diferentes estruturas, exceto nos gânglios pleurais onde não são observados cordões nervosos.

Estruturas sensoriais

Pesquisas realizadas por Chase (1986, 2001) contribuíram para o esclarecimento da constituição e funções das estruturas sensoriais. Resultados obtidos pelo autor em *A. fulica* vêm permitindo mais compreensão da ação dos olhos, estatócitos e células sensoriais distribuídas por todo o corpo. Segundo o autor, o olfato é a principal modalidade para percepção à distância, já que possui pouca habilidade para reconhecer objetos pela visão, e o sentido acústico está ausente. Na porção ventral dos olhos, situados nos omatóforos (tentáculos cefálicos superiores) está situada a estrutura olfatória, constituída por um epitélio especializado onde

internamente encontram-se neurônios sensoriais que em *A. fulica* atingem aproximadamente o número de 100 mil por tentáculo. Os estatócitos, situados na face côncava dos gânglios pleurais, são responsáveis pelo sentido da direção. Observando o deslocamento de *A. fulica* por diferentes substratos, pode-se concluir a importância da função exercida por esta estrutura no comportamento animal. Localizados nos tentáculos cefálicos mais desenvolvidos, em suas extremidades, os olhos são constituídos por córneas, lentes e retina recebendo o nervo ótico. *A. fulica*, como demais Stylommatophora possuem maior atividade noturna, demonstrando que o sentido da visão não desempenha grande papel no comportamento animal. Os receptores sensoriais estão dispersos pelo tegumento; olhos e lobos orais que são estruturas mais sensíveis ao tato.

Sistema digestivo (FIG. 7 a 16)

Em moluscos terrestres, o sistema digestivo tem sido muito mais estudado nos pulmonados basomatóforos hospedeiros intermediários e vetores de doenças, sendo mais frequentes os estudos histoquímicos de estruturas. Quanto à morfologia e fisiologia, Dimitriadis (2001), Franc (1968), Ghose (1962a, b), Hyman (1967), Owen (1966), Runham (1975), Tillier (1989), Tompa (1984), contribuíram para um maior conhecimento deste sistema em Stylommatophora, exemplificando *A. fulica*.

Análises de conteúdo estomacal-intestinal de exemplares logo após a coleta ou criados em cativeiro indicam a presença de grande quantidade de fragmentos vegetais na alimentação justificando o comprimento do sistema, grande número de fileiras de dentes na rádula, papo desenvolvido e extensão do intestino. A presença de exemplares ou fragmentos de insetos encontrados no conteúdo estomacal justifica-se pela ingestão concomitante de vegetais. Entretanto, observações relatadas por Ghose (1963a) atestam a ingestão de pedaços de carne de exemplares em cativeiro em *A. fulica*. Em relação à procura de alimentos; Croll e Chase (1980, 1988) testando químio-recepção, memória de odores e seletividade de alimentos após

estivação afirmaram que exemplares de *A. fulica* são orientados pelo cheiro, em direção a fatias de pepino (*Cucumis sativus* Linnaeus) ou cenoura (*Daucus carota sativus* Schuebler e Martens), e que exemplares com fome, após estivação, selecionaram alimentos que lhes são mais comuns.

O sistema digestivo é composto por um tubo alimentar cujas partes, pela morfologia interna e funções que desempenham, podem ser separadas em massa bucal, intestino anterior, reto e ânus.

Massa Bucal (MB, FIG. 12 e 13)

Espessa, globular, estreita na porção anterior; ocupa grande parte da região cefálica. Está presa à parede anterior do corpo, e ao músculo columelar, por feixes musculares: protactores, retractores e esfíncter (localização: GHOSE, 1963b). Pelo valor taxonômico atribuído à mandíbula e à rádula, essas estruturas foram estudadas ao longo dos anos ficando os outros componentes do sistema digestivo, sobretudo da massa bucal, relegados a segundo plano.

A boca delimita, anteriormente, uma ampla cavidade bucal, contendo no teto a mandíbula, nas áreas central e ventral o odontóforo e no extremo limite posterior a faringe. É circundada externamente pelos palpos labiais, pregas muco-tegmentares móveis, sustentadas por densa musculatura. São constituídas na superfície externa por estrutura tegumentar e na interna por uma mucosa fracamente quitinizada.

Mandíbula (FIG. 10)

Placa quitinosa situada transversalmente, contendo na porção anterior 25 pregas cuticulares, de coloração acastanhada, enquanto na posterior a superfície é lisa, esbranquiçada, adelgaçando-se até ser fixada ao esfíncter, com a lâmina cortante orientada para a região ventral. Por possuir a superfície com pregas bem delimitadas e largas, a mandíbula de *A. fulica* é considerada “Odontognata” (FRANC, 1968).

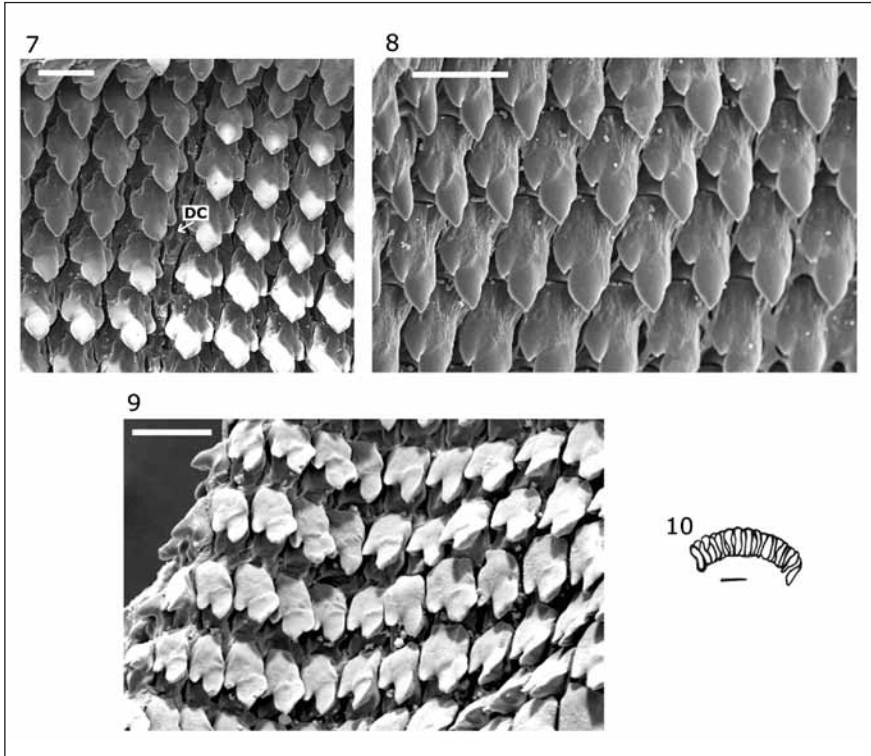
Odontóforo (OD)

Estrutura cartilaginosa em forma de ferradura, as duas partes laterais estão reunidas na porção superior pelo músculo da cartilagem. Próximo à cavidade posterior da cartilagem estende-se o saco radular, constituído por reforçado suporte central esbranquiçado. A porção inicial da rádula envolve grande parte do colóstilo e é revestida externamente pelo saco radular.

A cartilagem e os 15 músculos extrínsecos e intrínsecos funcionam sincronicamente como um suporte acolchoado para carregar a rádula.

Rádula (FIG. 7 a 9)

Fita quitinosa-epitelial, alongada e larga em relação a outras estruturas bucais que recobre e se prende ao odontóforo, em suas extremidades, pelo epitélio bucal. A porção anterior é recurvada e estende-se contra a face convexa da cartilagem bucal e a posterior é mais delgada. A rádula possui 129 dentes por fileira (64.1.64) com aproximadamente 142 fileiras no total; dente central pequeno, simétrico com base retangular, estreita, alongada, contristada na região mediana e arredondada na extremidade basal; cusp simples e pouco pontuda; dentes laterais com base ampla e com cusp desenvolvidas, a partir do 14º dente, o endocone começa a diminuir até desaparecer; dentes marginais com o ectocone mais desenvolvido do que os encontrados nos dentes laterais.



FIGURAS 7 a 10 – *Achatina (Lissachatina) fulica*. Sistema digestivo - Rádula MNRJ 10341. (7) Dente central, (8) Dentes laterais, (9) Dentes marginais (75 μm), (10) Mandíbula (MNRJ 10340, 2mm).

Faringe (FG)

Localizada na porção anterior e tubo de pequena dimensão, localizado na porção anterior limita-se, com a massa bucal na região apical e o esôfago na distal, com paredes delgadas pouco pregueadas, onde desembocam os ductos das glândulas salivares. O limite da faringe não se apresenta nítido por causa do desaparecimento gradativo do revestimento quitinoso característico da cavidade bucal.

Esôfago (ES)

Tube estreito de paredes espessadas por pregas internas longitudinais, aberto na porção posterior da faringe, rodeado pelo anel perisofagiano, lateralmente acompanhado pelo par de ductos das glândulas salivares. Na porção mediana e posterior, o diâmetro alarga-se em papo amplo, alongado, de paredes finamente sulcadas que lhe dão aspecto ondulado. Papo é subdividido por constrição em câmara anterior ampla e posterior de parede mais espessada que se abre por orifício na porção distal, do lado direito do estômago; ducto do lobo anterior da glândula digestiva abrindo-se no lado direito da área dorsal da câmara posterior. No interior do papo e esôfago posterior pode ser observada substância líquida com resíduos vegetais confirmando a presença do “suco do papo” assinalado por Runham (1975) com prováveis funções de armazenamento digestivo e absorção (SALGADO; COELHO, 1995).

Estômago (ET; FIG. 14 a 16)

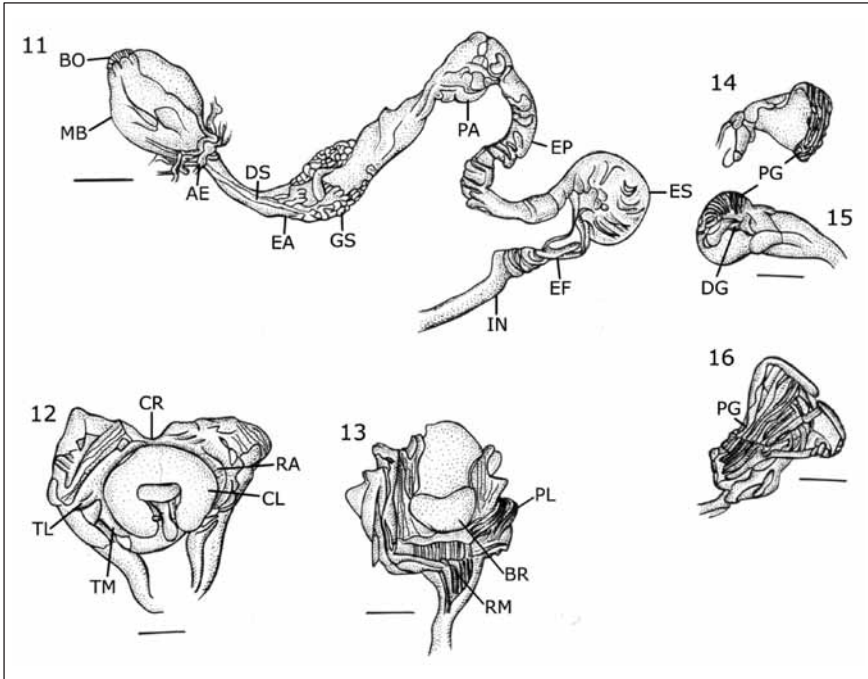
Cordiforme, avermelhado, em grande parte recoberto pela glândula digestiva, com parede da porção posterior mais delgada rugosa, em contraste com as paredes anterior e laterais espessas. Extremidades anteriores do estômago e intestino abrindo-se próximas, e conduto do lobo posterior da glândula digestiva localizado na face ventral do estômago. Paredes estomacais constituídas por quatro massas musculares longitudinais circulares, entre as duas primeiras estão dispostas fibras longitudinais e oblíquas. Pregas internas formadas por fibras areolares que lhe conferem aspecto peregado em diferentes direções. O alimento fica pouco tempo no estômago, partículas finas passam para a glândula digestiva e partículas maiores para o intestino pelas pregas ciliares em torno das aberturas dos ductos hepáticos (OWEN, 1966).

Intestino (IN)

Tubo longo, diâmetro uniforme, trajeto que contorna o papo, passa para a área dorsal, segue reto para a esquerda, forma a primeira alça, prossegue ao longo da área posterior do rim, dobra-se para a direita, aloja-se na glândula digestiva e corre postero-lateralmente até chegar próximo ao bordo direito da massa visceral, formando um arco ao dobrar-se para a esquerda, correndo lateralmente ao longo do bordo esquerdo da massa visceral, terminando no reto, próximo ao ureter secundário. Reto de paredes delgadas, estendendo-se pela extremidade do teto da câmara palial, ao longo do bordo posterior, na extremidade distal com um espessamento na parede por pregas musculares longitudinais, diminuindo o lúmen. As fezes contêm diferentes componentes: um saco membranoso (*liver string*) com conteúdo fluido, acastanhado, em uma das extremidades e na outra, partículas de material não digerido pela glândula digestiva e partículas maiores que passaram diretamente através do estômago para o intestino (DIMITRIADIS, 2001). No reto, a água é aparentemente absorvida das fezes. Apesar da presença de enzimas digestivas no reto de *A. fulica* (GHOSE, 1963b) a atividade enzimática é pequena e, conseqüentemente, pouco ocorrendo a função digestiva.

Glândulas salivares (GS)

Formações túbulos-acinosas, lobuladas, castanho-claras, localizadas após o anel nervoso perisofagiano, de cada lado do esôfago, ligadas ao trato digestivo por delgadas aderências. A digestão dos alimentos tem início com a trituração na cavidade bucal auxiliada pela lubrificação produzida pela secreção das glândulas salivares, cujos ductos (DS) se abrem na parte posterior da cavidade bucal.



FIGURAS 11 a 16 – *Achatina (Lissachatina) fulica*. (11) Sistema digestivo, MNRJ 10340 (5mm); (12) Massa bucal, vista posterior dorsal, aberto; (13) Massa bucal, vista ventral, (14 a 16) Estômago, vista dorsal, ventral e aberto

Notas: (AE) anel perifagiano, (BO) boca, (BR) bulbo radular, (CL) colóstilo, (CR) crista, (DG) ducto da glândula digestiva, (DS) ducto glândula salivar, (EA) esôfago anterior, (EF) esfíncter, (EP) esôfago posterior, (ES) estômago, (GS) glândula salivar, (IN) intestino, (MB) massa bucal, (PA) papo, (PG) pregas, (PL) protractor lateral, (RA) radula, (RM) retrator muscular, (TL) tensor lateral, (TM) tensor muscular.

Glândula digestiva (GD)

Estrutura volumosa, de natureza túbulo-acinosa, parda a castanho-escuro, ocupando a maior parte da espira, composta por lobos,

unidos ao tubo digestivo por dois ductos, um com a câmara posterior do papo e outro com o estômago. A superfície da glândula é irregular, mostrando-se septada por delgadas lâminas de aspecto conjuntivo. Tipos celulares, de acordo com as funções de reserva vesiculosas e de cálcio. Na hibernação foram observadas células contendo grânulos amarelos.

Sistema reprodutor (FIG. 17 e 18)

Como os demais Achatinidae, *A. fulica* é hermafrodita simultânea, com ovos cleidoicos de desenvolvimento interno e externo. As estruturas que compõem esse sistema estão reunidas por um tecido conjuntivo hialino e transparente, que permite visualizá-las e perceber a variação de forma e extensão quanto à morfologia externa. Para algumas, os limites apical e distal não são nítidos, sendo necessárias análises microanatômicas e histológicas para separá-las e caracterizá-las. Sobressaem pela complexidade e importância.

Ovarioteste (OV)

Constituído por folículos que, ao se reunirem, formam extensa massa de coloração castanho-clara que contrasta com a cor castanho-escura da glândula digestiva, onde está embebida a partir da 2 ½ volta do corpo. Ductos reunidos formam o ducto coletor de maior calibre. Pela análise de cortes histológicos, cada folículo é constituído por epitélio germinativo, na periferia, com células em diversas fases de espermiogênese e ovogênese e delgada lâmina conjuntiva. Nos folículos há predominância de grande número de células da linhagem seminal, na extremidade apical e no centro predomínio de espermatozoides maduros aglutinados que preenchem toda a luz do folículo, formando massas compactas do centro para a base. O óvulo pode estar aderido à parede do ácino ou presente no centro da massa celular onde se destaca pela dimensão.

Após a maturação dos gametas, os autoespermatozoides são transportados pelos ductos coletor e hermafrodita até a vesícula seminal, onde são armazenados enquanto os óvulos permanecem dentro dos ácinos, sendo liberados pelo mesmo trajeto para ocasião da fecundação; Em *A. fulica* são liberados, em média, 30 ovos por postura (FIG. 5).

Ducto hermafrodita (DH)

Tubo longo enovelado com percurso menos sinuoso nas porções apical e distal. Internamente aparecem várias luzes, preenchidas nos exemplares adultos por massas compactas, acidófilas de autoespermatozoides do epitélio cúbico ciliado, circundado por tecido conjuntivo, feixes de fibras colágenas dispostos no sentido longitudinal e circular. Em determinadas áreas o epitélio se estratifica, desaparecem os cílios, as células aumentam de volume, contendo citoplasma vacuolar, verde escuro (secretório) (BRECKENRIDGE; FALLIL, 1973; GOMES, 2001).

Complexo de fertilização (CF)

Oval-alongado, volumoso na porção apical e livre na distal, o complexo de fertilização (= carrefour, talon) é uma estrutura diversificada pela presença de túbulos, canais e uma luz digitiforme, observáveis microanatomicamente. Está comprimido contra a glândula de albume com a qual mantém contato pelo ducto coletor da glândula. Receptáculo seminal saco de fertilização, ducto da glândula de albume, estruturas associadas, são responsáveis pelo armazenamento do aloespermatozoide (= espermatozoide do parceiro), fertilização do óvulo e envoltório com camada de albume do zigoto. O receptáculo seminal ocupa a maior parte do complexo; histologicamente apresenta grande número de túbulos que terminam em níveis diferentes nas extremidades

e em fundo cego na apical. Cortes histológicos permitem comparar o número e disposição dos túbulos que se apresentam diversificados em diferentes espécies. O saco de fertilização é uma estrutura de luz ampla, paralela ao receptáculo em sua base, sendo este o local onde se processa a fertilização.

Glândula de albume (GA)

Lobulosa, acinosa no exemplar adulto ocupa grande área da massa corporal, apresentando-se translúcida e amarelada, com aspecto gelatinoso, frágil e livre facilmente perceptível; no jovem é pequena, sulcada, castanho-clara, aderida às estruturas vizinhas. A lobulação da glândula é provocada por septos de tecido conjuntivo que separam dezenas de ácinos que sintetizam em seu interior o fluido perivitelínico que será acrescentado ao ovo como provisão para o embrião.

Ovispermoduto

Conduto longo fortemente pregueado que se estende da porção basal da glândula de albume até a vagina. Variações macro e microanatômicas e histológicas permitem identificar: útero, próstata, *bursa copulatrix* e oviducto livre, com seus respectivos ductos e canais.

Útero (UT)

Conduto de cor esbranquiçada com numerosas pregas que se comprimem dando aspecto arredondado na extremidade cega. A parede da glândula possui células volumosas que se agrupam constituindo áreas diversas de acordo com o tipo. Na região próxima à glândula de albume há células de citoplasma claro com granulações e núcleos densamente cromáticos formando a glândula do muco. Nas outras regiões, as células

são volumosas de citoplasma acidófilo finamente glandular. Segue-se tecido conjuntivo de permeio e espessa camada muscular. O cálcio presente nos ovos vai aumentando gradualmente à medida que passa pelo canal da glândula, demonstrando que toda a estrutura está envolvida na calcificação (TOMPA, 1984).

Próstata (PR)

Massa justaposta ao longo do útero, glandular, tubulosa, que a partir do envoltório externo é constituída por unidades separadas por tabiques conjuntivos que se reúnem para formar o canal prostático, lateralmente há outro canal que acompanha a estrutura, com a função de transportar os aloespermatozoides (espermatozoides do parceiro) presente em Achatinidae, Clausiliidae e Subulinidae (NORDSIECK, 1985).

Oviducto livre (OL)

Tubo simples, muito longo, de calibre estreito a partir do afloramento do canal prostático (ducto deferente), dilatado após a bifurcação com o ducto da bursa, estendendo-se até a vagina.

***Bursa copulatrix* (BC)**

Estrutura oval-alongada, desenvolvida, acoplada por aderências à glândula uterina, impropriamente denominada espermateca por não ser apenas reservatório de espermatozoide. Une-se ao oviduto livre por um ducto de calibre regular (ducto da bursa) proporcionalmente curto. Lind (1973) em considerações e análises sobre a estrutura e funções da *bursa copulatrix* afirma que em *Helix pomatia* Linnaeus, 1758, esse é o local onde gametas e demais produtos (excesso de secreções das glândulas de albume, uterina e do canal seminal, espermatóforos

e aloespermatóide) recebidos durante a cópula são digeridos. Observações do conteúdo da bursa indicam a presença de massas de espermatozoides, material de aspecto necrótico e formações lamináveis de material amorfo.

Vagina (VA)

Muscular, com paredes dilatadas, em forma de corno na região distal, alongando-se na mediana para tornar-se delgada, de paredes finas, na apical. Internamente, apresenta poucas pregas longitudinais; escassas nos limites com o livre e útero e numerosas e espessas na dilatação circular.

Complexo Peniano

Conduto predominantemente muscular, constituído por ducto deferente, retrator muscular peniano, pênis e bainha peniana.

Ducto Deferente (DD)

Tem origem a partir de pregas do canal prostático, que se reúnem próximo ao seu afloramento, distante da bifurcação do oviducto livre do ducto da bursa. Desenvolvido, longo, de diâmetro, a princípio semelhante ao oviducto livre, do qual se distancia; com trajeto ondulado, curvado próximo ao ângulo peni-vaginal para acompanhar a bainha peniana onde penetra, na região apical, pouco abaixo da prega peniana, para desaguar no pênis.

Músculo Retrator Peniano (MR)

Lâmina longa, homogênea, delgada, com feixes musculares inserido em sua base no pênis, envolvendo toda a sua extremidade apical e fixada no retrator tentacular direito.

Bainha Peniana (BP)

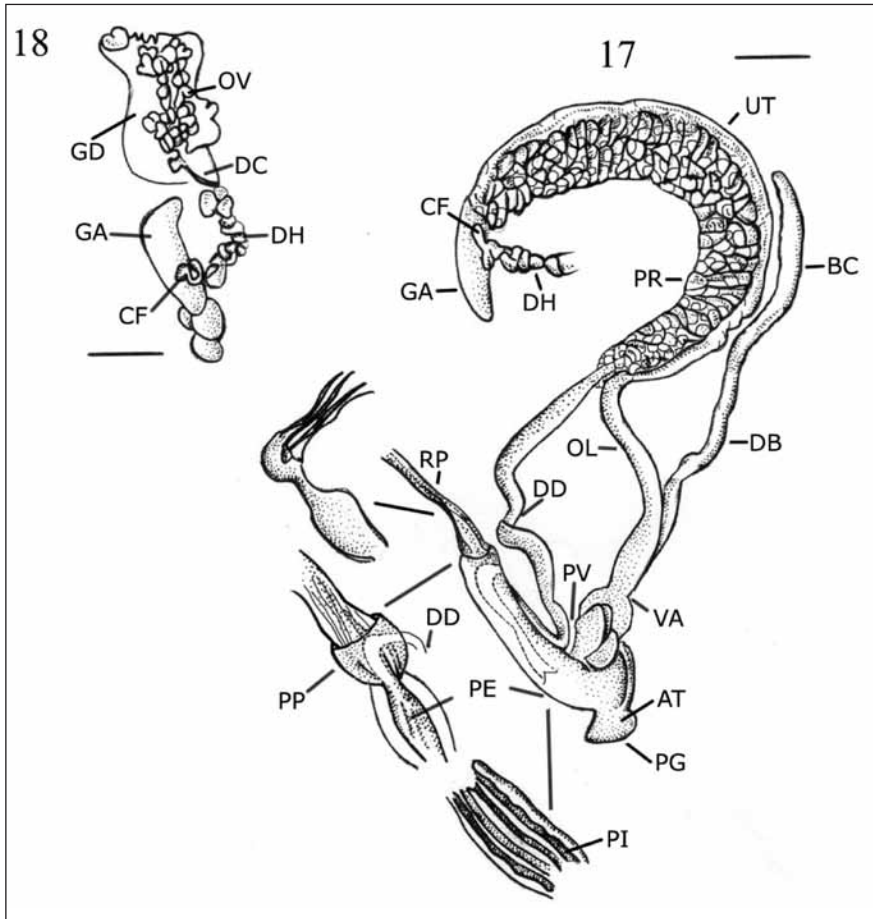
Desenvolvida em sentido do comprimento e do diâmetro, muscular, pouco arqueada, com feixes musculares partindo de sua base, estendendo-se até a região apical do pênis, onde se dobra para formar a prega peniana.

Pênis (PE)

Delgado, longo, completamente envolvido pela bainha peniana. Na região apical é mais volumoso, em forma de bastão, na mediana é muito delgado, e na distal apresenta-se inchado pelo espessamento muscular das paredes. Delgados feixes musculares partem do retrator peniano, atingem o pênis e a região adjacente do ducto deferente, aderindo-se a diversos pontos da bainha peniana. Camadas musculares circulares e longitudinais formam ondulações (pilastras) ao longo e para o interior do ducto peniano. Fibras musculares e sistemas de lacunas presentes em todo complexo atuam na contração distensão do pênis.

Átrio (AT)

Estrutura dilatada que recebe na porção apical, em lados opostos, o pênis e a vagina. Abre-se no poro genital (PG), orifício circular localizado atrás do tentáculo cefálico direito, pouco visível no exemplar vivo por causa da presença de sulcos, coloração e estriações do tegumento. Na submucosa, as fibras musculares longitudinais desaparecem e as circulares desenvolvidas são abundantes.



FIGURAS 17 e 18 – *Achatina (Lissachatina) fulica*. (17) Sistema reprodutor com detalhes do complexo peniano, MNRJ 10344 (5mm); (18) Ovarioteste, (1mm).

Notas: (AT) átrio, (BC) bursa copulatrix, (DC) ducto coletor, (CF) complexo de fertilização, (DB) ducto da bursa, (DD) ducto deferente, (DH) ducto hermafrodita, (GA) glândula de albume, (GD) glândula digestiva, (RP) retrator peniano, (OL) oviduto livre, (OV) ovario-teste, (PE) pênis, (PG) poro genital, (PI) pilastra, (PP) prega peniana, (PR) próstata, (PV) angulo penivaginal, (UT) útero, (VA) vagina.

Considerações finais

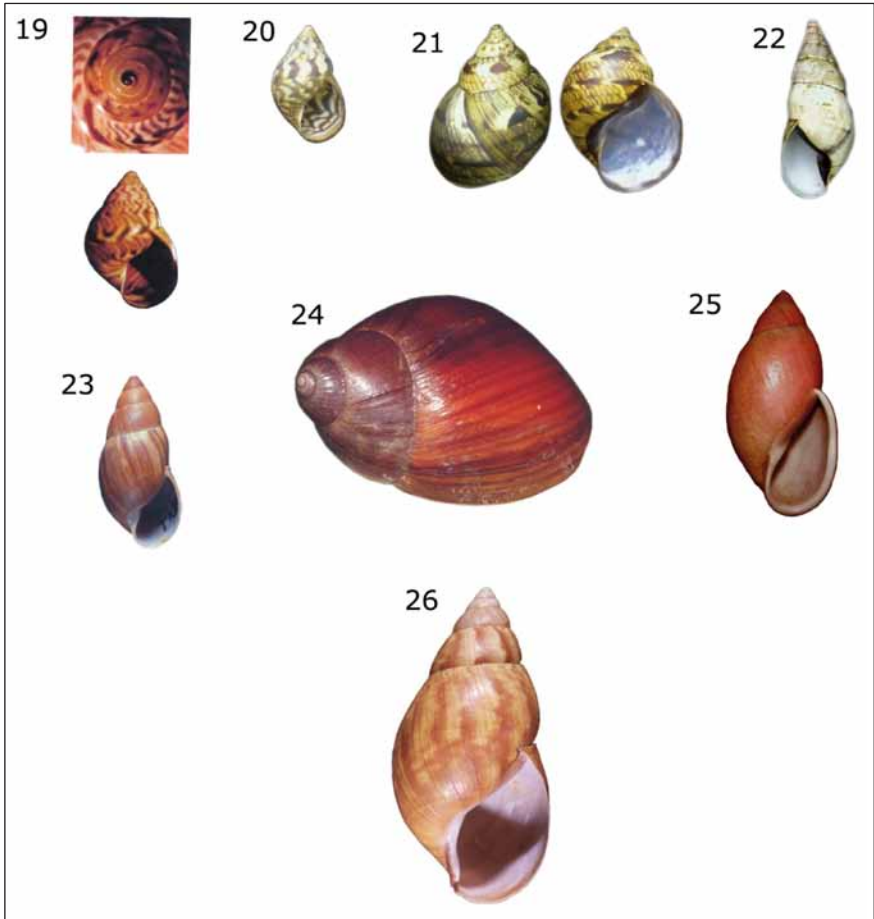
Os caracteres observados nas conchas e no sistema reprodutor como forma oval-cônica, protoconcha lisa, columela côncava, truncada, retrator muscular peniano inserido no retrator tentacular direito e bainha recobrando o delgado pênis permitem considerar *Achatina (Lissachatina) fulica*, *A. (L.) lactea*, *A. (L.) panthera*, *A. (L.) zanzibarica*, *A. (L.) allisa*, *A. (L.) deloriori*, *A. (L.) iredalei*, *A. (L.) albopicta* e *A. (L.) reticulata* no mesmo gênero e subgênero.

A comparação de *Achatina (Lissachatina) deloriolei* Bonet, 1864, citada para o Brasil, com as demais conchas de gastrópodes terrestres pertencentes à malacofauna brasileira nos leva a concordar com Bequaert (1950), ao apontar um erro na citação da localidade-tipo da espécie. É a provável indicação quanto a sua procedência para o Leste da África.

Pela comparação das ilustrações do sistema reprodutor apresentadas por Semper (1874), Mead (1950) e do material brasileiro aqui apresentado, é possível concordar com Mead (1950) quando afirmou ser o sistema figurado por Semper (1874) pertencente à *Achatina panthera*.

Exemplares de espécies incluídas nas famílias Orthalicidae, Bulimulidae, Megalobulimidae e Strophocheilidae são comumente confundidos com os da família Achatinidae, representados no Brasil até o presente momento por *A. (L.) fulica*. A observação atenta, no que se refere à forma, coloração e ornamentação da concha, possibilitará o reconhecimento da espécie introduzida no país, diminuindo o risco da destruição da malacofauna (FIG. 19 a 26).

As análises de Kennard em 1942, sobre a obra de Férussac (1821, 1827, 1832) e em 1943 nas “Notas sobre nomenclatura de moluscos não marinhos de Macarene” esclarecem e confirmam a autoria de Bowdich, 1822 para a espécie *Achatina (Lissachatina) fulica*.



FIGURAS 19 a 26 – Conchas de pulmonados terrestres que, pela forma, coloração e ornamentação, são confundidas com a concha de *Achatina (Lissachatina) fulica*.

Notas: (19) *Orthalicus pulchellus* (Spix, 1827), MNRJ 7643, com detalhe da protoconcha; (20) *Orthalicus prototypus* (Pilsbry, 1899), MNRJ 3172; (21) *Sultana sultana* (Diillwyn, 1817), MNRJ 7200; (22) *Corona regina* (Férrusac, 1823), MNRJ 3214; (23) *Thaumastus lundi* Pena, Salgado e Coelho (2005a, b), MNRJ 8092; (24) *Megalobulimus ovatus* (Müller, 1774), MNRJ 10797; (25) *Strophocheillus miersi* Da Costa, 1904, MNRJ 9464; (26) *Achatina fulica* Bowdich, 1822, MNRJ 10343.

Referências

ALBERS, J. C. **Die Heliceen Nach Natürlicher Verwandtschaft Systematisch Geordnet**. Leipzig: Wilhelm Engelman, 1850.

ANCEY, C. F. Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles récoltés sur la cote occidentale d'Afrique par M. le cap Vignon. **Bulletins de la Société Malacologique de France**, Paris, v. 5, p. 65-76, 1888.

ANDREWS, E. B. Excretory systems of mollusks. In: TRUEMAN, E. R.; CLARKE, M. R. (Org.). **The Mollusca 11. Form and Function**. London: Academic Press, 1988. p. 381-448.

BEQUAERT, J. C. Studies on the Achatinidae, a group of African landsnails. **Bulletin of the Museum of comparative Zoology**, Cambridge, v. 105, n. 1, p. 1-216, 1950.

BEQUAERT, J. C.; CLENCH, W. J. Studies of African land and freshwater Mollusks IV. Descriptions of four presumably new Achatinidae, with notes on the genus *Leptocala*. **Revue de Zoology Botani Africa**, v. 24, p. 296-276, 1934.

BONNET, M. Coquilles nouvelles ou peu connues, décretes par M. Bonnet. **Revue et Magazin de Zoologie**, Paris, v. 16, p. 279-280, 1864.

BOURGUIGNAT, J. R. **Descriptions de diverses espèces terrestres et fluviatiles et différentes genres des mollusques de l'Egypte, de l'Abyssine, de Zanzibar, du Senegal, et du centre de l'Afrique**. Paris: [s.n.], 1879.

_____. **Mollusques de l'Afrique équatoriale de Moguedouchou à Bagamoyo et de Bagamoyo au Tanganika**. Paris: D. Dumoulin, 1889.

BOWDICH, T. E. **Elements of conchology, including the fossil genera and the animals**. Paris: J. Smith, 1822. pt. 1 Univalves.

BRECKENRIDGE, W.; FALLIL, S. Histological observations on the reproductive system of *Achatina fulica* (Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora). **Ceylon Journal of Sciences**, Ceylon, v. 10, p. 85-118, 1973.

BRUGUIÈRE, J. G. Encyclopédie méthodique ou par ordre de matières. **Histoire Naturelle de Vers, des Mollusques**, Paris, v. 1, n. 2, p. 345-758, 1792.

CHASE, R. Lessons from snail tentacles. **Chemical Senses**, Oxford, v. 11, p. 411-426, 1986.

_____. Sensory organs and the nervous system. In: BARKER, G. M. (Org.). **The biology of terrestrial molluscs**. New Zealand: CAB International, 2001. p. 179-211.

CLENCH, W. S.; ARCHER, A. F. New land snail from Tanganyika territory. **Occasionals. Papers Boston Society Natural History**, v. 5, p. 295-300, 1930.

CROLL, R. P.; CHASE R. Plasticity of olfactory orientation to foods in the snail *Achatina fulica*. **Journal of Comparative Physiology**, Berlin, v. 136A, p. 267-277, 1980.

_____. Distribution of monoamines within the central nervous system of the juvenile pulmonate snail *Achatina fulica*. **Brain Research**, Amsterdam, v. 460, p. 29-49, 1988.

DESHAYES, G. P. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. In: LAMARCK, J. B. P. A.; EDWARDS, H. M. **Historie des crustacés**. Paris: [s.n.], 1838. p. 154-498.

DIMITRIADIS, V. K. Structure and function of the digestive system in Stylommatophora. In: BARKER, G. M. **The biology of terrestrial molluscs**. New Zealand: CAB International, 2001. p. 236-257.

DIVER, C. A method of determining the number of the whorls of a shell and its application to *Cepaea hortensis* Müll and *Cepaea nemoralis* L. **Proceedings Malacological Society**, London, v. 19, p. 234-239, 1931.

FÉRUSSAC, A. E. J. Fd' A. Catalogue des espèces de mollusques terrestres et fluviatiles, recueillies par M. Rang, officier de la marine roy, dans un voyage aux grandes Indes. **Bulletin des Sciences Naturelles et de Géologie**, Paris, [Deuxième Section du Bulletin Universel des Sciences et de L'Industrie], v. 10, n. 200, p. 298-307, 1827.

FRANC, A. Sous-classe des pulmonés. In: GRASSÉ, P. P. **Traité de zoologie 5. Mollusques (3)**. Paris: Masson et Cie, 1968. p. 325-607.

GHOSE, K. C. A origin and development of the digestive system of the giant land snail *Achatina fulica* Bowdich. **Proceedings of the Royal Society of Edimburgh**, Sec B, Edimburgh, v. 68, n. 3, p. 186-207, 1962a.

_____. Embryogenesis and larval organs of the Giant Land snail *Achatina fulica* Bowdich. **Proceedings of the Royal Society of Edimburgh**, Sec B, Edimburgh, v. 68, n. 4, p. 237-260, 1962b.

_____. Morphogenesis of the shell gland, lung and mantle cavity of the giant land snail *Achatina fulica*. **Proceeding Malacological Society London**, London, v. 35, p. 119-126, 1963a.

_____. The alimentary system of *Achatina fulica*. **Transactions of the American Microscopical Society**, Lawrence, v. 82, p. 149-167, 1963b.

_____. The structures of the heart of *Achatina fulica* and *Macrochlamys indica* and pacemaker mechanism and refilling of the auricle in *A. fulica*, with a discussion on the same in gastropods. **The Philippine Journal of Science**, Manila, v. 93, n. 2, p. 219-228, 1964.

GOMES, B. J. Structure and functioning of reproductive system. In: BARKER, G. M. (Org.). **The biology of terrestrial molluscs**. New Zealand: CAB International, 2001. p. 307-380.

HYMAN, L. H. **The invertebrates VI. Mollusca I**. New York: McGraw-Hill, 1967.

KENNARD, A. S. The histoire and Prodrome of Férussac. **Proceedings of the Malacological Society of London**, London, v. 25, p. 111-113, 1942. Parte III.

_____. Notes on the nomenclature of the Mascarene non marine mollusca. **Mauritius Institute Bulletin**, Port Louis, v. 2, n. 3, p. 115-136, 1943.

LAMARCK, J. B. P. A. Prodrome d'une nouvelle classification de coquilles. **Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle**, Paris, v. 1, p. 63-91, 1799.

LIND, H. The functional significance of the spermatophore and the fate of spermatozoa in genital tract of *Helix pomatia* (Gastropoda, Stylommatophora). **Proceedings of the Zoological Society of London**, London, v. 69, p. 39-64, 1973.

LINNAEUS, C. von. **Systema naturae per Regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteres, differentiis, synonymymis locis**. Ed 10. reformata Holmiae: Impensis L. Salvii, 1758. v. 1.

MEAD, A. R. Comparative genital anatomy of some African Achatinidae (Pulmonata). **Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy**, Cambridge, v. 105, n. 2, p. 219-291, 1950.

NORDSIECK, H. The system of Stylommatophora (Gastropoda), with special regard to the systematic position of the Clausiliidae: I: importance of the excretory and genital system. **Archiv für Molluskenkunde**, Frankfurt an Main, v. 116, p. 1-24, 1985.

OWEN, G. Digestion. In: WILBUR, K. M.; YONGE, G. M. (Org.). **Physiology of mollusca II**. London: Academic Press, 1966. p. 53-96.

PENA, M. S.; SALGADO, N. C.; COELHO, A. C. dos S. New species of *Thaumastus* from Lagoa Santa region, Minas Gerais State, Brazil (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulimuloidea). *Iheringia*. **Série Zoologia**, Porto Alegre, RS, v. 95, n. 1, p. 21-24, 2005a.

_____. New species of *Thaumastus* from Curral Mountain Ridge, Minas Gerais State, Brazil (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulimulidae). **Zootaxa (Online)**, Auckland, New Zealand, 2005b.

PFEIFFER, L. Novitates Conchologicae. Serie Prima Mollusca extramarina. Descriptions et figures de coquilles extramarines nouvelles, ou peu connues. **Beschreibung und Abbildung neuer ordor Kritischer Land und Süvasser-mollusken**, Cassel, v. 4, p. 1-17, 1870-1876.

PILSBRY, H. A. Family achatinidae. In: TRYON, G. W.; PILSBRY, H. A. Manual of conchology. Second series: pulmonata. **The Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, Philadelphia, v. 16, p. 205-239, 1904.

_____. Types of generic names proposed for Achatinidae. **The Nautilus**, Philadelphia, v. 32, p. 98-99, 1919.

PRESTON, H. B. Further additions to the Molluscan Fauna of Central Africa. **Annals and Magazine of Natural History**, London, v. 6, p. 510- 564, 1910.

QUOY, J. R.; GAIMARD, J. P. Voyage de... l' Astrolabe pendant... 1826-1829, sous le Commandement de M. J. Dumont d'Urville. **Zoologie**, Paris, v. 2, p. 152-155, 1832.

REEVE, H. E. B. Descriptions of four new species of *Achatina*, a genus of Pulmobranchiate mollusks of the family Colimacea. **Proceedings Zoological Society**, London, v. 10, p. 55-56, 1842.

RUNHAM, N. W. Alimentary canal. In: FRETTER, V.; PEAKE, J. (Org.). **Pulmonates. 1. Functional anatomy and physiology**. London: Academic Press, 1975. p. 53-103.

SALGADO, N. C.; COELHO, A. C. dos S. Macroanatomia, microanatomia, histologia do sistema digestivo de *Thaumastus* (*Thaumastus*) *taunaisii* (Férussac, 1822) T. (T.) *magnificus* (Gratelup, 1839) e T. (T.) *achilles* (Pfeiffer, 1852) (Mollusca, Gastropoda, Stylommatophora, Bulimulidae). **Boletim do Museu Nacional – Nova Série Zoologia**, Rio de Janeiro, n. 362, p. 1-19, 1995.

_____. Moluscos terrestres do Brasil (Gastrópodes operculados ou não, exclusive Veronicellidae, Milacidae e Limacidae. In: BARRIENTOS, Z.; MONGE, J. (Org.). Malacologia Latino Americana. **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v. 51, 2003. p. 149-189.

SEMPER, C. **Reisen im Archipel der Philippinen resultate. Wissenschaftliche Resultate**. Kneidel's Verlag, Wiesbaden: C.W. Kneidel, 1874. v. 2, p. 129-168.

SHUTTLEWORTH, R. J. **Noticiae Malacologicae oder Beiträge zur naheren Kebbtbiss der Mollusken**. Bern Elgelmann, 1856. v. 1.

SIMONE, L. R. L. **Land and freshwater mollusks of Brazil**. São Paulo: FAPESP, 2006.

SOWERBY, G. B. I. A catalogue of the shells contained in the collection of the late Earl of Tankerville arranged according to the Lamarckian conchological systems; together with an appendix, containing descriptions of many new species. London, 1825. vii, 92. XXXIV.

SWAINSON, W. **A treatise of malacology: or the natural classification of Shells and Shelfish**. Jena: Gustav Fisher, 1840. v. 1, n. 2, p. 377-378.

THIELE, J. **Handbuch der systematischen Weichtierkunde**. Berlin: Jena, 1931.

THIENGO, S. C. et al. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brazil. **Biological Invasion**, v. 9, n. 6, p. 693-702, 2007.

TILLIER, S. Comparative morphology, phylogeny and classification of landsnails and slugs (Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora). **Malacologia**, Philadelphia, v. 30, n. 1-2, p. 300, 1989.

TOMPA, A. S. Landsnails (Stylommatophora). In: VERDONK, N. H.; VANDEN BIGGELLAAR, J. A. M. (Ed.). **The mollusca**. New York: Academic Press, 1984. v. 7, p. 47-139.

VAUGHT, K. C. A classification of the living mollusca. In: ABBOTÇ, R. T.; BOSS, K. Y. **American malacologists: a national register of professional and amateur malacologists and private shell collectors**. Melbourne: American Malacologists, 1989.

ZILCH, A. Euthyneura. In: WENZ, W. Gastropoda. In: SCHINDEWOLF, O. H. **Handbuch Paläozoologie**. Berlin: Gebrüden Borntraeger, 1959. v. 2, n. 1/2.

História natural da *Achatina fulica*

Marta Luciane Fischer e
Izabel Schneider Nering

A história natural da *A. fulica* está sendo estudada nas últimas décadas, sendo as maiores contribuições relativas a Albert R. Mead, Gary M. Barker, Krishna Chandra Ghose, Kiyonori Tomiyama, Peter Pawson, Srimanta K. Raut e Willard Kekauoha. Dos mais de 1.200 textos científicos produzidos sobre *A. fulica* no último século, cerca de 25% apresentam informações a respeito da sua história natural. Embora essas informações permitam o conhecimento da espécie, a sua grande adaptabilidade exige que novos estudos sejam conduzidos em cada realidade na qual é introduzida e se torna invasora. A maioria dos pesquisadores que trabalhou com *A. fulica* ao longo de mais de um século, e que buscou de alguma maneira contribuir para sua erradicação local, concorda que a história natural do caramujo deve ser conhecida antes de elaborar qualquer programa de controle. Aspectos como ciclo biológico, hábito alimentar, atividade, resistência e dispersão são pontos importantes que devem ser conhecidos e comparados para construção do perfil da praga a qual se pretende combater. A recente invasão biológica por *A. fulica* no Brasil levou pesquisadores e colaboradores do laboratório Núcleo de Estudos do Comportamento Animal (NEC-PUCPR) a realizarem estudos com abordagem biológica sobre o molusco em território nacional, comparando os dados mundiais com aqueles levantados na região do litoral paranaense visando, assim, contribuir com a preservação da biodiversidade brasileira.

Ciclo biológico

O ciclo reprodutivo de *A. fulica* foi estudado por Albert R. Mead, Willard Kekawoha, Ronald Chase, Peter Pawson para a América do Norte; Gary M. Barker, Krishna Chandra Ghose e Srimanta K. Raut para a Índia; e Kiyonori Tomiyama, para o Japão. No Brasil, Joaquim Ferraz elaborou um livro direcionado para criadores comerciais abordando o incentivo a essa prática. Esse livro trata das vantagens na produção do caramujo africano e destaca as elevadas taxas reprodutivas e um ciclo biológico curto comparado aos demais moluscos utilizados economicamente para os mesmos fins.

Reprodução

Achatina fulica é um molusco hermafrodita protândrico, ou seja, apresenta ambos os sexos, sendo a maturação da gônada masculina anteriormente à da feminina. A cópula é recíproca (FIG. 1), o que caracteriza uma estratégia eficaz, uma vez que ambos os caramujos são fecundados. No trato reprodutivo existe uma bolsa espermática denominada de espermateca ou bursa copulatrix, que permite o armazenamento do sêmen até que o caramujo receptor encontre condições ambientais favoráveis para a fecundação dos óvulos (TOMIYAMA, 2002).

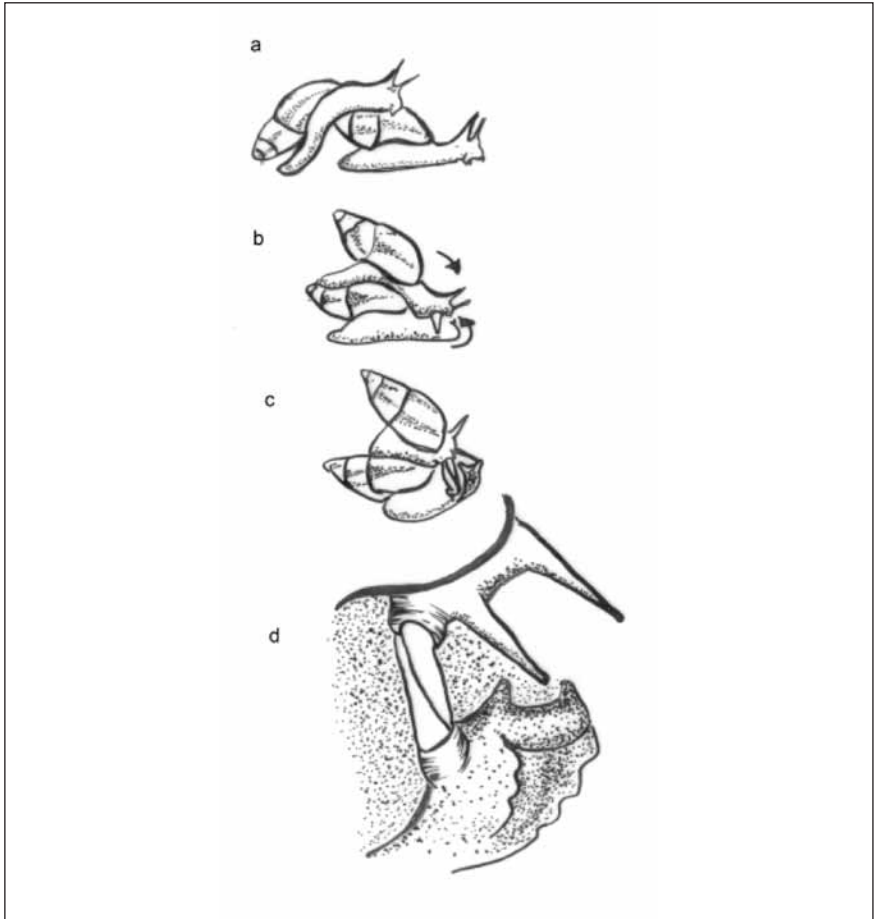


FIGURA 1 – Cópula simultânea de *A. fulica*.

Notas: a-c) Visão do casal, b) Detalhe da inseminação mútua.

O cortejo é demorado, pode levar horas e até mais de um dia e envolve o contato físico e utilização da rádula, a qual é passada sobre a concha ou pelo corpo do parceiro, a fim de estimulá-lo (TOMIYAMA, 1994). Acredita-se que os moluscos sejam bastante seletivos com relação ao seu parceiro. A transferência espermática se dá com a introdução do falo, o qual é exteriorizado através do gonóporo presente na base do tentáculo

direito (FIG. 1a). A cópula dura em média de 6 a 8 horas, mas há casos em que a cópula se estende por até 24 horas. Provavelmente, a cópula não é aleatória e haja a ocorrência de cópulas múltiplas em uma mesma estação do ano, mas não em uma mesma noite (TOMIYAMA, 2002).

A oviposição de *A. fulica* ocorre do décimo ao trigésimo dia após a cópula e varia de acordo com a disponibilidade de albume e cálcio. Tendo em vista as divergências dos dados publicados, o período denominado de gestação e a viabilidade do esperma parecem ser bastante variáveis. Fatores como ovulação, produção de albume, reserva de substâncias cálcicas e outras condições fisiológicas do indivíduo, influenciam diretamente na oviposição e a deficiência de mais de um desses elementos pode inviabilizar o processo reprodutivo. Os óvulos fecundados recebem albume e cobertura de calcário da glândula albuminífera, por isso, no período reprodutivo esta glândula pode exceder o tamanho da glândula digestiva, alterando, inclusive, a quantidade de aminoácido presente no corpo do caramujo. Os achatinídeos produzem ovos com casca, por causa da disponibilidade de cálcio presente na glândula de albume que serve também para formação da concha do embrião (MEAD, 1961, 1979; RAUT; BARKER, 2002).

O caramujo gigante africano deposita seus ovos em covas feitas no solo (FIG. 2), porém, só inicia a oviposição se encontrar condições favoráveis para escavação, como terra fofa e umidade ideal. Deve-se considerar, porém, que a umidade em excesso é tão prejudicial quanto a sua falta, sendo que muitos pesquisadores verificaram que os caramujos preferem terras mais secas para a oviposição. A composição do solo também é importante na escolha do sítio de postura dos ovos que apresentam elevada taxa de eclosão em solos ricos em nutrientes (MEAD, 1961, 1979; RAUT; BARKER, 2002).

Os caramujos fazem as covas com até 25 cm de profundidade utilizando a porção posterior do pé, nas quais entram com a porção anterior da massa cefalopediosa (anterior do corpo) (FIG. 2), podendo ficar totalmente enterrado. Os ovos são depositados através do gonópore presente próximo à base do tentáculo direito. A oviposição pode ser feita também sob o folhicho

ou diretamente sobre o solo sem nenhuma forma de proteção. Posturas de ovos sem proteção (FIG. 2) estão relacionadas com condições estressantes, principalmente em criações de laboratório ou durante transporte de animais capturados em vida livre, e geralmente esses ovos não eclodem (MEAD, 1961, 1979; RAUT; BARKER, 2002; TOMIYAMA; MIYASHITA, 1992). Franco e Brandolini (2007) verificaram que *A. fulica* em laboratório constroem covas de 4 a 6,8 cm havendo correlação entre a profundidade dos ninhos e o número de ovos por postura.

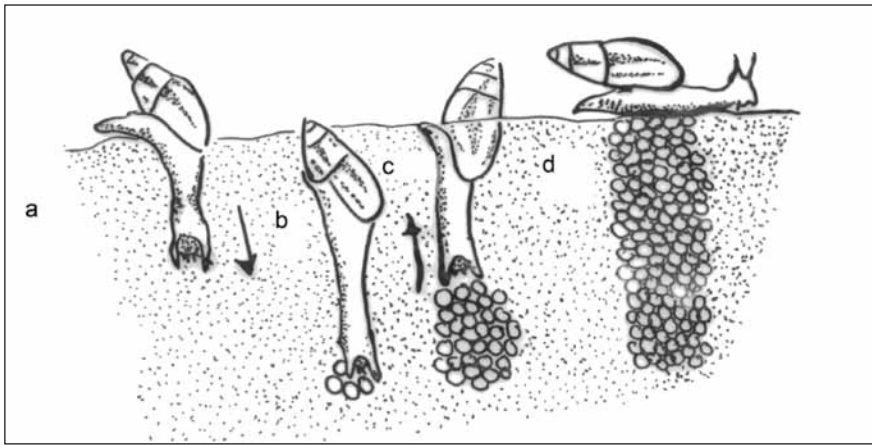


FIGURA 2 - Postura de ovos de *A. fulica*

A deposição dos ovos pode levar de 7 a 30 horas, ou até vários dias. Após a oviposição, o molusco cobre os ovos com terra e permanece por perto por mais de meia hora, embora haja registros de permanência de até 52 horas. Esses moluscos também podem permanecer com a abertura genital evidente por até 50 horas. Os caramujos podem interromper a postura de ovos, caso as condições ambientais não sejam favoráveis. A oviposição é considerada como um momento de estresse, sendo possível que alguns animais entrem em estivação ou morram logo após a deposição dos ovos (MEAD, 1961, 1979; RAUT; BARKER, 2002; TOMIYAMA; MIYASHITA, 1992).

Alguns pesquisadores (KEKAUOHA, 1966a, b; PAWSON; CHASE, 1984; TOMIYAMA; MIYASHITA, 1992) têm registrado que as condições de laboratório podem ser limitantes para a oviposição da *A. fulica*, principalmente se as condições climáticas forem mantidas constantes. Durante o primeiro ano em que os caramujos foram mantidos no NEC foi obtida apenas uma postura, porém nos anos seguintes foram obtidas 45 e 90 posturas (NERING et al., 2004a). Em um primeiro momento, acreditou-se que a ausência de ovos no primeiro ano seria por causa de uma limitação da reprodução pelas condições ambientais de Curitiba, uma vez que a criação foi mantida em condições de temperatura e umidade relativa do ar ambiente. Vale a ressalva que apesar do município de Curitiba ter sido a provável porta de entrada do caramujo no Brasil e onde se desenvolveram as primeiras criações comerciais, aparentemente não há caramujos em vida livre. A reprodução em cativeiro é uma evidência de que a colonização poderia ser possível, porém os fatores que impedem a invasão devem ser melhor investigados. Nos estudos de recrutamento em laboratório foi observado que a taxa de eclosão dos ovos é alta (90%), porém os recém-eclodidos não sobrevivem além do terceiro mês de vida. Talvez a baixa resistência do recém-eclodido aos fatores ambientais seja o fator limitante para a colonização de Curitiba.

A data correta da primeira oviposição e a fecundidade de *A. fulica* também variou nas diferentes localidades em que foi estudada (RAUT; BARKER, 2002). Alguns pesquisadores acreditam que a disponibilidade de alguns nutrientes como cálcio pode influenciar na duração do período reprodutivo. Diante de grandes disponibilidades de nutrientes, os animais podem começar a se reproduzir a partir de 6 meses de idade, caso contrário podem levar mais de 9 meses para se tornarem aptos para a produção de ovos (TAB. 1). No entanto, há evidências de que em condições estressantes, como redução de recursos alimentares e aumento populacional, é possível que os animais atinjam a maturidade com menor tamanho, comprometendo o sucesso reprodutivo da população (COWIE, 1998; SIMBERLOFF; GIBBONS, 2004).

TABELA 1 – Variáveis da fecundidade de *Achatina fulica*

Localidade/ Local	Idade da 1ª oviposição	Período de oviposição	Nº médio de ovos por postura	Incubação (dias)	Frequência de posturas	Fecun- didade	Tempo de reprodução	Referência
Sumatra	–	–	177,3 (82-315)	1-10 dias	–	80%	–	MOHR (1949)
Saipan (Arquipélago Ilhas Marianas)	–	–	139 (93-184)	6-12 dias	–	–	–	LANGE (1950) in MEAD (1961)
–	–	–	97	–	–	–	–	REES (1951) in MEAD (1961)
Índia/laboratório	6 meses	novembro a junho	200 (27-356)	1-2	1 por ano	–	–	GHOSE (1959)
Nova Guiné	5 a 8 meses	–	–	–	2 por ano	–	–	DUN (1949) in MEAD, (1961)
Brasil/Criação	5º ao 6º mês	–	200-400	10-15 dias	3 a 4 por ano	85%	3 anos	FERRAZ (1999)
Havaí, USA	–	junho a dezembro	213 (17-442)	7 (1-17)	5 a 6 por estação	93,1%	–	KEKAUOHA (1966 a)
USA/ Campo	–	–	144 (56-252)	2-15 dias	A cada poucas semanas	–	–	MEAD (1961)
Micronésia	adulto	–	300	–	–	–	–	MEAD (1961)\
Ceylon	–	–	200	–	–	–	–	MEAD (1961)
Londres, Laboratório	–	Primavera	50-200	1 dia a 1 semana	–	–	5 anos	NISBET (1974)

(Continua)

TABELA 1 – Variáveis da fecundidade de *Achatina fulica* (Conclusão)

Localidade/ Local	Idade da 1ª oviposição	Período de oviposição	Nº médio de ovos por postura	Incubação (dias)	Frequência de posturas	Fecun- didade	Tempo de reprodução	Referência
Calcutá, Índia/ laboratório	–	–	4.6	20-43 dias	–	–	–	RAUT; GHOSE (1979, 1980)
USA/laboratório	5 meses	–	100-200	1-25 dias	–	–	1 ano	PAWSON; CHASE (1984)
Calcutá, Índia	–	–	160-1024 (por ano)	–	1,9 a 4,2 por animal em 4 anos	–	4 anos	RAUT (1991) in RAUT; BARKER (2002)
Amami–Oshima Island, Japão, campo	–	–	100-300	–	–	–	–	SAKAE (1968) in TOMIYAMA;
Ogasawara Islands, Japão/campo	12 a 15 meses	abril a outubro	Oviducto: 59 (13-137)	–	–	–	–	MIYASHITA (1992) TOMIYAMA;
Taiândia, criação	–	–	70-100	–	–	–	–	MIYASHITA (1992) UPATHAM et al.
Curitiba, BR/ Laboratório	–	dezembro a junho	99 (3-411)	–	1 a 2 por ano	90%	–	(1988) in TOMIYAMA; MIYASHITA, (1992) NERING et al. (2004)
Ilha Rasa/ Campo	–	Todas as estações	Postura: 50 (10-130) Oviducto: 96 (60-203) Oviducto: 83 (7-209) Oviducto: 130 (54-251)	–	–	–	–	FISCHER; COLLEY (2005)
Guaraqueçaba/ Campo	–	–	–	–	–	–	–	FISCHER; COLLEY (2004)
Morretes/ Campo	–	–	–	–	–	–	–	FISCHER et al. (2006)

A concha da *A. fulica* interrompe o crescimento quando a ovotestis (porção masculina) e a ovariotestis (porção feminina) amadurecem, porém é possível que haja continuidade na deposição de cálcio na borda da concha após a maturidade, acarretando no engrossamento do perístoma e calo columelar. Partindo dessa premissa, Tomiyama (1993) se arriscou em categorizar os caramujos de acordo com seu estágio reprodutivo através da espessura do calo columelar: adultos jovens (menor de 0,5 mm), intermediários (de 0,5 a 0,8 mm) e adultos velhos (mais de 0,8 mm).

A frequência de oviposição está relacionada com a duração do período favorável para viabilidade dos ovos, refletindo em uma variação sazonal com picos acentuados no início da estação chuvosa e outro após 2 ou 3 meses. A postura de ovos ocorre apenas na estação úmida, no entanto, se o ambiente apresentar condições favoráveis, as posturas podem ser realizadas durante o ano todo (RAUT; BARKER, 2002). No NEC, em 2004 (NERING et al., 2004a), o maior número de posturas e o maior número médio de ovos por desova foram obtidos no mês de maio, ou seja, no final do outono, e em fevereiro de 2005, no final do verão. A fim de verificar a existência de padrão similar em animais livres, foi feita uma vistoria em Guaraqueçaba no mesmo período e encontradas 62 posturas em três dias no final do outono.

A aceleração no processo de multiplicação dos animais em uma população depende da frequência de oviposição, sendo os intervalos entre elas mais ou menos fixos. Em campo, diante de boas condições ambientais, o molusco pode ovipositar em intervalos de poucas semanas durante muitos meses ou até que as condições fiquem desfavoráveis. Alguns registros apontam de cinco a seis posturas de ovos por estação reprodutiva com intervalos de aproximadamente 34 dias. No geral, podem colocar de duas a 13 ninhadas durante toda a vida. A remoção dos tentáculos (BERRY; CHAN, 1968) oculares resulta em maior produção de oócitos e mais ovos com casca, provavelmente por perderem a referência de comprimento do dia que regula a sazonalidade da

oviposição. A possibilidade de que ao chegar a uma determinada idade cessa a reprodução é amplamente discutida. Muitos estudos registram que o número de ovos por postura aumenta até o 3º ano de vida e então começa a decair (RAUT; BARKER, 2002).

As posturas podem apresentar de 13 a 442 ovos, sendo a variabilidade muito grande, mesmo dentro de uma população (RAUT; BARKER, 2002). Há relatos de até mil ovos em uma única postura. No NEC, desde 2002 foram monitoradas 154 oviposições sendo obtidos em média 99 ovos por postura, variando de 3 a 411. A quantidade de ovos por postura é elevada durante qualquer fase da vida do progenitor, sendo influenciado por fatores bióticos e abióticos, tais como a quantidade de espermatozoides, ovulação e produção de albume. Há uma correlação entre o número de ovos e o tamanho do molusco, sendo que os animais maiores depositam mais ovos.

As estimativas reprodutivas eram uma prática comum entre os pesquisadores do século passado, uma vez que era utilizada para fundamentar o perfil de praga de *A. fulica* (MEAD, 1961, 1973, 1979). Considerando o número médio de ovos depositados por um único caramujo e a possibilidade de todos sobreviverem, era estimado que a partir de um único caramujo introduzido em uma nova área, seria possível resultar em uma população de 8 a 11 milhões de animais. Usando projeções exponenciais para os descendentes de cada jovem, chegava-se ao número surpreendente de 16 quadrilhões de caramujos ao final de dois anos. Raut e Barker (2002) apresentaram um modelo que foi criado para se projetar a alta proliferação do caramujo invasor. Segundo os dados apresentados, a partir de 100 recém-eclodidos, que representam menos da metade de uma ninhada, em 2.700 dias seriam produzidos 102 de descendentes.

Achatina fulica pode fertilizar os ovos depois de longo período após ter recebido o esperma (RAUT; GHOSE, 1979, 1980, 1982) e, conseqüentemente, cópulas múltiplas podem ter pouco benefício em termos de fecundidade. O período de viabilidade do esperma é o fator

de maior influência na taxa de multiplicação e nível populacional. Existem registros de viabilidade de mais de 341 dias, caso o caramujo receptor mantenha-se em atividade, e 105 dias, caso entre em estivação. Portanto, após o período de estivação, a oviposição será proporcional ao período pelo qual passou estivado. Esses mecanismos são especialmente importantes em situações de introdução acidental de um ou poucos indivíduos fecundados. Um caramujo jovem que só tem a gônada masculina funcional, mas que recebeu esperma durante a cópula mútua, pode estocá-lo por até seis meses. Assim, poderá fecundar seus óvulos depois que eles amadurecerem. O caramujo africano não forma espermatóforo e o fluido seminal é injetado diretamente na bursa copulatrix, é possível que o excesso de esperma ou o esperma recebido por indivíduos que não tenha as gônadas femininas maduras, possam ser utilizados para nutrição.

Os gastrópodes terrestres possuem uma glândula reprodutiva única chamada de ovariotestis, da qual saem finos ductos que convergem para o ducto hermafrodita, responsável por conduzir os óvulos e espermatozoides (TOMIYAMA, 2002). A extremidade deste ducto está ligada ao complexo de fertilização (onde são fecundados os óvulos) e à glândula de albume (que armazena a substância para produção dos ovos). Ambos estão ligados ao ovispermoduto longo e engrossado, que na parte superior e média é constituído pelo útero de coloração mais amarelada (onde os ovos se desenvolvem) e pela próstata de coloração mais clara. O período de incubação é muito variável, e após esse período os ovos seguem pelo oviduto livre até o gonóporo para então serem depositados. Em alguns casos, os ovos fecundados podem permanecer retidos no útero até poucas horas antes da eclosão (FISCHER; COLLEY, 2005). Essa é uma estratégia interessante para condições ambientais instáveis e locais com presença de muitos predadores e parasitas. Apesar dos espermatozoides poderem ser mantidos viáveis durante a estivação, o mesmo parece não acontecer com os ovos fecundados (RAUT; GHOSE, 1979).

Em nossos estudos de resistência (FISCHER, 2009) foi verificado que os ovos apresentaram baixa resistência à manipulação, mudança de substrato e temperatura, sendo considerado como o período mais frágil do desenvolvimento juntamente com o desenvolvimento dos recém-eclodidos. Provavelmente por isso a espécie tenha evoluído o perfil r-estrategista com pouca alocação de energia e produção de muitos ovos com baixas expectativas de sobrevivência. A forma como os ovos são depositados na terra (RAUT; BARKER, 2002) é um indício que sustenta essa hipótese, uma vez que os ovos da porção superior fornecem proteção aos que estão mais ao fundo. Obviamente que num ambiente com condições climáticas favoráveis, todos os ovos eclodem, aumentando as chances de sobrevivência e as taxas de recrutamento. Em criações comerciais ou laboratoriais em torno de 85% a 95% dos ovos da *A. fulica* eclodem (PAWSON; CHASE, 1984; TOMIYAMA; MIYASHITA, 1992). No entanto, há uma discrepância entre a alta viabilidade dos ovos depositados em laboratório e as baixas taxas de recrutamento em populações livres. Deve-se considerar que o potencial reprodutivo é regulado por fatores bióticos tais como maturidade do indivíduo, frequência das oviposições, número de ovos por postura, inviabilidade dos ovos e longevidade. Os ovos não fertilizados podem ser resultados do estresse do ambiente por causa da estivação, isolamento ou falta de nutrientes.

A possibilidade de autofertilização foi levantada por alguns pesquisadores, no entanto, aqueles que ousaram confirmar o fato relataram que apenas pouquíssimos ovos, em torno de 10, foram depositados, sendo muitos deles estéreis, e os recém-eclodidos que nasceram não se desenvolveram. Mead (1961, 1979), interpretando o fato, ressaltou que a *A. fulica* é protândrica e indivíduos pequenos são funcionalmente machos e podem ter sido efetivamente receptivos como fêmeas, meses antes de serem fisiologicamente capazes de gerar uma postura de ovos viáveis.

Desenvolvimento pós-embrionário

Os recém-eclodidos de *A. fulica* geralmente permanecem enterrados por vários dias. Durante esse período, comem a casca do seu ovo, ovos que não eclodiram e matéria orgânica do solo. Depois que saem do solo, apresentam comportamento exploratório e voracidade alimentar. Esse período pode demorar de 3 a 15 dias em campo e de 4 a 7 dias em laboratório (RAUT; BARKER, 2002). Em nossos experimentos foi verificado que no caso dos ovos serem enterrados propositalmente, após a eclosão os recém-eclodidos não conseguem se desenterrar (BONATO; FISCHER; COSTA, 2004a). Em vida livre, os recém-eclodidos emergem do solo em massa e não dispersam grandes distâncias do sítio de eclosão por cerca de duas semanas, formando grandes agregações na presença da luz. Nesse período tendem a manterem-se agregados durante o crescimento e, apenas após atingirem um determinado tamanho, se dispersam (RAUT; BARKER, 2002). Como comportamento padrão, os caramujos apresentam memória de longa duração de acordo com o odor da planta que encontram próximo ao sítio de eclosão (CROLL; CHASE, 1977). Provavelmente, o estabelecimento de *home range* pode se dar dentro de dois meses.

A coloração e a morfologia da concha dos indivíduos jovens de *A. fulica* é diferente do adulto, se parecendo mais com caramujos de outras espécies, como do gênero *Bulimulus* sp. (FIG. 3). A diferença mais notória é a forma da espira ou ápice, que se apresenta mais agudo em *Bulimulus* spp. O número de voltas da espira pode ser utilizado na comparação entre juvenis e adultos (FIG. 3) de *A. fulica* visto que indivíduos maduros apresentam duas ou mais voltas e recém-eclodidos apenas uma bem visível e mais arredondada, enquanto a espira é mais achatada. As manchas, que nos adultos são caracterizadas por estrias longitudinais, nos recém-eclodidos se manifestam na forma de pontos. Conforme se dá o crescimento e há o alongamento da espira, essas manchas também se estiram, assumindo a forma característica da espécie (FIG. 3).

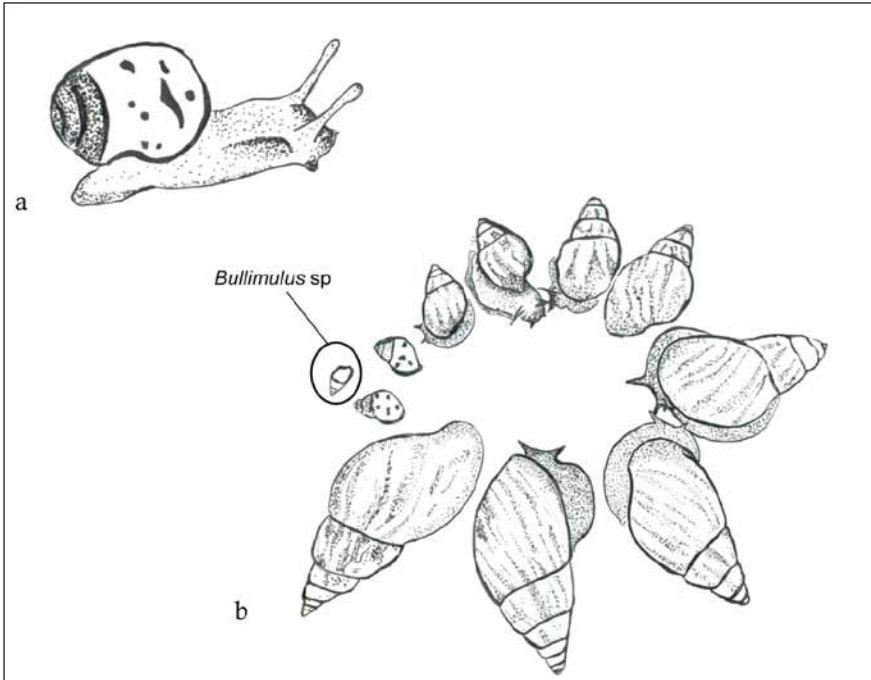


FIGURA 3 – a) Recém-eclodido de *A. fulica*. b) Diferentes etapas de desenvolvimento e comparação com adulto de *Bulimulus* sp.

TABELA 2 - Variáveis do desenvolvimento pós-embrionário de *A. fulica*

Localidade/ local	Crescimento	Maturidade	Estivação	Frequência de caramujos com ovos	Longe- vidade	Referência
	67 mm em 8 meses Filhotes: 16,5 mm em 41 dias Jovens: 73,8 mm em 95 dias Adulto jovem: 81 mm em 111 dias Filhotes: 9 mm em 35 dias Jovens: 74 mm em 94 dias	6 meses	novembro- junho		-	GHOSE (1959)
Havaí, USA			Nenhum entrou em estivação durante o trabalho	0-15,2%	-	KEKAUOHA (1966b)
	5 mm em 7 semanas	4 meses	novembro- junho	-	→ 5-6 anos	KONDO (1964)
Sumatra	-	1 ano com 57-88 mm 80 mm	-	-	-	LANGE (1950) van der Meer MOHR (1949) in MEAD (1961) DUN (1949) in MEAD (1961)
Nova Guiné	-	5 a 8 meses	-	-	-	

(Continua)

TABELA 2 - Variáveis do desenvolvimento pós-embrionário de *A. fulica* (Conclusão)

Localidade/local	Crescimento	Maturidade	Estivação	Frequência de caramujos com ovos	Longevidade	Referência
USA, Laboratório		4 a 6 meses	66 a 102,4/m ²			PAWSON; CHASE (1984)
Índia						GUPTA; GAUTAM; ABBAS (1978)
USA		-	-	-	5 a 6 anos	MEAD (1961)
USA		-	-	-	3 a 5 anos	MEAD (1979)
-		-	-	-	9 anos	LEEUVEN, (1932) in MEAD (1961)
-		-	-	-	2,5 anos	PELSENEER, (1935) in MEAD (1961)
-		-	-	-	2 anos	GREEN (1911) in MEAD (1961)
Japão/ Campo		Adultos jovens: não tem ovos (não maduros?) Intermediários: 0,5 mm-0,8 mm (espessura do peristoma) Adultos velhos: a partir de 0,8 mm (espessura do peristoma).	-	20%	-	TOMYAMA; MIASHITA (1992)
Japão/ Campo	Adultos jovens: 8,42 mm/mês Intermediários: 1,99 mm/mês Adultos velhos: 0,45 mm/mês	Crescimento da concha está relacionado com a maturidade sexual.	-	-	Incerto	TOMYAMA (1993)
Brasil/criação					5 anos	FERRAZ (1999)

Em laboratório, os recém-eclodidos crescem rapidamente no primeiro mês após a eclosão, atingindo a maturidade sexual cerca de 4 a 6 meses. Geralmente apresenta uma taxa de crescimento de 0,3 mm por dia (TAB. 2). Porém, é possível que em laboratório a taxa de crescimento diminua proporcionalmente à densidade populacional, por causa da diminuição no consumo alimentar, mesmo o alimento estando disponível (SIDEL'NIKOV; STEPANOV, 2000).

Obviamente que nem todos os recém-eclodidos sobrevivem e a taxa de recrutamento irá resultar em maior ou menor densidade populacional. É uma prática comum na caracterização da invasão por *A. fulica* a estimativa do tamanho da população local (TAB. 2), sendo considerada como uma baixa densidade quando ocorrem de 7 a 32 caramujos/m² e uma alta densidade a partir de 102 animais/m² (RAUT; BARKER, 2002; SOUTHWICK; SOUTHWICK, 1969). No entanto, é importante tomar alguns cuidados com esses parâmetros, pois, em uma amostragem aleatória, a ocorrência dos animais em focos de infestação, como o observado no litoral do Paraná, pode diminuir a densidade quando extrapolamos para o total. Para o município de Pontal do Paraná, se considerarmos os animais amostrados em toda a área do município, a densidade é muito baixa, em torno de 0,1 moluscos/m², porém quando calculamos a densidade por foco de infestação, chega-se a 5 moluscos/m² (SIMIÃO; FISCHER, 2005).

A determinação da maturidade tanto da gônada masculina quanto feminina é um critério importante na caracterização das populações. No entanto, não é possível de ser feito apenas com a avaliação da morfologia externa, como tamanho da concha, número de voltas e espessura do perístoma. Dentre a morfologia interna, também é preciso ter muita cautela. O tamanho da glândula de albume não pode ser utilizado como parâmetro de maturidade, pois varia muito durante os estágios do ciclo reprodutivo, ficando muito grande antes da oviposição e muito pequena logo após a postura. A bursa colulatrix fica preenchida de espermatozoides após a cópula e, conseqüentemente, aumenta o seu peso. Porém, não se deve esquecer que adultos jovens podem receber esperma. A avaliação

mais segura é a avaliação da maturidade das gônadas, no qual devem ser preparadas lâminas do ovariotestis (TOMIYAMA, 1993). Em nosso último trabalho (dados não publicados), fizemos a avaliação macroscópica das gônadas como critério para caracterização da idade da população, tendo como premissa a existência do declínio espontâneo, hipótese apresentada por Mead (1961) e difundida por Cowie (1998), Simberloff e Gibbons (2004). Para realização deste estudo, as gônadas foram categorizadas em imaturas, gônada madura sem ovos fertilizados e gônada madura com ovos fertilizados. Os resultados não evidenciaram relação entre o tipo de gônada e o tamanho dos animais, o qual variou entre as populações presentes em um mesmo município, bem como sazonalmente.

Diferentes fenótipos podem aparecer em uma mesma população, principalmente de indivíduos malformados (CHASE, 1988), o que parece ser por causa da variação ou mutação genética. Mas também foram consideradas como sendo consequências de degenerações pela toxicidade do ambiente ou exaustão dos recursos. Se de fato houver um grau tão alto de homogeneidade genética para a espécie como se acredita, o ambiente deve ter uma função importante para gerar as variações fenotípicas. Como, por exemplo, tem-se influência do solo no tamanho, coloração, forma e peso (MEAD, 1961, 1979; RAUT; BARKER, 2002).

A longevidade em moluscos terrestres é influenciada pelas fases de hibernação e estivação, e sobreviverão mais quanto melhor forem as condições ambientais às quais estiverem sendo submetidos. Há registro de um indivíduo *A. fulica* que sobreviveu por nove anos em laboratório. Provavelmente, a maior parte desse tempo o caramujo deve ter passado estivado. No entanto, o excesso de estivação pode resultar em efeito contrário, uma vez que a grande parte dos animais pré-reprodutivos que morrem estão estivados, principalmente se essa fase for longa. Estudos de marcação e recaptura em campo mostraram que a *A. fulica* vive até cinco anos, mas os dados de literatura são conflitantes, principalmente pelo fato de alguns autores considerarem o tempo de estivação na contagem e outros não (MEAD, 1961, 1979; RAUT; BARKER, 2002).

TABELA 3 – Estimativa populacional de *A. fulica* em diferentes localidades

Local	Estimativa	Referência
Nova Caledônia	780 kg/ha ⁻¹	TILLIER (1982) in RAUT; BARKER (2002)
Índia	46 animais/m ²	RAUT; GHOSE (1984) in RAUT; BARKER (2002)
Índia	56 animais/m ²	RAUT; BARKER (2002)
Filipinas	45 milhões de caramujos	MUNIAPPAN et al. (1986) in RAUT; BARKER (2002)
Maldivas	73 animais/m ²	MUNIAPPAN (1987) in RAUT; BARKER (2002)
Ilhas Christmas	10 animais/m ²	LAKE; O'DOWD (1991)
Havaí	8 animais/m ²	KEKAUOHA (1966b)
Pontal do Paraná	5 animais/m ²	SIMIÃO; FISCHER (2005)
Ilha Rasa	9.000 caramujos	FISCHER; COLLEY (2005)
Guaraqueçaba	53.000 caramujos	FISCHER; COLLEY (2004)

TABELA 4 – Temperatura e umidade relativa mínima e máxima tolerável, ideais e desencadeadoras da estivação ou hibernação por indivíduos de *A. fulica*

Localidade/ local	T°C e UR% mínima	T°C e UR% máxima	T° e UR% ideias	Estivação/ hibernação	Referência
Sri Lanka	6 - 7°C				MEAD (1956)
Havaí	9°C	29°C	26°C	7°C	MEAD (1979)
Bihar	8,8°C				SINGH; BIRAT (1969) in RAUT; BARKER (2002)
Índia	Animais: 0°C ovos: 15°C	45°C	22 - 32°C	8°C, 58%	RAUT; GHOSE (1977a)
Nova Deli				5,5°C, 65%	SRIVASTAVA et al. (1987) in RAUT; BARKER (2002)

Atividade

Os gastrópodes terrestres são animais noturnos e crepusculares altamente dependentes de umidade. O caramujo africano durante o dia se protege em áreas cobertas, ficando embaixo de serapilheira, em cavidades formadas pelas raízes de árvores, embaixo e dentro de troncos caídos e entre a vegetação. Na área urbana, o molusco usa qualquer cavidade escura e protegida, como espaços formados pelos entulhos, vasos de plantas e resíduos sólidos. Os animais geralmente repousam no solo, porém, quando as populações são grandes, e principalmente após as chuvas, parte deles repousa exposta em superfícies verticais como troncos de árvores, muros e paredes (FISCHER; COLLEY, 2004, 2005).

Aparentemente, *A. fulica* apresenta um ritmo circadiano nas suas atividades, porém, parece que esse ritmo tem pouco efeito sobre condições extremas de temperatura, umidade e luminosidade (TAKEDA; OZAKI, 1986). Dentre esses fatores, os efeitos da hidratação e da osmolaridade da hemolinfa são os mais importantes. Muitos estudos mostram que a umidade deve ser maior do que 50% para o molusco permanecer ativo. A osmolaridade da hemolinfa parece ser o principal parâmetro usado pelo caramujo na sua decisão em iniciar a locomoção ou permanecer parado. Desta forma, quando a umidade está alta, a água penetra na cavidade corporal, abaixando a osmolaridade da hemolinfa, induzindo a locomoção. No entanto, deve-se considerar que o contato prolongado com água também pode levá-lo à morte, embora esse período seja razoavelmente longo (CHASE; CROLL; ZEICHNER, 1980). Em locais como Guaraqueçaba, onde os terrenos se alagam facilmente, frequentemente são encontrados muitos animais mortos após grandes tempestades, fato que é amenizado em locais que disponham de muitos substratos antrópicos (FISCHER; COLLEY, 2004).

A atividade de locomoção parece ter grande relação com o estágio de desenvolvimento do caramujo. Tomiyama (1992) e Tomiyama e Nakane (1993), estudaram amplamente esse tema em populações presentes

no Japão, usando marcação e recaptura e teletransmissores. Os resultados das pesquisas mostraram que adultos jovens (só aparelho reprodutor masculino desenvolvido) se locomovem significativamente mais do que adultos velhos (animais hermafroditas). No NEC foram desenvolvidos inúmeros estudos sob uma abordagem da etologia clássica e da ecologia comportamental (dados não publicados). Partimos da premissa que a adaptação para ocupação de ambientes artificiais e/ou alterados também prevê que os substratos ali presentes não influenciarão ou alterarão o comportamento locomotor e, conseqüentemente, a dispersão dos animais. Assim, foram realizados diferentes testes em laboratório e em campo com distintos substratos e de fato a predisposição para se locomover e a velocidade diferiram com o substrato, porém a adequação é evidenciada na utilização dos mesmos padrões motores.

A compreensão dos mecanismos naturais de dispersão de uma espécie deve ser antecedida pela interpretação dos padrões de área de vida, territorialismo e comportamento agonístico. Essas inferências foram testadas em laboratório do NEC pela acadêmica Nicole Latoski e estão em fase de análise. A utilização de uma área de vida fixa pela *A. fulica* é amplamente discutida na literatura, pois, enquanto alguns pesquisadores como Mead (1961, 1979) apresentam relatos de uma tendência limitada de permanência em um mesmo sítio, outros cientistas como Tomiyama (1992) trazem evidências de que os animais retirados de seus ambientes retornam ao sítio de origem. A acadêmica Maria Fernanda Caneparo, sob orientação, está avaliando a existência de sítio de residência fixa em populações presentes no município de Guaratuba, constatando que jovens e adultos se fixam em determinados sítios repousando com os mesmos indivíduos. A visão de que *A. fulica* não apresenta forte relação com uma área específica foi baseada em experimentos de Butler (RAUT; BARKER, 2002), os quais relataram que, de mil bichos marcados e recolocados a cerca de 6 m de distância do sítio de origem, apenas 115 voltaram, porém, quatro dias depois, apenas 62 permaneciam no local e alguns poucos a 79 m. Mead (1961) interpretou que o escape foi resultante do estresse da marcação e que a fuga em massa

é normal quando os caramujos se sentem ameaçados. O pesquisador relacionou o mecanismo a relatos de massas de migração pelas estradas e áreas abertas, usando o termo “ciclo de migração” desencadeado por fatores desconhecidos, provavelmente intrínsecos. Por outro lado, em outro experimento, de 150 animais tirados do seu local de origem e colocados a 5 e a 30 metros de distância, 10,7% voltaram em 18 horas, 29% em 42 horas, 52% em 66 horas. Diante desses dados surge a questão de quanto que um animal é capaz de se dispersar ativamente, sem ajuda do homem, do epicentro de introdução. Há relatos de que pode chegar a centenas de metros. Atualmente, a autora e a acadêmica Carolina Magno estão conduzindo experimentos laboratoriais, a fim de identificar a influência do tamanho da população no crescimento e dispersão dos animais.

Hábito alimentar

A facilidade e disponibilidade de recursos alimentares são importantes na dinâmica populacional, pois regulam as taxas de crescimento e têm efeitos na sobrevivência, fecundidade e recrutamento da população. *Achatina fulica* é tida como herbívora generalista e altamente voraz, o que lhe confere o *status* de praga principalmente em pequenas plantações. Embora a espécie apresente associação com plantas cultivadas, existem relatos de consumo de vegetação nativa. Para compreender o hábito alimentar desse caramujo, é preciso ter em mente os mecanismos evolutivos em que especiou. Acredita-se que sua evolução em bordas de florestas, além de lhe conferir a incorporação de inúmeras estratégias de defesa contra fatores bióticos e abióticos, também o programou para o consumo de uma grande diversidade de recursos alimentares, compostos principalmente de plantas pioneiras (RAUT; BARKER, 2002; VAN WEEL, 1959).

O caramujo africano é caracterizado comumente como um voraz consumidor de vegetais e que passa a maior parte da sua vida se alimentando. Porém, o forrageamento ocupa apenas uma parcela do

período de atividade. Cerca de metade do tempo de atividade é destinado ao deslocamento por rastejamento, enquanto a outra metade é utilizada no forrageamento intercalado por períodos de inatividade. Aparentemente, o caramujo africano não possui uma área de vida pequena, uma vez que a distância percorrida durante o forrageamento pode ser grande, há registros de deslocamento de até 1.229 cm em uma única noite. Tomiyama e Nakane (1993) realizaram vários estudos comportamentais com o caramujo africano no Japão e verificaram que a distância percorrida durante o forrageamento difere ao longo do desenvolvimento ontogenético. Assim, os animais foram agrupados em três classes reprodutivas: imaturos – sem gônadas desenvolvidas; adultos jovens – só com a porção da gônada masculina desenvolvida; e adultos velhos – animais hermafroditas funcionais. Segundo esses estudos, os caramujos imaturos se deslocam grandes distâncias do sítio repouso e durante longos períodos (até mais de 1 hora) para, então, se alimentarem, enquanto os adultos são mais territoriais e deslocam-se distâncias menores.

O mesmo padrão foi registrado no litoral paranaense em colaboração com Eduardo Colley através do acompanhamento de animais de vida livre (dados não publicados). Durante o período de cerca de 8 horas, os animais se deslocaram em média 183 cm a uma velocidade média de 1,3 cm/min, porém, o deslocamento não foi linear, limitando-se a uma pequena área de poucos centímetros. Cerca de metade dos animais observados mudaram de substrato para forragear, descendo de muros e arbustos e se deslocando pelo solo. Os animais intercalaram o deslocamento com pequenas paradas para o forrageamento e cerca de 50% retornaram para o mesmo substrato de repouso no final do período de atividade, sugerindo a existência da territorialidade e área de vida.

Raut e Ghose (1983a, b) registraram que os caramujos começam a se alimentar quando o ambiente escurece, independente do ciclo circadiano, e, dependendo da abundância de alimento, o forrageamento pode se estender por mais 3 horas após o clarear do dia. Os pesquisadores acreditam que haja uma forte competição por comida entre os animais de

uma população. Porém, como a espécie não possui nenhuma estrutura física para disputar o recurso alimentar, usam a estratégia de “consumo rápido”. Na presença de coespecíficos, a ingestão da maior quantidade de alimento em um menor tempo possível pode ser tão intensa que o atrito da rádula movimentada rapidamente produz um som audível para humanos.

A herbivoria de *A. fulica* é amplamente divulgada e interpretada como capaz de consumir qualquer vegetal. Deve-se considerar que não é estratégico para nenhum animal herbívoro consumir durante todo o seu desenvolvimento ontogenético uma mesma planta ou consumir igualmente todas as partes de uma mesma planta. Pois, assim, o recurso alimentar seria progressivamente diminuído, o que automaticamente seria danoso para a espécie. Por isso, esses animais usam a estratégia: juvenis sedentários, jovens dispersivos e adultos territoriais permeando o seu desenvolvimento ontogenético e refletindo em diferentes aspectos do seu ciclo de vida, inclusive no hábito alimentar.

A variação do hábito alimentar conforme o estágio ontogenético é consenso entre inúmeros pesquisadores. Caramujos recém-eclodidos retiram elementos orgânicos e inorgânicos da casca do ovo, dos ovos que não eclodem e do solo. Os caramujos jovens, até aproximadamente quatro meses, alimentam-se quase exclusivamente de brotos jovens e folhas suculentas, sendo essa a fase mais danosa para as plantas (RAUT; BARKER, 2002). Deve-se ressaltar que nessa fase os animais consomem mais de 10% do seu peso por dia e se houver uma grande taxa de sobrevivência e recrutamento pode de fato trazer grandes danos às plantações. Porém, após o quarto mês de vida, preferem alimentos em decomposição e seu hábito alimentar passa a ser caracterizado como oportunista e onívoro, sendo cerca de 75% do seu alimento composto por detrito. A utilização de diferentes dietas durante o desenvolvimento ontogenético é também relacionada ao desenvolvimento do aparato alimentar, a rádula. A maioria dos moluscos terrestres prefere folhas mortas, pois bactérias e fungos quebram a parede de celulose. *Achatina fulica* possui um odontóforo delicado, o que aumenta a dependência de

matéria vegetal em decomposição. Esses animais também consomem a terra úmida, hábito que os coloca em uma importante categoria de animais decompositores, fazendo a ciclagem de nutrientes às vezes muito mais rápida do que bactérias e fungos. É possível que as substâncias presentes nos detritos formados de diferentes materiais forneçam os diferentes tipos de nutrientes que os caramujos necessitam para seu desenvolvimento, sem ter que recorrer à vegetação viva.

A necessidade do cálcio durante o desenvolvimento, principalmente para formação da concha, foi demonstrada por diferentes autores (IRELAND, 1991, 1994). No Brasil, Pacheco et al. (1998a, b) e Pacheco e Martins (1998) realizaram uma série de estudos relacionando a quantidade de consumo de cálcio com crescimento e tamanho do molusco. O intuito era a elaboração de rações direcionadas para criação comercial. Alguns de seus estudos demonstraram que a partir de uma determinada quantidade, o cálcio não é absorvido, o que torna necessária a utilização de diferentes fontes nutricionais para aquisição desse elemento. Alguns autores relacionam a abundância da *A. fulica* na área urbana à grande disponibilidade de concreto e cimento, por causa da utilização destes como fonte de cálcio. De fato, em Guaraqueçaba foi presenciado (observação pessoal) animais se alimentando de cimento, sendo a ingestão confirmada pela visualização deste produto nas fezes do caramujo. Na Ilha Rasa também foi registrado *A. fulica* raspando afloramentos de sambaqui (FISCHER; COLLEY, 2005).

A raspagem da concha do coespecífico é uma das maneiras que o molusco usa para adquirir cálcio. O favorecimento individual quanto à aquisição de cálcio é tão efetivo que em criações de laboratório alguns pesquisadores deixam uma concha vazia no terrário para suprimento de cálcio, enquanto outros criadores preferem oferecer giz escolar.

Frequentemente os caramujos africanos são encontrados agregados e, algumas vezes, raspam a concha do coespecífico. Em determinadas situações é possível que o consumo da concha seja tão efetivo, que chega a expor partes do corpo que normalmente ficam encobertas pela concha. Se a ação cessa, o caramujo é capaz de rapidamente regenerar a

concha. O canibalismo foi registrado por inúmeros pesquisadores; os caramujos raspavam o perístoma do coespecífico logo após despertarem do período de estivação. Há relatos de conchas tão intensamente raspadas que ficaram finas como papel. Esse mecanismo foi bem acompanhado no NEC (FISCHER; NERING, 2005). Dos 15 terrários presentes no laboratório, somente em um, e por um tempo determinado, foi verificado o consumo de conchas de animais vivos, tão intenso e feito por vários indivíduos, que resultou no consumo total de vários animais. Geralmente, o molusco que sofria o canibalismo era caracterizado por possuir grande tamanho e perda progressiva do perióstraco da concha. O consumo era realizado por grupos de dois a sete caramujos jovens (FIG. 5). Foi questionado o mecanismo desencadeador deste canibalismo, pois no NEC foi cessado após os animais serem trocados de terrário e de terra, o que sugere ter relação com a qualidade do substrato utilizado. Porém, características específicas da população ou o fato do processo se restringir a animais velhos ou doentes devem ser investigadas. Uma das hipóteses é que o canibalismo seja desencadeado por causa do estresse resultante de grandes densidades populacionais, o que também corrobora com os registros do NEC, pois, após a eliminação de alguns indivíduos, a densidade pode ter voltado ao nível tolerável.

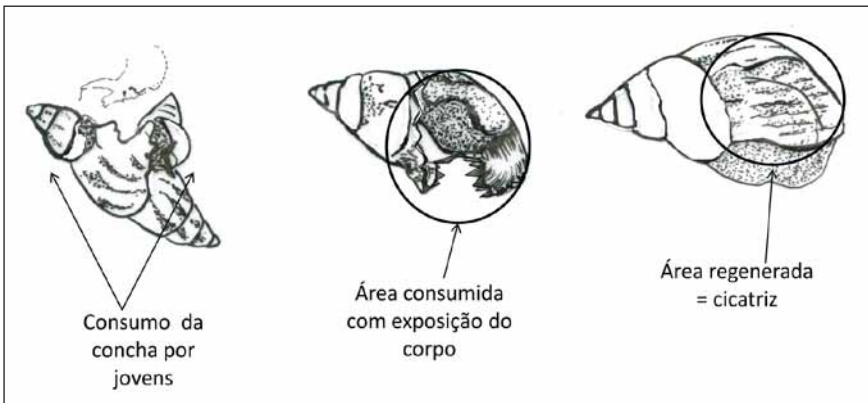


FIGURA 5 – Canibalismo em *A. fulica*. Consumo de indivíduo adulto por jovens e concha consumida em regeneração

O consumo de recursos alimentares alternativos presentes no ambiente urbano também foi registrado em diferentes locais (RAVIKUMARA; MANJUNATHA; PRADEEP, 2007), inclusive, Mead (1961, 1979, 1982) relatou que a *A. fulica* chegava a consumir queijo e toucinho usados como isca para captura de ratos. Os caramujos também usam resíduos sólidos urbanos como recurso alimentar, principalmente se estiverem úmidos, com destaque para caixas de papelão e restos de comida, o que explica a sua presença preferencial na área urbana, depósitos de lixo e próximos a resíduos sólidos orgânicos jogados em terrenos baldios (FISCHER; COSTA; NERING, 2008). O consumo de papel tem sido registrado por vários autores e em nossas observações tem configurado como um dos itens preferenciais. Há relatos do consumo de livros e papéis durante invasões a residências. Segundo alguns pontos de vista, o hábito decompositor da *A. fulica* é o que torna os danos na vegetação não tão intensos.

O acúmulo de entulhos e lixo ao redor das casas favorece a colonização da *A. fulica*, tanto por fornecer alimento e refúgio para uma maior quantidade de animais como para alterar as condições climáticas, amenizando condições externas. Há um relato interessante de Mead (1979) sobre uma população de *A. fulica* que ocupava uma plantação abandonada e desapareceu após a mudança das pessoas que residiam no local e, como consequência, houve o surgimento da sucessão secundária da floresta, ilustrando bem a associação com o ser humano.

As taxas de consumo da *A. fulica* geram uma controvérsia entre os pesquisadores, principalmente quando se considera a sua posição a favor ou contra o papel de praga da espécie. Um dos dados mais relatados é que animais com mais de 6 cm de concha consomem até 10% do seu peso diariamente (MEAD, 1961, 1979). Nos estudos conduzidos no NEC (FISCHER; COSTA; NERING, 2008) foi verificado que a taxa de consumo diminui durante o desenvolvimento ontogenético. Os animais menores consomem em torno de 7% do seu peso, os medianos, em torno de 5% e os adultos grandes, cerca de 1,8%. Esse resultado corrobora com o crescimento rápido associado aos juvenis e automaticamente à necessidade de mais recursos.

Inúmeras pesquisas foram realizadas buscando avaliar a preferência alimentar de *A. fulica* e o impacto sobre diferentes espécies vegetais. Porém, a preferência foi relacionada com a composição da comunidade, espécie e idade das plantas. Em laboratório, hortaliças como a alface são os alimentos mais usados, porém, em orientações para criadores comerciais era orientado que utilizassem essa hortaliça com cautela, pois deixa os animais com ritmos mais lentos, abaixando a frequência de cópula (FERRAZ, 1999).

A disponibilidade da planta ou do item alimentar preferencial pode ter um efeito importante na dinâmica da população. É possível que os caramujos prefiram o consumo de plantas jovens ou mudas. Raut e Ghose (1983a, b) também fizeram alguns testes e verificaram que os caramujos preferem plantas não cultivadas às cultivadas, quando ambas estão disponíveis. Os autores listam algumas espécies como preferenciais: *Bryophyllum* (cacto) e *Tagetes erecta* (calêndula), *Cassia sophera*, *Bryophyllum pinnatum* (folha-da-fortuna), *Synedrella nodiflora* e *Tagetes patula* (cravo-de-defunto) e sugerem a plantação dessas espécies ao redor das plantas cultivadas para minimizar o impacto do caramujo. Deve-se considerar que os autores coletaram os bichos no câmpus da universidade e que esses animais poderiam estar condicionados a utilizar essas plantas como alimento, uma vez que os autores verificaram que os animais apresentam preferência geralmente pela mesma planta, independente se é cultivada ou de ocorrência natural. Em outros estudos, a seleção de alimentos variou com o grupo etário e sazonalidade, sendo similar nos animais mantidos em cativeiro e daqueles em vida livre, bem como entre aqueles criados com dieta restrita e com dieta diversificada, sugerindo haver uma regulação genética na preferência alimentar.

Carefoot e Switzer-Dunlap (1989) estudaram os mecanismos envolvidos na seleção de alimento por *A. fulica* e verificaram que pode ocorrer antes e depois da ingestão. Na fase anterior à ingestão, o caramujo avalia o cheiro, a textura, a palatabilidade e a habilidade na manipulação; após a digestão, avalia a digestibilidade e os nutrientes. É justamente essa a fase que

irá determinar as escolhas futuras, porém, estudos de preferência alimentar devem considerar as duas etapas. Foi utilizado o termo “condicionamento digestivo” como resposta ao alimento, incluindo aumento de consumo e relacionado com o aprendizado da preferência. No entanto, apenas um contato com o alimento não é o suficiente para determinação do aprendizado, deve ocorrer o contato dia a dia. Atualmente, a autora Marta Luciane Fisher e o acadêmico Adam Aguiar estão desenvolvendo testes com diferentes matrizes orgânicos para avaliar a preferência por meio de compostos químicos específicos, com o intuito de subsidiar a elaboração de atrativos. O aprendizado de aversão pós-ingestivo é o mais importante para determinar o que o molusco irá escolher ou rejeitar. Algumas plantas podem ter efeitos letais para a *A. fulica*, como, por exemplo, os extratos do fruto da *Thevetia peruviana* (PANIGRAHI; RAUT, 1993a, b), cuja concentração de mais de 2% causa altas taxas de mortalidade e menos que isso não afeta nem mesmo a atividade dos caramujos. Em contato com o extrato, os animais se recolhem na concha e morrem. Embora seja uma possível forma de controle, a eficiência do produto não foi testada em campo. Deve-se considerar que o molusco também pode apresentar adaptação aos compostos tóxicos, sendo registrada a interrupção da ingestão de alimentos que contenham meolibdeno, como consequência, ocorre a diminuição da taxa de crescimento, mas não há mortalidade.

Croll e Chase (1977, 1980) estudaram o mecanismo de memória odorífera em *A. fulica*. Esses animais se orientam para os odores do alimento que consumiram por mais de 81 dias e essa memória dura em torno de 4 meses. Esse é um mecanismo importante para o caramujo, uma vez que pode evitar alimentos pouco nutritivos ou com efeito aversivo. Esses caramujos também usam os odores para localização da área de vida, mesmo que comam outras coisas. A pesquisa chegou a resultados de que a natureza da ingestão é usualmente o final de uma resposta, seguida de uma série de comportamentos temporariamente coordenados que iniciam com a decisão de orientar-se para o odor de um alimento em potencial. A fase apetitiva, assim como a consumatória, é plástica e

não apenas determinada por repostas táteis e químicas inatas. O contato por 12 horas com o alimento já é o suficiente para *A. fulica* memorizá-lo como preferencial durante 12 a 16 horas. A funcionalidade do mecanismo é explicitada quando esses resultados são extrapolados para o caramujo em campo, que entra em repouso no início da manhã e que espera em torno de 12 horas para voltar a forragear. A experiência subsequente pode ser fixação mais rápida, principalmente se a planta for abundante.

Assim, o primeiro odor que o molusco percebe após o nascimento deve ser fundamental para determinação das plantas que devem estar próximas ao sítio de repouso. A plasticidade é fundamentada com o tempo de latência, uma vez que a decisão é muito mais rápida quanto maior for a experiência. Uma vez estabelecido o odor, ele é extremamente estável sobre o tempo. Logo, a exposição durante 48 horas a um determinado alimento leva à expectativa de que o caramujo retenha o odor por mais de 21 dias, podendo influenciar no forrageamento por mais tempo. Porém, deve-se considerar que há um componente ontogenético, sendo que o adulto precisa de mais tempo para memorizar do que o jovem. O estabelecimento da preferência envolve a associação entre o odor e, por consequência, a ingestão, logo, se não há ingestão, não há fixação. Também foi verificado que os animais reconhecem o odor como cheiro de alimento, pois animais com fome se direcionam mais rápido e são menos seletivos. Reforçando a hipótese que associam o odor à área de vida e, consequentemente, o reconhecimento do valor nutritivo da planta serve como reforço.

Mead (1961, 1979) dizia que o alimento é o fator vital, porém mais flexível qualitativa e quantitativamente na vida da *A. fulica* do que em qualquer outro molusco. Pois, além desses animais aceitarem diferentes variedades de plantas como alimento, podem passar muito tempo sem comida ou água.

A *A. fulica* não é a única espécie da família Achatinidae que pode se tornar praga para a agricultura e jardins. Naturalmente esses animais podem comer tanto plantas vivas quanto em decomposição, porém, preferem utilizar plantas cultivadas nas proximidades das florestas. Os

danos econômicos não são apenas relativos à herbivoria, pois o caramujo pode causar danos parciais nos frutos, ocasionando perda econômica dos produtos. Os danos causados pelo hábito alimentar da *A. fulica* também podem ser indiretos. Algumas vezes, o caramujo prefere as plantas de cobertura, afetando indiretamente as demais plantas por expô-las ao sol e prejudicar a fixação de nitrogênio. Os caramujos também podem causar dano indireto alcalinizando e provocando erosão no solo, destruindo as plantas com o peso, ao repousar verticalmente sobre elas. Outro dano indireto é a transmissão de doenças para as plantas, o que talvez possa ser o maior impacto econômico da *A. fulica*.

A maioria dos investigadores considera a *A. fulica* como uma praga séria por causa dos danos que pode causar nos jardins. As plantas ornamentais são mais suscetíveis, geralmente são consumidas todas as partes das plantas e durante todo seu desenvolvimento. Muitas vezes as mesmas plantas ornamentais são consumidas em diferentes países, da mesma forma, algumas não são consumidas em nenhum local, como a maioria das gramíneas. Santos, Monteiro e Thiengo (2002) registraram para Ilha Grande um panorama muito parecido com o visto na Ilha Rasa (FISCHER; COLLEY, 2005), os caramujos invasores estão presentes em bananeiras e plantas ornamentais como jiboias e paus d'água, mesmo a região estando rodeada por vegetação nativa.

Alguns autores como Mead (1961, 1979) não concordaram com o *status* de praga de *A. fulica*, acreditando haver exageros permeados com um pouco de fantasia. O pesquisador citou em tom de ironia alguns relatos absurdos, os quais afirmam que os animais devoraram vários hectares de mata nativa do Haváí ou toda a superfície verde de uma determinada área. Por outro lado, esse alarde todo, resultado principalmente da exposição pela mídia, foi bom para a criação de novas legislações com relação às espécies exóticas invasoras. Vários trabalhos registraram que os danos causados pela *A. fulica* eram muito pequenos, e Mead (1961, 1979) mostrou dados conflitantes da literatura de muito e pouco dano em uma mesma área. Interpretou essa confusão pelo fato de os animais consumirem uma

planta em um local e não tocarem nela em outro. Essa variação pode ser local, mas também pode ser sazonal, em que o molusco não consome uma determinada planta quando estão disponíveis outras opções de alimento. Deve-se considerar também que na fase de seca há redução natural do consumo por causa da estivação. Outro ponto importante é a possibilidade da população de *A. fulica* ser maior no início da colonização e então diminuir gradativamente, reduzindo o impacto. Com o passar do tempo, a sociedade passa a apresentar indiferença ao caramujo, acostumando-se à sua presença. A falta de recursos para o controle, a existência de problemas mais urgentes e sérios na agricultura e a crença na legitimidade do fenômeno do declínio espontâneo, discutido em Ecologia de *Achatina fulica*, podem ser determinantes. Nas áreas estudadas no Paraná, alguns moradores relatam a destruição de jardins e pequenas hortas, porém não está evidente o impacto na agricultura, nem mesmo os órgãos governamentais têm registrado reclamações a respeito do caramujo.

Várias listas de plantas suscetíveis a danos pela *A. fulica* foram publicadas em diferentes regiões do mundo, incluindo mais de 36 espécies de interesse econômico e 37 de interesse ornamental e médico (RAUT; BARKER, 2002). Mead (1961, 1979) ressaltou que sua lista era apenas qualitativa e que sem uma avaliação quantitativa não era possível mensurar o dano real.

A invasão em áreas de vegetação nativa sempre foi a maior preocupação de qualquer pesquisador que trabalha com espécies invasoras (DUAH; MONNEY, 1999), pois, além de esse caramujo consumir espécies vegetais nativas, também competiria com a fauna endêmica, a qual teria que dividir seus recursos alimentares e sítio de repouso com esse invertebrado de grande porte. Deve-se considerar também o impacto na cadeia trófica ao se constituir de recurso alimentar alternativo para animais malacofágicos, que aumentariam suas populações, afetando outros níveis tróficos e levando ao esgotamento dos recursos. No entanto, esse cenário foi pouco registrado em literatura, pelo menos até hoje, embora haja alguns relatos sobre consumo das espécies vegetais nativas levando algumas à extinção

local. Para o Brasil, Paiva (2004) registrou em laboratório o consumo de folhas e frutos de diversas espécies de plantas nativas do Sudeste brasileiro (acantáceas, arecáceas, cactáceas, piperáceas, zingiberáceas), fato que poderia ser utilizado para subsidiar a hipótese que as populações podem se estabelecer em áreas naturais, especialmente em bordas de florestas, ressaltando ser imprevisível o impacto da espécie sobre nossas florestas implantadas e naturais e outros biomas (cerrados, caatinga, manguezais, restingas, capoeiras, catanduvás, campos, brejos, Pantanal). No Estado do Paraná, durante quatro anos de estudo com *A. fulica*, no litoral paranaense, não foi registrado consumo de vegetação nativa, mesmo em invasão a uma região remanescente de mata atlântica no município de Morretes, na qual os animais foram registrados no solo e as poucas plantas que possuíam sinais de consumo eram espécies exóticas (FISCHER et al., 2006).

O conhecimento do hábito alimentar pode subsidiar também a utilização de iscas para atração da *A. fulica* e posterior extermínio (RAVIKUMARA; MANJUNATHA; PRADEEP, 2007), uma vez que se houver seletividade será possível eliminar a espécie invasora sem causar danos às espécies nativas. Embora tenham sido realizados alguns testes, a ideia não foi levada adiante. Mead (1961, 1979) apresenta algumas iscas mais usadas como atrativos: farelo de trigo, arroz, outros grãos, cascas cítricas secas, mas nenhum deles foi efetivo para *A. fulica*. Em Pontal do Paraná, foi realizado um experimento para avaliação da eficácia na utilização de iscas para atração da *A. fulica* (SIMIÃO; FISCHER, 2005). O objetivo foi testar a hipótese de que através da utilização de certos alimentos seria possível atrair os animais remanescentes de uma coleta manual. Desta forma, foram colocadas fezes, goiaba e couve (equidistantes a 60 cm) a quatro metros de um terreno baldio no qual se sabia que havia uma grande população de *A. fulica*. Foram registrados os animais que chegavam até a isca durante 2 horas no período noturno. As iscas atraíram principalmente recém-eclodidos e jovens, sendo que as fezes atraíram mais animais, embora não tenha havido diferenças no tempo de chegada. Fezes e couve atraíram os animais maiores, elucidando as diferenças de acordo com o desenvolvimento ontogenético.

Os resultados mostram que é possível a utilização de iscas, mas que a seletividade e a melhor época e horário para aplicação devem ser estudados e talvez adaptados a uma armadilha.

Resistência

Aspectos relacionados com a resistência a fatores abióticos e mecanismos de defesa e proteção utilizados pela *A. fulica*, apesar de serem a base para a alta adaptabilidade da espécie, não foram muito discutidos na literatura. Nesta área se destacam trabalhos de Mead (1961, 1979) e Raut e Ghose (1977 a, b). No NEC, foi desenvolvido um projeto (FISCHER; COSTA; BONATO, 2005; FISCHER, 2009) que visou avaliar esses aspectos, subsidiando a avaliação da eficácia de métodos de controle populares. A grande resistência física de *A. fulica* aos fatores bióticos e abióticos é um somatório das características físicas individuais com o uso de estratégias comportamentais.

A concha forte é uma estratégia importante contra inimigos, e em animais livres é muito comum encontrar cicatrizes na concha. Danos físicos na concha, como rachaduras por causa de queda durante deslocamentos verticais ou tentativas de predação e desgastes por raspagem por coespecíficos, são recuperados facilmente pela rápida regeneração. O mesmo ocorre com partes do corpo como pé, cabeça ou tentáculos, os quais podem ser perdidos durante a tentativa de predação, salvos provavelmente pela entrada rápida na concha. Esse mecanismo leva à expectativa de que métodos de controle que orientam o esmagamento e posterior enterramento do caramujo podem não matá-los efetivamente, permanecendo os remanescentes no ambiente.

A força física também pode ser considerada como uma estratégia de defesa, relacionada com o deslocamento de grandes quantidades de solo, podendo enterrar-se mais profundamente, conseguindo deslocar objetos e sustentar vários coespecíficos durante o deslocamento ou gregarismo vertical. O carregamento de vários coespecíficos pareceu ser

especialmente importante na saída de locais suscetíveis a alagamentos. A partir da fixação de chumbinhos de pescaria de diferentes pesos na concha dos caramujos, foi registrado que podem tolerar até 1,2 vez seu próprio peso no deslocamento horizontal e até 6,7 vezes no deslocamento vertical.

O muco secretado pela superfície do corpo e membrana mucosa, por meio de diferentes glândulas, pode ser utilizado na locomoção, alimentação, osmorregulação, reprodução, proteção e como antimicrobiano, porém sua composição pode ser influenciada por inúmeros fatores, inclusive a alimentação (LORENZI; MARTINS, 2008). Nos últimos anos, uma substância presente no muco denominada *achatin* vem sendo bastante estudada por pesquisadores como Jeong et al. (2001) e Otsuka-Fuchino et al. (1992, 1993). Trata-se de uma glicoproteína relacionada com transporte de cátions, a qual impede o crescimento de bactérias Gram negativas e Gram positivas como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*. Essa propriedade do muco é extremamente importante para um animal que fica em contato direto com o solo. Atualmente, no NEC, estão sendo desenvolvidos estudos para avaliar se condições de estresse e idade da população pode afetar a eficiência de defesa do muco.

A reação de escape e migração de *A. fulica* foi referida por Mead (1961, 1979), quando relatou um experimento de marcação dos animais e um posterior comportamento de fuga em direção à periferia do local. Porém, parece que existe um ciclo de migração, pois, mesmo sob condições essencialmente ideais, indivíduos sofrem um movimento contínuo fora da área de vida. Determinados estímulos invocam essa reação e podem ser menos intensos e em proporção inversa para o elemento de tempo desde a última “migração”. Estímulos sutis podem ser suficientes para iniciar a reação em alguns indivíduos que foram sedentários durante certo período de tempo. Por outro lado, um estímulo suficientemente forte poderia ultrapassar o limiar de um segmento grande de uma população em um ambiente razoavelmente estável e desencadear uma “migração em massa”. Foram observadas tais migrações muitas vezes por vários investigadores, mas elas continuaram inexplicáveis. É mais provável que um estímulo,

como por exemplo, o vento, tenha uma influência no movimento. A prova da existência de um “ciclo de migração” tornaria mais clara a compreensão dos fatores de dispersão e densidade populacional.

A quiescência, permanência fora de atividade por períodos longos ou curtos, é uma estratégia de proteção que *A. fulica* usa contra extremos de temperatura e perda de água. Durante o desenvolvimento do molusco, os períodos de atividade duram em torno de 100 a 150 dias, enquanto o de estivação dura de 200 a 237 dias (RAUT; GHOSE, 1977a, b).

A hibernação e a estivação são dois importantes mecanismos de defesa dos gastrópodes terrestres os quais beneficiam seu potencial de invasor (GUPTA; GAUTAM; ABBAS, 1978). Segundo Mead (1961, 1979), a hibernação como um fenômeno fisiológico requer preparações metabólicas elaboradas, enquanto que a estivação é um fenômeno mais simples. Já na década de 1930 era bem conhecida a relação entre umidade do ar e a estivação em *A. fulica*. Porém, há registros de indivíduos estivando mesmo em condições ótimas, parecendo haver uma tendência de estivar em períodos cíclicos, intercalando fases de estivação com fases de atividade, o que pode estar relacionado com o ciclo de hidratação. Essa é uma estratégia excelente para recolonização de um sítio após condições adversas naturais ou produzidas pelo homem. Não é bem conhecido como a *A. fulica* entra em hibernação e quais são os complexos ajustes, porém os registros de hibernação no inverno são questionados por vários autores, como Mead (1961, 1979), que acredita ser uma continuação da estivação por causa do período seco dessa estação do ano. Porém, o autor ressalta que os animais não só superam o inverno como também prosperam nele.

A estivação ocorre principalmente na estação seca ou abaixo de 10°C, porém existem registros de limites para atividade como 28-30°C e 80-82% de umidade relativa do ar. Em alguns registros, os animais ingerem plantas suculentas antes de estivar, como estratégia para hidratar o corpo (RAUT; BARKER, 2002). Enquanto outros pesquisadores dizem que antes da hibernação ou da estivação o molusco limpa totalmente seu intestino e cessa a ingestão. Embora alguns pesquisadores tenham observado que a

A. fulica apresenta preferência por solo úmido para estivar, também pode estivar exposta e suspensa em muros e paredes, como frequentemente é encontrado no município de Guaraqueçaba (FISCHER; COLLEY, 2004). Durante a estivação, os batimentos cardíacos são reduzidos de 52 para 8 batimentos/minuto, o que torna esse período de vulnerabilidade, no qual muitos animais morrem, principalmente se a temperatura estiver muito alta e a umidade muito baixa. No entanto, deve-se considerar que há relação com a idade, sendo os mais velhos mais resistentes, geralmente os animais mais velhos hibernam ou estivam mais cedo que os demais. Em regiões tropicais, as chuvas ocasionais re-hidratam os animais e provavelmente aumentam as expectativas de sobrevivência nesse período. Segundo os criadores comerciais, tanto a hibernação quanto a estivação devem ser evitadas, pois comprometem o crescimento e a reprodução dos animais, além do que os caramujos chegam a perder de 20 a 25% do seu peso (FERRAZ, 1999).

Durante a estivação, a *A. fulica* produz o epifragma, camada de muco endurecida composta de proteínas que isola o caramujo do meio quando está retraído na concha. A sua formação é rápida, pois a fase inorgânica de reforço é pré-produzida e codepositada na matriz do muco. A utilização do epifragma fechando a entrada da concha é uma estratégia excelente contra a perda de água, embora tenha fissuras que permitem ao caramujo sentir a umidade externa. Em animais aderidos a superfícies verticais, foi registrada primeiro a fixação da abertura por uma secreção e só então a formação do epifragma. Caso a *A. fulica* desidrate, imediatamente entra na concha e produz o epifragma, que pode variar de espessura fina, por causa da adição de camadas finas, até epifragmas mais espessos, formados por até 12 camadas, suficiente para o molusco permanecer estivado de 2 a 10 meses. Animais fisicamente debilitados dificilmente conseguem construir o epifragma (STRUTHERS et al., 2002).

A direção em que a concha é mantida durante a estivação, quando os caramujos estão enterrados também tem um contexto importante na sobrevivência do animal (RAUT; GHOSE, 1977a). A mortalidade dos animais com conchas enterradas com abertura para baixo é de cerca de

46%, enquanto que com a abertura para cima resulta em 68,5% de mortes. Há uma relação entre posição da concha e adaptação contra a perda de água. Apesar de o epifragma não ser permeável, há uma rachadura entre o epifragma e o pneumostoma, permitindo uma comunicação com o ambiente. O ar que fica entre o epifragma e o solo é mais frio e quando chove ele condensa, indicando o momento da saída da estivação. Após a saída da estivação, os animais permanecem letárgicos por horas e geralmente não comem imediatamente, elucidando que longa estivação pode não ser correlacionada com fome em primeira instância.

No NEC também foram avaliados os fatores que desencadeiam a entrada em estivação, a produção do epifragma e a saída de estivação (BONATO; FISCHER; COSTA, 2004b; FISCHER, 2009). A entrada em estivação não foi influenciada pelas mudanças de temperatura nem exposição ao vento, evidenciando que a preparação para estivação demanda tempo e mudanças bruscas podem não dar tempo para o caramujo se preparar. No entanto, a saída da estivação é mediada por fatores como umidade e odores de alimentos.

Em nossos estudos, a *A. fulica* (FISCHER, 2009) estivo tanto em superfícies horizontais quanto verticais e muitos animais estivaram ao enterrar-se. No entanto, o enterramento deve ser espontâneo para que construa o epifragma. Essa estratégia de defesa contra condições ambientais desfavoráveis também favorece a recolonização de um ambiente remanejado por catação, aplicação de moluscicida ou sal. Outro ponto interessante obtido com a pesquisa é que mesmo com a deposição de sal diretamente sobre o epifragma, o caramujo não desidrata.

Outros mecanismos de defesa podem ser usados além da concha e da estivação. O molusco se protege contra desidratação e inimigos ao se esconder sob pedras, em cavidades de árvores, entre a vegetação, embaixo da liteira e ao enterrar-se. A *A. fulica* pode se enterrar a até mais de 12 cm de profundidade.

No NEC também foram avaliados os mecanismos de enterramento e desenterramento (BONATO; FISCHER; COSTA, 2004a;

FISCHER, 2009). Os animais pequenos foram os que buscaram mais o enterramento e os que se enterraram mais profundamente (cerca de 2 cm). Os animais de tamanho mediano se enterravam parcialmente, deixando à mostra o ápice da concha, quando se cobriam totalmente, se enterravam a cerca de 1,75 cm de profundidade. Os animais grandes foram os que se enterraram mais raso, em torno de 0,5 cm, preferindo se cobrir com a serrapilheira. Apesar de o molusco se cobrir rapidamente com a terra, o processo de enterramento pode durar até seis dias, principalmente no frio. Porém, quando são enterrados experimentalmente (16 cm de profundidade para os grandes e 9 cm para os pequenos), apenas os animais grandes conseguem se desenterrar, demorando de 1 a 7 dias. Esses resultados podem ser utilizados como alertas para métodos de controle em que animais vivos são enterrados, mesmo a grandes profundidades.

O deslocamento vertical e a busca de refúgios em lugares altos são muito favoráveis em determinadas situações, como em locais que possuem o solo arenoso, solos alagados ou locais com muitos predadores no solo. *A. fulica* pode subir a alturas de mais de 10 metros e descer apenas quando as condições se tornarem favoráveis, principalmente à noite para o forrageamento, mas voltam para o refúgio após o período de atividade.

A utilização diferencial dos substratos também é uma estratégia para adaptação, uma vez que influenciará no sucesso da oviposição, repouso, estivação, enterramento e forrageamento, maximizando, assim, as chances de sobrevivência. Em nossos experimentos de semicativeiro (FISCHER, 2009), foi observado que a utilização dos substratos difere com o estágio ontogenético, período do ano e estágio da colonização. No início da colonização e nas temperaturas mais altas, os animais preferiram os substratos verticais, já durante o frio, preferem se enterrar e estivar na terra adubada, a qual também é preferida para oviposição. Durante o deslocamento noturno preferiram grama, areia e muro. Animais livres na Ilha Rasa também usam o substrato diferencialmente ao longo do ano e, apesar de preferirem permanecer entre as plantas durante todo ano, no inverno e na primavera a sua ocorrência na base das plantas foi mais significativa.

O comportamento gregário de *A. fulica* também tem um componente muito relevante na defesa, tanto contra as condições adversas do meio e predadores, como no direcionamento para o local mais favorável ao crescimento. O comportamento gregário envolve uma complexa comunicação química entre os coespecíficos.

A comunicação química foi amplamente estudada por Chase (1981, 1982), Chase e Boulanger (1978), Chase e Croll (1981), Chase e Rieling (1986), Chase e Tolloczko (1985, 1986), Chase et al. (1978) e Chase, Croll e Zeichner (1980). A existência da área de vida (*homing*) é bem aceita entre diversos pesquisadores, porém, parece que a *A. fulica* não usa a trilha de muco para voltar para o sítio de repouso, como se imaginava. Na região distal do tentáculo ocular, logo abaixo do olho, está o centro de recepção olfativa, também sensível a vibrações do ar. É uma região com alto grau de especificidade e onde há secreção de sete diferentes tipos de glândulas, originárias de um epitélio especializado no olfato. A epiderme dos gastrópodes é densamente coberta por muco e outras secreções, porém há uma variação regional na natureza química relacionada com a funcionabilidade. No pé ocorre glândula pediosa localizada sob a boca a 2/3 do final do pé. Essa glândula libera mucopolissacarídeos, lipídios e proteínas relacionadas com a locomoção e feromônios utilizados para navegação, comunicação e agregação. Já na região dorsal do corpo, a função do muco produzido é proteção contra dissecação.

No órgão olfativo, há secreções de proteínas e lipídeos que servem para captura e fixação das moléculas voláteis. A presença do coespecífico afeta na distribuição espacial dos demais caramujos, uma vez que os animais utilizam os sinais deixados pela trilha de muco. A utilização da trilha é um comportamento adaptativo, para ela existir, deve haver a fase de isolamento social e deve ter relação com o período reprodutivo, idade do molusco e horário do dia. A utilização da trilha é decorrente da evolução em hábitat subtropical, uma vez que os riscos de dissecação do muco são menores. Provavelmente os caramujos usam substâncias voláteis e de contato para comunicação, sendo as voláteis

percebidas pelos tentáculos oculares, enquanto a de contato necessita do toque dos tentáculos bucais e da própria boca no substrato (AGUIAR et al., 2009). Atualmente, se acredita que a trilha é usada mais no contexto sexual, enquanto que a comunicação aérea é usada para interações não sexuais. O comportamento de virar a cabeça para os lados, registrados em *A. fulica*, antes da escolha do lado do deslocamento (FIG. 10a), tem a ver com a comparação dos odores pelos dois tentáculos oculares, os quais avaliam a concentração e decidem para qual lado se deslocar. Testes com amputação dos tentáculos oculares e bucais concluíram que a orientação olfatória não é unilateral e depende de os tentáculos estarem intactos. Em condições naturais, a orientação provavelmente envolve o uso de dois ou mais métodos (contato e volátil) simultaneamente ou sequencialmente.

O comportamento gregário foi relacionado com a idade dos animais, o fato de serem de uma mesma ninhada e o horário do dia. Os recém-eclodidos agregam-se menos e são menos ativos porque ficam mais tempo enterrados. A luz é um fator que desencadeia a agregação e os recém-eclodidos de uma mesma postura são mais gregários. Possivelmente a orientação não se dá pelo contato físico, pois os animais se orientam individualmente para o sítio de agregação, provavelmente pelo reconhecimento de substâncias voláteis. Esse comportamento é muito importante para proteção contra dessecação e predação. Existe a possibilidade de o muco liberar, além do feromônio de contato, substâncias voláteis eficientes na atração do coespecífico, caracterizando um feromônio de agregação. Esse mecanismo poderia ser uma alternativa para elaboração de armadilhas específicas, principalmente pelo molusco nativo parecer não responder ao muco do caramujo exótico (FISCHER; SIMIÃO; MARQUES, 2005).

A resistência aos fatores abióticos também é uma estratégia de sobrevivência. Para *A. fulica*, fatores ambientais como temperatura afetam em limites mais acentuados do que a falta de comida ou água. Os caramujos morrem rapidamente quando expostos ao sol, por outro lado, regiões tropicais oferecem condições abióticas próximas do ótimo. A resistência às temperaturas extremas foi avaliada por vários pesquisadores que chegaram a

resultados de temperatura ótima em torno de 26°C, máxima de 45°C e mínima de 9°C. Os ovos provavelmente não eclodem em temperaturas abaixo de 15°C (RAUT; BAKER, 2002). Deve-se considerar que o tipo de cobertura do solo e a velocidade de esfriamento são fatores importantes para resistência. A umidade relativa do ar parece ser um fator mais crítico do que a temperatura.

A *A. fulica* também apresenta grande resistência à submersão em água doce, salobra e salgada. Há relatos de resistência mesmo quando submergidos em água quente, método utilizado em algumas técnicas de fixação (MEAD, 1961, 1979). Existem registros de 24 a 48 horas de resistência na água, o que sugere que esses animais tenham incorporado em sua ecologia mecanismos de dispersão através de rios. Existem relatos de sobrevivência de animais jogados no oceano, porém deve-se considerar que a taxa de sobrevivência vai depender da salinidade, direção do vento e oxigênio. No NEC foram desenvolvidos vários estudos de avaliação de resistência à submersão (FISCHER et al., 2003; FISCHER; COSTA; BONATO, 2005). No litoral do Paraná é frequente ver os moradores atirando os caramujos no mar e nos rios, acreditando que por isso irão morrer. Na água doce a *A. fulica* pode sobreviver até 20 horas e na salobra até 5 horas. Na água salobra, os caramujos pequenos e medianos saem mais rápido, a maioria na primeira hora, permanecendo os adultos submersos. Já na água doce, os pequenos permanecem mais tempo submersos. A interpretação de que essa resistência esteja relacionada com adaptação para dispersão pode ser confrontada com a hipótese de que possam usar como mecanismo de proteção contra alagamentos. Esses animais frequentemente se enterram na base de pedras, árvores e muros, ambientes que podem ficar temporariamente e rapidamente alagados após uma pancada de chuva ou com o enchimento repentino de um rio, sendo a resistência à submersão uma estratégia de sobrevivência. Por outro lado, deve-se considerar que o excesso de água pode levar à morte, como geralmente é visto em Guaraqueçaba, após uma tempestade duradoura.

O sal é amplamente conhecido como um dos maiores inimigos dos moluscos. Porém, no litoral do Paraná é possível de se ver *A. fulica* em terrenos arenosos e até mesmo se deslocando na areia durante seu

forrageamento. Geralmente, nessas situações o sítio de repouso é em substratos verticais, como arbustos e bromélias. Em terrenos baldios, também é possível ver frequentemente os caramujos consumindo restos de comida temperada e nos experimentos do NEC (FISCHER; COSTA; NERING, 2008; NERING et al., 2004b) consumiram em grande quantidade produto à base de milho industrializado. O sal também é o produto mais usado para matar o caramujo, sendo depositado diretamente sobre o molusco em deslocamento, ou atiradas algumas porções de sal em vários caramujos acondicionados dentro de um saco de lixo. O sal também pode ser depositado no terreno e ao redor da casa para impedir a entrada do caramujo. E, por fim, a maneira mais eficaz, e provavelmente a mais rápida, a submersão dos caramujos em uma salmoura. Ao se levantar questões sobre se haveria resistência ao sal, foram feitos alguns experimentos e verificado que de fato os animais são pouco resistentes a esse produto. Uma quantidade de sal que caia em 1/3 do pé do caramujo, já lhe é fatal. Quando os animais são colocados no interior de um círculo de sal, não ultrapassam a barreira. Mas, apesar da eficiência, a utilização indiscriminada do sal, principalmente quando depositado no terreno, contribui para a mortalidade de outros animais importantes na manutenção do ecossistema e até mesmo na mortalidade de moluscos nativos.

Considerações finais

O potencial invasor de *A. fulica* se deve à grande adaptabilidade desenvolvida ao longo de sua evolução em bordas de florestas tropicais. As estratégias reprodutivas, hábito alimentar e defesa contra condições ambientais desfavoráveis, tão importantes para a seleção da espécie para o desenvolvimento de criações comerciais, foram as que permitiram a sobrevivência e a colonização de diferentes substratos nos mais diferentes ambientes e tornou o caramujo africano uma das 100 piores espécies invasoras do mundo. Como estratégia reprodutiva, a espécie alia o

hermafroditismo, cópula simultânea, armazenamento espermático, mesmo durante estivação, e produção de centenas de ovos de pequena alocação de energia que podem ser ovipositados a poucos dias para a eclosão ou em covas no solo. Esses ovos possuem baixa alocação de energia e representam, junto com o recém-eclodido, o período mais frágil da sua história de vida. Porém, se o ambiente oferecer substratos que amenizem as variações ambientais e recursos alimentares de fácil digestão, maximizará as taxas de eclosão e o recrutamento, resultando em uma explosão populacional, tão corriqueiramente vista em diferentes Estados brasileiros. Durante o dia esses caramujos ficam enterrados ou suspensos em caules de árvores ou muros e paredes. Em ambas as situações, os animais podem produzir o epifragma, uma estrutura calcificada que previne a desidratação. Caso o período desfavorável se estenda, os animais abaixam o metabolismo e entram em estivação. Em regiões com estações bem definidas, os animais estivam durante período mais seco. Nessas situações, dão a falsa impressão de que houve diminuição da população, que volta a ficar ativa nos períodos úmidos. Apesar da atividade do animal ser mediada pelo ciclo circadiano e temperatura em condições normais de umidade, é a concentração osmótica de sua hemolinfa que determinará a atividade, se locomovendo na presença de grande umidade. Outra estratégia que maximiza a sobrevivência de *A. fulica* é o padrão diferencial de atividade e forrageamento durante o desenvolvimento ontogenético. Os recém-eclodidos são mais sedentários, se alimentam de cascas de ovos e terra, apresentam o comportamento gregário. Os jovens alimentam-se de plantas vivas e são mais errantes enquanto que os adultos são territoriais e ficam mais ao nível do solo, alimentando-se principalmente de material em decomposição. Como estratégia de defesa, o caramujo africano alia uma concha forte e resistente com o comportamento de se enterrar, produzir o epifragma e estivar. Por causa da alta permeabilidade de seu tegumento e do contato constante e direto com o solo, produz uma grande quantidade de muco que serve tanto para o deslocamento, comunicação química favorável para agregação, prevenção contra desidratação, bem como para proteção contra crescimento de bactérias.

Esses moluscos também apresentam grande resistência à submersão tanto em água doce quanto salobra, o que provavelmente está relacionado com a ocupação de ambientes que sofrem alagamentos constantes, como base de árvores. Todas essas estratégias visam evolutivamente manter populações mínimas de *A. fulica* no ambiente, provavelmente por haver muitas perdas, diante da instabilidade do ambiente do qual se origina. Porém, ao encontrarem condições climáticas mais estáveis em climas tropicais, substratos para refúgio de inúmeros indivíduos, diminuindo a competição e amenizando variações de temperatura e umidade, bem como alimentos de fácil aquisição, como restos de comida, os animais maximizam essas perdas aumentando a densidade populacional. Os ambientes urbanos são extremamente importantes nesse contexto e favorecem a colonização e proliferação dos caramujos, que se dispersam do ponto de introdução conforme o número de indivíduos da população aumenta, podendo atingir a mata nativa. O conhecimento da história natural da espécie é um subsídio fundamental para compreender os aspectos envolvidos com a invasão e automaticamente para a tomada de decisão quanto à melhor ação de controle e manejo. Porém, por causa da alta adaptabilidade da espécie, esses aspectos devem ser estudados localmente em cada ponto de invasão, para ser possível o estabelecimento de medidas direcionadas.

Referências

- AGUIAR, A. C. et al. Reação de jovens e filhotes de *Achatina fulica* (Mollusca; Achatinidae) diante de voláteis de muco ou de indivíduos co-específicos. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 21., 2009, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: SBMA, 2009.
- BERRY, A. J.; CHAN, L. C. Reproductive condition and tentacle extirpation in Malayan *Achatina fulica* (Pulmonata). **Australian Journal of Zoology**, Collingwood, v. 16, n. 5, p. 849- 855, 1968.
- BONATO, D.; FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M. *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Achatinidae): análise da profundidade e frequência de enterramento e desenterramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004, Brasília. **Anais...**, Brasília: UnB, 2004a. p. 289.

_____. *Achatina fulica* Bowdich, 1822: análise preliminar dos estímulos desencadeadores da entrada e saída de estivação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 2004b. p. 289.

CAREFOOT, T. H.; SWITZER-DUNLAP, M. Effect of amino acid imbalance in artificial diets on food choice and feeding rates in two species of terrestrial snails, *Cepaea nemoralis* and *Achatina fulica*. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 55, p. 323-328, 1989.

CHASE, R. Electrical responses of snail tentacle ganglion to stimulation of the epithelium with wind and odors. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 70A, p. 149-155, 1981.

_____. The olfactory sensitivity of snails, *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 148, p. 225-235, 1982.

_____. A mutant strain of terrestrial snails (*Achatina fulica*), exhibiting a supernumerary penis. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 66, p. 1491-1493, 1988.

CHASE, R.; BOULANGER, C. M. Attraction of the snail *Achatina fulica* to extracts of conspecific pedal glands. **Behavioral Biology**, New York, v. 23, p. 107-111, 1978.

CHASE, R.; CROLL, R. P.; ZEICHNER, L. L. Aggregation in snails, *Achatina fulica*. **Behavioral and Neural Biology**, New York, v. 30, p. 218-230, 1980.

_____. Tentacular function in snail olfactory orientation. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 143, p. 357-362, 1981.

CHASE, R.; RIELING, J. Autoradiographic evidence for receptor cell renewal in the olfactory epithelium of a snail. **Brain Research**, London, v. 384, p. 232-239, 1986.

CHASE, R.; TOLLOCZKO, B. Secretory glands of the snail tentacle and their relation to the olfactory organ (Mollusca, Gastropoda). **Zoomorphology**, Berlin, v. 105, n. 1, p. 60-67, 1985.

_____. Synaptic glomeruli in the olfactory system of a snail, *Achatina fulica*. **Cell and Tissue Research**, New York, v. 246, p. 567-573, 1986.

CHASE, R. et al. Responses to conspecific chemical stimuli in the terrestrial snail *Achatina fulica* (Pulmonata: Sigmurethra). **Behavioral Biology**, New York, v. 22, p. 302-315, 1978.

COWIE, R. H. Patterns of introduction of non-indigenous non-marine snails and slugs in the Hawaiian islands. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 7, p. 349-368, 1998.

CROLL, R. P.; CHASE, R. A long-term memory for food odors in the land snail, *Achatina fulica*. 1977. **Behavioral Biology**, New York, v. 19, p. 261-268, 1977.

_____. Plasticity of olfactory orientation to foods in the snail *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 136, p. 267-277, 1980.

DUAH, O. A. K.; MONNEY, A. Population density estimation and feeding ecology of the giant *Achatina achatina* in a forest reserve. **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 37, p. 366-368, 1999.

FERRAZ, J. **O escargot**: criação e comercialização. São Paulo: Ícone, 1999.

FISCHER, M. L. Reações da espécie invasora *Achatina fulica* (Mollusca; Achatinidae) à fatores abióticos: perspectivas para o manejo. **Zoologia (Curitiba, Impr.)**, v. 26, n. 3, p. 379-385, 2009.

FISCHER, M. L.; COLLEY, E. Diagnóstico da ocorrência do Caramujo Gigante Africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822 Na APA de Guaraqueçaba. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 26, n. 54, p. 43-50, 2004.

_____. Espécie invasora em reservas naturais: caracterização da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca; Achatinidae) na Ilha Rasa, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 5, n. 1, 2005.

FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M.; BONATO, D. Resistência de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Achatinidae) a fatores abióticos. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 19., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005.

FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M.; NERING, I. S. Utilização de recursos alimentares no ambiente antrópico pelo caramujo gigante africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822: subsídeos para o manejo. **Bioikos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 81-90, 2008.

FISCHER, M. L.; NERING, I. S. Registro de canibalismo no caramujo africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca; Achatinidae) em cativeiro. In: MOSTRA DE PESQUISA DA PUCPR, 7., 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2005.

FISCHER, M. L.; SIMIÃO, M. S.; MARQUES, F. A. Avaliação do comportamento de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 e *Megalobulimus parafragilior* Leme & Indrusiak, 1990 (Mollusca, Pulmonata) diante de estímulos presentes no muco heteroespecífico. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 19., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005.

FISCHER, M. L. et al. Capacidade adaptativa da *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Achatinidae): análise preliminar das reações adversas do meio aquático. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11.; MOSTRA DE PESQUISA DA PUCPR/ JORNADA DE BIOÉTICA CURITIBA, 5., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Champagnat, 2003.

_____. O caramujo exótico invasor na vegetação nativa em Morretes, PR: diagnóstico da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa aluvial. **Biota Neotropica**, Campinas v. 6 n. 2, maio/ago. 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?shortcommunication+bn03306022006>>. Acesso em: 18 ago. 2009.

FRANCO, D. O.; BRANDOLINI, S. V. P. B. C. Comportamento reprodutivo de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Achatinidae) sob condições experimentais. **Revista Brasileira de Zootecias**, Juiz de Fora, v. 9, n. 1, p. 57-61, 2007.

GHOSE, K. C. Observations on the mating and oviposition of two land pulmonates *Achatina fulica* Bowdich, 1822 and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen. **Journal of Bombay Natural History Society**, Bombay, v. 52, p. 183-187, 1959.

GUPTA, G.; GAUTAM, S. S. S.; ABBAS, S. R. Aestivating giant African snail population in south Andaman during 1973, 1974 and 1975. **The Veliger**, Berkeley, v. 21, p. 135-136, 1978.

IRELAND, M. P. The effect of dietary calcium on growth, shell thickness and tissue calcium distribution in the snail *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 98A, p. 111-1116, 1991.

_____. Interaction and effects of molybdenum compounds on growth and mineral content of *Achatina fulica* and *Ariëon ater* (Gastropoda: Pulmonata). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 107, p. 441-446, 1994.

JEONG, J. et al. Localization and characterization of acharan sulfate in the body of the giant African snail *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 130, p. 513-519, 2001.

KEKAUOHA, W. Life history and population studies of *Achatina fulica*. **The Nautilus**, Philadelphia, v. 80, p. 3-10, 1966a.

_____. Life history and population studies of *Achatina fulica*. **The Nautilus**, Philadelphia, v. 80, p. 39-45, 1966b.

KONDO, Y. Growth rates in *Achatina fulica* Bowdich. **The Nautilus**, Philadelphia, v. 78, p. 6-15, 1964.

LAKE, P. S.; O'DOWD, D. J. Red crabs in rain forest, Christmas Island: biotic resistance to invasion by an exotic snail. **Oikos**, Lund, v. 62, p. 25-29, 1991.

LORENZI, A. T.; MARTINS, M. F. Análise colorimétrica e espectroscópica do muco de caracóis terrestres *Achatina* SP alimentados com ração diferenciada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 572-579, 2008.

MEAD, A. R. Diase in giant African snail *Achatina fulica* Bowdich. **Science**, Washington, v. 123, p. 1130-1131, 1956.

_____. **The giant African snail: a problem in economic malacology.** Chicago: University of Chicago Press, 1961.

_____. A prognosis in the spread of the giant African snail to continental United States. **Malacologia**, Philadelphia, v. 14, p. 427, 1973.

_____. Economic malacology with particular reference to *Achatina fulica*. In: FRETTER, V.; PEAKS, J. (Org.). **Pulmonates**. London: Academic Press, 1979. p. 1-150.

_____. The giant African snails enter the commercial field. **Malacologia**, Philadelphia, v. 22, p. 489-493, 1982.

MOHR, J. C. van der Meer. On the reproductive capacity of the African or giant snail *Achatina fulica* (Fer). **Treubia**, Buitenzorg, v. 20, p. 1-10, 1949.

NERING, I. S. et al. Avaliação preliminar da sazonalidade da oviposição de *Achatina fulica* Bodwich, 1822 (Mollusca; Achatinidae) em laboratório. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 22., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2004a.

_____. Hábito alimentar de *Achatina fulica* Bodwich, 1822 (Mollusca; Achatinidae): avaliação do consumo de resíduos sólidos naturais e industrializados. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 22., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2004b.

NISBET, R. H. The life of Achatinidae in London. **Proceedings malacological Society of London**, Londres, v. 41, p. 171-183, 1974.

OTSUKA-FUCHINO, H. et al. Bactericidal action of a glycoprotein from the body surface mucus of giant African snail. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 101, p. 607-613, 1992.

_____. Morphological aspects of achatin-treated bacteria. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 104, p. 37-42, 1993.

PACHECO, P.; MARTINS, M. F. O escargot. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 55, p. 43-46, 1998.

PACHECO, P. et al. Diferentes fontes de cálcio na dieta do escargot gigante africano (*Achatina fulica*) e seu efeito no crescimento e rendimento de carcaça. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 55, p. 43-46, 1998a.

_____. Estudo do desempenho do escargot *Achatina fulica* em diferentes tipos de solo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 65, n. 2, p. 9-14, 1998b.

PAIVA, C. do L. (Ed). *Achatina fulica*: praga agrícola e ameaça à saúde pública no Brasil. Fontes de informação impressas e digitais - 1999/2003. 2004. Disponível em: <http://www.geocities.com/lagopaiva/achat_tr.htm>. Acesso em: 27 set. 2005.

PANIGRAHI, A.; RAUT, S. K. On the safe use of pesticides in controlling the terrestrial mollusk pests. **Memória do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 2, p. 293-298, 1993a.

_____. *Thevetia peruviana* (Family: Apocynaceae) in the control of slug and snails pests. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 89, p. 247-250, 1993b.

PAWSON, P. A.; CHASE, R. The life-cycle and reproductive activity of *Achatina fulica* (Bowdich) in laboratory culture. **Journal of Molluscan Studies**, Oxford, v. 50, n. 2, p. 85-91, 1984.

RAUT, S. K.; BARKER, G. M. *Achatina fulica* Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture. In: BARKER, G. (Org.). **Mollusks as croup pest**. New Zealand: CAB Publishing, 2002. p. 55-114.

RAUT, S. K.; GHOSE, L. C. Factors influencing mortality in land snails *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen during aestivation. **Proceedings of the Zoological Society Calcuta**, Calcuta, v. 32, p. 107-120, 1977a.

_____. Effect of upwardly-directed shell aperture on the aestivating land snail *Achatina fulica*. **The Nautilus**, Philadelphia, v. 91, p. 31-33, 1977b.

_____. Viability of sperm in two land snails, *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen. **The Veliger**, Berkeley, v. 21, p. 486-487, 1979.

_____. Factors influencing gestation length in two land snails, *Achatina fulica* and *Macrochlamys indica*. **Malacological Review**, Whitmore Lake, v. 13, p. 33-36, 1980.

_____. Viability of sperms in aestivating *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 48, p. 84-86, 1982.

_____. Food preference and feeding behavior of two pestiferous snails, *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen. **Records of the Zoological Survey of India**, Calcuta, v. 80, p. 421-440, 1983a.

_____. The role of non-crop plants in the protection of crop plants against the pestiferous snail *Achatina fulica*. **Malacological Review**, Whitmore Lake, v. 16, p. 95-96, 1983b.

RAVIKUMARA, M. I. N.; MANJUNATHA, M.; PRADEEP, S. Evaluation of attractant waste material and bait for the management of giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich. **Karnataka Journal Agricultural Science**, Karnataka, v. 20, n. 2, p. 288-290, 2007.

SANTOS, S. B.; MONTEIRO, D. P.; THIENGO, S. C. *Achatina fulica* (Mollusca, Achatinidae) na Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro: implicações pra a saúde ambiental. **Biociências**, Porto Alegre, v. 10, p. 159-162, 2002.

SIDEL'NIKOV, A. P.; STEPANOV, I. I. Effect of the population density on growth and regeneration in the snail *Achatina fulica*. **Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk Seriya Biologicheskaya**, Nauk, v. 5, p. 525-532, 2000.

SIMBERLOFF, D.; GIBBONS, L. Now you see then, now you don't – population crashes of established introduced species. **Biological Invasions**, Netherlands, v. 6, p. 161-172, 2004.

SIMIÃO, M. S.; FISCHER, M. L. Estimativa e inferências do método de controle do molusco exótico *Achatina fulica* Bowdich 1822 (Stylommatophora; Achatinidae) em Pontal do Paraná, litoral do Estado do Paraná. **Cadernos da Biodiversidade**, Curitiba, v. 4, p. 74-83, 2005.

SOUTHWICK, C. H.; SOUTHWICK, H. M. Populations density and preferencial return in the giant African snail *Achatina fulica*. **American Society of Zoologist**, Lawrence, v. 9, p. 556, 1969.

STRUTHERS, M. et al. The physical and chemical microstructure of the *Achatina fulica* epiphragm. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 68, p. 165-171, 2002.

TAKEDA, N.; OZAKI, T. Induction of locomotor behavior in the giant African Sanil, *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 83, p. 77-82, 1986.

TOMIYAMA, K. Homing behaviour of the giant African snail, *Achatina fulica* (Ferussac) (Gastropoda; Pulmonata). **Journal of Ethology**, Kyoto, v. 10, n. 2, p. 139-146, 1992.

_____. Growth and maturation patter in the African snail *Achatina fulica* (Ferussac) (Stylommatophora: Achatinidae). **Venus**, Tokyo, v. 52, p. 87-100, 1993.

_____. Courtship behaviour of the giant African snail, *Achatina fulica* (Férussac) (Stylommatophora; Achatinidae) in the field. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 60, p. 47-54, 1994.

_____. Age dependency of sexual role and reproductive ecology in a simultaneously hermaphroditic land snail, *Achatina fulica* (Stylommatophora: Achatinidae). **Venus**, Tokyo, v. 60, n. 4, p. 273-283, 2002.

TOMIYAMA, K.; MIYASHITA, K. Variation of egg clutches in the Giant African Snail, *Achatina fulica* (Ferussac) (Stylommatophora: Achatinidae) in Ogasawara Islands. **Venus**, Tokyo, v. 51, p. 293-301, 1992.

TOMIYAMA, K.; NAKANE, M. Dispersal patterns of the giant African snail, *Achatina fulica* (férussac) (stylommatophora: achatinidae), equipped with a radio-transmitter. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 59, n. 3, p. 315-322, 1993.

VAN WEEL, P. B. The effect of diets on the utilization of the food by the African giant snail *Achatina fulica* Bowdich. **Experientia**, Basel, v. 15, p. 110-111, 1959.

Ecologia de *Achatina fulica*

Marta Luciane Fischer, Eduardo Colley,
Izabel Schneider Nering e Mônica Santiago Simião

Os moluscos constituem, depois dos artrópodes, o grupo zoológico de invertebrados com maior número de espécies representadas no meio terrestre. Sua diversidade e capacidade de viver em diferentes biótopos são determinadas pelas várias estratégias adaptativas que possuem. A variedade de gastrópodes hoje conhecida representa a resposta deste grupo animal diante das alterações climáticas que se originaram durante as glaciações e deram continuidade pelos próprios mecanismos evolutivos das espécies. As variações ambientais, a altitude e a natureza dos substratos são alguns fatores determinantes na distribuição geográfica dos gastrópodes. Também, e não menos importantes, as diversas faces das atividades humanas são favorecedoras da dispersão de certos táxons até zonas onde dificilmente teriam alcançado de outro modo. Neste sentido, a introdução de certas espécies pode agir como geradora de pressões que condicionam e afetam a sobrevivência de muitas outras populações no ecossistema.

A introdução de *A. fulica* foi relatada em cerca de 40 regiões distribuídas em zonas de clima tropical e equatorial. A interação do molusco com os fatores físicos e biológicos locais é indispensável para se caracterizar os danos ao meio invadido. Mead (1961, 1979) evidencia o grande problema das falhas no controle desse molusco e diz ser causado pelo pouco conhecimento sobre os hábitos de vida e comportamento da espécie no local da introdução. Assim, os estudos atuais voltados ao combate às invasões biológicas apontam para a conscientização ambiental dos agentes dispersores, que em grande parte são os humanos, e partem para o conhecimento específico do organismo introduzido, relacionando-o com seu novo hábitat.

A ecologia de *A. fulica* foi abordada em diferentes aspectos ao longo do último século, porém representa cerca 4,5% da literatura produzida. As maiores contribuições foram dadas por renomados pesquisadores e seus colaboradores, tais como: Albert R. Mead (1956, 1961, 1973, 1979, 1982) e Robert Cowie (1998) nos Estados Unidos; Srimanta K. Raut e Krishna Chandra Ghose na Índia (RAUT, 1991, RAUT; GHOSE, 1977, 1983a, b) e Kiyonori Tomiyama, no Japão (TOMIYAMA, 1992, 2002, TOMIYAMA; NAKANE, 1993). Assim, neste capítulo será tratado da ecologia de *A. fulica* partindo das proliferações e estabelecimentos já relatados por outros autores que ansiaram ao combate a esta praga. Pretende-se elucidar as principais características adaptativas responsáveis pelo sucesso desse molusco como espécie exótica e a tendência que leva à invasão ambiental. Essas informações são extremamente úteis para se descrever o perfil de cada infestação causada por este caramujo e também serve como base para se estabelecer um diagnóstico de acordo com o nicho em que é introduzida.

Origem e região de endemismo

A família Achatinidae apresenta registros fósseis no continente africano datados do Pleistoceno. As análises paleoecológicas e filogenéticas desse grupo implicam em uma radiação adaptativa de um grupo monofilético a partir do oeste e sul africano para as demais áreas do continente. Especula-se que a área de endemismo da espécie *A. fulica* se estende por aproximadamente 207,5 mil km² na costa leste africana, partindo do sul da Somália até Moçambique, e é caracterizada por um bioma de florestas chuvosas tropicais. Na área de origem, *A. fulica* está confinada a baixas altitudes, não ultrapassando 1.300 metros. Nesses locais, as populações atingem hoje um ápice de crescimento em bordas de florestas modificadas em estágio de sucessão secundário e terciário e, também, em ambientes antrópicos, como zonas rurais e subúrbios urbanos (RAUT; BARKER, 2002).

Invasão

A introdução e reintrodução intencional e sequencial dos organismos é sem dúvida um dos atos mais agressivos e eficazes de degradação do ecossistema. Raut e Barker (2002) descreveram relatos datados do século XIX do início da disseminação de *A. fulica* dentro do continente africano para a Ilha de Madagascar e ilhas adjacentes, tendo como principal propósito a utilização da espécie como recurso alimentar para populações humanas carentes. A ausência de registros fósseis em sítios arqueológicos desses ecossistemas confirma a introdução nesses locais. Sequencialmente, no século XX, a espécie foi registrada em regiões do norte e oeste do continente africano, algumas vezes associada ao *status* de praga agrícola. Porém, houve repulsa ao uso desse caramujo na alimentação e soltura em áreas urbanas e nativas, resultando na proliferação da espécie nesses ecossistemas. O mesmo mecanismo ocorreu nas mais diversas localidades, distribuídas por todo o mundo, em que a espécie é tida como praga ambiental, econômica e de saúde pública. A utilização como animais de estimação e como alimento aumentou o interesse sobre *A. fulica* desde o século passado. A prática da helicicultura para gastronomia é um hábito amplamente difundido na Europa desde os primórdios medievais, destacando-se o consumo de caramujo do gênero *Helix spp.* como fonte alimentar com altas taxas de proteína e sais minerais, porém, sendo menos produtivo e com menor biomassa do que *A. fulica*. Entretanto, uma entrevista aplicada aos moradores de Pontal do Paraná, uma cidade no litoral do Brasil, local que comportou inúmeros criadores (SIMIÃO; FISCHER, 2005), revelou que 86,7% das pessoas nunca se alimentaram dessa espécie, 80% desconhecem quem tenha se alimentado e 73% desconhecem restaurantes que preparem a iguaria como alimento. Deste modo, o mercado consumidor de caramujos muitas vezes não satisfaz a demanda produtiva em ganhos líquidos, sendo que o hábito de consumir carne de “escargot” está restrito a poucas culturas.



FIGURA 1 - Dispersão mundial de *A. fulica*

Fonte: Adaptado de MEAD, 1961; RAUT; BARKER, 2002. Secretaria do Estado da Saúde do Paraná.

Notas: No mapa do mundo, a cor negra representa registro de ocorrência de 1800 a 1900, cinza escuro, de 1901 a 1950 e cinza claro, de 1950 até 2008. As cruzes representam locais com populações incipientes que registraram introdução e extermínio (Flórida, Califórnia, Austrália, Fugi, Samoa, Vanuatu e Wake Island). No detalhe, distribuição de *A. fulica* no Estado do Paraná.

As espécies exóticas que conseguem se estabelecer e tornam-se invasoras em zonas antrópicas ampliam facilmente sua área de ocorrência. Autores como Mead (1973), Raut e Barker (2002) e Van Bruggen (1981, 1987) fizeram referência a este fato quando demonstraram em seus trabalhos a versatilidade de *A. fulica* ao expandir-se rapidamente para outras regiões. Deste modo, as infestações de *A. fulica* primeiramente vêm sendo detectadas em

ambientes alterados, em locais com muita disponibilidade de alimento e refúgio, como o lixo urbano, terrenos baldios, hortas e jardins. Mead (1973), em um prognóstico sobre a dispersão da espécie, elucidou que a contenção e o controle eficaz das populações do caramujo africano em regiões invadidas são determinantes para evitar o seu alastramento para novas áreas. No Brasil, o primeiro registro em artigos científicos de *A. fulica* em vida livre é datado de 1994 para Morretes e Antonina, litoral do Paraná, (KOSLOSKI; FISCHER, 2002). Em 1997 também foram registradas em áreas periurbanas do município de Itariri, São Paulo (TELES et al., 1997; TELES; FONTES, 2002), atualmente, a espécie invasora está distribuída em praticamente todos os estados brasileiros (INSTITUTO HÓRUS, 2008) (FIG. 1).

Hábitat

O hábitat natural de *A. fulica* na África é principalmente nas margens de florestas tropicais. Geralmente são encontradas também em plantações que circundam os fragmentos de mata. Animais invasores, como o caramujo africano, apresentam boa adaptação e muitas vezes preferência por ambientes modificados, porém também podem ocorrer em florestas primárias e secundárias (RAUT; BARKER, 2002).

A alta resistência de *A. fulica* discutida¹ permite que ela viva em uma ampla variedade de temperaturas e altitudes, sendo registradas a mais de 1.500 metros de altitude e automaticamente resistindo a temperaturas baixas (RAUT; BARKER, 2002). Essa grande resistência à temperatura, além de favorecer a ocupação de diferentes regiões no mundo todo também favorece a ocorrência em ambientes alterados ou artificiais.

O solo tem um papel importante na ecologia de *A. fulica*, pois, além de ser utilizado como fonte de alimento, também é usado como

¹ Ver capítulo "História natural da *Achatina fulica*" de Marta Luciane Fisher e Izabel Schneider Nering.

uma estratégia de defesa. O solo proporciona proteção e umidade para incubação dos ovos, ao mesmo tempo em que fornece nutrientes essenciais para o início do desenvolvimento pós-embrionário. Propriedades físicas (ph, cálcio) e biológicas (matéria orgânica) afetam diretamente no tamanho, peso, forma e cor das conchas. A importância do pH do solo e da quantidade de cálcio é amplamente divulgada (PACHECO et al., 1998), porém existem relatos da presença de grandes populações tanto em solo ácido quanto básico e com grandes ou pequenas quantidades de cálcio, mesmo porque os animais podem raspar a concha dos coespecíficos mortos e vivos para suprir essa demanda nutricional. *Achatina fulica* também foi registrada se enterrando e se deslocando em areia marinha (observação pessoal). Alguns autores relacionam a resistência de algumas ilhas à invasão de *A. fulica* justamente por causa do solo arenoso, embora no litoral paranaense sejam observados caramujos frequentemente se locomovendo na areia, porém nesses locais não usam o solo para se enterrar, buscando refúgio na vegetação.

A *A. fulica* ocupa primariamente o ambiente antrópico, porém alguns especialistas, como Mead (1961, 1979), acreditam que o fator antropomórfico não seja condição para a ocupação, uma vez que também ocorrem nas áreas periféricas que aparentemente não foi alterada pelo homem. A condição básica para o sucesso na ocupação é a adaptação aos substratos presentes na área urbana. Eles devem proporcionar o deslocamento eficiente, o refúgio e a reprodução, por isso apresentam seletividade pelos substratos disponíveis. O deslocamento de *A. fulica* em Pontal do Paraná ocorre preferencialmente sobre grama, areia e muro (SIMIÃO; FISCHER, 2005). Na Ilha Rasa, utilizam como sítio de repouso as plantas, mas no inverno usam preferencialmente a base das plantas, enquanto os substratos antrópicos mais utilizados são pilhas de telhas, tijolos e entulhos (FISCHER; COLLEY, 2005).

No NEC, foi verificado um padrão diferencial na ocupação dos substratos dependendo do estágio ontogenético, o que pode ser interpretado como uma estratégia de defesa (FISHER, 2009). Os filhotes

se enterram mais, os jovens são os mais ativos e se locomovem mais, permanecendo nas paredes, e os adultos de grande tamanho ficam sobre o solo. Provavelmente, os pequenos se enterram para a proteção contra predação, temperatura e umidade. Os jovens representam a fase masculina e são mais errantes por causa da dispersão e busca de parceiros reprodutivos e os adultos representam as fases mais territoriais, relacionadas com a ovoposição.

Inimigos

Raut (1991) considera que *A. fulica* apresenta grande vulnerabilidade a patógenos, parasitas e predadores e que no local de origem esses agentes regulatórios têm uma importância fundamental no tamanho das populações. É justamente a falta desses fatores nos países em que é introduzida que favorece a sua proliferação. Raut e Barker (2002) apresentam uma compilação de dados de literatura de possíveis reguladores de populações, totalizando 32 espécies utilizadas em programas de controle e 33 encontradas naturalmente. Esses grupos variaram de bactérias e protozoários até mamíferos².

A malacofagia é comum em diferentes grupos animais, sendo registrados como predadores de *A. fulica*: planárias terrestres, sapos, rãs, formigas, diferentes besouros, aves, principalmente marrecos, caranguejos ermitões que matam o molusco para se apropriar da concha, caramujos malacófagos, ao todo foram registrados mais de 32 predadores, e na década de 60 foram considerados para um possível controle biológico (RAUT; BARKER, 2002)³. No litoral paranaense foi registrado em campo e confirmado em laboratório o consumo por planárias terrestres e serpentes dormideiras (FISCHER; COLLEY, 2005; SILVA et al., 2004).

² Ver capítulo “Medidas de controle de *Achatina fulica*” de Eduardo Colley.

³ Ver capítulo “Medidas de controle de *Achatina fulica*” de Eduardo Colley.

Os moradores dessa região observaram o consumo do molusco por cachorros, galinhas, marrecos, quero-quero e o sacurão. O fato é que a quantidade de moluscos é muito maior que a dos predadores ocasionais e provavelmente não chega a influenciar no tamanho populacional, uma vez que podem capturar os animais mais suscetíveis. Deve-se considerar, ainda, o efeito negativo que a grande população de *A. fulica* pode exercer na cadeia trófica, se constituindo de alimento em excesso para alguns grupos animais, que também podem aumentar muito a sua população⁴.

O parasitismo é normal em moluscos, tendo em vista seus habitats e hábitos, bem como a consistência de seu corpo, tornando-o um ótimo canal de entrada. Provavelmente muitos animais parasitam *A. fulica*, a maioria deles desconhecida pela ciência (SEEHABUTR, 2005). A utilização de um novo vetor, que ocorre em elevadíssimas populações, poderia desencadear um colapso em inúmeras populações de animais e de plantas endêmicas (MEAD, 1961, 1979; RAUT; BARKER, 2002). No entanto, a preocupação mundial com o parasitismo de *A. fulica* é com o seu provável papel de vetor dos nematoides *Angiostrongylus cantonensis* e *A. costaricensis* causadores de doenças em humanos⁵. Alicata (1966) realizou um estudo correlacionando o aparecimento dessas doenças e a invasão de *A. fulica*, mostrando uma mesma rota de dispersão. Vários estudos têm mostrado a suscetibilidade de *A. fulica* à infecção pela larva de 3º estágio desses nematoides, embora no Brasil ainda não tenha sido encontrado animal livre contaminado. Atualmente, a suscetibilidade de *A. fulica* a essas espécies de nematoides (CARVALHO et al., 2003; NEUHAUSS et al., 2007; RICHINITTO; GRAEF-TEIXEIRA, 1997) tem sido discutida e gerado opiniões divergentes e novos registros a respeito de animais livres infectados têm alertado autoridades de saúde pública, por causa da grande quantidade de caramujos, principalmente próxima às residências.

⁴ Ver capítulo "Manejo de *Achatina fulica*" em reservas naturais de Fábio André Faraco.

⁵ Ver capítulo "*Achatina fulica*: um problema de saúde pública" de Silvana Carvalho Thiengo e Monica Ammon Fernandez.

Colonização

O registro de ocorrência de *A. fulica* está presente na literatura desde o início do século passado e em todas as décadas foram publicados novos relatos, porém o pico para esse tipo de produção científica foi a década de 60 (BASAVARAJU, 2000; COLMAN, 1977; DUAH; MONNEY, 1999; EMBERTON et al., 1997; ESCARABASSIERE; MORENO, 1997; GUPTA; GAUTAM; ABBAS, 1978; INSTITUTO HÓRUS, 2008; KOSLOSKI; FISCHER, 2002; MICHALAK, 2005; MUNIZ et al., 2005; NISBET, 1974; PAIVA, 2004; PEARCE, 2002; SANTOS; MONTEIRO; THIENGO, 2002; SMITH, 2005; VASCONCELLOS; PILE, 2001; VENETTE; LARSON, 2004; WOLFENBARGER, 1971). A maioria desses autores limitou sua contribuição para a problemática de *A. fulica* com essas notificações de novas ocorrências, foram poucos os pesquisadores que acompanharam a instalação ou monitoraram o controle. O maior exemplo de acompanhamento da invasão e de produção científica foi dado pelo Havá (COWIE, 1998; MEAD, 1969, 1971; RAUT; BARKER, 2002).

A espécie foi introduzida na ilha no começo do século passado e logo que detectada se iniciou um intenso processo de controle. Na época, as maiores preocupações eram o impacto na saúde pública e na economia, não se tinha uma visão do imenso impacto ambiental que a espécie poderia causar em um sistema insular tão peculiar quanto o Havá. Então, foram utilizados todos os métodos de controle, muitas vezes mais nocivos ao ambiente do que a própria introdução de *A. fulica*. Dentre eles se destacam as tentativas frustradas de controle biológico com a introdução de espécies exóticas e predadoras, que dizimaram populações de moluscos nativos, além de também se tornarem vetores das mesmas doenças possíveis de serem transmitidas por *A. fulica*⁶. Mead e Palcy (1992) também realizaram um estudo na Ilha da Martinica, em que a infestação foi acompanhada ao longo de quatro anos, sendo a presença de *A. fulica* relacionada com as plantações

⁶ Ver capítulo “Medidas de controle de *Achatina fulica*” de Eduardo Colley.

de banana, porém sem grandes danos econômicos. Gupta, Gautam e Abbas (1978) monitoraram as populações de *A. fulica* em 11 localidades na Índia por 3 anos, usando como parâmetros a população de animais estivando. Seus resultados evidenciaram que em oito delas o tamanho da população foi mantido e nas demais houve um leve declínio. No litoral do Paraná há relatos de que a infestação parece ser cíclica. Populações inteiras abandonam um determinado terreno e passam a ocupar áreas adjacentes.

Recolonização

O principal entrave na tentativa de erradicar *A. fulica* sempre foi a premissa de que ovos isolados e filhotes são incapazes de reiniciar uma nova infestação desde que as populações sejam reduzidas a níveis baixos. Colman (1977), quando constatou a presença de *A. fulica* na Austrália, relatou que foram retirados todos os adultos, porém centenas de juvenis apareceram posteriormente, e só foram totalmente eliminados após a utilização de iscas com veneno.

A taxa de re-colonização foi estudada pela nossa equipe em duas situações: em Pontal do Paraná e em Guaraqueçaba. Em Pontal do Paraná (SIMIÃO; FISCHER, 2005), em um terreno de 420 m², foram retirados e quantificados todos os moluscos visíveis no terreno durante quatro noites e realizadas mais duas vistorias com dois meses de intervalo entre elas. A taxa de recolonização em dois meses foi de 19%. Os animais coletados na segunda vistoria foram remanescentes de filhotes que não foi possível coletar por causa do pequeno tamanho e por ficarem encobertos pela vegetação. Após dois meses, os filhotes já haviam crescido e representavam os indivíduos jovens que compuseram a maior classe de tamanho amostrada. Os adultos provavelmente migraram de populações adjacentes, uma vez que foram encontrados na parte da frente do terreno. A retirada dos adultos na primeira vistoria resultou na diminuição de ovos e filhotes. No entanto, se deve considerar que os remanescentes favorecem

a reinfestação do sítio em estágios posteriores de desenvolvimento sexual, o que torna o método de coleta manual de retirada dos animais um procedimento que deve ser frequente e não apenas localizado.

Em Guaraqueçaba, foi dado um intervalo de cinco meses entre as amostragens e a avaliação foi feita em 11 terrenos. A taxa de recolonização foi de 95,7%, e se deve considerar, ainda, que a primeira amostragem foi no verão e a segunda no inverno, logo, a diminuição no número de indivíduos era esperado. Também foram verificados padrões distintos na distância entre coespecíficos, atividade e substrato de repouso, porém eles parecem ter uma relação maior com a sazonalidade do que com o estágio da colonização (COLLEY; FISCHER, 2009).

Declínio espontâneo

Nas décadas de 60 e 70 foi amplamente discutida na literatura a possibilidade das populações invasoras de *A. fulica* declinarem espontaneamente após uma fase em expansivo crescimento populacional (MEAD, 1956, 1961, 1979). Além da redução do tamanho do animal - que passava de 10,2 a 15,6 cm de comprimento máximo de concha para 7,6 a 10,2cm -, as conchas eram mais frágeis, com deformações e frequentemente sem o perióstraco. Relatos parecidos foram registrados em diferentes países, denominando os animais como “caramujos moribundos”. Essa suposição foi utilizada para acalmar agricultores desesperados com o problema econômico causado pelo caramujo. O autor escreveu várias vezes sobre essa hipótese e apresentou relatos de que os agricultores até concordaram que haja o declínio, mas argumentaram que os animais que permaneceram continuaram causando danos. O tempo de estabelecimento antes do declínio pode variar bastante, desde 20 anos, como o registrado na Polinésia Francesa, até mais de 100 anos, como registrado na Índia. Um ponto que deve ser considerado é que a densidade populacional diminui até a extinção local, porém áreas periféricas podem apresentar diferentes

estágios da evolução anterior ao declínio. E o próprio Mead (1961) considerou a possibilidade das populações ressurgirem após um declínio. Porém, segundo o especialista, depois de alguns ciclos de declínio/ressurgimento, raramente irão atingir o pico máximo de indivíduos.

Os fatores desencadeadores desse declínio eram desconhecidos, inúmeros estudos foram conduzidos e algumas hipóteses levantadas. Dentre as hipóteses, Mead (1961) destacou: a) velhice; b) esterilidade; c) inanição total ou de alguns nutrientes como o cálcio; d) exposição à luz solar, por estar mais fraco e não conseguir voltar ao refúgio antes do amanhecer; e) Quebra de conchas em batidas no próprio hábitat, provavelmente por estarem mais fracas; f) presença de predadores naturais ou introduzidos; g) fatores genéticos; h) doenças, e i) a soma desses fatores.

O primeiro fator discutido foi a “genética”. Segundo Mead (1961), a degeneração ou declínio das populações pode estar relacionado principalmente com a variação individual ou de populações. A existência de indivíduos malformados foi usada para sustentação dessa hipótese, foi considerado que a sua interferência só seria efetiva se afetasse o desenvolvimento de toda a população. Foi verificado que animais gigantes mostravam sinais de esterilidade. Logo, foi considerado que uma linhagem genética entre o gigantismo e a esterilidade deveria igualmente alterar qualitativamente uma população. Por outro lado, se o tipo clímax é reprodutivamente inadequado, ele afeta a população subsequente e então o declínio da população deve ser inevitável e proporcional à severidade dessa interferência. As interferências são extremas para todos os fenômenos observados em campo e podem ser explicadas através de princípios genéticos, porém as hipóteses levantadas foram puramente especulativas, faltando os testes experimentais.

A hipótese mais forte para explicação do declínio foi a de que as populações foram acometidas de alguma doença. Nas populações em declínio, foi registrada também alta frequência de lesões leucodérmicas (melanoleucodermia ou granulamelonodermia). Lesões discretas foram registradas em baixa incidência em partes expostas do corpo, principalmente nos tentáculos e área intramuscular na cabeça. Com o passar do tempo

aumentou a incidência e severidade. As manifestações mais severas são caracterizadas por frequência em mais de 80% da população, lesões maiores de 5 mm de diâmetro e lesões múltiplas com mais de 12 mm ao longo do corpo. Os primeiros registros dessa doença trouxeram esperança para a solução do problema, mas a falta de resultados satisfatórios fez com que fossem abandonadas em detrimento do controle biológico.

Muitos pesquisadores buscaram evidências físicas dessa doença durante muito tempo e após muitos estudos (MEAD, 1961). A evidência epizootiológica foi avaliada na morfologia interna. Muitos animais foram dissecados e os resultados não foram tão interessantes, pois as vísceras e tecidos em geral pareciam normais em praticamente todos os casos. Chegou-se a considerar a possibilidade de não haver uma fase visceral da doença. Porém, estudos histopatológicos da glândula digestiva e rim revelaram diferenças pronunciadas entre espécimes com sintomas e sem sintomas da doença, correspondendo a mudanças em outros órgãos. Uma das estruturas avaliadas foi a glândula digestiva. Os tecidos ficam tipicamente areolares e depauperados em corpos de inclusão. Mead (1961) considera que pela importância dessa glândula no crescimento normal do caramujo, a correlação entre glândula anormal e concha menor de populações em declínio é uma possibilidade de parâmetros para usar na avaliação. Considerava, ainda, tentador especular que o distúrbio no metabolismo de cálcio na glândula poderia ser o responsável pela pobre qualidade das conchas, características de velhas populações. Já o rim apresentou diferenças histológicas menos evidentes.

Muitos indivíduos foram examinados em diferentes estágios da doença. A leucodermia é causada por uma destruição sistemática do melanóforo de um pequeno locus da derme. Primeiro aparece fraturado e então reduzido a uma massa de grânulos e finalmente desaparece inteiramente. Por causa da destruição do tecido e enfraquecimento na derme, a lesão pode elevar em tubérculos e aumentar juntando-se a lesões adjacentes. Eventualmente, os tentáculos podem encurtar e distorcer. A lesão pode diminuir, mas outras podem aparecer nas demais partes do corpo.

Mead (1961) também considerou que o estresse imunológico causado pela doença poderia tornar o animal mais suscetível a parasitas, de modo que a presença destes em animais doentes poderia ser mais uma evidência usada no diagnóstico de populações em declínio. Estudos que usavam a digestão do tecido muscular do pé mostraram que 1,3% de larvas de nematoides ocorria no músculo do pé e 98,7%, nas vísceras. A entrada do parasita no corpo do caramujo depende de fatores físicos e biológicos. Inicialmente, desenvolvem-se pequenas lesões, com subsequente destruição e erosão da derme, a hemocele e vísceras começam infeccionar com consequente baixa de leucócitos. A corrente da invasão do músculo do pé e vísceras por *Angiontrongilus cantonensis* produz destruição do tecido, o que gera estresse interno, maximizado quando somado ao estresse externo, como tempestades, umidade excessiva, estivação e predadores. Em laboratório foi registrado que jovens infectados com parasitas apresentam crescimento mais lento.

A doença que causa o declínio nas populações de *A. fulica* se espalha com contato e é altamente contagiosa. Fatores ambientais podem favorecer o contágio, tais como alta umidade; conchas quebradas, que podem ser portas de entrada dos agentes de doença; hábito alimentar, incluindo o consumo de substrato, fezes e organismos mortos; raspagem de corpo e de concha mútua e o hábito de agregação que aumenta consideravelmente a probabilidade da transmissão.

O estresse associado às grandes populações também foi considerado, uma vez que gerou a diminuição de recursos alimentares, substratos de repouso e espaço para forrageamento. Longos períodos de estivação também podem diminuir a resistência. O contato com outros animais como Isopoda e Amphipoda também deve ser considerado. Durante algum tempo, foi procurado pelo agente etiológico dessa doença e descartado protozoários, fungos e espiroquetas, ficando o foco sobre bactéria e vírus. Em 1979, já era claro na literatura que o agente causador era a bactéria *Aeromonas hydrophila*.

Nas criações comerciais são recomendados alguns cuidados com doenças que possam prejudicar o investimento econômico. Ferraz (1999) faz referência a doenças causadas por bactérias, fungos e parasitas. Com relação à bactéria, refere-se à *Pseudomona aeruginosa* que ataca e paralisa o intestino de *A. fulica* e a incapacita para qualquer atividade. Os sintomas listados são: os animais não se recolhem na concha, exalam um odor forte e expõem um líquido esverdeado. O autor recomenda aos criadores verificar sinais de doenças como conformação da concha, ferimentos, calombos e eversão de líquidos. Os microfungos, principalmente do gênero *Fusarium*, podem parasitar os ovos, deixando-os com coloração rosa ou marrom e impedem a sua eclosão. Os parasitas são vistos como causadores de retardo do crescimento dos caramujos. Animais que se alimentam de fezes de aves podem ingerir ovos de trematódeos. As larvas se alojam em diferentes áreas do corpo, causando inchaço nos animais. Esporocistos de trematódeos podem causar o atrofiamento das glândulas hermafroditas e das albuminíferas. Os nematódeos podem ser encontrados nas fezes ou solo. Ferraz (1999) alerta para os ácaros microscópicos *Ereymetes linacum* e *Philodromus* que atacam a cavidade pulmonar no manto causando infecções e sendo causa de alta mortalidade. Os dípteros *Phobellie* e *Sarcophaga* atacam *A. fulica* na fase larval. Os adultos depositam os ovos na concha e as larvas consomem partes do animal vivo. O criador era instruído a não deixar o ambiente úmido, pois poderia favorecer o crescimento de fungos que poderia até apodrecer o pé do caramujo.

Apesar da invasão de *A. fulica* no litoral do Paraná ser recente, ter em torno de 15 anos (FISCHER; COLLEY, 2004) e as densidades serem relativamente baixas, quando comparadas com a literatura, em algumas populações são encontrados indivíduos hermafroditas a partir de 4,5 cm de concha. Por outro lado, as lesões leucodérmicas e más-formações são muito ocasionais, sendo registradas em pouquíssimas situações, principalmente em animais cativos. A maior evidência do perfil de população recente se deu com os animais avaliados em área nativa de Morretes (FISCHER et al., 2006), onde eram encontrados animais grandes e vistosos e com

conchas fortes. É possível que a própria saturação do ambiente gere estresse por causa da redução dos recursos de alimento e substrato e possibilite a diminuição do tamanho corporal como uma estratégia para alcançar a maturidade com um menor tamanho. Os animais amostrados no litoral do Paraná não são muito grandes, sendo o maior exemplar registrado em Morretes com 11,5 cm, o que é relativamente pequeno quando comparado ao indivíduo coletado na Flórida, apresentado por Mead (1961), que possuía 17,8 cm de comprimento de concha.

Protocolo para diagnóstico e monitoramento

A invasão de *A. fulica* é difícil de ser diagnosticada, principalmente no início do processo, quando as populações não são vigorosas. Até mesmo em Miami (MEAD, 1961) – o maior exemplo de erradicação – os caramujos foram descobertos apenas depois de dois anos de seu surgimento, pois ocuparam primeiramente áreas abandonadas ou não habitadas, contendo muito entulho e liteira, e áreas com crescimento secundário denso, principalmente próximo a lagos artificiais.

Aspectos ecológicos e biológicos de *A. fulica* devem ser usados na elaboração de protocolos para diagnosticar as populações e, após a caracterização da população na realidade específica, direcionar os planos de manejos e controle. Partindo dessas informações é possível estimar o tamanho da população e inferir se é uma população recente, se o ambiente está saturado e qual a estratégia reprodutiva usada no local. Então, o monitoramento das populações servirá para avaliar a eficácia e o ajuste dos procedimentos de controle adotados.

Dentre os requisitos avaliados no protocolo devem ser consideradas as características dos animais, do ambiente e o conhecimento e procedimento da comunidade (FIG. 2).

Como caracterização do animal, é importante registrar densidade populacional, distribuição horizontal e vertical, distância do coespecífico

mais próximo, tamanho da concha, presença de deformidades no corpo e na concha, presença de machas no corpo, animais com aparência saudável ou debilitada, atividade (repouso, estivado ou ativo), desenvolvimento da gônada masculina e feminina, presença de ovos com casca no útero protraindo para dentro da cavidade do manto, presença de posturas recentes e goradas (o pesquisador deve descrever o local, se estava enterrada e a que profundidade) e filhotes (registrar se estavam dispersos ou agregados), distribuição vertical e horizontal, dados comportamentais no momento da amostra (se estava forrageando, copulando, raspando concha do coespecífico), registrar também conchas de animais mortos e seu respectivo tamanho. Alguns pesquisadores usam o parâmetro idade inferida a partir do tamanho da concha. No entanto, tal procedimento é visto com bastante cautela pelos malacólogos. Há um consenso de que, caso o tamanho médio aumente de um ano para outro, significa que a população está ficando velha e a mortalidade de ovos e filhotes está ficando alta. Porém, deve-se considerar que, sob condições favoráveis, a concha cresce o máximo possível em um ano. Por outro lado, condições desfavoráveis por fatores extrínsecos ou intrínsecos também podem produzir conchas definitivas pequenas com aproximadamente o mesmo número de voltas. Atualmente, estamos avaliando a possibilidade da análise das propriedades antimicrobianas do muco entrar no protocolo, porém, aparentemente as propriedades antimicrobianas do muco varia bastante, dependendo das condições de estresse do animal (FIG. 2).

Como caracterização do ambiente, é importante registrar o tamanho da área vistoriada, se possível com coordenadas geográficas, tipo de solo, espécies de plantas utilizadas como sítio de repouso, oviposição e alimentação, e também as outras espécies vegetais presentes e que não estão sendo usadas pelo caramujo, caracterização do local, registrando todos os substratos presentes, e em quais foram encontrados os animais, relacionando com tamanho e distâncias, presença de vegetação nativa e exótica, presença de resíduos sólidos, caracterizar também os terrenos vizinhos, levantar as peculiaridades do local, condições climáticas como temperatura, umidade relativa do ar, pluviosidade média em cada estação do ano (FIG. 2).

O conhecimento e procedimento da comunidade deve ser investigado em questionários semiestruturados, aplicados de preferência a moradores nativos do local ou que lá residem há muitos anos. É importante abordar questões a respeito da biologia, ecologia e comportamento do animal, questões relativas à chegada do animal no local, de se ele vê o animal como problema, questões que abordem a avaliação de impactos econômicos, de saúde e ambientais. Levantar os métodos de controle utilizado e a distinção entre o caramujo invasor e os moluscos nativos. É importante que essa avaliação seja feita de acordo com os princípios éticos na pesquisa com humanos, tendo o aval de um comitê local e usando sempre o termo de livre esclarecimento consentido. Também é importante que essa abordagem seja feita com muito tempo disponível, para que o morador seja ouvido, tanto para saber o que ele sabe do animal quanto para conhecer suas angústias e direcionar a ação. E então é importante que os conceitos corretos sejam mostrados para o entrevistado ao longo da conversa (FIG. 2).

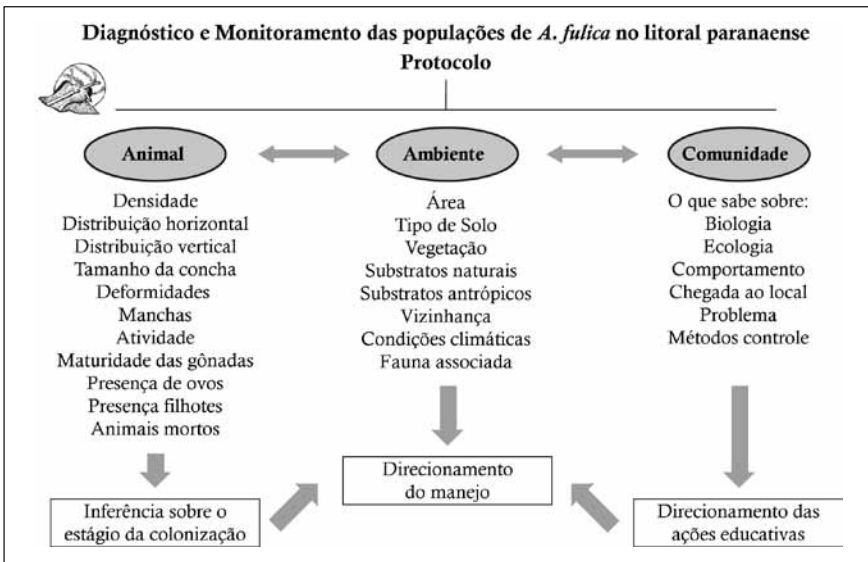


FIGURA 2 – Critérios necessários para diagnóstico e monitoramento de populações de *A. fulica*.

Para conhecer a efetividade da utilização do protocolo e quais parâmetros utilizar, foram analisadas populações de *A. fulica* presentes em quatro realidades distintas no litoral do Paraná: município de Pontal do Paraná (SIMIÃO; FISCHER, 2005), Guaraqueçaba sede (FISCHER; COLLEY, 2004) e Ilha Rasa (FISCHER; COLLEY, 2005), ambos localizados no município de Guaraqueçaba, e no município de Morretes (FISCHER et al., 2006) (FIG. 3).

O município de Pontal do Paraná (25°67'S e 48°51'W) ocupa 207 km² na orla marítima do Estado do Paraná e está a 3 m de altitude do nível do mar. O município possui 23 km de extensão, onde se situam 48 balneários e tem cerca de 19 mil habitantes fixos, porém esse número pode aumentar para até 400 mil pessoas na temporada de férias de verão. Este fluxo populacional evidencia a característica turística do município, cujas casas, na maior parte do ano, ficam fechadas e não há manutenção dos quintais, pois é realizada apenas na temporada de férias. Muitos dos moradores fixos ainda cultuam o hábito de jogar o lixo (principalmente orgânico) em terrenos baldios e quintais vizinhos. Esse lixo favorece a população do caramujo invasor que utiliza esses resíduos como abrigo e alimento (FIG. 3).

A Ilha Rasa (20°15' e 25°30'S e 48°20' e 48°30' W) é uma pequena ilha de 10,5 km² localizada na baía de Guaraqueçaba, porção norte do Estado do Paraná. A altitude máxima é de 40 m, sendo caracterizada como uma planície arenosa integrante dos cordões litorâneos, formada por sedimentos de origem continental marinha. Em uma pequena faixa rodeando a borda estão distribuídos cerca de 430 moradores em quatro comunidades: Mariana, Ponta do Lanço, Ilha Rasa e Almeida. Os ilhéus apresentam forte relação com o mar e pouco contato com a biota terrestre, o que torna a vegetação extremamente preservada. A aplicação do protocolo se deu apenas nas comunidades de Ilha Rasa e Almeida, por serem as únicas com ocorrência de *A. fulica*. A comunidade de Almeida era caracterizada por possuir a maior população (cerca de 350 moradores), o maior número de construções antrópicas (cerca de 90) e 8 igrejas de diferentes religiões,

o que aparentemente dividia a comunidade. Ali frequentemente eram encontradas casas isoladas por cercas-vivas formadas por plantas exóticas como o “pau d’água” e a “sapateira”. Além de isolar as residências, a densa folhagem também servia para despejar lixo orgânico e inorgânico, uma vez que esses resíduos são amplamente gerados e não são retirados da Ilha pelo sistema de coleta municipal. Outra característica importante na área é o afloramento de imensos sambaquis, que estão sendo amplamente destruídos para construção de casas. Por outro lado, a comunidade da Ilha Rasa tem apenas uma igreja, a maioria dos moradores (cerca de 150 pessoas) é aparentada, existe cerca de 69 construções antrópicas e apenas 5 delas com cerca viva. O solo é um pouco mais arenoso do que o de Almeida (FIG. 3).

A sede do município de Guaraqueçaba (-25,49 e -24,86°S e -48,78° e 48,02°O) é caracterizada por ser uma Área de Proteção Ambiental Federal composta por Floresta Atlântica e delimitada a Leste pelas águas da baía que leva o nome do município. Possui uma área total de 2.315.733 km² e altitude média de 10 m acima do nível do mar. Na área urbana há 913 casas, enquanto a rural possui 2.362, porém não há um limite bem estabelecido entre a porção antropizada e a Floresta Atlântica, sendo que muitas construções se apresentam completamente rodeadas pela vegetação nativa. Outra característica de Guaraqueçaba é que os terrenos das casas na área urbana apresentam-se alagados praticamente durante o ano todo, principalmente no período de chuvas durante o verão. A população é de aproximadamente 8.300 pessoas e a principal atividade econômica está ligada à pesca, além de algumas outras atividades como agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal (FIG. 3).

O município de Morretes (25°37' S e 48°04' W) está situado a apenas 70 km da capital em direção ao litoral, a uma altitude média de 10 m. Ocupa cerca de 687.541 km², extensão que abrange parte da Área de Proteção Ambiental Estadual da Serra do Mar, a qual inclui quatro Parques Estaduais, e parte da Área de Proteção Ambiental Estadual de Guaratuba. A principal ligação com a capital é feita através da antiga Estrada da Graciosa, que possui grande beleza cênica e é muito utilizada

como rota turística. A atividade econômica predominante é a agricultura (horticultura e lavouras), sendo a banana a principal cultura produzida. A porção urbanizada apresenta 2.379 casas e a rural, 3.501 e uma população de 15.275 pessoas (FIG. 3).

Em Pontal, Ilha Rasa e Guaraqueçaba, evidenciamos a ocorrência predominante da praga na área urbana, nos três ambientes o caramujo também foi procurado na floresta primária e secundária, mangue e restinga. Foram elaboradas várias hipóteses para interpretar a ocorrência exclusiva na área urbana. A primeira é a preferência por ambientes alterados, relatada na maioria dos artigos e inerente ao perfil de praga. A ausência do animal na Floresta Atlântica pode ser por não encontrar na mata nativa as condições ambientais e recursos alimentares similares com aqueles disponíveis na África. O que é difícil de compreender, tendo em vista o próprio hábito generalista da espécie e também pelos relatos de pesquisadores que registraram a sua ocorrência na mata nativa em outros países. Outra possibilidade é que ambientes preservados possuam suas próprias defesas contra espécies invasoras caracterizados principalmente por predadores e competidores mais adaptados ao ambiente que impedem a instalação da invasora. Essa hipótese é sustentada por estudos como os de Lake e O'Dowd (1991), que verificaram que na Christmas Island o caranguejo nativo *Gearcoidea natalis* impede a instalação de *A. fulica* no interior da mata nativa, aparentemente por utilizarem a serrapilheira como refúgio e alimento. Porém, experimentos com a introdução do caranguejo como controle biológico em outros ecossistemas não foi eficaz. A avaliação da ocorrência de processo similar no litoral do Paraná não foi possível, mas é uma hipótese que deve ser considerada em estudos futuros (FIG. 3).

Por último, há uma hipótese segundo a qual o fato de a praga estar restrita à área urbana pode ser porque dispõe de recursos de substratos e alimento e que a ocupação da natureza é uma questão de tempo, assim que saturar o ambiente antrópico. Essa hipótese é apoiada em duas evidências: as populações presentes no litoral do Paraná são recentes, estão na fase inicial de instalação da invasão e há muito espaço e recursos

disponíveis no ambiente antrópico. A possibilidade de que a população de *A. fulica* seja recente é fundamentada em várias evidências. Kosloski e Fischer (2002) registraram *A. fulica* pela primeira vez em vida livre no Paraná (Morretes e Antonina) em 1994, o que corresponde com a data da provável entrada clandestina do animal no Brasil (começo da década de 1990). Além disso, os moradores relatam que perceberam a presença do animal a cerca de cinco anos em Pontal, três anos em Guaraqueçaba e dois anos na Ilha Rasa. Em todos os casos os moradores dizem que o animal foi levado por um morador que decidiu fazer a criação artesanal na busca de lucro fácil e rápido. Essa prática foi repassada por pessoas que faziam cursos oferecidos pela Associação dos Heliocultores do Paraná, que na ocasião vendiam as caixas e as matrizes. Porém, a iniciativa foi passando de pessoa para pessoa, as quais disponibilizavam, na maioria das vezes, dois ou três animais para se começar a criação (FIG. 3).

A segunda evidência é a disponibilidade de espaço no ambiente antrópico. A densidade de animais no litoral do Paraná não é tão alta como as grandes densidades registradas na literatura e corresponde com o número de animais coletados em Miami, relatado por Mead (1961)⁷, sabendo que se tratava de uma população recente em torno de dois anos. O outro fato que fundamenta a evidência é que a ocorrência de *A. fulica* na área urbana se dá em focos de infestação. Em nem todos os terrenos há presença do caramujo, mas, naqueles em que está presente, ocorre em grande quantidade. Mas a principal evidência está no registro do animal livre em área natural em Morretes, o qual parece ser o município que possui as populações mais antigas do litoral paranaense. As observações na área nativa em Morretes também fundamentaram a hipótese levantada no estudo de Pontal, de que o ambiente antrópico oferece um ambiente com mais substratos, favorecendo a instalação de mais indivíduos e aumentando o recrutamento dos filhotes, uma vez que é muito mais frequente o registro de filhotes e jovens nos ambientes antrópicos. Os substratos antrópicos

⁷ Ver capítulo "História natural da *Achatina fulica*" de Marta Luciane Fischer e Izabel Schneider Nering.

também amenizam as condições ambientais extremas, aumentando a taxa de sobrevivência. Essa conclusão foi tomada ao se verificar que na mata nativa a maioria dos filhotes eram encontrados mortos, provavelmente por causa de alagamentos. Além disso, a presença de resíduos sólidos em abundância nos terrenos urbanos resulta em abrigo e alimento de fácil processamento que, somando com a expansão do horário de forrageamento, tem como consequência o aumento da velocidade de crescimento e maior número de animais se reproduzindo (FIG. 3).

Diagnósticos sazonais são importantes apenas para compreender o padrão da espécie na região e servir como base para interpretação dos padrões de diminuição do tamanho populacional de acordo com a sua fenologia. Porém, uma vez existindo o protocolo, amostragens pontuais em diagnósticos rápidos podem ser comparadas com os padrões sazonais. A sazonalidade na Ilha Rasa foi evidenciada no tamanho, espaçamento e distribuição dos animais. A cópula e a oviposição podem correr durante todo o ano, principalmente se as condições de umidade estiverem propícias. Porém, parece haver um padrão reprodutivo, sendo a oviposição mais frequente na primavera, quando são registrados animais maiores, mais próximos dos coespecíficos e ao nível do solo. A fase de oviposição termina com o período seco e o animal pode estar retendo esperma, que fecundará os ovos na próxima estação úmida, ou após chuvas ocasionais no meio da estação seca. No outono foram coletados os menores animais e com maiores espaçamentos, o que foi interpretado como uma fase de dispersão no período que antecede o inverno (FIG. 3).

Em Pontal do Paraná, a distribuição e a estimativa da população se deu com os moluscos em atividade noturna fora do sítio de repouso no ambiente urbano. Foi vistoriada a área urbana de 22 balneários, sendo encontrados animais em 8 quadras relativas a 7 balneários, caracterizando a ocorrência em focos de infestação, principalmente em terrenos baldios e quintais sem manutenção de casas fechadas. Usando os dados disponíveis, foi estimado que em todo município houvesse cerca de 330 quadras infestadas (26% das quadras disponíveis até 2004) com pelo menos um sítio

de infestação, o que resulta em cerca de 39.200 animais se locomovendo à noite e cerca de 402.933 animais presentes nos focos de infestação a uma densidade de 1,9 moluscos/m² (FIG. 3).

Na Ilha Rasa, o diagnóstico caracterizou o sítio de repouso, uma vez que as coletas foram diurnas. A padronização das amostragens se deu utilizando dois métodos: no primeiro foi avaliado apenas um substrato (por exemplo, bananeiras) durante 30 minutos e categorizados todos os animais presentes, com o objetivo de caracterizar a estrutura da população. Já no segundo método, um ambiente (quintal) foi vistoriado por 30 minutos, porém foram gastos no máximo 10 minutos de procura em cada tipo de substrato, com o intuito de se registrar os substratos preferenciais. Foi realizada uma avaliação por estação do ano e comparativamente entre duas comunidades. A partir desse diagnóstico, foi verificado que na comunidade de Almeida havia muito mais caramujos do que na comunidade de Ilha Rasa e que estes estavam associados às plantas ornamentais como “pau d’água” e “sapateira” utilizadas como cercas-vivas e “bananeiras”, muito mais frequentes na primeira comunidade. Almeida também se diferenciava de Rasa por possuir afloramentos de sambaqui, solo menos arenoso e muito mais lixo, que era depositado na base das cercas-viva. Para ambas as comunidades foi estimado ocorrer na Ilha em torno de 9 mil animais (FIG. 3).

O método realizado em Guaraqueçaba foi o diagnóstico rápido com duração de três dias e o esforço de nove pessoas. O trabalho consistiu da retirada, mensuração e caracterização do hábitat de todos os animais visíveis presentes no terreno. Para tal, foram vistoriadas todas as residências presentes em seis quadras dispostas ao redor do centro da cidade. Assim como em Pontal do Paraná, também foi verificada a ocorrência do invasor em focos de infestação (um ou dois por quadra) na parte mais baixa da cidade, provável ponto de introdução de uma criação doméstica. Na região do costão, a quantidade de animais foi menor, provavelmente por causa do morro que separa as duas áreas. Nos locais em que foram encontrados menos de 10 caramujos, os moradores disseram que sempre faziam a

manutenção, retirando os animais e jogando sal. Apesar de aparentemente subestimado, Guaraqueçaba possuía em torno de 53 mil animais (FIG. 3).

Em Morretes foi realizado um diagnóstico rápido e pontual em diferentes períodos, caracterizando o monitoramento, porém, diferente dos demais, foi realizado em uma área de mata nativa com pouco grau de alteração. Usando o esforço de seis pessoas, foram coletados, mensurados e caracterizados todos os animais encontrados no período de 4 horas. Diferente dos outros locais, a população era composta principalmente por adultos com conchas muito fortes, sugerindo representar uma população recente. Os juvenis foram encontrados principalmente mortos, elucidando a vulnerabilidade diante das condições abióticas. Os animais apresentavam ocorrência mais ao nível do solo e isolados, diferente do padrão registrado na área urbana, corroborando com a hipótese que a disponibilidade de espaço contribui para a agregação e distribuição vertical. Outro ponto diferencial foi a expansão do horário de forrageamento, o interior da mata é mais escuro e úmido do que na área urbana e o caramujo invasor pode permanecer mais tempo forrageando, o que contribui para seu tamanho ser maior. Mesmo apesar de a coleta ter sido realizada no inverno, não foram encontrados animais estivando, como normalmente se registra nessa época do ano na área urbana. Outro ponto importante levantado nesse trabalho foi a pequena quantidade de posturas, levantando a hipótese de que em populações maiores haja maximização dos encontros e maior taxa reprodutiva. Esse resultado levanta uma questão muito importante, se de fato o saturamento da área urbana favorece a ocorrência nas áreas nativas e que o controle na área nativa é infinitamente mais difícil do que na área urbana, temos um ponto importante para nos preocupar (FIG. 3).

Outro ponto importante a ser abordado nos diagnósticos é a caracterização da fauna associada, principalmente a malacofauna e os possíveis controladores biológicos. A falta de conhecimento da diversidade da Floresta Atlântica impede a avaliação sobre o real impacto ambiental que essa praga de grande tamanho corporal e com elevadíssimas populações pode causar nos ecossistemas.

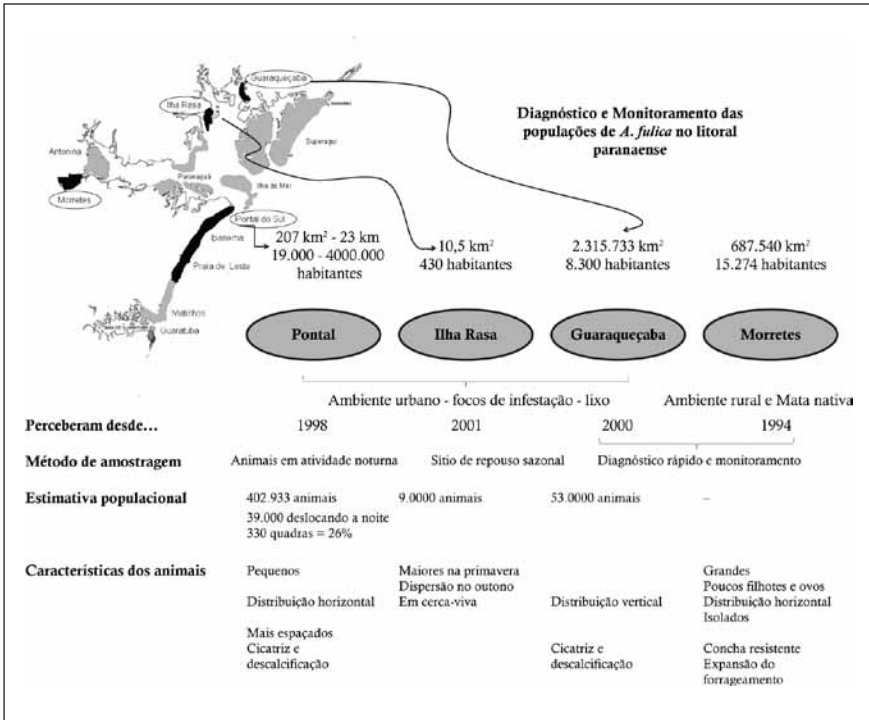


FIGURA 3 – Diagnóstico das populações de *A. fulica* no litoral do Paraná.

Os caramujos do gênero *Megalobulimus* são comuns na região de Floresta Atlântica e, segundo relatos dos moradores das regiões estudadas, eram muito mais comuns antes da chegada de *A. fulica*. Apesar de essa informação ser extremamente importante, pois não há esse dado publicado e nem mesmo é possível obtê-lo em museus (COLLEY; FISCHER, 2009), a sensação pode ser por causa da grande quantidade da espécie invasora. Em Guaraqueçaba, a população do *Megalobulimus paranaguensis* (Pilsbry e Ihering, 1900) representa 0,6% da população da *A. fulica*.

A família Megalobulimidae engloba espécies caracterizadas por possuírem grandes tamanhos (cerca de 15 cm) e franja bucal desenvolvida. Um dos grandes problemas no estudo dessa família é que a diferenciação das espécies é feita com base na anatomia interna,

não sendo possível usar caracteres conquiológicos, o que demanda o sacrifício dos animais. Em algumas situações, a distribuição geográfica é usada como subsídio para complementar a morfologia. Esses animais são difíceis de serem visualizados em campo e há relatos de pesquisadores que passaram décadas procurando por determinadas espécies. Além da baixa densidade, os caramujos do gênero *Megalobulimus* possuem também baixa taxa reprodutiva. Colocam de um a três grandes ovos. No Brasil, pouquíssimos estudos contemplaram a biologia ou ecologia do gênero. Com destaque há os trabalhos de Jacinavicius, Rios e Molina (2004) e Sobreira, Araujo e Molina (2003) com *Megalobulimus* na Fundação Parque Zoológico de São Paulo. Os estudos com taxa de fecundidade mostram que a taxa de eclosão dos ovos no primeiro ano foi de 46,7%, a fecundação cruzada resultou em 34,5% de eclosão e da autofecundação de 28,6%. Em laboratório, demoram em torno de 300 dias para atingirem a maturidade e os autores registraram a autofecundação na espécie.

A maioria das espécies do gênero parecem ser caramujos especialistas e muito sensíveis a alterações ambientais. A lista da fauna ameaçada de extinção do Ministério do Meio Ambiente de 2003 (MINISTÉRIO..., 2008) apresenta 11 espécies de Gastropoda, destes, 5 são referentes a espécies de *Megalobulimus*: Nordeste: *M. cardosoi*, Sudeste: *M. grandis*, *M. lopesi*, *M. parafragilior* e Sul: *M. proclivis*, todas enquadradas na categoria “em perigo”. A vulnerabilidade desses animais à degradação ambiental, aquecimento global, emissão de gases poluentes, aumento da urbanização pode também estar relacionada com a presença de espécies invasoras.

O caramujo africano *A. fulica* tem sido relacionado como uma provável causa da diminuição das populações do caramujo nativo, uma vez que possui tamanho similar, o que poderia desencadear uma competição por sítio de alimentação e de repouso e oviposição. Existem relatos de indivíduos do gênero *Megalobulimus* que morreram ao serem colocados no mesmo terrário de *A. fulica* (PAIVA, 2004). Deve-se considerar que

os poucos estudos de biologia e ecologia das espécies nativas dificulta uma avaliação real desse impacto. Provavelmente, muitas das espécies que ocorrem na Floresta Atlântica podem ser espécies desconhecidas, e precisam, ainda, serem descritas.

No litoral do Paraná e na região de Morretes, indivíduos do gênero *Megalobulimus* são muito difíceis de serem encontrados em campo, por outro lado são facilmente encontrados em áreas alteradas, principalmente na base de muros, paredes e arbustos. Fato que reforça a hipótese da provável competição com *A. fulica* pelos recursos presentes nesses ambientes. Porém, o maior impacto que os caramujos do gênero *Megalobulimus* vêm sofrendo é decorrente do controle da espécie invasora. Os moradores desses locais distinguem entre os dois caramujos quanto à morfologia, sabem que são de espécies diferentes, porém não distinguem no momento do controle. Se o morador se predispõe a coletar os caramujos para sacrificá-los, jogando sal, esmagando ou queimando animais, faz isso com todos os caramujos que encontra no seu quintal, pois acredita que se uma espécie faz mal, a outra também. Em Guaraqueçaba, conchas vazias de *M. paranaguensis* são frequentemente encontradas nas soleiras das casas, provavelmente vítimas de sal, e também são encontradas conchas queimadas em fogueiras feitas especialmente para esse fim (FISCHER; COLLEY, 2004).

O fato dos caramujos nativos ocorrerem associados ao ambiente alterado levantou a questão sobre possuírem hábitos especialistas ou generalistas e se utilizam os mesmos recursos que *A. fulica*. Desta forma, a cerca de dois anos estamos estudando o comportamento de *M. paranaguensis* no NEC (LATOSKI; FISCHER; SIMIÃO, 2005) e a partir desses resultados pretendemos avaliar o real impacto da espécie invasora sobre as espécies nativas. Até o presente momento, foi avaliado qualitativamente o comportamento de forrageamento e de deslocamento. A existência de diferentes padrões motores e a adequação a diferentes alimentos, substratos, deslocamento vertical e horizontal e a submersão em água doce nos indica que possuem hábitos generalistas.

A proposta de manejo deve ser adaptável a diferentes realidades. Na Ilha Rasa é o manejo das plantas ornamentais utilizadas como cerca viva, a manutenção dos quintais limpos e a utilização correta da composteira, aliada a uma conscientização da comunidade a respeito de espécies invasoras e o impacto ambiental, econômico e de saúde de *A. fulica* e a coleta e destruição seletiva. Porém, deve-se levar em consideração fatores como características culturais, falta de alternativa para delimitar os quintais e descarte do lixo. A comunidade deve principalmente compreender o seu papel como principal ator dessa ação⁸. Programas de coletas pontuais frequentemente são desenvolvidos pelas prefeituras, porém a falta de continuidade pode ser mais prejudicial ainda, pois a retirada de animais mais expostos pode viabilizar a recolonização pelos remanescentes.

O conhecimento que os moradores têm sobre os moluscos e a forma como lidam com o problema, e se veem a presença do caramujo invasor como problema, devem ser acessados em um programa de manejo (SOUZA; ALVES; ALVEZ, 2007), pois o mesmo deve ser adaptado às diferentes realidades para que seja efetivo. Nos nossos diagnósticos, a avaliação do conhecimento dos moradores foi realizada através da aplicação de um questionário estruturado abordando questões sobre biologia, ecologia e comportamento do animal, impactos ambientais, econômico e de saúde e métodos de controle.

Em Pontal do Paraná, a maioria residente no litoral, disseram encontrar o molusco em sua casa além de perceberem sua presença em outras praias, cidades e estados. Apesar de perceberem que se alimentam de folhas, não souberam dizer qual planta preferem nem a época de reprodução. Grande parte dos entrevistados percebeu aumento populacional, sendo o verão a estação de maior ocorrência, no entanto, a maioria não o relaciona com temperatura, clima ou período do dia. Segundo a maioria dos entrevistados, o molusco não causa nenhum mal ou prejuízo para o homem e não houve diferenças dos que diferenciaram *A. fulica* do molusco nativo *Megalobulimus*.

⁸ Ver capítulo "Manejo de *Achatina fulica* em reservas naturais" de Fábio André Faraco.

Na Ilha Rasa, os entrevistados observaram pontos importantes do comportamento do caramujo, como: local de ocorrência, forrageamento, período de atividade diário, sazonal e reprodutivo e interação com outros animais. A maioria dos entrevistados percebeu a presença da espécie exótica na ilha datando em torno de 1 a 2 anos, relatando que ocorre apenas nos quintais das casas, principalmente nas cercas-viva, que servem de alimento e refúgio, mas também ressaltaram a associação com o lixo e com ambientes úmidos e maior frequência no verão, pela manhã e após chuvas, porém, por não visualizarem os animais enterrados estivando no inverno, acreditam que o caramujo acabou. A presença recente da espécie na ilha, a associação com plantas exóticas nas áreas urbanas e a presença de predadores são informações importantes fornecidas pelos moradores da Ilha Rasa que contribuem para o diagnóstico local e adaptação dos planos de controle. Os ilhéus não perceberam a espécie exótica como prejudicial para a ilha até a veiculação na mídia a respeito dos agravos à saúde. No entanto, a falta de informação gera relatos fantasiosos que causam desconforto e estresse na comunidade, que atribui ao animal problemas como câncer, feridas, meningites, cegueira, febre, doenças e vermes. A maioria dos moradores realiza o controle do caramujo invasor com sal ou incineração. Apesar de a maioria dos entrevistados diferenciarem o caramujo nativo *M. paranaguensis*, frequentemente essa espécie foi encontrada queimada junto com *A. fulica*.

Em Guaraqueçaba sede, os moradores também pareceram conhecer dados corretos a respeito da biologia, horário de atividade e local de ocorrência. Assim como em Morretes, a maioria das casas tem entulho, plantas exóticas ornamentais e elevada umidade. E assim como na Ilha Rasa foi verificado que as informações sobre a possível doença causada pelo caramujo foram muito fantasiosas. A maioria das pessoas não controla a população do caramujo, os que realizam o controle jogam sal, cal, gasolina ou iodo sobre o animal e no terreno, coletam os caramujos e destinam para o lixão, esmagam, queimam, enterram, jogam no mato

ou no mar. Em Morretes, os entrevistados não aparentaram prestar muita atenção em aspectos biológicos, ecológicos e comportamentais da espécie invasora e também não perceberam impactos econômicos ou ambientais. Enquanto que em Guaraqueçaba reclamaram que não conseguem mais manter hortas e jardins e se incomodam com excesso de muco e de fezes nas paredes.

As sugestões de controle também diferem em cada realidade. Na Ilha Rasa, a retirada das cercas-vivas e do lixo depositado na sua base, bem como a retirada das bananeiras somada com a retirada dos caramujos africanos, que não são muitos e parecem estar no início da instalação seria a medida inicial, somada com a educação ambiental e conscientização da comunidade. Em Guaraqueçaba, ao contrário de Pontal, onde a manutenção dos terrenos com a retirada do lixo e da vegetação exótica pode diminuir os recursos para os animais, os terrenos baldios e quintais possuem muita vegetação nativa, o que inviabiliza a sua retirada. Por outro lado, a coleta manual é mais viável por causa da maioria dos terrenos serem alagados, estando os animais concentrados em determinados pontos, principalmente em superfícies verticais. O principal ponto detectado nesse trabalho, além das ideias fantasiosas a respeito da possível doença transmitida pelo animal, está relacionado ao procedimento de controle. Muitos moradores jogavam o sal ou hipoclorito diretamente sobre o solo, matando todos os demais invertebrados que contribuem para a própria formação do solo e principalmente a malacofauna nativa. Esse dado é importante para as autoridades locais que pretendam realizar um plano de manejo incluindo a conscientização da comunidade e instrução quanto à distinção das espécies. A coleta manual deve ser monitorada, pois os moradores não fazem distinção do caramujo nativo do gênero *Megalobulimus* que precisa de preservação urgente, porque está incluso na lista da fauna em extinção e ainda os filhotes recém-eclodidos de *A. fulica* são bastante diferentes dos adultos e podem ser facilmente confundidos com outras espécies de moluscos menores como do gênero

*Bulimulus*⁹. O empacotamento de animais vivos e seu envio para o lixão, acreditando que os animais morram no caminho, contribuem para a disseminação da praga. Outras práticas com consequências similares incluem o enterramento, submersão no rio, mar ou baía e esmagamento. Esses aspectos, como alta capacidade de regeneração vista no tópico de canibalismo, foram discutidos em História natural de *Achatina fulica* e devem ser utilizados nas orientações passadas para a comunidade.

O protocolo deve prever uma ação conjunta entre os moradores, a comunidade acadêmica e órgãos governamentais. Para qualquer ação de sucesso primeiro é necessário avaliar e caracterizar as populações de *A. fulica*, reconhecendo a distribuição e locais de predomínio das infestações, seguido pela integração comunitária de moradores locais ante a espécie invasora e a biodiversidade nativa. A conscientização considerando os aspectos culturais é fundamental para o sucesso de qualquer ação, pois a ocorrência do animal associado ao ambiente antrópico faz de cada pessoa o principal instrumento nas corretas ações de extermínio. Profissionais capacitados na captura, identificação e sacrifício dos animais devem acompanhar as coletas. A comunidade acadêmica deve contribuir com novas pesquisas que permitam conhecer melhor o caramujo invasor e buscar métodos alternativos ou novas tecnologias para o controle da praga, sendo as ações das três parcelas da sociedade conjuntas, claras e frequentes. As informações e a maneira de transmissão dos caramujos para a comunidade deve ser muito bem estruturada, de forma a direcionar corretamente as ações e não causar pânico. O acadêmico Marcos H. Bednarzuk e o biólogo Eduardo Colley iniciaram a avaliação do material de divulgação disponível atualmente no Brasil.

A solução do problema da *A. fulica* não deve envolver apenas a conscientização para o problema do caramujo invasor que causa danos para as plantas ornamentais ou pela possibilidade de transmissão de algum agravo à saúde, mas deve ser visto e encarado como um termômetro de que os procedimentos dos cidadãos quanto à saúde ambiental não

⁹ Ver capítulo "História natural da *Achatina fulica*" de Marta Luciane Fischer e Izabel Schneider Nering.

estão adequados. A proliferação do caramujo será então apenas uma consequência, talvez a mais evidente do momento. Essa visão ficou bem clara e nítida na casa de um morador de Guaraqueçaba, na qual não havia caramujos africanos, mas, em compensação, o terreno era limpo, as garrafas estavam viradas com o gargalo para baixo, o lixo reciclável era separado, a composteira estava isolada corretamente e o morador monitorava o local em busca do caramujo. Esse caso evidencia bem a consciência ecológica, contribuindo para o bem-estar de todo o ambiente.

Considerações finais

Os gastrópodes incluem a única classe do Filo Mollusca que conquistou o ambiente terrestre, no qual evoluíram numa elevada variedade de formas e estratégias de adaptação diante da diversidade de ecossistemas existentes. O caramujo africano *A. fulica* reflete bem a capacidade adaptativa dos gastrópodes terrestres, tendo em vista as características ecológicas do hábitat natural onde evoluiu na África. Essas áreas se caracterizam principalmente por margens de florestas e ambientes instáveis que apresentam elevada variação de temperatura e disponibilidade de recursos. Essa instabilidade conferiu à *A. fulica* a capacidade de adaptação às mais diversas condições do meio, como abundância ou escassez de recursos, e a resistência a situações adversas, como longos períodos de seca ou de chuvas torrenciais. Consequentemente, conferiu à espécie a capacidade de se adaptar com sucesso aos mais diferentes ambientes onde foi introduzida nos cinco continentes.

Tendo em vista que a capacidade de *A. fulica* interagir com o ambiente e estabelecer sua população nos locais onde foi introduzida é que lhe confere o status de praga, a falta de conhecimento sobre sua ecologia foi um dos principais motivos para a introdução e reintrodução em diferentes países ao longo de mais de um século. Portanto, torna-se imprescindível elucidar a relação de *A. fulica* com o meio ambiente para que se possa conhecer os aspectos que favorecem sua invasão e assim evitar novas

introduções, além de diagnosticar o perfil invasor de cada população do caramujo africano nos diferentes locais onde foi introduzido.

Os fatores ecológicos importantes relacionados ao sucesso da invasão de *A. fulica* abrangem o hábitat, inimigos, colonização e o declínio espontâneo. Neste contexto, o substrato apresenta papel fundamental, pois o solo é utilizado para incubação dos ovos e como refúgio, além de ser fonte do suprimento de cálcio em parte da dieta. Os inimigos naturais de *A. fulica* são os mais importantes reguladores da população do caramujo na África, tendo em vista sua vulnerabilidade a patógenos, parasitas e predadores. Porém, nos locais onde *A. fulica* foi introduzido existem poucos relatos de inimigos que tenham servido para regular efetivamente a população do invasor. Quando o caramujo africano é introduzido em uma nova área, sua população coloniza inicialmente ambientes antrópicos por causa da disponibilidade de alimento, refúgio e ausência de animais competidores e predadores. A ausência de controle permite que sua população se alastre rapidamente para áreas adjacentes alteradas e posteriormente para ambientes naturais, sendo as presenças da espécie em reservas naturais uma grande preocupação (ESTON et al., 2006). Diante de tentativas de erradicação pontuais, nas quais não são realizadas coletas permanentes e nos casos em que não são observados os aspectos ecológicos, o principal problema se dá pela recolonização do ambiente por indivíduos remanescentes. Um último aspecto ecológico relacionado à introdução de *A. fulica* é o declínio espontâneo da população do caramujo invasor após uma fase de crescimento exponencial. Os fatores desencadeadores desse declínio não foram completamente elucidados e as principais hipóteses relacionadas envolvem a degeneração genética e principalmente a epidemia de algum tipo de doença. No entanto, o tempo para o estabelecimento desse declínio é variável e frequentemente não conduz a população do invasor à extinção.

Sabendo-se da dificuldade de se diagnosticar a invasão de *A. fulica* diante do perfil do estabelecimento de sua população que ocupa inicialmente áreas antrópicas periféricas não habitadas, torna-se imprescindível a utilização dos aspectos ecológicos e biológicos na

elaboração de um protocolo para diagnosticar a população do caramujo na área invadida, possibilitando direcionar a ação de manejo e erradicação à realidade do local. Outro fator fundamental a ser utilizado no diagnóstico é o conhecimento e procedimento da comunidade local diante do problema do caramujo. Quanto às características ecológicas e biológicas, devem ser considerados aspectos já relacionados sobre o caramujo invasor, o ambiente e a fauna associada. Esta última recebe especial atenção, tendo em vista que os moluscos nativos, com destaque para as espécies do gênero *Megalobulimus* em risco de extinção, são afetados diretamente quanto à competição por espaço e alimento com *A. fulica*. Enquanto a comunidade deve ser analisada sobre questões relacionadas à introdução do molusco, os problemas decorrentes, os métodos de controle praticados e distinção da fauna nativa. Ressaltando que as análises envolvendo a comunidade devem estar em acordo com os princípios éticos na pesquisa com humanos.

A partir da análise dos dados sobre a ecologia e a biologia da invasão de *A. fulica* em uma determinada área é possível fundamentar o plano de manejo e tomando por base a análise com a comunidade é possível adaptá-lo a realidade local. Portanto, a execução prevista neste protocolo diagnóstico permite conhecer o perfil da invasão desta praga em qualquer ambiente e ajustar a ação de manejo e controle de diferentes realidades.

Referências

ALICATA, J. The presence of *Angionstrongyls cantonensis* in islands of the Indian Ocean and probable role of the giant African snail *Achatina fulica* in dispersal of the parasite to the Pacific Islands. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 41, p. 1041-1049, 1966.

BASAVARAJU, S. B. et al. Preliminary survey on the incidence of *Achatina fulica* Bowdich in Davanagere District. **Current Research**, v. 29, p. 129, 2000.

CARVALHO, O. S. et al. Potentiality of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Gastropoda) as intermediate host of the *Angionstrongylus costaricensis* Morera & Céspedes 1971. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 36, n. 2, p. 743-745, 2003.

COLLEY, E.; FISCHER, M. L. Avaliação dos problemas enfrentados no manejo do caramujo gigante africano *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) no Brasil. **Zoologia (Curitiba, Impr.)**, ahead of print, 2009.

COLMAN, P. H. An introduction of *Achatina fulica* to Australia. **Malacological Review**, Whitmore Lake, v. 10, p. 77-78, 1977.

COWIE, R. H. Patterns of introduction of non-indigenous non-marine snails and slugs in the Hawaiian islands. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 7, p. 349-368, 1998.

DUAH, O. A. K.; MONNEY, A. Population density estimation and feeding ecology of the giant *Achatina achatina* in a forest reserve. **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 37, p. 366-368, 1999.

EMBERTON, K. et al. High diversity and regional endemism in land snails of eastern Tanzania. **Biodiversity and conservation**, London, v. 6, p. 1123-1136, 1997.

ESCARABASSIERE, R. M.; MORENO, E. M. Nota acerca de la *Achatina (Lissachatina) fulica* (Bowdich, 1822), peligroso caracol africano (Pulmonada- Achatinidae) introducido en Venezuela. **Acta Biologica Venezuelana**, Caracas, v. 17, n. 1, p. 37-40, 1997.

ESTON, M. R. et al. Espécie invasora em unidade de conservação: *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) no Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras, SP, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, p. 173-179, 2006.

FERRAZ, J. **O escargot**: criação e comercialização. São Paulo: Ícone, 1999.

FISCHER, M. L. Reações da espécie invasora *Achatina fulica* (Mollusca; Achatinidae) à fatores abióticos: perspectivas para o manejo. **Zoologia (Curitiba, Impr.)**, v. 26, n. 3, p. 379-385, 2009.

FISCHER, M. L.; COLLEY, E. Diagnóstico da ocorrência do Caramujo Gigante Africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822 na APA de Guaraqueçaba. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 26, n. 54, p. 43-50, 2004.

_____. Espécie invasora em reservas naturais: caracterização da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca; Achatinidae) na Ilha Rasa, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 5, n. 1, 2005.

FISCHER, M. L. et al. O caramujo exótico invasor na vegetação nativa em Morretes, PR: diagnóstico da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa aluvial. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 2, maio/ago. 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?shortcommunication+bn03306022006>>. Acesso em: 18 ago. 2009.

GUPTA, G.; GAUTAM, S. S. S.; ABBAS, S. R. Aestivating giant African snail population in south Andaman during 1973, 1974 and 1975. **The Veliger**, Berkeley, v. 21, p. 135-136, 1978.

INSTITUTO HÓRUS. *Achatina fulica*. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Achatina_fulica.htm>. Acesso em: 3 jun. 2008.

JACINAVICIUS, F. C.; RIOS, F. R.; MOLINA, F. B. A maturidade sexual em *Megalobulimus aff. Ovatus* (Gastropoda, Pulmonata, Megalobulimidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, p. 288-390, 2004. Suplemento.

KOSLOSKI, M. A.; FISCHER, M. L. Primeira ocorrência de *Achatina fulica* (Bowdich, 1832) no litoral do Estado do Paraná (Mollusca; Stylommatophora; Achatinidae). **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 24, n. 49, p. 65-69, 2002.

LAKE, P. S.; O'DOWD, D. J. Red crabs in rain forest, Christmas Island: biotic resistance to invasion by an exotic snail. **Oikos**, Lund, v. 62, p. 25-29, 1991.

LATOSKI, N.; FISCHER, M. L.; SIMIÃO, M. S. Descrição dos padrões motores exibidos por *Megalobulimus parafragilior* Leme & Indrusiak, 1990 durante interações intraespecíficas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 19., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

MEAD, A. R. Diase in giant African snail *Achatina fulica* Bowdich. **Science**, Washington, v. 123, p. 1130-1131, 1956.

_____. **The giant African snail**: a problem in economic malacology. Chicago: University of Chicago Press, 1961.

_____. A prognosis in the spread of the giant African snail to continental United States. **Malacologia**, Philadelphia, v. 14, p. 427, 1973.

_____. Economic malacology with particular reference to *Achatina fulica*. In: FRETTER, V.; PEAKS, J. (Org.). **Pulmonates**. London: Academic Press, 1979. p. 1-150.

_____. The giant African snails enter the commercial field. **Malacologia**, Philadelphia, v. 22, p. 489-493, 1982.

MEAD, A. R.; PALCY, L. Two giant African land snail species spread to Martinique, French West Indies. **The Veliger**, Berkeley, v. 35, p. 74-77, 1992.

MICHALAK, P. S. New pest response guidelines. **Giant African snails**: snail pests in the family Achatinidae. United States Department of Agriculture 2005. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/emergency/downloads/nprg_gas.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2008.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Lista Nacional de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/download/NovaListaFaunaAmeacaMMA2003.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2008.

MUNIZ, J. P. B. et al. Ocorrência de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Gastropoda: Achatinoidea) no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Boletim do Museu Biológico Mello Leitão**, Rio de Janeiro, v. 18, p. 65-70, 2005.

NEUHAUSS, E. et al. Low susceptibility of *Achatina fulica* from Brazil to infection with *Angiostrongylus costaricensis* and *A. cantonensis*. **Memória do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 102, p. 49-52, 2007.

NISBET, R. H. The life of Achatinidae in London. **Proceedings malacological society of London**, London, v. 41, p. 171-183, 1974.

PACHECO, P. et al. Estudo do desempenho do escargot *Achatina fulica* em diferentes tipos de solo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 65, n. 2, p. 9-14, 1998.

PAIVA, C. do L. (Ed). *Achatina fulica*: praga agrícola e ameaça à saúde pública no Brasil. Fontes de informação impressas e digitais - 1999/2003. 2004. Disponível em: <http://www.geocities.com/lagopaiva/achat_tr.htm>. Acesso em: 27 set. 2005.

PEARCE, T. A. *Achatina fulica* found near Pittsburghm Pennsylvania, USA. **Tentacle**, Honolulu, v. 12, p. 11, 2002.

RAUT, S. K. Population dynamics of the pestiferous snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae). **Malacological Review**, Whitmore Lake, v. 24, p. 79-106, 1991.

RAUT, S. K.; BARKER, G. M. *Achatina fulica* Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture. In: BARKER, G. (Org.). **Mollusks as croup pest**. New Zealand: CAB Publishing, 2002. p. 55-114.

RAUT, S. K.; GHOSE, K. C. Food preference and feeding behavior of two pestiferous snails, *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen. **Records of the Zoological Survey of India**, Calcuta, v. 80, p. 421-440, 1983a.

_____. The role of non-crop plants in the protection of crop plants against the pestiferous snail *Achatina fulica*. **Malacological Review**, Whitmore Lake, v. 16, p. 95-96, 1983b.

RAUT, S. K.; GHOSE, L. C. Effect of upwardly-directed shell aperture on the aestivating land snail *Achatina fulica*. **The Nautilus**, Philadelphia, v. 91, p. 31-33, 1977.

RICHINITTO, L. M.; GRAEF-TEIXEIRA, C. Efeito de temperatura baixa sobre a viabilidade da larva de terceiro estágio de *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971 (Nematoda, Angiostrongylidae). **Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 151-154, 1997.

SANTOS, S. B.; MONTEIRO, D. P.; THIENGO, S. C. *Achatina fulica* (Mollusca, Achatinidae) na Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro: implicações pra a saúde ambiental. **Biociências**, Porto Alegre, v. 10, p. 159-162, 2002.

SEEHABUTR, V. Nematodes in alimentary tracts of giant snails (*Achatina fulica*) in **Kamphaengsaen Academy**, Thailand, v. 37, p. 40, 2005.

SILVA, A. B. et al. Análise preliminar do comportamento de predação de *Achatina fulica* (Pulmonata) por *Dipsas albifrons* e *Sybinomorphus newwiedi* (Colubridae) mantidas em cativeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERPETOLOGIA, 1., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2004.

SIMIÃO, M. S.; FISCHER, M. L. Estimativa e inferências do método de controle do molusco exótico *Achatina fulica* Bowdich 1822 (Stilommatophora; Achatinidae) em Pontal do Paraná, litoral do Estado do Paraná. **Cadernos da Biodiversidade**, Curitiba, v. 4, p. 74-83, 2005.

SMITH, J. W. Recently recognized risk of importing the giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich, 1822, and its relatives into the United States and the efforts of the U.S. Department of Agriculture to mitigate the risk. **American Malacological Bulletin**, Pennsylvania, v. 20, p. 133-141, 2005.

SOBREIRA, H.; ARAUJO, R. A. S.; MOLINA, F. B. Observações preliminares sobre a biologia reprodutiva de *Megalobulimus* sp1 (Mollusca, Megalobulimidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, p. 494-498, 2003. Suplemento.

SOUZA, R. M.; ALVES, A. G. C.; ALVEZ, M. S. Conhecimento sobre o molusco gigante africano *Achatina fulica* entre estudantes de uma escola pública na Região Metropolitana do Recife. **Biotemas**, Florianópolis, v. 20, p. 81-89, 2007.

TELES, H. M. S.; FONTES, L. R. Implicações da introdução e dispersão de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 no Brasil. **Boletim do Instituto Adolfo Lutz**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 3-5, 2002.

TELES, H. M. S. et al. Registro de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) no Brasil: caramujo hospedeiro intermediário da angiostrongilíase. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 310-312, 1997.

TOMIYAMA, K. Homing behaviour of the giant African snail, *Achatina fulica* (Ferussac) (Gastropoda; Pulmonata). **Journal of Ethology**, Kyoto, v. 10, n. 2, p. 139-146, 1992.

_____. Age dependency of sexual role and reproductive ecology in a simultaneously hermaphroditic land snail, *Achatina fulica* (Stylommatophora: Achatinidae). **Venus**, Tokyo, v. 60, n. 4, p. 273-283, 2002.

TOMIYAMA, K.; NAKANE, M. Dispersal patterns of the giant African snail, *Achatina fulica* (férussac) (stylommatophora: achatinidae), equipped with a radio-transmitter. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 59, n. 3, p. 315-322, 1993.

VAN BRUGGEN, A. C. *Achatina fulica* on the island of Timor, Lesser Sunda Islands (Indonesia). **Basteria**, Netherlands, v. 45, p. 90, 1981.

_____. *Achatina fulica* in Morocco, North Africa. **Basteria**, Netherlands, v. 51, p. 66, 1987.

VASCONCELLOS, M. C.; PILE, E. Ocorrência de *Achatina fulica* no Vale do Paraíba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, p. 582-584, 2001.

VENETTE, R. C.; LARSON, M. Mini risk assessment giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich (Gastropoda: Achatinidae). Department of Entomology, University of Minnesota St. Paul 2004. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/pest_detection/downloads/prafulicapra.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2004.

WOLFENBARGER, D. O. Dispersion of the giant African snail, *Achatina fulica*. **Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences**, Florida, v. 34, p. 48-52, 1971.

Comportamento da *Achatina fulica*

Leny Cristina Milléo Costa

Contextualização da etologia

A etologia, biologia do comportamento, procura investigar as causas dos atos dos animais, tanto no aspecto da observação como no da experimentação, no ambiente natural ou no laboratório. Considera as causas endógenas (fisiológicas) assim como os efeitos ambientais, ocupando-se do estudo ontogenético e principalmente dos aspectos evolutivos do comportamento animal.

Uma das grandes conquistas da etologia foi a de considerar um animal como um membro de uma espécie, com uma dada história evolutiva, e não apenas como um modelo biológico (SCHMIDEK, 1988).

A etologia propõe descrever, classificar e analisar o comportamento buscando explicações a níveis causais, funcionais e históricos de uma espécie.

Com o advento do pensamento sistêmico, a relação entre as individualidades passa a ser a base do entendimento de processos como os sistemas dinâmicos, integrados e em transformação ao longo do tempo (CAPRA, 1990).

A espécie em foco para o estudo do seu comportamento é uma peça de um sistema interdependente, considerando-se que cada animal se constitui de um substrato orgânico, formado a partir das características

morfológicas, fisiológicas e comportamentais, originários como produto adaptativo da pressão da seleção natural.

Estudar o comportamento é uma forma de estabelecer os mecanismos funcionais e adaptativos como estratégias que os animais utilizam para interagirem com seu ambiente físico, biológico e social.

Por meio do estudo do comportamento, pode-se construir uma ponte entre a investigação e as técnicas de manejo, utilizando-se do estabelecimento dos processos corretivos via monitoramento ambiental (ALHO, 1992).

Cada grupo de animais tem a sua área de dispersão e o seu território, forrageando em busca de suas preferências alimentares, selecionando seu(s) parceiro(s) reprodutivo(s) de modo determinado e não aleatoriamente.

Os animais não vivem de modo caótico, em qualquer espécie que se examine encontrar-se-á alguma regularidade no padrão das suas relações com os demais coespecíficos.

O primeiro passo para a compreensão do comportamento animal é a elaboração de um catálogo de unidades do comportamento denominado etograma. Nesse catálogo, descrevem-se cada uma das posturas e movimentos do animal observado, gravam-se os sons que emite, analisam-se quimicamente as substâncias odoríferas.

As variações morfológicas e de hábitat levam à evolução de adaptações comportamentais e ecológicas, oferecendo, dessa forma, oportunidade para os estudos de natureza comparativa.

Os estudos existentes com o comportamento dos moluscos estão mais voltados aos cefalópodes (polvo, lula, sépia), principalmente explorando as suas habilidades neurofisiológicas numa visão evolutiva, não referenciando as questões de manejo.

A descrição dos padrões motores nos moluscos não é comum na literatura. Dentre os raros estudos há excelentes trabalhos realizados, por exemplo, com comportamento de *Loligo sp.* (HANLON; SMALE, SAUER, 1994; HANLON; MAXWELL; SHASHAR, 1997), assim como

os estudos realizados com o repertório reprodutivo de *Septoteuthis australis* com descrição de 48 padrões (JANTZEN; HAVENHAND, 2003).

Dentre os gastrópodos, há estudos realizados com *Aphysia* sp. (subclasse Opisthobranchia) conhecida como lesma-do-mar, mostrando a existência de reações comportamentais envolvendo aprendizado como habituação e o condicionamento, buscando entender o processo cognitivo desses moluscos (DETHIER; STELLAR, 1988).

No Brasil, há o trabalho publicado por Junqueira et al. (2004) sobre lesmas, no qual descreveram os comportamentos de repousar, deslocar, enterrar, explorar, alimentar, defecar e emergir para *Sarasinula linguaeformis* (Veronicellidae) em condições de laboratório.

Adaptações comportamentais dos gastrópodos

As diferenciações na morfologia dos moluscos e principalmente as diversidades de hábitat ocupado por esses invertebrados tornam-se bons motivos para tentar entender o sucesso adaptativo desse grupo.

A maioria dos gastrópodos são animais sedentários, intimamente associados com o substrato, mas, dentro dessa restrição, apresentam uma notável radiação adaptativa nos tipos de concha, na dieta, na especialização de ocupação dos nichos e nas modificações morfológicas e fisiológicas destinadas à circulação da água e às trocas gasosas.

Na evolução dos moluscos gastrópodes evidenciaram-se três principais alterações quando comparadas com o molusco ancestral, como o desenvolvimento de uma cabeça, a conversão da concha de um escudo para um refúgio protetor e a torção do corpo.

Há relações entre o formato da concha, o movimento e a habitação. As conchas com poucas voltas são mais estáveis e melhor adaptadas para o transporte quando o animal está de cabeça para baixo ou sobre superfícies verticais de rochas e vegetação. As conchas com longas espirais são arrastadas sobre fundos moles.

Tais modificações presentes nos gastrópodes, *a priori*, são de origem morfológica, adaptadas à execução de comportamentos que permitam a sobrevivência e reprodução desses animais.

A cabeça é constituída com dois pares de tentáculos, os olhos, com funções sensoriais, estão situados no topo do segundo par, possibilitando os comportamentos de forrageamento e reprodução; o pé rastejador contém glândulas mucosas, dando-lhes uma capacidade de locomoção, e assim potencializando o comportamento de dispersão, e ainda uma concha mineral capaz de auxiliar o animal numa atividade de defesa.

Apesar de esses moluscos serem considerados por muitos autores como animais terrestres, cabe-se ressaltar que para sobreviverem necessitam de ambientes úmidos, como embaixo de troncos ou entre folhas caídas no chão de florestas.

Uma das causas do insucesso dos pulmonados no controle da dessecação através da superfície do corpo está nas perdas consideráveis de água, a qual ocorre na produção do muco viscoso durante o comportamento de locomoção (rastejar).

A temperatura, a umidade relativa do ar e a umidade do substrato são fatores que regulam a atividade dos moluscos terrestres.

Dentre as respostas comportamentais dos pulmonados diante dos períodos de seca está o enterrar-se no humo e no solo e as atividades de estivação que se configuram como um comportamento de defesa diante dos predadores encontrados no solo como répteis, mamíferos e insetos.

Possivelmente os ancestrais dos pulmonados viveram em hábitat de águas rasas, sujeitas a frequentes e periódicas reduções na água estagnada. A brânquia foi perdida e a cavidade do manto transformada em pulmão para trocas de gases no ar.

No processo evolutivo dos gastrópodes, a participação do sistema nervoso e dos órgãos dos sentidos conferiu aos moluscos uma resposta adaptativa que lhes permitissem responder prontamente às ações do ambiente.

Com a aquisição de um plano do corpo bilateral, a maioria dos animais adquiriu um eixo longitudinal e extremidades anteriores e posteriores definidas. Nesse conjunto, o sistema nervoso sofreu uma série de desenvolvimentos, propiciando ao animal um ilimitado desencadeamento das potencialidades comportamentais (DETHIER; STELLAR, 1988).

Dentre as tendências evolutivas aperfeiçoadas nos animais bilateralmente simétricos estão a divisão funcional do sistema nervoso, a condensação da rede nervosa em percursos condutores mais diretos e a interpolação entre sistemas sensoriais e motores. O sistema nervoso, ao condensar-se no curso da evolução a partir de uma rede difusa, tornou-se menos semelhante na suas funções.

O aumento na importância dos gânglios que controlam as áreas do corpo as quais inervam exigiu que estivessem sob algum controle superior. De outra forma, o animal teria de agir como uma réplica de partes, e não como uma unidade, e prevaleceria o caos. O papel do centro-mestre, de controle, recaiu sobre os gânglios anteriores, especialmente os supraesofágicos, ou seja, os cerebrais (DETHIER; STELLAR, 1988).

Nos gastrópodes, o gânglio cerebral ou supraesofágico tornou-se o centro controlador das atividades do animal, possibilitando a esses moluscos comportamentos de considerável complexidade, como habituação, condicionamento simples, reflexos coordenados e capacidade para modificar o seu comportamento.

O gânglio sub-esofágico permite movimentos de procura e fuga; é responsável também pelas variações do estado interno, preferência e escolha do alimento e hábitat. A resposta de fuga é constituída por uma rápida retração para dentro da concha, sendo mediada por quimiorreceptores ou por contatos entre os indivíduos (DETHIER; STELLAR, 1988). Esses pesquisadores citam que o caracol *Helix sp.*, por exemplo, mostra um comportamento de corte complexo com reflexos coordenados, no qual os dois indivíduos se aproximam, exteriorizando as suas áreas genitais e lançando dardos calcários com força suficiente para penetrar nos órgãos internos do parceiro, culminado com a fecundação.

Dethier e Stellar (1988) afirmam ainda que alguns caramujos aprendem um labirinto em T depois de 60 tentativas, retendo o hábito durante cerca de 30 dias, enquanto outros gastrópodes mostram um “sentido de lar” que sugere um verdadeiro aprendizado nas relações topográficas, pois quando se fixam em um ponto particular de uma rocha e fazem excursões para se alimentarem durante a maré baixa, usualmente voltam ao mesmo ponto.

Esses moluscos podem voltar de uma distância de até 1,5 metro, utilizando o mesmo caminho de ida, realizando, desta forma, uma estimativa bem integrada de sinais sensoriais. Entretanto, há situações em que os gastrópodes podem voltar por uma rota inteiramente diferente, excluindo o uso de sinais no caminho a seguir.

Sabe-se que com o desenvolvimento do comportamento de locomoção dos moluscos, ocorreu uma complexidade nos fatores sensoriais que possibilitam ao animal a percepção das pressões e tensões dentro do seu corpo.

Os animais conseguem inclusive maximizar as suas aptidões no deslocamento, mesmo sendo desprovidos de estruturas que se configuram como membros propriamente ditos.

O olfato é a principal modalidade sensorial para detectar os alimentos, os coespecíficos, o sítio de repouso e os objetos a uma certa distância. Os principais centros olfativos são os tentáculos oculares e os tentáculos bucais.

Comportamento da *Achatina fulica*

A introdução da *Achatina fulica*, Bowdich, 1822 está baseada em causas antropocêntricas com consequências indeterminadas do impacto dessa espécie no ecossistema nativo.

A superpopulação de *Achatina fulica* se deve principalmente a quatro fatores: a estratégia reprodutiva, a grande dispersão, a adaptação

a diferentes condições ambientais e as vantagens competitivas com moluscos nativos.

O hábito generalista associado à estratégia reprodutiva possibilita a ocupação em ambientes antrópicos, como regiões peridomiciliares em áreas urbanas e ambientes alterados pela agricultura.

Há inúmeras questões a serem levantadas no estudo do comportamento do molusco africano, dentre elas as seguintes indagações:

- a) em que extensão elas limitam o uso de recursos de espaço e do alimento em função de seus coespecíficos?
- b) existe um ponto no desenvolvimento ontogenético onde o indivíduo abandona seu lugar de origem?
- c) existem interações entre membros de uma população?

As relações intraespecíficas, como os comportamentos territoriais, atuam como determinante do tamanho da população e da intensidade com que os animais participam da reprodução.

Paula e Oliveira (2000) descreveram 11 comportamentos de *Achatina fulica* nascidos em laboratório, relacionados com repouso, locomoção, alimentares, defecação, *homing*, estivação, interação entre indivíduos, exteriorização do corpo e o comportamento de enterrar-se.

No Núcleo de Estudos do Comportamento Animal (NEC) da PUCPR foi realizado um estudo detalhado entre 2000 e 2005 das categorias comportamentais da *A. fulica*, objetivando conhecer as estratégias utilizadas por esse molusco na sua dispersão, nas interações entre o coespecífico no que diz respeito à comunicação e aos estímulos sinalizadores, além de descrever as atividades de forrageamento e deslocamento (ABADE et al., 2003 a, b; COSTA; ABADE, 2004; FISCHER et al., 2003a, b, c).

Os pesquisadores do NECPUCPR levaram em consideração os danos que os caramujos dessa espécie podem causar, partindo-se de três premissas: primeiramente foi estabelecido que as análises dos aspectos comportamentais dos moluscos e o conhecimento biológico da espécie podem contribuir com informações que resultam no controle populacional.

A segunda premissa entendeu que as atividades comportamentais de deslocamento permitem conhecer as relações gregárias desses moluscos, assim como as trocas de informações em um processo de comunicação e, como consequência, compreender os mecanismos utilizados na dispersão.

E a última premissa evocou que um estudo envolvendo padrões básicos de deslocamento propicia um entendimento das atividades de *homing* em indivíduos de diferentes estágios ontogenéticos.

Comportamentos de locomoção e de dispersão

O processo de locomoção ou de deslocamento, o gregarismo e os padrões de dispersão são mecanismos comportamentais que determinam a distribuição e a abundância de uma espécie, influenciando na obtenção de recursos fundamentais como alimento, parceiro reprodutivo e abrigo. Os animais não utilizam todo o hábitat disponível, restringindo-se às suas atividades a alguns lugares.

O hábito noturno desses animais pode emergir de um ritmo endógeno, modulado por fatores ambientais, ou pode ser uma resposta direta a esses fatores. No entanto, não se sabe ainda se o ritmo circadiano é mantido durante as alterações drásticas de temperatura, luminosidade e umidade.

A temperatura não é o principal aspecto em estimular a locomoção, sendo a água um fator limitante. Cabe ressaltar que o tegumento do caramujo africano é permeável à água. O desencadeamento do comportamento de deslocamento ocorre quando a umidade relativa do ar está acima de 50% (TAKEDA; OZAKI, 1986).

A preferência dos moluscos por substratos úmidos favorece também o comportamento de se enterrar.

Os pulmonados terrestres em geral têm um incremento nas suas atividades em períodos de chuva e um decréscimo em condições de seca, logo, a relação com o ambiente aquático é muito forte.

Os pesquisadores Takeda e Ozaki (1986) concluíram que os comportamentos de alimentação e reprodução dos pulmonados terrestres também estão relacionados com o ciclo circadiano e com a umidade. Todavia, não existem estudos consistentes sobre a ritmicidade comportamental dos moluscos terrestres.

A locomoção dos caramujos africanos se dá por deslizamentos sobre um rastro de um muco secretado por numerosas glândulas estreitamente relacionadas com as fibras musculares do animal.

Os padrões motores executados pelo caramujo africano na locomoção terrestre são: 1- exposição dos tentáculos oculares e bucais, 2- estiramento da cabeça, 3- direcionamento da cabeça para os lados 4- retração do pé, 5- toques dos tentáculos oculares e bucais no substrato, 6- distensão gradual do pé aumentando a superfície de contato com o substrato.

O pé é um órgão com um complexo sistema esquelético hidrostático. Os sistemas musculares principais são sistemas antagônicos de fibras musculares oblíquas anteriores e posteriores. O movimento do pé é feito por ondas de ação muscular, que progridem de trás para frente, proporcionando ao molusco um movimento lento. O muco além de lubrificar diminui o atrito sobre as superfícies ásperas.

O comportamento de locomoção é de origem endógena e controlada pelo sistema nervoso através de alguns neurônios. Quando ocorre a desidratação através da perda de água pelo tegumento, ocorre um incremento na pressão osmótica da hemolinfa, tornando o estímulo nervoso inativo e, por conseguinte paralisando o deslocamento do animal. A pressão osmótica da hemolinfa pode ser o princípio ativo que determine o comportamento de locomoção (TAKEDA; OZAKI, 1986).

Os experimentos no NECPUCPR com os caramujos africanos em água doce apresentaram um deslocamento com padrões motores similares aos executados durante a locomoção na terra, no entanto, apresentaram muitas tentativas de exposição dos tentáculos, sem sucesso, evidenciando dificuldade de execução do comportamento de reconhecimento.

Os moluscos, enquanto submersos num aquário com água doce, apresentam, ao iniciar o comportamento de locomoção, os seguintes padrões motores: 1) pé semirrecolhido, 2) exposição da cabeça para fora da concha, 3) tentativas de expor os tentáculos oculares e os tentáculos bucais, 4) direcionamento da cabeça para os lados, 5) toques no substrato com a parte anterior do corpo, com o pé e depois com o lábio, 6) distensão do pé aumentando a superfície de contato com o substrato e com as paredes do recipiente.

No NECPUCPR, os experimentos demonstraram que os padrões motores no comportamento de locomoção foram semelhantes nos indivíduos pequenos (com concha menor que 4 cm considerando base/ápice), médios (concha entre 4 a 8 cm) e grandes (conchas com comprimento maior que 8 cm), quando se deslocavam nos diferentes substratos analisados, como areia, terra roxa, areia de praia, adubo, pedra brita, grama e areia do rio.

Tomiyama (1992), ao utilizar marcação e recaptura, e teletransmissores, observou que os adultos jovens (perístoma menor que 0,5 mm) deslocavam-se mais do que os adultos velhos (perístoma maior que 0,8 mm).

O rastro do muco deixado pelos animais antecessores parece não influenciar o deslocamento dos moluscos seguintes, pois em cada segunda sequência de bateria nos experimentos com moluscos cativos do NECPUCPR, os indivíduos deslocavam-se em sentidos diferentes. É possível que a trilha formada pelos moluscos esteja mais relacionada com o comportamento reprodutivo, enquanto que as substâncias existentes no ar destinem-se para os demais comportamentos.

O deslocamento é intercalado com o comportamento de reconhecimento que se constitui de uma sequência dos movimentos da cabeça e dos tentáculos bucais e oculares ao redor da concha. Os movimentos iniciam quando o animal direciona os tentáculos oculares inicialmente para cima e depois os posiciona próximos ao substrato,

enquanto os tentáculos bucais tocam no substrato. O pé distendido aumenta a superfície de contato com o substrato.

Chase (1981, 1982), ao trabalhar com estímulos sensoriais olfativos da *Achatina fulica*, constatou que os tentáculos posteriores ou oculares são utilizados para detectar substâncias voláteis, promovendo a navegação do animal, sendo extremamente importantes na atividade de reconhecimento, pois estão relacionados com a percepção de cheiros e do vento. Os tentáculos oculares possibilitam ao molusco a opção do local de deslocamento, por meio do odor exalado pelo ambiente (CHASE; CROLL, 1981).

Os filhotes, ao reconhecerem a área, utilizam os padrões motores de locomoção semelhantes aos do adulto com movimentos da cabeça e dos tentáculos.

Trabalhos desenvolvidos no NECPUCPR durante 2003 e 2004, no Balneário de Shangrilá e na cidade de Morretes, Estado do Paraná, com 18 moluscos de tamanhos diferentes, mostraram que *Achatina fulica* deslocou-se em média 183 ± 158 cm ($n = 17$, $iv = 15-540$). A velocidade média dos caramujos foi de $1,3 \pm 1$ cm/min ($n = 25$; $iv = 0,03-3,1$) (FISCHER et al., 2003b, c).

Esses caramujos africanos deslocaram-se em substratos como arbustos, areia e muros de cimento, sendo que 55,5% dos animais mudaram de substrato durante o deslocamento, descendo dos muros de cimento e de arbustos e assim passando a locomover-se no solo. Dos moluscos que mudaram de substrato, 50% retornaram ao substrato de início de repouso. A menor velocidade de locomoção foi obtida na grama, na areia e na terra, quando comparado com o substrato de cimento da parede. E, por sua vez, as velocidades de deslocamento na parede de cimento foi menor que no piso de lajota (FISCHER et al., 2003b, c).

Os caramujos africanos pequenos (concha menor que 4 cm) foram mais velozes na terra, enquanto os moluscos de tamanho médio (concha de 4,1 a 8 cm) foram mais rápidos na grama. No substrato de lajota,

os indivíduos médios e grandes (concha maior que 8,1cm) apresentaram velocidade mais alta que os pequenos caramujos (FISCHER et al., 2003b).

O entendimento dos padrões de dispersão só é possível a partir do conhecimento da utilização da área pelo animal, ou seja, se apenas um indivíduo ou um grupo que a utiliza, ou se é compartilhada por outros indivíduos ou grupos.

O padrão de dispersão e o tamanho da área de moradia podem ser associados ao tamanho, anatomia e hábitos alimentares do animal e às características do hábitat, como estrutura física, qualidade e disponibilidade do alimento.

O comportamento de dispersão não está relacionado apenas aos caramujos africanos. Edelstam e Palmer (1950 apud TOMIYAMA, 1992), ao estudarem o comportamento de *homing* de *Helix pomatia* em condições de laboratório, detectaram que esses animais retornaram ao sítio de repouso após percorrerem uma distância de 40 m.

A dispersão da *Achatina fulica* ocorre através da existência do sítio de repouso, da utilização de diferentes padrões desencadeados em estágios ontogenéticos, além das distâncias percorridas e dos fatores desencadeados.

A dispersão desses caramujos é proporcionada pela atividade humana e pelas próprias estratégias comportamentais dos animais, os quais, quando na fase jovem, vão em busca de novos territórios e de parceiros sexuais. Em condições naturais, é provável que o *home range* da *Achatina fulica* seja estabelecido em dois meses.

Experimentos com jovens caramujos africanos com idades entre 15 a 57 dias mostraram que esses animais apresentavam atividade de dispersão à noite (CHASE; CROLL; ZEICHNER, 1980).

Com seus experimentos, Tomiyama e Nakane (1993) obtiveram que cada indivíduo pode se deslocar em média 500 metros a cada seis meses. Observaram também, nos seus experimentos com moluscos de vida livre, que os indivíduos imaturos, ou seja, aqueles sem o desenvolvimento gonadal, percorreram grandes distâncias num intervalo de tempo que ultrapassava uma hora.

Tomiyama (1992) afirmou que os animais, uma vez retirados dos seus territórios, retornam aos seus centros de origem.

A faixa etária é um fator determinante na territorialidade dos animais, onde os adultos *velhos* (indivíduos hermafroditas e com perístoma acima de 0,8 cm), são mais territoriais que os adultos *jovens* (indivíduos portadores de aparelho reprodutor masculino desenvolvido e com um perístoma menor que 0,5cm) (TOMIYAMA, 1992, 1994). Cabe-se ressaltar que a categorização dos moluscos em velhos e jovens realizadas por K.Tomiyama não é precisa.

Os experimentos realizados no NECPUCPR mostraram que os animais de tamanho médio (concha de 4,1 cm a 8 cm), não retornaram ao sítio de repouso, informação esta que não pode ser comparada aos dados obtidos por Tomiyama, pois este utilizou como referência não o tamanho do comprimento da concha dos indivíduos, mas sim, o seu estágio de maturidade.

Em vida livre, os filhotes sempre em grande número deslocam-se, embora nas duas primeiras semanas não se distanciem muito do sítio de eclosão. Há uma tendência ao comportamento gregário, que é substituído pela dispersão quando adquirem um tamanho maior.

Os indivíduos adultos, ao deixarem os seus sítios de repouso, são acompanhados pelos jovens, quando se deslocam a uma determinada área, retornando ao mesmo sítio de origem num período de tempo em torno de cinco dias (TOMIYAMA, 1992).

No entanto, existem informações na literatura de que os moluscos africanos podem distanciar-se do seu sítio de origem dezenas e até centenas de metros.

Apesar de K. Tomiyama ser um dos pesquisadores com maior número de trabalhos com comportamento de *Achatina fulica* em vida livre e não ter detectado a atuação do muco nos seus experimentos noturnos, não é possível descartar a influência do muco nas interações do caramujo africano.

O muco poderia servir como uma forma de comunicação química, embora não tenha sido comprovada sua eficiência como sinal comunicativo (CHASE; BOULANGER, 1978).

O epitélio dos gastrópodes é coberto por muco e várias outras secreções. Há uma variação na natureza química do muco e a diferenciação está relacionada com diferentes funções. A glândula do pé (glândula pediosa) é constituída por feromônios à base de mucopolissacarídeos, lipídeos e proteínas destinadas à locomoção, à comunicação química e ao gregarismo (CHASE; BOULANGER, 1978; CHASE; TOLLOCZKO, 1985). E na porção dorsal do corpo, as secreções fazem proteção da dissecação.

A maior parte dos trabalhos com dispersões dos caramujos africanas são realizadas em laboratório, ou em condições de semicativeiro. Os experimentos de campo apresentam dificuldades de execução, visto que esses animais têm hábitos noturnos (CHELAZZI, 1990).

Tomiyama (1992), em um dos poucos trabalhos realizados em campo, marcou os indivíduos e detectou que os adultos jovens dispersam mais que os adultos velhos. Os comportamentos de dispersão desse molusco são observados com mais frequência à noite, justificando a precariedade que o animal apresenta em relação aos recursos visuais.

É possível inferir que o molusco africano utilize como mecanismo de reconhecimento o contato entre os indivíduos, além dos sinais de comunicação química. Apesar de o caramujo apresentar orientação de deslocamento individual com interações físicas pouco frequentes, não é descartada a presença de estímulos táteis nas relações intraespecíficas (ZHUKOV; BAIKOVA, 2001).

Estudos realizados no NECPUCPR permitiram descrever as atividades de *homing* com indivíduos de tamanho médio. Os comportamentos executados pelo molusco são: 1) saída da concha, 2) exposição da cabeça, 3) exposição dos tentáculos posteriores seguidos dos anteriores, 4) distensão do pé, 5) elevação da cabeça com o posicionamento dos tentáculos oculares para frente e os tentáculos bucais para baixo, 6) toques do lábio no substrato, 7) retração seguida de distensão do pé possibilitando o deslocamento, 8) postura imóvel ao chegar no sítio de repouso e 9) recolhimento do corpo à concha.

Os pesquisadores do NECPUCPR observaram que os moluscos africanos pequenos (com conchas menores que 4 cm considerando base/ápice) em vida livre locomoveram-se distâncias mais longas que os indivíduos de tamanhos médios (concha entre 4 a 8 cm) e grandes (conchas com comprimento maior que 8 cm), mostrando que os pequenos animais podem apresentar uma capacidade maior de dispersão.

Esses moluscos são encontrados sozinhos, no solo e ainda suspensos; as pesquisas mostraram que, independentemente do tamanho, os caramujos têm preferência pelo chão, quando comparados às atividades de suspensão (distante do solo) e às atividades solitárias.

Em vida livre, os indivíduos jovens (com apenas o aparelho reprodutor masculino desenvolvido) são encontrados, na maioria das vezes, enterrados, enquanto os caramujos mais velhos (hermafroditas) são vistos repousando sobre o substrato ou suspensos em arbustos.

A adaptação da *A. fulica* em diferentes substratos é alcançada através dos seus padrões motores que atuam como padrões modais no comportamento. Outro aspecto importante reside no fato de *A. fulica* responder aos estímulos dos coespecíficos, desde os mais jovens, sugerindo que essas respostas comportamentais não são aprendidas (CHASE et al., 1978).

Comportamento gregário, de estivação e de recolhimento à concha

No estudo do comportamento, o fenômeno de agregação é uma reunião de animais da mesma espécie, agrupadas num mesmo local, agindo cada indivíduo isoladamente, sem cooperação com os demais. De modo diferente, numa sociedade os indivíduos cooperam, apresentando organização própria.

Achatina fulica vive em agregação, onde os vários indivíduos são mantidos reunidos em torno de um mesmo estímulo ou de recursos como o ambiente úmido e o alimento. Não é possível determinar que

os moluscos africanos vivem em sociedade, pois, apesar de haver uma troca de sinais entre os indivíduos de um mesmo agrupamento, não foi ainda verificado nos experimentos científicos o valor comunicativo dos sinais, a cooperação e a divisão de trabalho entre os membros do agrupamento.

O comportamento gregário é observado em outros gastrópodes, como, por exemplo, na *Aplysia* com função de reprodução; em jovens de *Bursatella*, outro molusco marinho onde o gregarismo funciona como defesa contra predadores (KUPFERMANN; CAREW, 1974; LOWE; TURNER, 1976 apud CHASE; CROLL; ZEICHNER, 1980).

As relações intraespecíficas na *Achatina fulica* são observadas a partir da eclosão dos ovos. Nos experimentos realizados no NECPUCPR, os moluscos recém-eclodidos normalmente enterraram-se, permanecendo nesse comportamento durante vários dias. Ao se desenterrarem, os caramujos pequenos realizam os comportamentos de locomoção, reconhecimento de território, forrageamento, alimentação e gregário. Todos esses comportamentos são similares aos indivíduos de tamanhos médios e grandes.

Os comportamentos específicos do indivíduo recém-eclodido constituem-se na saída do ovo, no reconhecimento territorial com parte do corpo dentro do ovo, nas tentativas de exposição dos tentáculos bucais e oculares, nos toques constantes dos dois pares de tentáculos no corpo ou na concha do coespecífico, na alimentação da casca do seu próprio ovo ou da casca dos ovos dos demais indivíduos.

A ação gregária inicia-se precocemente, quando os recém-eclodidos, ao deixarem a casca do ovo, se deslocam para junto dos demais, sendo mais gregários os filhotes de uma mesma postura. Chase, Croll e Zeichner (1980) sugeriram que o grau de agregação depende da hora do dia, da idade do animal, além das relações genéticas.

As relações intraespecíficas executadas a partir da eclosão dos ovos manifestam-se sob a forma de toques entre tentáculos bucais e oculares, assim como no corpo do coespecífico (FIG. 1 e 2).



FIGURA 1 – Comportamento intraespecífico da *Achatina fulica* com toques no corpo e nos tentáculos do coespecífico



FIGURA 2 – Comportamento intraespecífico da *Achatina fulica* com toques no corpo e nos tentáculos do coespecífico

Os caramujos, quando próximos ao 63º dia de desenvolvimento, diminuem a frequência das suas atividades de deslocamento e forrageamento, limitando-se ao recolhimento às suas conchas, permanecendo assim imóveis.

Dentre as modalidades sensoriais, a visual, a tátil, a olfativa e a sonora podem estar presentes no comportamento gregário dos animais, entretanto, nos moluscos africanos os olhos apresentam uma estrutura rudimentar, impossibilitando de ser potencializada, e não possuem órgãos auditivos. Os tentáculos bucais são destinados à percepção das substâncias de contato, as quais propiciam o comportamento de toque em uma atividade gregária.

Tomiyama (2000) também detectou as relações dos coespecíficos reunidos em arbustos de bordas de floresta, embora com indivíduos em estágios ontogenéticos mais avançado que os recém-eclodidos. O gregarismo foi também observado nos experimentos realizados no NECPUCPR com os moluscos no meio aquático ao término da estivação.

O processo de estivação consiste numa resposta do caramujo africano quando exposto a temperaturas desfavoráveis, respondendo com redução das suas funções vitais ao mínimo necessário para a sobrevivência. O preparo do estado letárgico termina com a formação de uma espessa camada calcária e protetora chamada epifragma, que fecha a abertura da concha. Os caramujos portadores do epifragma são denominados de operculados.

Os comportamentos executados pela *A. fulica* ao término da estivação são: 1) rompimento do opérculo, 2) distensão parcial do pé, 3) exposição da cabeça para fora da concha, 4) tentativas de exposição dos tentáculos bucais e oculares, 5) direcionamento da cabeça para os lados, 6) toques da parte anterior do corpo no substrato e 7) distensão total do pé tocando o fundo do recipiente.

Ao encontrar outro indivíduo no aquário com água doce, o caramujo comporta-se realizando toques com o lábio e com o corpo no seu coespecífico.

Durante o comportamento de corte entre dois caramujos, Tomiyama (1996) observou algumas vezes a ocorrência de uma ação gregária, quando outros caramujos se aproximavam do par reprodutivo. Tomiyama sugeriu que deva ser liberado do poro genital dos indivíduos, durante o comportamento de corte, um feromônio que desencadeia a atração de outros coespecíficos.

O comportamento de recolher-se à concha, executado pelo molusco africano solitário ou agregado, ocorre em diferentes situações: durante uma atividade de manutenção (descanso), como uma ação de defesa à aproximação de um coespecífico e de um heteroespecífico, sendo ele predador ou não, e ainda é observada na *Achatina fulica* como uma resposta aos fatores abióticos tais como choques, evaporação, frio e calor excessivo.

A retração do corpo para o seu interior é realizada pela ação de vários músculos, sendo o mais importante o músculo columelar.

No intuito de verificar se os animais apresentavam preferências de substratos ao executarem o comportamento de recolhimento à concha, os pesquisadores do NECPUCPR obtiveram com sete indivíduos estudados nos substratos de areia, terra roxa, areia de praia, adubo, pedra brita, grama e areia do rio, que cinco caramujos recolheram-se no substrato de terra roxa, sendo dois pequenos, um médio e dois grandes. E apenas dois moluscos executaram o recolhimento na pedra brita, sendo um médio e um grande. Apenas no substrato de adubo houve o comportamento de enterrar-se em todos os indivíduos (ABADE et al., 2003a, b).

Cabe-se ressaltar que os comportamentos de defesa e os de repouso podem ser efetuados apenas com movimentos dos tentáculos oculares, sem necessariamente executar o recolhimento à concha. Esses tentáculos, considerados por Lemaire e Chaise (1998) como principal órgão olfativo, consistem de um epitélio com cerca de 1 mm² com associações de estruturas neurais e secretoras. Cada tentáculo posterior tem cerca de 100 mil células receptoras, sendo que estas atuam de maneira marcante, provocando a retração dos tentáculos.

Chase e Rieling (1986) mostraram que o molusco, quando acometido de uma infecção, pode retrair os seus tentáculos oculares.

Quando os caramujos saem da concha após o comportamento de recolhimento realizam: 1) exposição de cabeça, 2) exposição dos tentáculos oculares, 3) exposição dos tentáculos bucais, 4) distensão do pé, 5) elevação da cabeça, 6) abaixamento da cabeça, 7) tentáculos oculares voltados para frente, 8) tentáculos bucais voltados para baixo tocando o substrato e 9) deslocamento do animal com o movimento do pé.

Comportamento reprodutivo

O hermafroditismo e a capacidade de protandria da *A. fulica* associado à complexidade nos comportamentos de corte, na troca gamética, na postura de ovos e nas estratégias de sobrevivência dos recém-eclodidos, contribuem para a multiplicação e a proliferação desses indivíduos de modo indiscriminado.

A eficácia na estratégia reprodutiva desse molusco reside também na cópula recíproca, pois ambos os caramujos são fecundados.

A ovipostura em alta escala promove um aumento substancial no número de indivíduos da população, além de propiciar um maior número de animais jovens buscando diferentes locais de alimentação. A postura dos ovos da *Achatina fulica* ocorre em média do décimo ao trigésimo dia após a cópula. O animal ovipositor leva de 7 a 30 horas para liberar todos os ovos. O comportamento inicia quando o caramujo posiciona a concha próxima ao local a ser escavado, ficando o animal semirrecolhido para dentro da concha (FIG. 3).



FIGURA 3 – Comportamento de ovoposição da *Achatina fulica* realizado no laboratório do NECPUCPR

O molusco africano, ao cavar a terra durante a postura dos ovos, o faz com a parte anterior do corpo, retraindo os tentáculos. Em seguida, direciona o corpo no sentido da terra, que é movida com movimentos musculares ondulantes e com a parte superior da boca. O caramujo não necessita retirar a cabeça para fora do corpo para empurrar a terra.

Franco e Brandolini (2007) observaram em condições naturais que *Achatina fulica*, quando em solo compactado, não executou o comportamento de escavação, ovipositando na superfície do terreno.

Berry e Chan (1968) mostraram que há uma relação entre os tentáculos oculares com a produção de ovos. Indivíduos com tentáculos oculares extirpados produziram mais ovos que os caramujos portadores desses tentáculos.

Logo após a postura dos ovos, o indivíduo ovipositor desencadeia um cuidado parental ao cobrir os ovos com a terra e ao permanecer imóvel próximo ao local. Há registros na bibliografia de que o caramujo pode permanecer no local da ovipostura até 52 horas, ficando alguns indivíduos com a abertura genital evidente.

Os ovos ficam enterrados em processo de desenvolvimento em média 30 dias, quando então ocorre o processo de eclosão e surgimento dos filhotes.

Bonato, Fischer e Costa (2004) verificaram em laboratório que quando os ovos são enterrados de modo proposital os filhotes recém-eclodidos não conseguem desenterrar-se.

Outros pesquisadores como Raut e Barker (2002) sugeriram que os recém-eclodidos permanecem enterrados nas semanas iniciais do seu desenvolvimento no intuito de se protegerem, pois além de nascerem com a concha frágil e corpo semitransparente, os pequenos caramujos podem ser dizimados pelos venenos utilizados pelo homem, por estiagens prolongadas, assim como pela exposição dos raios solares ao amanhecer, se surpreendidos longe dos seus sítios de nascimento.

O comportamento de oviposição da *Achatina fulica*, assim como ocorre em outros animais, pode desencadear fadiga, levando alguns moluscos africanos à atividade de estivação e outros à morte.

Tomiya (1994) descreveu o ritual de corte com 223 indivíduos de *Achatina fulica* em campo, onde o comportamento iniciou pela aproximação por trás do animal que solicita a corte, executando em seguida a atividade de montar no seu coespecífico. Esse, ao aceitar a corte, movimentava a cabeça para trás, vibrando a cabeça e a concha.

O animal que solicitou a corte responde tocando com a rádula nas partes moles do corpo do outro indivíduo. Inicia-se no par reprodutivo a atividade de se excitar, através do processo de esfregar os seus respectivos falos. Permanecem nessa atividade até o momento em que os dois caramujos copulam, fazendo a penetração simultânea do falo na bursa copulatrix do seu parceiro reprodutivo.

O comportamento de corte seguido de cópula termina quando o animal que está posicionado em cima do outro retrai os tentáculos, caindo ao lado do seu parceiro.

No NECPUCPR foram observadas algumas posturas que compõem o ritual de corte (FIG. 4 e 5).



FIGURA 4 – Par reprodutivo da *Achatina fulica* no início do comportamento de excitação com toques da rádula de um dos indivíduos nas partes moles do corpo do coespecífico



FIGURA 5 – Comportamento de excitação do par reprodutivo através do processo de esfregar os respectivos falos

Os comportamentos de corte e de cópula ocorrem à noite, tendo a corte uma duração média de cinco minutos. Há registros na literatura de rituais de corte com duração superior a 24 horas. A cópula propriamente dita se estende num intervalo de 6 a 8 horas.

Tomiyama (1994) detectou que o animal que está posicionado embaixo durante a corte rejeita o seu coespecífico depois dos comportamentos de monta e das batidas que recebe no corpo.

Respostas diferentes são as executadas pelo animal, que inicia a corte e que sempre se mantém posicionado em cima do corpo do outro, ao desistir do ritual da corte, depois dos movimentos da cabeça de parceiro ou durante a atividade de excitação com o esfregar do falo.

Pawson e Chase (1984), ao estudarem a maturação sexual na *A. fulica*, denominaram de indivíduo maduro sexualmente aqueles que estão no estágio de quatro meses de desenvolvimento, o equivalente ao tamanho médio observado em condições laboratoriais no NECPUCPR.

Uma das maneiras dos caramujos africanos obterem sucesso reprodutivo é através de cópulas com animais virgens (CHASE; BLANCHARD, 2006).

Observações em campo detectaram que os adultos tendem a copular mais com jovens do que com os próprios adultos. Os adultos apresentam um comportamento de corte passivo permanecendo em pequenas áreas; enquanto os jovens são mais ativos, deslocando-se em busca dos coespecíficos adultos (TOMIYAMA, 2002).

Essa diferenciação de comportamentos entre moluscos jovens e adultos está relacionada, segundo Tomiyama, com o sistema reprodutivo protândrico, onde os indivíduos jovens não são capazes de produzir óvulos e sim espermatozoides, necessitando dos adultos que produzem óvulos e espermatozoides.

Apesar de poucos autores considerarem que *A. fulica* realize autofecundação, considera-se atualmente que a escolha do parceiro reprodutivo esteja relacionada com o estágio reprodutivo e o tamanho corporal.

Eloane Abade (ex-estagiária do NECPUCPR) registrou, em 2003, que a troca de material genético em campo no litoral do Paraná estendeu-se em torno de seis horas. Os moluscos, durante a transferência espermática, mantiveram-se unidos, ocorrendo uma dilatação do poro sexual ou gonoporo (localizado na base do tentáculo direito) do indivíduo denominado ativo, seguindo-se a exteriorização do falo, uma protuberância branca e endurecida, que é introduzida na bursa copulatrix do indivíduo passivo.

Concomitantemente ao processo de introdução do material genético, o animal ativo desencadeava toques no corpo, nos tentáculos, no lábio e na parte anterior do pé no animal passivo.

O comportamento na troca do material genético entre os indivíduos denominados ativos e passivos foram semelhantes aos resultados obtidos pela equipe de Kiyonori Tomiyama, embora as ovoposições sucessivas em intervalos de cópulas constantes analisadas por K. Tomiyama não foram evidenciadas em situações naturalísticas e experimentais no Paraná.

Comportamento de forrageamento

Os ecossistemas são organizados pelos padrões de aquisição de recursos ecológicos, sendo a estratégia alimentar a expressão comportamental desse ajustamento animal (ALHO, 1992).

O forrageamento é um conjunto de ações através das quais um organismo maximiza a assimilação de alimentos por unidade de tempo ou minimizam o tempo necessário para obter o alimento necessário (DECLARO, 2004).

O comportamento de forrageamento através do desencadeamento dos padrões motores possibilita entender com mais detalhes a relação da dieta desse molusco, envolvendo um estudo da divisão de alimento entre dois ou mais caramujos, da quantificação

do tempo despendido no forrageamento pelos indivíduos de diferentes estágios e da determinação do padrão comportamental executado durante a degradação do alimento.

Ao forragear, o caramujo africano gigante executa: 1) movimentos dos tentáculos oculares e bucais para baixo, para frente e para cima, 2) distensão do pé possibilitando o deslocamento, 3) toques no alimento com parte anterior do corpo, com a cabeça e com os tentáculos bucais, 4) movimentos da rádula durante a degradação do alimento, seguida pela ingestão propriamente dita (FIG. 6 e 7).



FIGURA 6 – Padrão motor da *Achatina fulica* com exposição dos tentáculos oculares durante a busca do alimento



FIGURA 7 – Padrão motor da *Achatina fulica* durante a retaliação do alimento

Além da dispersão e da reprodução, outro importante fator que se faz presente na sobrevivência da *A. fulica* é a sua dieta generalista. O alimento é uma das necessidades básicas para os animais. O consumidor, ao aproveitar desse recurso, está em vantagem seletiva, proporcionando aos indivíduos a aptidão de crescerem mais rapidamente e apresentarem sucesso reprodutivo.

O comportamento de forrageamento nos animais de um modo geral é realizado numa frequência muito alta, e não seria diferente na *Achatina fulica*, que em vida livre ocupa 50% das suas atividades com o forrageamento. O caramujo apresenta uma área de vida relativamente grande e, sendo um consumidor em potencial de vegetais, possivelmente percorra distâncias consideráveis durante o forrageamento.

O molusco africano não interagiu de modo agonístico diante do mesmo alimento nos experimentos do NECPUCPR (FIG. 8), no entanto, a literatura mostra que deve haver competição entre os indivíduos de uma mesma população.



FIGURA 8 – Três indivíduos de *Achatina fulica* durante alimentação no NECPUCPR, sem evidência de interações agonísticas

No NECPUCPR, em condições experimentais observou-se que os primeiros indivíduos a chegarem ao alimento foram os pequenos moluscos em um intervalo que variou de 40 a 102 min. Comparando o tempo de chegada ao alimento, não há diferença significativa entre os moluscos médios e grandes. O segundo e o terceiro animal, independente do tamanho, que alcançam a fonte alimentar, iniciam a ingestão do alimento sem o comportamento agonístico. A competição nesses caramujos não está relacionada com confrontos corporais, mas com a habilidade que cada indivíduo tem durante a obtenção e a degradação do alimento.

Diante da mesma disponibilidade ao alimento, seja alface, tomate, couve, espinafre e casca de batata, de moluscos pequenos, médios e grandes, os caramujos africanos apresentaram padrões motores similares quando testados no NECPUCPR.

O sucesso adaptativo da *A. fulica* está potencializado pela força do gregarismo (estímulos desencadeadores) e pela ingestão rápida do

alimento (habilidade individual). A vida em grupo permite a cada indivíduo do grupo um aprimoramento na velocidade e no tempo de degradação do recurso alimentar.

É possível que se o molusco africano fosse um animal solitário, não teria desenvolvido as suas habilidades de degradação do alimento, relacionando-as com a velocidade e o tempo de execução. Como consequência, teria o seu sucesso adaptativo ao hábitat e às várias fontes de alimento comprometido.

A vida gregária da *Achatina fulica* desencadeia e potencializa a habilidade do animal diante do alimento, possibilitando a cada indivíduo do grupo um aprimoramento na velocidade em que degrada o recurso alimentar.

Colley e Fischer relataram (informação verbal), em 2005, que nos seus experimentos com forrageamento, detectaram sons emitidos pela *Achatina fulica* procedente do atrito da rádula em movimento ao degradar o alimento. Segundo os pesquisadores, esse som deve estar relacionado com a rápida velocidade com que o caramujo tenta ingerir o alimento, quando na presença de um coespecífico.

Outro aspecto importante que deve ser levado em consideração no forrageamento é a orientação olfativa que, segundo Croll e Chase (1977, 1980), deriva da associação entre o odor do alimento e o seu valor nutritivo, podendo ser caracterizado um comportamento aprendido.

Os caramujos africanos são sensíveis aos movimentos do ar, às vibrações do solo, ao calor, ao frio, à umidade do ar, à intensidade da luz e ao odor de partículas. Para tal, são providos de um sistema nervoso com gânglios nervosos de onde parte nervos que se dirigem a todos os órgãos.

Do ponto de vista sensorial, Yoshida e Kobayashi (1992) mostraram que o gânglio cerebral está relacionado com a atividade motora no comportamento de alimentação através da estimulação da boca e dos tentáculos.

A. fulica tem memória olfativa de quatro meses de duração, tendo a capacidade de eliminar da dieta alimentos não nutritivos ou

que produzam efeitos aversivos, além de deslocarem-se para odores de alimento que ingeriu por mais de 81 dias (CROLL; CHASE, 1977).

Croll e Chase relataram ainda que os filhotes têm memória de longa duração, podendo fixar o odor das primeiras partículas que utilizou como alimento, encontradas quase sempre próximas ao sítio de eclosão. O contato durante 12 horas com o alimento é suficiente para esses caramujos memorizarem-no como preferencial por 12 a 16 horas. Esse mecanismo é utilizado nos animais em campo que entram em repouso no início da manhã e só retornam a forragear depois de 12 horas.

A ocupação do caramujo africano gigante em regiões onde há lixo orgânico potencializa essa memória olfativa e, por conseguinte, é um foco importante a ser considerado no processo de manejo.

Considerações finais

Um dos procedimentos corretivos que deve ser levado em consideração, através do manejo ou monitoramento ambiental, está em conscientizar as populações humanas das áreas urbanas e rurais atingidas pela *Achatina fulica* em relação à prática desordenada na utilização e manutenção dos resíduos sólidos domésticos e peridomiciliares.

A limpeza de todo e qualquer terreno baldio é fundamental para iniciar um controle populacional desses moluscos. O caramujo africano gigante, sendo um animal de dieta generalista, irá usufruir plenamente da diversidade de alimentos que constituem um lixo.

Acrescenta-se a este fato que a memória olfativa é marcante nesses caramujos, possibilitando, inclusive, aos animais recém-nascidos fixarem os odores de um alimento que lhes tenha sido proveitoso.

Qualquer organismo bem nutrido potencializa o seu metabolismo, favorecendo os seus sistemas funcionais, que possibilita o comportamento de locomoção, viabilizando, dessa forma, a dispersão dos caramujos, em especial as atividades de *homing*.

O manejo dos animais recém-nascidos e jovens pode ser priorizado, pois esses indivíduos são dotados de capacidade de dispersão acentuada ao se deslocarem em busca de novos territórios e de parceiros sexuais.

As estratégias comportamentais da *A. fulica*, como o gregarismo, o baixo índice das ações agonísticas intraespecíficas e o processo de estivação são aspectos que devem ser levados em consideração num procedimento de manejo.

O ambiente aquático não deve ser entendido na prática de manejo como uma opção de eliminação dos caramujos africanos, pois estes animais apresentam uma resposta de adaptação significativa nesse ecossistema, desencadeando padrões motores do comportamento de locomoção, com possibilidades na viabilização do processo de dispersão.

A pressão que qualquer modificação no ambiente exerce no comportamento das espécies tem que ser vista num prisma de sinergismo (ALHO, 1992). Embora essa visão proporcione dificuldades de entendimento de estudo e de interpretação, não se deve medir esforços para minimizar os impactos que *Achatina fulica*, uma espécie introduzida, vem provocando em toda a comunidade ecológica.

Referências

ABADE, E. et al. Abordagens preliminares do etograma de forrageamento da *Achatina fulica* BOWDICH, 1882. (MOLLUSCA - ACHATINIDAE) em Laboratório. In: BIOCEC CICLO DE ESTUDOS DE BIOLOGIA PUCPR, 2003, 4., Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2003a. p. 7.

_____. *Achatina fulica* BOWDICH, 1882 (MOLLUSCA; ACHATINIDAE): preferência por substrato de repouso. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ETOLOGIA, 21., 2003b, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2003b. p. 9.

ALHO, C. J. R. A importância dos estudos do comportamento na preservação de espécies ameaçadas. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 10., 1992, Jaboticabal. **Anais...** São Paulo: UNESP, 1992. p. 155-157.

BERRY, A. J.; CHAN, L. C. Reproductive condition and tentacle extirpation in Malayan *Achatina fulica* (Pulmonata). **Australian Journal of Zoology**, Collingwood, v. 16, n. 5, p. 849- 855, 1968.

BONATO, D.; FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M. *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Achatinidae): análise da profundidade e frequência de enterramento e desenterramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 2004. p. 289.

CAPRA, F. **Sabedoria incomum**: conversa com pessoas notáveis. São Paulo: Cultrix, 1990.

CHASE, R. Electrical responses of snail tentacle ganglion to stimulation of the epithelium with wind and odors. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 70A, p. 149-155, 1981.

_____. The olfactory sensitivity of snails, *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 148, p. 225-235, 1982.

CHASE, R.; BLANCHARD, K. C. The snail's love-dart delivers mucus to increase paternity. **Proceedings of the Royal Society**, London, v. 273, n. 1593, p. 1471- 1475, June 2006.

CHASE, R.; BOULANGER, C. M. Attraction of the snail *Achatina fulica* to extracts of conspecific pedal glands. **Behavioral Biology**, New York, v. 23, p. 107-111, 1978.

CHASE, R.; CROLL, R. P.; ZEICHNER, L. L. Aggregation in snails, *Achatina fulica*. **Behavioral and Neural Biology**, New York, v. 30, p. 218-230, 1980.

_____. Tentacular function in snail olfactory orientation. **Journal of Comparative Physiology**, New York, v. 143, n. 3, p. 357-362, 1981.

CHASE, R.; RIELING, J. Autoradiografic evidence for receptor cell renewal in the olfactory epithelium of a snail. **Brain Research**, Amsterdam, v. 384, n. 2, p. 232- 239, Oct. 1986.

CHASE, R.; TOLLOCZKO, B. Secretory glands of the snail tentacle and their relation to the olfactory organ (Mollusca, Gastropoda). **Zoomorphology**, Berlin, v. 105, n. 1, p. 60- 67, 1985.

CHASE, R. et al. Responses to conspecific chemical stimuli in the terrestrial snail *Achatina fulica* (Pulmonata: Sigmurethra). **Behavioral Biology**, New York, v. 22, p. 302- 315, 1978.

CHELAZZI, G. Eco-ethological aspects of homing behaviour in molluscs. **Ethology Ecology and Evolution**, Firenze, v. 2, n. 1, p. 11-26, 1990.

COSTA, L. C. M.; ABADE, E. Descrição dos padrões motores nos comportamentos de forrageamento, deslocamento e das relações intra-específicas da *Achatina fulica* Bowdich, 1882 (Achatinidae). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., MOSTRA DE PESQUISA DA PUCPR, 6., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Champagnat, 2004. p. 59.

CROLL, R. P.; CHASE, R. A long-term memory for food odors in the land snail, *Achatina fulica*. 1977. **Behavioral Biology**, New York, v. 19, p. 261-268, 1977.

_____. Plasticity of olfactory orientation to foods in the snail *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 136, p. 267-277, 1980.

DEL-CLARO, K. **Comportamento animal**: uma introdução à ecologia comportamental. Jundiaí, SP: Livraria e Editora Conceito, 2004.

DETHIER, V. G.; STELLAR, E. **Comportamento animal**. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

FISCHER, M. L. et al. *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Achatinidae): análise do comportamento gregário durante o período de repouso. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 18., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2003a. p. 240.

_____. Acompanhamento do deslocamento noturno do molusco africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Achatinidae) no litoral paranaense. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 18., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2003b. p. 242.

_____. Comportamento de locomoção de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca; Achatinidae) em diferentes substratos. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 18., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2003c. p. 239.

FRANCO, D. O.; BRANDOLINI, S. V. P. B. C. Comportamento reprodutivo de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Achatinidae) sob condições experimentais. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 9, n. 1, p. 57-61, 2007.

HANLON, R. T.; MAXWELL, M. R.; SHASHAR, E. R. Behavioral dynamics that would lead to multiple paternity within egg capsules of the squid *Loligo pelaei*. **Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 193, n. 2, p. 212-214, 1997.

HANLON, R. T.; SMALE, M. J.; SAUER, W. H. H. An ethogram of body patterning behavior in the squid *Loligo vulgaris reynaudii* on spawning grounds in South Africa. **Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 187, n. 3, p. 363-372, 1994.

JANTZEN, T. M.; HAVENHAND, J. N. Reproduction behavior um the squid *Sepiteuthis australis* from South Australia: ethogram of reprocutive body patterns. **Biological Bulletin**, Woods Hole, n. 204, p. 290-304, 2003.

JUNQUEIRA, F. O. et al. Horário de atividade e etograma básico de *Sarasinula linguaeformis* Semper, 1885 (Mollusca, Veronicellidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 6, n. 2, p.237-247, 2004.

KUPFERMANN, I.; CAREW, T. J. Behavioral patterns of *Aplysia californica* in its natural environment. **Behavioral Biology**, New York, v. 12, p. 317-337, 1974.

LEMAIRE, M.; CHASE, R. Twitching and quivering of the tentacles during snail olfactory orientation. **Journal Comparative Physiology**, New York, v. 182, n. 1, p. 81-87, 1998.

PAULA, S. D. O.; OLIVEIRA, M. P. Comportamento da *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Pulmonata) em cativeiro. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 17., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2000. p. 109.

PAWSON, P. A.; CHASE, R. The life-cycle and reproductive activity of *Achatina fulica* (Bowdich) in laboratory culture. **Journal of Molluscan Studies**, Oxford, v. 50, n. 2, p. 85-91, 1984.

RAUT, S. K.; BARKER, G. M. *Achatina fulica* Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture. In: BARKER, G. (Org.). **Mollusks as croup pest**. New Zealand: CAB Publishing, 2002. p. 55-114.

SCHMIDEK, W. R. Etologia: as abordagens aparentemente simples. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 6., 1998. **Anais...** Florianópolis: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina, 1988. p. 107-114.

TAKEDA, N.; OZAKI, T. Induction of locomotor behavior in the giant African Sanil, *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v. 83, p. 77-82, 1986.

TOMIYAMA, K. Homing behaviour of the giant African snail, *Achatina fulica* (Ferussac) (Gastropoda; Pulmonata). **Journal of Ethology**, Kyoto, v. 10, n. 2, p. 139-146, 1992.

_____. Courtship behaviour of the giant African snail, *Achatina fulica* (Férussac) (Stylommatophora; Achatinidae) in the field. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 60, p. 47-54, 1994.

_____. Mate-Choice criteria in a protandrous simultaneously hermaphroditic land snail *Achatina fulica* (Ferussac) (Stylommatophora: Achatinidae). **Journal of Molluscan Studies**, Oxford, v. 62, n. 1, p. 101-111, 1996.

_____. Daily dispersals from resting of the giant African snail *Achatina fulica* (Férussac) (Pulmonata; Achatinidae) on a North Pacific Island. **Tropics**, Kagoshima, v. 10, n. 2, p. 243-249, 2000.

_____. Age dependency of sexual role and reproductive ecology in a simultaneously hermaphroditic land snail, *Achatina fulica* (Stylommatophora: Achatinidae). **Venus**, Tokyo, v. 60, n. 4, p. 273-283, 2002.

TOMIYAMA, K.; NAKANE, M. Dispersal patterns of the giant African snail, *Achatina fulica* (Férussac) (stylommatophora: achatinidae), equipped with a radio-transmitter. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 59, n. 3, p. 315-322, 1993.

YOSHIDA, M.; KOBAYASHI, M. Identief neurons involved in the control of rhythmic buccal motor activity in the snail *Achatina fulica*. **Journal of Experimental Biology – A**, Cambridge, v. 164, n. 1, p. 117-133, 1992.

ZHUKOV, V. V.; BAIKOVA, I. B. Influence of visual stimuli upon the choice of motive directions in *Achatina fulica*. **Sensory System**, v. 15, p. 133-138, 2001.

Invasões biológicas: problemas econômicos e ambientais com ênfase em *Achatina fulica*

Rafael Dudeque Zenni e

Sílvia Renate Ziller

Invasões biológicas

Invasão biológica é o processo pelo qual uma espécie é introduzida fora da sua área de ocorrência natural e passa a exercer dominância sobre os ecossistemas nativos causando impactos negativos, sejam eles ecológicos, econômicos, sociais ou de saúde. Esses organismos são chamados, então, de espécies exóticas invasoras.

As espécies exóticas invasoras são uma ameaça mundial cuja dimensão cresce a cada dia com o aumento do comércio global de bens e serviços e com o trânsito de pessoas, que atualmente atingem velocidades e proporções que facilitam a translocação de organismos vivos.

Um processo de invasão pode ocorrer imediatamente após a introdução de um organismo ou pode ficar latente por muitos anos até que o organismo encontre condições ideais para se proliferar, mas inevitavelmente ele terá de superar algumas barreiras.

A primeira barreira é geográfica, onde oceanos, cordilheiras, entre outras, são transpostas artificialmente e a espécie é introduzida num local aonde naturalmente ela não chegaria, ou chegaria apenas com a ocorrência de alguma mudança significativa em fatores ambientais. No Havaí, por exemplo, a estimativa é de que antes da colonização humana a chegada de

espécies ocorria numa taxa de uma espécie a cada 70.000 anos até uma a cada 5.000 anos, dependendo das características do clima e da formação geológica das ilhas. Desde que os primeiros humanos chegaram às ilhas do Havaí, o que ocorreu há menos de 2.000 anos, essa taxa de introdução passou para uma nova espécie a cada oito meses, o que representa um aumento de 2.500 a 35.000 vezes na taxa de introduções. Ainda considerando que a influência majoritária de introduções humanas ocorreu nos últimos 200 anos, a taxa de introduções é ainda maior (VAN DRIESCHE; VAN DRIESCHE, 2000).

A segunda barreira é ambiental, referente às características ecológicas do local onde o organismo é introduzido, ou seja, clima, solo e estrutura biótica do ambiente. Talvez essas sejam as principais limitações para a atual distribuição de espécies pelo planeta, pois a maior parte das espécies que são translocadas de seus ambientes naturais não conseguem sobreviver. Ao superar essas barreiras, a espécie é considerada estabelecida no novo ambiente e pode assim permanecer por muitos anos, até séculos, sem se tornar um problema ambiental.

A terceira barreira é a dispersão das espécies além do local onde foram introduzidas. Para isso deve haver no novo ambiente os vetores necessários que permitam às espécies estabelecidas dispersarem seus descendentes. Ao chegar nesse estágio, o processo de invasão já está iniciado e a erradicação da espécie se torna cada vez mais trabalhosa e custosa.

Para que organismos introduzidos exerçam dominância sobre outras espécies de um determinado ambiente é necessário que este esteja suscetível à invasão em função da ocorrência de algum fator ou por uma combinação de fatores. Os principais são:

- Nichos vagos – as comunidades cuja diversidade biótica é naturalmente pequena não apresentam resistência às invasões, havendo nichos que podem ser ocupados pelas espécies invasoras.
- Inexistência de limitações bióticas – as espécies exóticas introduzidas têm a potencial vantagem de não possuírem competidores, predadores e parasitas.

- Riqueza de espécies da comunidade – a resistência de uma comunidade à invasão biológica aumenta com a riqueza de espécies presentes, pressupondo que quanto menor esta riqueza, menor é a estabilidade.
- Perturbações no meio antes ou no momento da introdução – as perturbações no meio potencializam a dispersão e o estabelecimento de espécies invasoras, especialmente após a redução da diversidade original ou por extinção ou superexploração.

A introdução de organismos ocorre acidental ou intencionalmente, sendo que para o Brasil, 75,5% das introduções de espécies em ambientes terrestres e de água doce são intencionais, 18,5% são acidentais e 6% das introduções desconhecidas. A principal causa de introdução voluntária é o uso ornamental (incluem-se nessa categoria, além de plantas, animais de estimação), com 21,8% dos registros, seguido de atividades de aquicultura, com 17,3% dos registros, e de criação, com 13,2%. Este panorama comprova a importância da realização de análises de risco antes de se introduzirem organismos potencialmente invasores, uma vez que essas análises ajudariam a evitar consequências desastrosas para a biodiversidade e a economia (dados resultantes do Informe Nacional sobre espécies exóticas invasoras realizado em 2005).

Em ambientes marinhos, observa-se uma inversão dessas tendências, com a maioria das espécies exóticas invasoras sendo introduzidas acidentalmente.

Em realidade, observa-se que apenas uma pequena fração do material biótico exótico que chega a um novo território se estabelece e uma fração ainda menor se torna um problema (WILLIAMSON, 1996). Mas, dado o grande número de espécies exóticas importadas, o real número de espécies que se tornam estabelecidas e causam prejuízos pode ser grande, especialmente em função da pré-filtragem de espécies realizada com base científica para melhorar a garantia de sua adaptação. Por exemplo, das 1.500 espécies de insetos exóticos que se tornaram parte

da fauna entomológica dos Estados Unidos da América 20 anos atrás, 235 (16%) se tornaram pragas (PIMENTEL, 1993).

Para lidar com os problemas causados por espécies exóticas invasoras, o Brasil dispõe de alguns marcos legais importantes. Internacionalmente, o Brasil é signatário da Convenção sobre Diversidade Biológica (BRASIL, 1998a), que no artigo 8º (h) prevê que as partes devem impedir que se introduzam e devem controlar ou erradicar espécies exóticas que ameacem ecossistemas, hábitat ou espécies.

Em âmbito nacional, a Política Nacional de Biodiversidade (BRASIL, 2002) tem entre seus objetivos promover a prevenção, a erradicação e o controle de espécies exóticas invasoras que possam afetar a biodiversidade, promover e aperfeiçoar ações de prevenção, controle e erradicação de espécies exóticas invasoras e de espécies-problema, entre outros objetivos relacionados às invasões biológicas, tais como fomento à pesquisa.

A lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998b) prevê como crime ambiental disseminar doença ou praga ou espécies que possam causar dano à agricultura, à pecuária, à fauna, à flora ou aos ecossistemas, com pena de reclusão, de um a quatro anos, e multa.

E, mais recentemente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) lançou uma resolução (MINISTÉRIO..., 2006) permitindo o controle e o manejo de espécies exóticas invasoras nas áreas de preservação permanente instituídas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965).

Outra medida importante que não pode deixar de ser mencionada é o Decreto Estadual do Governo do Paraná (Portaria IAP nº 192/05) que normatiza o controle e a erradicação de plantas exóticas do interior das unidades de conservação de proteção integral do estado.

Impactos de espécies exóticas invasoras

Espécies exóticas invasoras são consideradas a segunda causa de extinção de biodiversidade no planeta e a primeira em unidades de

conservação e ilhas oceânicas, estando atrás apenas da conversão direta de ambientes para uso antrópico (CONVENTION..., 2002).

Cada espécie tem potencial de causar determinados impactos no ambiente invadido, que também dependem das características do ambiente. De maneira geral, esses problemas podem ser de ordem ecológica, econômica, social, cultural ou de saúde. Quer sejam grandes ou pequenos, negativos ou positivos, os impactos dependem de uma perspectiva pessoal (DAEHLER, 2000), isso significa que nem sempre os problemas causados por espécies exóticas invasoras são mensuráveis economicamente ou perceptíveis em curto prazo, uma vez que a tendência atual é buscarem-se impactos que afetem os recursos com reconhecido valor para o ser humano. O que se observa em realidade, é que nem sempre os impactos das espécies exóticas invasoras residem nesses recursos úteis à sociedade humana, fazendo-os parecer mínimos ou inexistentes, enquanto que, na verdade, eles existem de forma significativa, porém ainda não se sabe como avaliá-los.

Uma série de exemplos pode ilustrar a extensão dos impactos de espécies exóticas invasoras, embora só sejam detectados em organismos ou recursos com que a sociedade humana se preocupa. Entre esses impactos podemos citar: aumento da ocorrência de incêndios e alteração dos ciclos naturais de queimadas, exaustão de recursos hídricos, disseminação de zoonoses, dizimação de plantações, destruição de florestas, alteração da cadeia trófica, comprometimento dos recursos pesqueiros, impedimento da navegação, obstrução de tubulações d'água, destruição de pastagens, extinção de espécies, poluição, eliminação de recursos genéticos e alteração do processo evolutivo, entre outros (MOONEY, 2005).

Inegavelmente, uma das maiores preocupações com espécies exóticas invasoras é a crescente dominação global de um número relativamente pequeno de espécies, ameaçando criar um mundo relativamente homogêneo ao invés de um mundo caracterizado por uma enorme diversidade biológica e distinção local (MCNEELY et al., 2001).

Ainda não existe um critério para determinar o mínimo de dano, disseminação ou tamanho populacional necessário para caracterizar uma espécie exótica invasora, porém é claro que poucos indivíduos de uma espécie possuem capacidade suficiente para gerar, através de reprodução e invasão, impactos ecológicos negativos massivos (MACK, 2000). Neste sentido, também é importante ressaltar que o potencial de causar impacto não está relacionado ao número de espécies exóticas invasoras em um local, mas sim ao potencial risco de dano que uma ou poucas espécies são capazes de causar.

Do ponto de vista econômico, o custo mundial com as invasões biológicas é estimado em 336 bilhões de dólares por ano, considerando apenas os custos agropecuários e com doenças humanas, sem contar os custos ambientais. Para o Brasil, esse custo é estimado em 50 bilhões de dólares por ano, considerando os gastos com culturas agrícolas, saúde humana e HIV (PIMENTEL et al., 2001).

A Nova Zelândia estima gastar entre 267 e 602 milhões de dólares controlando e forçando os apicultores a alterarem sua forma de trabalho em função de uma praga exótica, o ácaro *Varroa destructor* (ANDERSON; TRUEMAN, 2000). Caso tivessem trabalhado com prevenção, ou tivessem atacado o problema ainda no início, esse impacto poderia ter sido evitado. Atualmente, já é impossível erradicar o ácaro, o que exigiu a criação de um plano de mitigação do dano que custou 1,3 milhões de dólares na sua primeira fase. Um relatório da *Weed Science Society of America*, de 1992, estimava que o custo total dos Estados Unidos com pragas invasoras era entre 4,5 e 6,3 bilhões de dólares anuais somente para a agricultura. O cômputo total de gastos com espécies exóticas invasoras nos Estados Unidos está em 137 bilhões de dólares ao ano (PIMENTEL et al., 2000). O governo da África do Sul gasta anualmente cerca de 65 milhões de dólares em um programa de controle de espécies exóticas invasoras (*Working for Water Programme*) em função dos impactos que essas espécies vêm causando nos recursos hídricos sul-africanos (TURPIE; HEYDENRYCH, 2000).

O potencial que as espécies exóticas invasoras possuem para causar distúrbios e comprometer sistemas produtivos já é motivo suficiente para gerar ações de controle e erradicação dessas espécies. Somando-se a isso os custos ambientais, ainda inestimados, de comprometimento de recursos hídricos, perda de biodiversidade, conservação de solos, dispersão de sementes, assimilação de resíduos, ciclagem de nutrientes e polinização, o prejuízo com invasões biológicas é muito superior ao ganho obtido com a introdução e o uso das espécies exóticas invasoras. Outra questão relevante é que a omissão de tomar as devidas providências para realizar atividades de controle geram impactos crescentes que não cessam sem interferência humana.

Caramujo gigante africano *Achatina fulica* - introdução no Brasil

Achatina fulica Bowdich, 1822 foi introduzido intencionalmente no Brasil em 1988 por meio de um empreendedor que buscava trazer para o país um animal de criação que pudesse competir com o escargot-verdadeiro (*Helix aspersa* Muller, 1774). A introdução da espécie ocorreu por uma feira agropecuária realizada em Curitiba, no Paraná. Uma vez que os brasileiros, em geral, não têm no escargot um hábito alimentar comum e como não havia suficiente escoamento da produção, os criadouros de *A. fulica* começaram a ser abandonados, havendo-se também realizado a soltura dos animais na natureza. Assim, vendo o problema que começava a se instaurar no Brasil com a soltura dos caramujos, o Parecer 003/03 publicado pelo IBAMA e pelo Ministério da Agricultura em 2003, passou a considerar ilegal a criação de caramujos africanos no país, determinou a erradicação da espécie e previu a notificação dos produtores sobre a ilegalidade da atividade. Esse parecer veio reforçar a Portaria 102/98 do IBAMA, de 1998, que regulamenta os criadouros de fauna exótica para fins comerciais com o estabelecimento

de modelos de criação e a exigência de registro dos criadouros no órgão. Essa medida, ao invés de colaborar com a minimização do problema, piorou a situação, uma vez que os produtores, com medo de fiscalização, libertaram os animais na natureza, gerando uma explosão populacional de caramujos em ambientes naturais e aumentou exponencialmente a gravidade do problema.

Atualmente, dezoito anos após a introdução de *A. fulica* no Brasil, a espécie está presente em 18 Estados brasileiros, em 124 localidades, de acordo com os resultados do Informe Nacional de Espécies Exóticas Invasoras, realizado pela The Nature Conservancy e pelo Instituto Hórus para o Ministério do Meio Ambiente/Probio. Esses números não são exaustivos, o que se comprova por outras citações de ocorrências mais abrangentes em 23 Estados brasileiros (FISCHER; COLLEY, 2005) e apenas no Estado do Paraná em 65 municípios (FISCHER et al., 2005), principalmente no litoral, norte e noroeste.

Geralmente associado a habitats urbanos e periurbanos, o caramujo gigante africano também pode ser encontrado em ambientes naturais, provavelmente por causa da saturação populacional da espécie no meio antropizado.

Impactos causados

O crescimento populacional de *A. fulica* é muito acelerado. Voraz, a espécie pode se alimentar de cerca de 500 espécies de plantas, com impacto direto sobre a diminuição da disponibilidade de alimento para a fauna nativa e até mesmo a alteração da paisagem natural por consumo de biomassa verde, principalmente após longo período de consumo de brotos e plantas jovens, dificultando a regeneração natural. Há, ainda, indícios de que *A. fulica* esteja causando diretamente ou indiretamente a diminuição da população do molusco gigante brasileiro aruá-do-mato, *Megalobulimus* spp. (FISCHER; COLLEY, 2005).

O caramujo gigante africano também é considerado praga agrícola, especialmente no litoral brasileiro. Ataca e destrói plantações, com danos maiores em plantas de subsistência de pequenos agricultores (mandioca e feijão), entre outras plantas.

O potencial impacto de *A. fulica* na saúde humana é a transmissão de dois vermes: *Angiostrongylus costaricensis* (Morera e Céspedes, 1971), causador da angiostrongilíase abdominal, doença grave que pode causar perfuração intestinal, peritonite e hemorragia abdominal e pode resultar em óbito; e *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935), causador da angiostrongilíase meningoencefalite humana, doença que causa, entre outros sintomas, distúrbios do sistema nervoso e fortes e constantes dores de cabeça.¹

Erradicação

Em 1966, um garoto que retornava a Miami, nos Estados Unidos, vindo do Havaí, levou consigo, clandestinamente, três espécimes vivos de *A. fulica* e sua avó soltou-os em seu jardim. Em setembro de 1969, a invasão resultante chamou a atenção da Divisão de Indústrias de Plantas da Flórida, que conduziu um levantamento imediato e lançou planos emergenciais. Em dez dias, o chefe do Departamento de Agricultura anunciou que o caramujo estava estabelecido na região e pedia cooperação pública para registrá-lo e eliminá-lo. Um panfleto foi produzido e uma cópia (de um total de 150 mil) foi enviada para cada um dos residentes de determinados códigos postais. Um total de 133 propriedades privadas foi inicialmente colocado em quarentena, mas três subseqüentes descobertas de infestações levaram 438 propriedades a serem colocadas em quarentena (aproximadamente 42 quarteirões). Poucos dias mais tarde, uma segunda infestação foi descoberta, 40 km ao norte de Hollywood (município de Broward).

¹ Ver capítulo *Achatina fulica*: um problema de saúde pública? de Silvana Carvalho Thiengo e Monica Ammon Fernandez.

Uma campanha de erradicação foi preparada com catadores e iscas químicas granuladas. Foram conduzidos frequentes e meticulosos levantamentos e, por volta de 1971, apenas 46 caramujos foram descobertos em seis meses, um número pequeno se comparado aos 17 mil caramujos encontrados nos 16 meses anteriores. Um único adulto foi descoberto na infestação de Hollywood 17 meses após os últimos cinco espécimes terem sido encontrados. Menos de um mês depois, uma terceira grande infestação, com provavelmente dois ou três anos de desenvolvimento e contendo mais de mil caramujos vivos em um quarteirão foi encontrada a 5,6 km a sudoeste do local original. O quarteirão inteiro foi colocado em quarentena e uma substancial zona tampão foi inspecionada e tratada. Nove meses após, uma quarta infestação (estimada em três anos) foi encontrada a 3,6 km ao norte do local original e uma quinta infestação de idade similar ao longo do canal do Rio Biscayne, a aproximadamente 1 km ao norte da infestação original.

Apesar do desapontamento gerado por aquelas recentes descobertas de infestações, a Divisão de Indústria de Plantas persistiu na sua campanha. Em 1973, mais de 18 mil caramujos haviam sido coletados (mais ovos), mas na primeira metade daquele ano apenas três caramujos foram encontrados, em dois locais. Em abril de 1975, nenhum espécime vivo foi encontrado em quase dois anos, e a campanha, que custou pouco mais de um milhão de dólares, foi considerada um sucesso, embora frequentes inspeções continuassem ocorrendo, assim como a distribuição de iscas e expurgo de Carbaril (ingrediente ativo de agrotóxicos, do grupo dos Carbamatos, utilizado em inseticidas e preservantes de madeira) por muitos meses. O caramujo não foi mais encontrado na Flórida depois desses eventos. Ainda assim, recentemente foi localizada uma espécie similar de caramujo africano à venda em algumas lojas de animais de estimação no Estado da Flórida. A erradicação na Flórida foi um modelo para a outra única erradicação de sucesso de *Achatina fulica*, uma campanha na cidade de Queensland, Austrália (COLMAN, 1978).

Selecionando agentes de controle biológico – *Euglandina rosea*

O caramujo predador generalista *Euglandina rosea* (Ferussac, 1818) foi introduzido em mais de 20 ilhas oceânicas e em diversos países da Ásia como agente de controle biológico para o caramujo gigante africano *Achatina fulica*. A experiência não só foi malsucedida em termos de controle do caramujo gigante africano, como causou a extinção de diversas espécies de caramujos arborícolas endêmicas do Havaí, incluindo *Achatinella mustelina* (Hadfield e Mountain, 1980). Não há nenhum indício de que *E. rosea* tenha realizado algum controle populacional de *A. fulica* (GISP, 2005).

Considerações finais

Dada sua atual extensão, a invasão do caramujo gigante africano no Brasil tornou-se um problema de difícil solução definitiva. Os exemplos mencionados no texto ilustram a importância de ação imediata no momento da detecção de um problema de invasão e a persistência necessária ao processo de erradicação. Como no caso brasileiro, as possibilidades de detecção e erradicação precoce já estão fora de questão, o trabalho a ser realizado é mais complexo. As vantagens estão na facilidade de sensibilização do público em geral, que em parte já teve contato com o animal e com prejuízos a hortas ou ao seu bem-estar. O risco de transmissão de doenças é igualmente um facilitador da conscientização pública da relevância de estabelecer ações permanentes de combate à espécie.

A conclusão mais importante a tirar dessas situações é a compreensão de que a omissão da ação traz, por si, impactos negativos e tem consequências que se agravam paulatinamente. A não ação funciona como facilitadora da invasão, não funciona como solução e tampouco serve como medida para postergar decisões executivas: quanto mais tempo decorrer, mais difícil e mais cara será a ação no futuro.

No caso específico do caramujo, há exemplos a serem seguidos: campanhas persistentes de conscientização pública e solicitação de ação, assim como distribuição de iscas e divulgação de métodos de controle apropriados que sigam preceitos éticos no intuito de evitar o sofrimento dos animais certamente são fatores positivos no controle da espécie.

Falta uma estratégia nacional para espécies exóticas invasoras, assim como falta conhecimento público dos prejuízos associados a essas espécies.

Invasões biológicas, sejam de qual espécie forem, não são problemas que se autossolucionam em função da resiliência natural dos ecossistemas. Da mesma forma como foram criados por ação humana, precisam ser mitigados ou resolvidos por ação humana, sob pena de perdas de biodiversidade, de cultura, de saúde, de renda ou de qualidade de vida.

Referências

BRASIL. Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo código florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 16 set. 1965. p. 9529. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=75545>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

_____. Decreto n. 2.519, de 16 de março de 1998. Promulga a convenção sobre diversidade biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 mar. 1998a. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=126802>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

_____. Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e da outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 13 fev. 1998b. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=75733>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

_____. Decreto n. 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da política nacional da biodiversidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 ago. 2002. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=222579>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

COLMAN, P. H. An invading giant. **Wildlife in Australia**, Queensland, v. 15, n. 2, p. 46-47, 1978.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY - CBD. CPO 6 Decision VI/23: **Alien species that threaten ecosystems, habitats or species**. 2002. Disponível em: <<http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?m=COP-06&id=7197&lg=0>>. Acesso em: 20 abr. 2006.

DAEHLER, C. C. Two ways to be an invader, but one is more suitable for ecology. **Bulletin of the Ecological Society of America**, Durham, v. 82, p. 101-102, 2000.

FISCHER, M. L.; COLLEY, E. Espécie invasora em reservas naturais: caracterização da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca; Achatinidae) na Ilha Rasa, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 5, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?article+BN03305012005>>. Acesso em: 06 abr. 2006.

FISCHER, M. L. et al. Panorama do caramujo gigante africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822 no estado do Paraná: o provável ponto de entrada da espécie invasora no Brasil. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, 1., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

GLOBAL INVASIVE SPECIES PROGRAMME – GISP. Programa Global de Espécies Invasoras. **América do Sul invadida**: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras. Cape Town, África do Sul, 2005.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Portaria IAP n. 192, de 02 de dezembro de 2005**. Normatiza o processo de eliminação e controle de espécies vegetais exóticas invasoras em Unidades de Conservação de Proteção Integral sob administração do IAP. Cutitiba, PR, 2 dez. 2005. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/PORTARIA%20_IAP_192_02_DEZ_2005.pdf>. Acesso em: 02 out. 2009.

MACK, R. N. Assessing the extent, status and dynamism of plant invasions: current and emerging approaches. In: MOONEY, H. A.; HOBBS, R. J. (Org.). **Invasive species in a changing world**. Washington: Island Press, 2000. p. 141-168.

MCNEELY, J. A. et al. **Global strategy on invasive alien species**. IUCN Gland, Switzerland, Cambridge, UK., in collaboration with The Global Invasive Species Programme, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Resolução CONAMA, n. 369/2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 mar. 2006. p. 150-151. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

MOONEY, H. A. Invasive alien species: the nature of the problem. In: MOONEY, H. A. et al. (Org.). **Invasive alien species: a new synthesis**. Washington: Island Press, 2005. p. 1-15.

PIMENTEL, D. Habitat factors in new pest invasions. In: KIM, K. C.; McPHERON, B. A. (Org.). **Evolution of insect pests**. New York: Wiley, 1993. p. 165-181.

PIMENTEL, D. et al. Environmental and economic costs of Nonindigenous species in the United States. **BioScience**, v. 50, n. 1, p. 53-65, 2000. Disponível em: <<http://people.hws.edu/bshelley/Teaching/PimentelEtal00CostExotics.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2006.

_____. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 84, p. 1-20, 2001.

TURPIE, J.; HEYDENRYCH, B. J. Economic consequences of alien infestation of the Cape Floral Kingdom's Fynbos vegetation. In: PERRINGS, C.; WILLIAMSON, M.; DALMAZZONE, S. (Org.). **The economics of biological invasions**. Cheltenham: Edward Elgar, 2000. p. 152-182.

VAN DRIESCHE, J.; VAN DRIESCHE, R. **Nature out of place: biological invasions in the global age**. Washington: Island Press, 2000.

WILLIAMSON, M. **Biological invasions**. Londres: Chapman & Hall, 1996.

Achatina fulica: um problema de saúde pública?

Silvana Carvalho Thiengo e Monica Ammon Fernandez

A ampla distribuição atual do caramujo africano *Achatina fulica* no Brasil, abrangendo 24 Estados (exceto Amapá e Acre), mais o Distrito Federal (FIG. 1), tem causado prejuízos econômicos e muito incômodo às comunidades afetadas. Somado a esses problemas, há a preocupação com a saúde humana e ambiental, uma vez que o Brasil está vivendo atualmente a fase explosiva da infestação, onde extensas populações de caramujos, geralmente com grandes indivíduos, ocorrem em áreas preferencialmente urbanas (THIENGO et al., 2007).

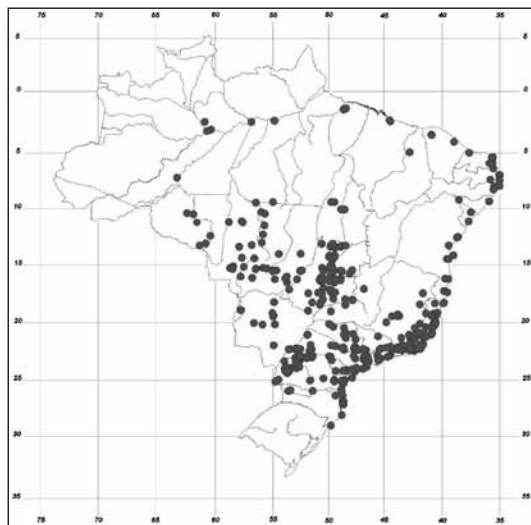


FIGURA 1 – Municípios brasileiros com registro de *Achatina fulica* Bowdich, 1822

Os problemas ambientais referem-se principalmente à destruição de plantas nativas, modificações no hábitat e competição com os moluscos nativos (COWIE, 2002; SIMIÃO; FISCHER, 2005; THIENGO et al., 2007). Já com relação à saúde humana, *A. fulica* pode atuar como hospedeira intermediária de duas espécies de nematódeos, *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) e *Angiostrongylus costaricensis* Morera e Céspedes, 1971, ambas com importância médica.

Angiostrongylus cantonensis é o agente etiológico da meningoencefalite eosinofílica, zoonose também conhecida como meningite (ou meningoencefalite) eosinofílica, cujo primeiro registro ocorreu na Tailândia em 1944, havendo atualmente registros no sudeste Asiático, Japão, Austrália, Egito, Madagascar, Estados Unidos e Caribe (KLIKS; PALUMBO, 1992; PROCIV; SPRATT; CARLISLE, 2000). Em Cuba, os helmintos foram encontrados em ratazanas no início da década de 80, justamente em áreas onde foram relatados casos de infecções humanas por *A. cantonensis* sem haver, entretanto, a confirmação parasitológica.

O ciclo de vida de *A. cantonensis* (FIG. 2) envolve roedores e pequenos mamíferos, como hospedeiros definitivos, e como hospedeiros intermediários e paratênicos, diferentes espécies de moluscos, planárias, crustáceos e peixes. Quanto aos moluscos, além de *A. fulica*, várias espécies atuam como hospedeiros intermediários desse nematódeo, como *Bradybaena similis* Férussac, 1821, *Subulina octona* Bruguière, 1789 e lesmas dos gêneros *Sarasinula*, *Veronicella*, *Limax* e *Deroceras* (CALDEIRA et al., 2007; WALLACE; ROSEN, 1969a). A infecção humana é acidental e ocorre pela ingestão dos hospedeiros intermediários ou paratênicos, quando crus ou mal cozidos, e ainda pela ingestão de hortaliças contaminadas com a larva de terceiro estágio (L3). Os sintomas ocorrem pela passagem das larvas, ou seu alojamento no sistema nervoso central, acarretando dor de cabeça, vômitos, febre moderada intermitente, anorexia, mal-estar, constipação, sonolência e rigidez na nuca. A maioria dos pacientes apresenta sintomatologia variando de leve a moderada, com poucas manifestações graves (ACHA; SZYFRES, 1986).

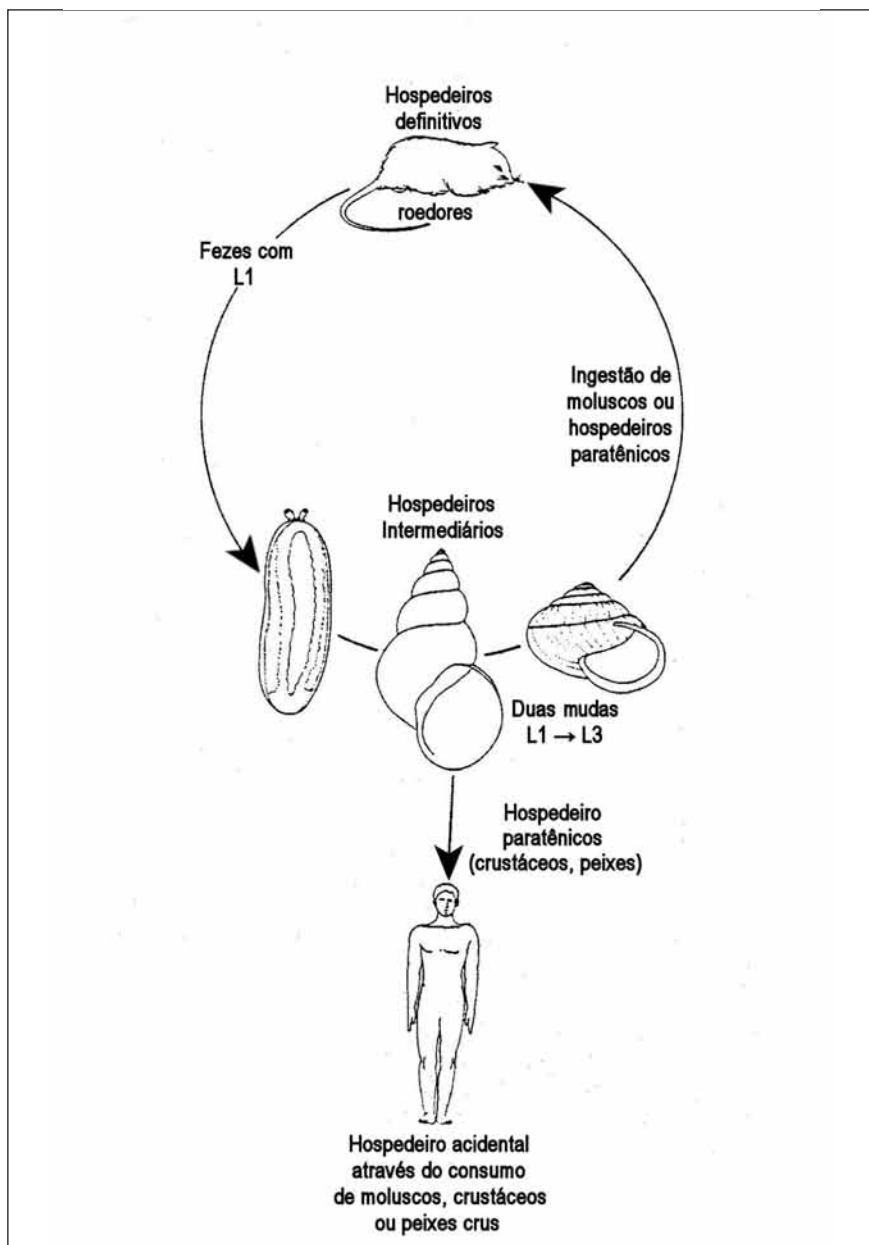


FIGURA 2 – Ciclo de vida do *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935)

A dispersão e a colonização de populações de *A. fulica* estão entre as principais causas da dispersão da meningoencefalite eosinofílica, o que é preocupante, pois o Brasil está vivendo a fase explosiva da invasão desse molusco (THIENGO et al., 2007). A dispersão dessa zoonose foi extensivamente revista por Cross (1987) e Kliks e Palumbo (1992). Registros desse parasito para as Américas e a região do Caribe são assinalados em Cuba (AGUIAR; MORERA; PASCUAL, 1981), Porto Rico (ANDERSEN et al., 1986), Jamaica (LINDO et al., 2002), Republica Dominicana (VARGAS; GOMEZ-PEREZ; MALEK, 1992), Haiti (RACCURT; BLAISE; DURETTE-DESSET, 2003), Estados Unidos (CAMPBELL; LITTLE, 1988; NEW; LITTLE; CROSS, 1995) e Brasil (CALDEIRA et al., 2007; THIENGO et al., 2007). A possibilidade de introdução do agente etiológico através da fuga de roedores infectados de navios provenientes de áreas endêmicas foi destacada (KLIKS; PALUMBO, 1992; THIENGO, 1995b).

Quanto ao *A. costaricensis*, agente etiológico de outra zoonose, a angiostrongilose abdominal, estudos laboratoriais também indicam *A. fulica* como hospedeiro potencial (CARVALHO et al., 2003). O ciclo de vida (FIG. 3) é parecido com o de *A. cantonensis*, porém até o momento não foram observados hospedeiros paratênicos. Da mesma forma que a espécie congênica *A. cantonensis*, apresenta pouca especificidade quanto ao hospedeiro intermediário, incluindo além das terrestres, espécies límnicas como *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) e *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). Esta última, inclusive, tem sido utilizada para a manutenção do ciclo de vida de *A. costaricensis* sob condições de laboratório. Dentre as espécies de moluscos que participam do ciclo de vida desse nematódeo estão *Phyllocaulis variegatus* (Semper, 1885), *B. similis*, *Limax maximus* (Linnaeus, 1758), *Limax flavus* (Linnaeus, 1758), *Helix aspersa* (Müller, 1774) e *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1993; THIENGO, 1995c). Nos roedores, os helmintos adultos vivem nas artérias mesentéricas e, após o acasalamento, eliminam ovos que chegam à luz intestinal, onde liberam as larvas de primeiro estágio

(L1), que são liberadas com as fezes. Estas, quando ingeridas pelo molusco vetor, sofrem duas mudas num período de aproximadamente três semanas, até se tornarem larvas de terceiro estágio (L3), infectantes para o hospedeiro vertebrado. Os roedores adquirem a parasitose quando ingerem moluscos infectados ou, no caso dos herbívoros, vegetais contaminados. As larvas sofrem então duas mudas e se alojam nas artérias mesentéricas do vertebrado onde, após quatro semanas, atingem a maturidade sexual (ACHA; SZYFRES, 1986). O ciclo no hospedeiro vertebrado encontra-se mais detalhado em Motta e Lenzi (2005).

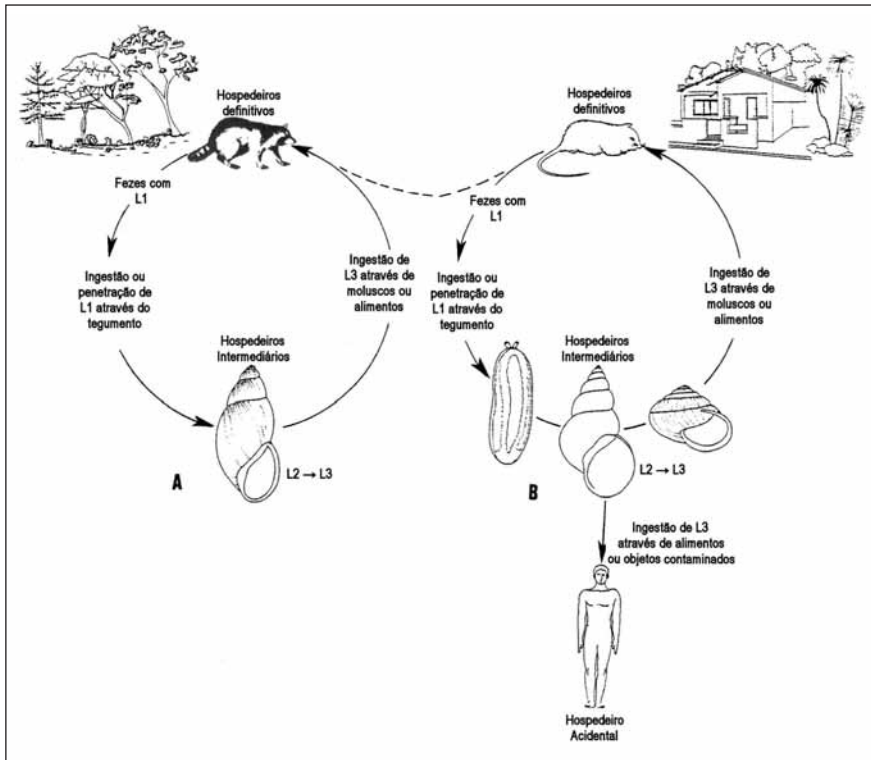


FIGURA 3 – Ciclo de vida do *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971

Notas: a) ciclo silvestre, b) ciclo periurbano.

A infecção humana é acidental e, geralmente, ocorre através da ingestão de hortaliças contaminadas com o muco contendo as larvas infectantes do parasito (GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1993). No homem, ocorre uma intensa reação inflamatória, que retém os ovos no tecido, impedindo a eliminação das larvas. Essa zoonose compromete o intestino, podendo ocorrer, nos casos mais graves, ruptura da parede intestinal com conseqüente peritonite, sépsis, podendo levar ao óbito. Entretanto, acredita-se que a maioria dos casos seja assintomática, ocorrendo a autocura (ACHA; SZYFRES, 1986). Os sintomas, como dor abdominal, febre prolongada, anorexia e vômitos, podem ser confundidos com os de outras doenças como, por exemplo, a apendicite. Como o homem não elimina ovos através das fezes, como acontece com os roedores, o diagnóstico é difícil, sendo feito através de exames clínicos do paciente e de testes sorológicos. Os testes diagnósticos para essa zoonose, bem como os aspectos clínicos, foram abordados por Graeff-Teixeira (2007). No Brasil, a maioria dos casos ocorre na Região Sul, sendo que os cerca de 100 casos notificados foram registrados em Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio Grande do Sul e no Distrito Federal (GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1993). No município do Rio de Janeiro, há o relato de um caso, porém não comprovado como autóctone (ZUCCARO; ZANI; AYMORÉ, 1998). O único tratamento para essa zoonose, até o momento, é a intervenção cirúrgica, nos casos mais graves. Devem ser evitados os anti-helmínticos porque podem induzir à migração errática do parasito, muitas vezes agravando a patologia.

Apesar de os estudos indicarem um reduzido potencial de transmissão de *A. costaricensis* por *A. fulica* (NEUHAUSS et al., 2007), a participação desse molusco no ciclo de vida desse nematódeo deve ser epidemiologicamente avaliada por causa da inespecificidade dos nematódeos em relação ao hospedeiro intermediário e, principalmente,

em razão das densas populações do molusco, que estreitam o contato do parasito com o homem (THIENGO, 2007; THIENGO et al., 2008).

Nos últimos oito anos, o Laboratório de Malacologia do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) da FIOCRUZ, enquanto Referência Nacional em Malacologia Médica, vem atendendo a crescente demanda de informações sobre *A. fulica* por parte do poder público e da sociedade civil de todo o país, em especial do Estado do Rio de Janeiro. Além de palestras, doação de material iconográfico, assessoria na confecção de folhetos explicativos sobre o molusco e confecção de *sites*, têm sido feitos exames de amostras de *A. fulica* enviadas por Secretarias de Saúde de vários estados para a pesquisa de larvas de *Angiostrongylus* spp. de importância médica e veterinária. No exame dessas amostras, pela técnica de digestão artificial dos moluscos (WALLACE; ROSEN, 1969b), várias larvas de nematódeos vêm sendo encontradas em exemplares provenientes principalmente dos Estados do Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

Dentre essas, foram encontradas larvas do nematódeo *Aelurostrongylus abstrusus* (Railliet, 1898) (FIG. 4), parasito de pulmão de gatos domésticos, provenientes de sete estados brasileiros: Rio de Janeiro (Campos dos Goytacazes, Duque de Caxias e São Gonçalo), Goiás (Jaraguá, Niquelândia e Uruaçu), Espírito Santo (Guarapari e Vitória), Minas Gerais (Paracatu), Mato Grosso (São José dos Quatro Marcos), Sergipe (Lagarto) e São Paulo (Jundiaí) (THIENGO et al., 2008). Seu ciclo de vida envolve dois hospedeiros, sendo que várias espécies de moluscos terrestres e límnicos podem atuar como hospedeiros intermediários, entre eles: *Biomphalaria*, *Helix*, *Agriolimax*, *Subulina*, *Arion* e *Helicella*. No molusco, a larva sofre duas mudas, dentro de 20 dias, e várias espécies de sapos, pássaros, roedores, lagartos e cobras que se alimentam desses moluscos se infectam e podem atuar como hospedeiros de transporte ou paratênicos. Os hospedeiros definitivos se infectam ao ingerirem os moluscos ou os hospedeiros paratênicos infectados.

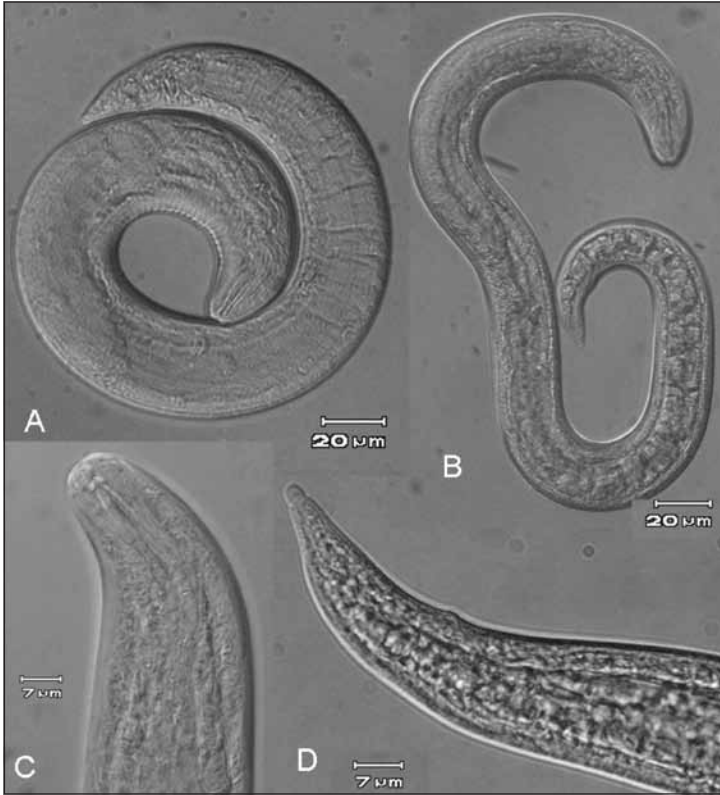


FIGURA 4 – *Aelurostrongylus abstrusus* obtido em *Achatina fulica*

Notas: a) Larva de segundo estágio, b) Larva infectante, c) Região anterior da larva infectante, d) Cauda da larva infectante.

Outras larvas de nematódeos identificadas como “*Strongyluris-like*” (THIENGO, 1995a) (FIG. 5 a 8) foram também encontradas em *A. fulica* provenientes de 10 municípios de três Estados: Rio de Janeiro (Angra dos Reis, Mangaratiba, Maricá, Niterói, Rio de Janeiro e São Gonçalo), Goiás (Jaraguá e Uruaçu) e Espírito Santo (Itaguaçu e Serra) (THIENGO et al., 2008). Quanto a larvas de *A. cantonensis*, registros foram assinalados no Espírito Santo (CALDEIRA et al., 2007) e em Pernambuco (THIENGO et al., 2007).

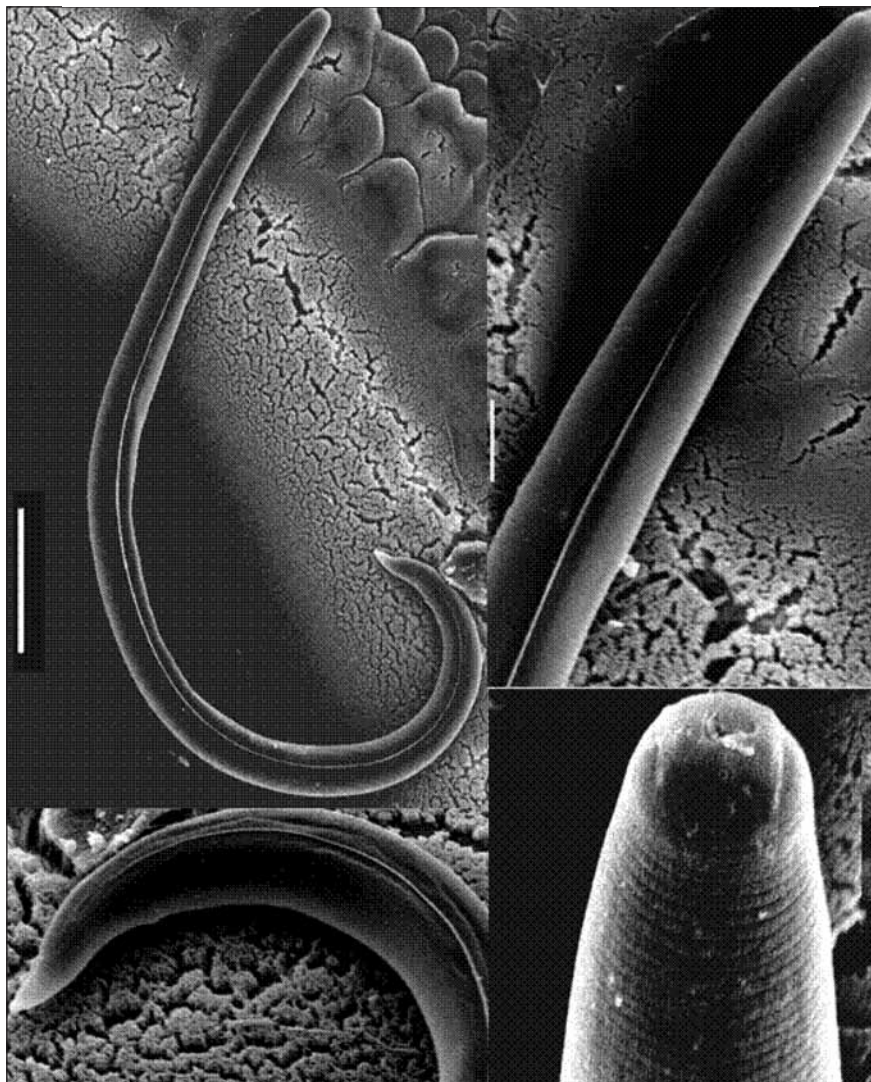


FIGURA 5 – Larva infectante de *Aelurostrongylus abstrusus*

Notas: a) Corpo, b) Região anterior, c) Região posterior, d) Extremidade da região anterior. Microscopia eletrônica: (CS) estriações na cutícula, (PE) extremidade posterior, (LL) linha lateral, (OO) abertura oral.

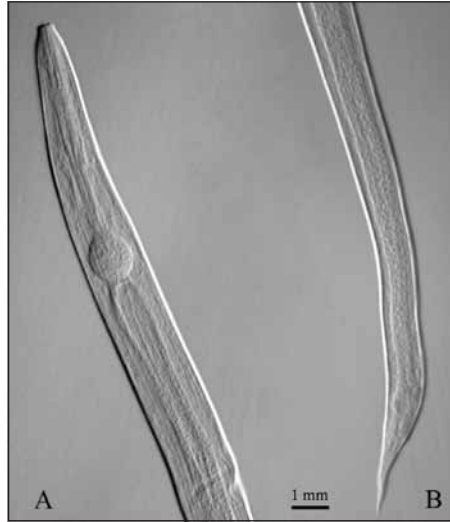


FIGURA 6 – Larva de *Strongyluris-like* encontrada nos tecidos digeridos de *Achatina fulica* proveniente do município de Maricá, Rio de Janeiro

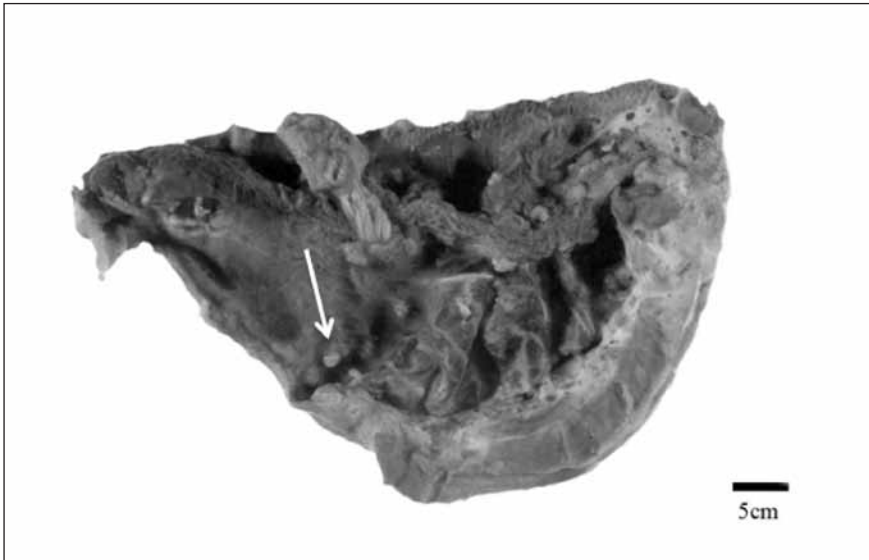


FIGURA 7 – Cistos de *Strongyluris-like* no interior da cavidade palial de *Megalobulimus sp*

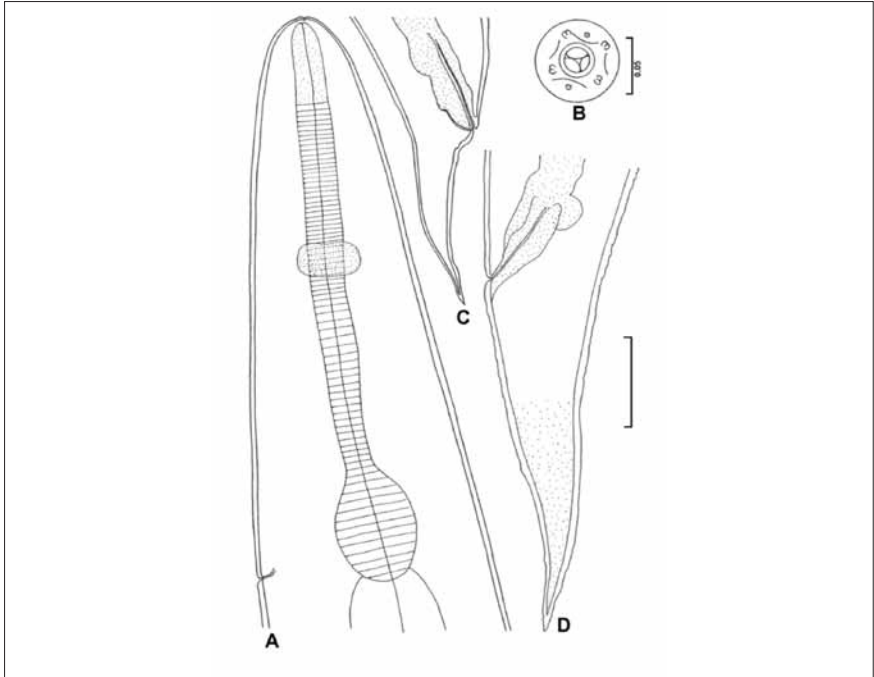


FIGURA 8 – Larva de *Strongyluris-like* retirada de um cisto na cavidade palial de *Megalobulimus sp*

Considerações finais

Estes registros comprovam que *A. fulica* já se encontra inserida em ciclos de vida de diversos parasitos da fauna silvestre e doméstica no Brasil. Considerando que a participação em ciclos biológicos de parasitos é uma das últimas barreiras a serem vencidas por espécies invasoras, a atual distribuição e as densas populações de *A. fulica*, podemos inferir que a espécie encontra-se bem adaptada no Brasil. Seu controle certamente dependerá de muito esforço e trabalho conjunto do poder público e da sociedade civil, além de enorme aporte financeiro. Dessa forma, acreditamos que mais investigações devem ser feitas sobre a atuação

desse molusco como hospedeiro intermediário de parasitos, tanto de importância médica quanto veterinária, e destacamos a necessidade da vigilância epidemiológica de moluscos e roedores em áreas vulneráveis à introdução de *A. cantonensis*, como as áreas portuárias.

Ressaltamos que na profilaxia dessas zoonoses a higienização de verduras, frutas e legumes consumidos crus tem papel de destaque: os alimentos devem ser lavados em água corrente e postos de molho por 30 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 1% (1 colher de sopa de água sanitária diluída em 1 litro de água filtrada), lavando-os novamente em água corrente, antes do consumo. Esse procedimento evita, além de outros parasitos, a infecção por larvas de *Angiostrongylus* spp., que saem no muco dos moluscos e contaminam os alimentos. Outras medidas preventivas são lavar as mãos depois dos trabalhos de jardinagem, antes das refeições, o uso de luvas ou sacos plásticos ao manipular os caramujos, e não ingerir moluscos e outros hospedeiros intermediários, crus ou mal cozidos (AMARAL et al., 2008).

Referências

- ACHA, P. N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales**. Washington: Organización Panamericana de la Salud, 1986.
- AGUIAR, P. H.; MORERA, P.; PASCUAL, J. First record of *Angiostrongylus cantonensis* in Cuba. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Cleveland, v. 30, n. 5, p. 963-965, 1981.
- AMARAL, R. S. et al. Vigilância e controle de moluscos de importância médica In: AMARAL, R. S.; THIENGO, S. C.; PIERI, O. S. (Org.). **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008. p. 85-110.
- ANDERSEN, E. et al. First report of *Angiostrongylus cantonensis* in Puerto Rico. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Cleveland, v. 35, n. 2, p. 319-322, 1986.
- CALDEIRA, R. L. et al. First record of molluscs naturally infected with *Angiostrongylus cantonensis* in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 102, n. 7, p. 887-889, 2007.
- CAMPBELL, B. G.; LITTLE, M. D. The finding of *Angiostrongylus cantonensis* in rats in New Orleans. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Cleveland, 38, n. 3, p. 568-573, 1988.

CARVALHO, O. S. et al. Potentiality of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Gastropoda) as intermediate host of the *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes 1971. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 36, n. 2, p. 743-745, 2003.

COWIE, R. H. Apple snails (Ampullariidae) as agricultural pests: their biology, impacts and management. In: BARKER, G. M. **Molluscs as crop pests**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 145-192.

CROSS, J. H. Public health importance of *Angiostrongylus cantonensis* and its relatives. **Parasitology Today**, Amsterdam, v. 3, n. 12, p. 367-369, 1987.

GRAEFF-TEIXEIRA, C. Expansion of *Achatina fulica* in Brazil and potential increased risk for angiostrongyliasis. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, England, v. 101, p. 743-744, 2007.

GRAEFF-TEIXEIRA, C. et al. On the diversity of mollusc intermediate hosts of *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971 in southern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 3, p. 487-489, 1993.

KLIKS, M. M.; PALUMBO, N. E. Eosinophilic meningitis beyond the Pacific Basin: the global dispersal of a peridomestic zoonosis caused by *Angiostrongylus cantonensis*, the nematode lungworm of rats. **Social Science & Medicine**, v. 34, n. 2, p. 199-212, 1992.

LINDO, J. F. et al. Enzootic *Angiostrongylus cantonensis* in rats and snails after an outbreak of human eosinophilic meningitis, Jamaica. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 8, n. 3, p. 324-326, 2002.

MOTTA, E. M.; LENZI, H. L. *Angiostrongylus costaricensis*: complete redescription of the migratory pathways based on experimental *Sigmodon hispidus* infection. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 100, p. 407-420, 2005.

NEUHAUSS, E. et al. Low susceptibility of *Achatina fulica* from Brazil to infection with *Angiostrongylus costaricensis* and *A. cantonensis*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 102, p. 49-52, 2007.

NEW, D.; LITTLE, M. D.; CROSS, J. *Angiostrongylus cantonensis* infection from eating raw snails. **New England Journal of Medicine**, v. 332, p. 1105-1110, 1995.

PROCIV, P.; SPRATT, D. M.; CARLISLE, M. S. Neuro-angiostrongyliasis: unresolved issues. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 30, n. 12/13, p. 1295-1303, 2000.

RACCURT, C. P.; BLAISE, J.; DURETTE-DESSET, M. C. Presence of *Angiostrongylus cantonensis* in Haiti. **Tropical Medicine and International Health**, Oxford, v. 8, n. 5, p. 423-426, 2003.

SIMIÃO, M. S.; FISCHER, M. L. Estimativa e inferências do método de controle do molusco exótico *Achatina fulica* Bowdich 1822 (Stilommatophora; Achatinidae) em Pontal do Paraná, litoral do Estado do Paraná. **Cadernos da Biodiversidade**, Curitiba, v. 4, p. 74-83, 2005.

THIENGO, S. C. Presence of *Strongyluris*-like Larvae (Nematode) in some terrestrial molluscs in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 5, p. 619-620, 1995a.

_____. A família Pilidae (Ampullariidae) no Brasil. In: BARBOSA, F. S. (Org.). **Tópicos em malacologia médica**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1995b. p. 50-69.

_____. **Estudo da Helmintofauna dos moluscos em áreas de ocorrência de angiostrongilose abdominal no Brasil**. 91 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995c.

_____. Helminthoses de interesse médico-veterinário transmitidas por moluscos no Brasil. In: BRABOSA, F. S. et al. **Tópicos em malacologia: ecos do XVIII Encontro Brasileiro de Malacologia**. Rio de Janeiro: Corbã, 2007. p. 287-294.

THIENGO, S. C. et al. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brazil. **Biological Invasion**, v. 9, n. 6, p. 693-702, 2007.

_____. First record of a nematode Metastrongyloidea (*Aelurostrongylus abstrusus* larvae) in *Achatina (Lissachatina) fulica* (Mollusca, Achatinidae) in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 98, n. 1, p. 34-39, 2008.

_____. Report of the giant African snail *Achatina fulica* naturally infected with *Angiostrongylus cantonensis* in Pernambuco, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro. No prelo.

VARGAS, M.; GOMEZ-PEREZ, J. D.; MALEK, E. A. First record of *Angiostrongylus cantonensis* (Chen 1935) (Nematoda: Metastrongylidae) in the Dominican Republic. **Annals of Tropical Medicine and Parasitology**, Liverpool, v. 43, n. 4, p. 253-255, 1992.

WALLACE, G. D.; ROSEN, L. Studies on eosinophilic meningitis. V. Molluscan hosts of *Angiostrongylus cantonensis* on the Pacific Islands. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Cleveland, v. 18, p. 206-216, 1969a.

_____. Techniques for recovering and identifying larvae of *Angiostrongylus cantonensis* from mollusks. **Malacologia**, Haddonfield, v. 7, p. 427-438, 1969b.

ZUCCARO, A. M.; ZANI, R.; AYMORE, I. L. Angiostrongilíase abdominal: relato de possível caso autóctone do Rio de Janeiro. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 35, p. 54-60, 1998.

Medidas de controle de *Achatina fulica*

Eduardo Colley

O caramujo gigante africano *Achatina fulica* é considerado uma das cem piores espécies invasoras do planeta, pois representa uma ameaça à saúde pública, aos ambientes naturais e à agricultura. Tentativas sucessivas de erradicar a espécie invasora por meio de medidas de controle biológico, químico e físico foram desenvolvidas em muitos locais, mas poucos obtiveram sucesso. Para tanto, muitos pesquisadores vêm dedicando empenho em estudos sobre biologia, ecologia, fisiologia, bioquímica, comportamento e parasitologia de *A. fulica*, com o objetivo de conhecer as características que definem a grande resistência da espécie e a sua relação de interação com o ambiente e com outros animais na tentativa de encontrar possíveis soluções para seu controle, manejo e erradicação nos locais onde se tornou invasor.

Tendo em vista que apenas com a obtenção de conhecimento detalhado sobre *A. fulica* é possível aperfeiçoar as medidas de controle das invasões e conduzir o desenvolvimento de novas metodologias, pesquisadores como o norte-americano Albert R. Mead e o neozelandês Gary M. Barker, juntamente com o indiano Srimanta K. Raut (MEAD, 1961, 1979; RAUT; BARKER, 2002), elaboraram estudos e compilaram grande parte das informações existentes sobre o caramujo africano. Esses trabalhos são bases fundamentais para qualquer proposta de manejo de *A. fulica*, pois, além de apresentar dados completos sobre o caramujo invasor, também ilustram o fracasso das tentativas de controle desse molusco e os poucos casos que obtiveram êxito.

A seguir serão descritas as três principais medidas utilizadas para o controle de *A. fulica*, seguido de casos reais que servem de exemplo

para propostas futuras de manejo, contando com a ação de maior sucesso no controle e erradicação do caramujo gigante africano realizada em Miami, nos Estados Unidos.

Medida de controle biológico

Tendo em vista que *A. fulica* apresenta inimigos naturais, como patógenos, predadores e parasitas, o objetivo desta estratégia é direcionar a ação desses organismos contra a população do caramujo invasor e, conseqüentemente, controlar seu crescimento ou exterminá-lo. O grande interesse na utilização de inimigos naturais para combater *A. fulica* teve início durante a década de 50, segundo Mead (1961), pela grande resistência dos ambientalistas às medidas de controle químico. Para tanto, foram conduzidas várias pesquisas com inúmeros organismos endêmicos da África e de outros países, candidatos a potenciais inimigos do caramujo gigante africano. Muitos destes foram introduzidos por órgãos governamentais em diferentes partes do mundo, onde primeiramente *A. fulica* havia sido reconhecida como praga, e estão listados nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 – Lista de inimigos naturais das espécies da família Achatinidae observados na África e utilizados como agentes de controle biológico de *Achatina fulica* fora da África

Taxon		Origem
Microspora	<i>Plistiphora husseyi</i> Michaud	África Meridional
Arachnida	Espécie indeterminada	África Central (Congo)
Decapoda	Espécie indeterminada	África Central (Congo)
Diptera		
Phoridae	<i>Wandolleckia achatinae</i> Cook	Disperso em todo território

TABELA 1 – Lista de inimigos naturais das espécies da família Achatinidae observados na África e utilizados como agentes de controle biológico de *Achatina fulica* fora da África

(Conclusão)

Taxon		Origem
Muscidae	<i>Ochromusca. trifaria</i> Bigot	África Oriental (Malawi)
Tachinidae	<i>Mydea</i> sp.	África Central
Coleoptera		
Carabidae	<i>Tefflus carinatus</i> Klug	
	<i>Tefflus zanzibaricus alluaudi</i> Stenberg	África Oriental (Quênia)
	<i>Tefflus purpureipennis wituensis</i> Kolbe	África Oriental (Quênia)
	<i>Tefflus raffrayi jamesoni</i> Bates	África Central (Congo)
	<i>Tefflus tenuicollis</i> (Fairmaire)	África Central (Congo)
	<i>Tefflus planifrons</i> (Fabricius)	África Ocidental (Nigéria)
	<i>Tefflus megerlei</i> (Fabricius)	África Ocidental (Nigéria)
	<i>Thermophilum hexastictum</i> Gerstaecker	África Oriental (Quênia)
Drilidae		
	Espécie indeterminada	África Oriental
	Espécie indeterminada	África do Norte (Marrocos)
	Espécie indeterminada	África Oriental (Quênia)
	<i>Selasia unicolor</i> (Guerin)	África Ocidental (Nigéria)
Stylommatophora		
Streptaxidae	<i>Gonaxix quadrilateralis</i> (Preston)	África Oriental (Quênia)
	<i>Gonaxix kibwensis</i> (Smith)	África Oriental (Quênia)
	<i>Gonaxix vulcani</i> Thiele	África Central (Congo)
	<i>Gulella</i> Pfeifer sp.	África Meridional (África do Sul)
	<i>Gulella</i> Pfeifer sp.	África Central (Congo)
	<i>Gulella</i> Pfeifer sp.	África Meridional (África do Sul)
	<i>Gulella bicolor</i> (Hulton)	África Meridional
	<i>Gulella wahlbergi</i> (Krauss)	África Meridional (África do Sul)
	<i>Edentulina affinis</i> Boettger	África Oriental (Quênia) ^(Continua)
	<i>Edentulina obesa bulimiformes</i> (Grandidier)	África Oriental (Quênia)
	<i>Edentulina ovoidea</i> (Brugière)	África Meridional (Mayote)
	<i>Ptychotrema</i> Morch sp.	África Central (Congo)
	<i>Ptychotrema walikalense</i> Pilsbry	África Central (Congo)
Rhytididae		
	<i>Natalina cafra</i> (Férussac)	África Meridional (África do Sul)
	Vinte duas outras espécies	África Meridional (África do Sul)

Fonte: Adaptado de RAUT; BARKER, 2002, p. 79.

TABELA 2 – Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que ocorrem naturalmente fora da África, os quais foram introduzidos como agentes de controle biológico de *Achatina fulica* em diferentes regiões e os resultados obtidos

(Continua)

Taxon		Observação
Turbellaria		
Rhynchodemidae	<i>Platydemus manokowari</i> Beauchamp	Sua origem é incerta, mas foi introduzido acidentalmente em diversas ilhas do Pacífico. Promoveu alguma regulação da população de <i>Achatina fulica</i> nestas regiões, no entanto tem grande efeito nocivo sobre os moluscos nativos.
Coleoptera		
Lampyridae	<i>Lamprophorus tenebrosus</i> (Walker)	Nativo do Sri Lanka foi introduzido em várias ilhas do pacífico e da Índia, mas não se estabeleceu.
	<i>Colophotia concolor</i> (Oliver)	Nativo das Filipinas e introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.
	<i>Pyrophanes quadrimaculata bimaculata</i> (Oliver)	Nativo das Filipinas e introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.
	<i>Diaphanes</i> sp.	Nativo das Sri Lanka e introduzido no Havaí, mas pereceu ainda em laboratório, antes da soltura.
Carabidae	<i>Damaster blaptoides</i> Kollar	Nativo do Japão e introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.
	<i>Scaphinotus striatopunctatus</i> (Chaudoir)	Nativo do noroeste da América do Norte e introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.
	<i>Scaphinotus ventricosos</i> (Dejan)	Nativo do noroeste da América do Norte e introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.

TABELA 2 – Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que ocorrem naturalmente fora da África, os quais foram introduzidos como agentes de controle biológico de *Achatina fulica* em diferentes regiões e os resultados obtidos

(Continua)

Taxon		Observação
Stylommatophora		
Oleacinidae	<p data-bbox="360 424 552 480"><i>Euglandina rosea</i> (Férussac)</p> <p data-bbox="360 647 552 703"><i>Euglandina singleyana</i> (Binney)</p> <p data-bbox="360 711 552 735"><i>Salasiella</i> sp.</p> <p data-bbox="360 847 552 903"><i>Oleacina oleacea</i> Deshayes</p> <p data-bbox="360 975 552 999">Oleacina sp.</p>	<p data-bbox="565 424 1002 639">Nativo do sudeste da América do Norte (USA) foi introduzido em diversas ilhas do Pacífico e Índia. Estabeleceu-se em poucos locais afetando drasticamente populações de caramujos nativos e gerando poucos efeitos sobre a população de <i>Achatina fulica</i>.</p> <p data-bbox="565 647 1002 671">Nativo da América do Norte (USA).</p> <p data-bbox="565 711 1002 799">Nativo da América Central (Cuba) foi introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.</p> <p data-bbox="565 847 1002 935">Nativo da América Central (Cuba) foi introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.</p> <p data-bbox="565 975 1002 1062">Nativo da América Central (Cuba) foi introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.</p>
Streptaxidae	<p data-bbox="360 1110 552 1166"><i>Streptaxis contundata</i> Férussac</p>	<p data-bbox="565 1110 1002 1166">Nativo da América do Sul (Brasil) foi introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.</p>
Rhtitididae	<p data-bbox="360 1206 552 1294"><i>Victaphanta compacta</i> (Cox & Hedley)</p> <p data-bbox="360 1342 552 1398"><i>Ptychorhytida ferreziana</i> (Crosse)</p>	<p data-bbox="565 1206 1002 1294">Nativo de Victória (Austrália) foi introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.</p> <p data-bbox="565 1342 1002 1430">Nativo da Nova Caledônia localizada no Oceano Pacífico Sul foi introduzido no Havaí, mas não se dispersou.</p>

TABELA 2 – Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que ocorrem naturalmente fora da África, os quais foram introduzidos como agentes de controle biológico de *Achatina fulica* em diferentes regiões e os resultados obtidos

(Conclusão)

Taxon		Observação
	<i>Ptychorhytida inaequalis</i> (Pfeiffer)	Nativo da Nova Caledônia Oceano Pacífico Sul foi introduzido no Havaí, mas não se dispersou.
	<i>Ptychorhytida ferreziana</i> (Crosse)	Nativos de Austrália (New South Wales e Victória) foram introduzidos no Havaí, mas não se estabeleceram.
Zonitidae	<i>Oxichilus cellarius</i> (Muller)	Nativo da Europa foi introduzido em Nova Britânia e no Havaí se estabeleceu, mas não causa nenhum efeito sobre a população de <i>Achatina fulica</i> .
Haplotrematidae	<i>Haplotrema vancouverense</i> (Lea)	Nativo do oeste da América do Norte (USA e Canadá) foi introduzido no Havaí, mas não se estabeleceu.
Cenobitide	<i>Coenobita cavipedes</i> Stimpson	Costa oeste da África (ilhas Ryukyu e arquipélago de Bismarck) foi largamente introduzido nas ilhas Adams para controle de <i>Achatina fulica</i> .

Fonte: Adaptado a partir de RAUT; BARKER, 2002

Os estudos envolvendo controle biológico de *A. fulica* são considerados pouco desenvolvidos, embora existam muitos casos relatados na literatura. Para que este método possa ser utilizado, existe um pré-requisito indispensável: é necessário que o inimigo escolhido

(patógeno, predador ou parasita) seja obrigatoriamente espécie-específico, ou seja, deve atacar unicamente a espécie alvo. Entretanto, no caso de *A. fulica*, esta característica não foi encontrada em nenhum inimigo avaliado e segundo Raut e Barker (2002), todas as tentativas de combater o caramujo gigante africano através do controle biológico falharam.

Dentre muitos organismos conhecidos como controladores biológicos, os mais utilizados contra *A. fulica* são predadores de moluscos terrestres, como planárias e caramujos carnívoros. Em muitos casos, esses predadores foram introduzidos para o controle do gigante africano em diferentes países, no entanto, a maioria dessas espécies não conseguiu se adaptar às condições oferecidas pelo novo ambiente e acabaram não se estabelecendo. As poucas espécies que se adaptaram e se estabeleceram passaram a devorar as espécies de moluscos nativos, causando pouco ou nenhum impacto sobre a população de *A. fulica*. Segundo Raut e Barker (2002), os consequentes danos ambientais causados por esses predadores se mostraram tão prejudiciais para a biodiversidade nativa quanto o próprio caramujo africano e mais grave quanto aqueles causados pela utilização de controle químico. Um estudo realizado por Civeyrel e Simberloff (1996) revela que esses predadores também demonstraram elevado potencial como vetores de doenças que podem afetar tanto a fauna nativa quanto a saúde humana. O caramujo carnívoro *Euglandina rosea* (Férussac, 1818) endêmico do Sudeste dos Estados Unidos, utilizado em inúmeros casos de controle biológico de *A. fulica* em vários países, apresenta maior suscetibilidade à *Angyostrongilus cantonensis* do que a própria *A. fulica*. As planárias terrestres que também foram disseminadas por diferentes regiões revelaram elevado potencial como vetores de parasitas que podem afetar a saúde humana.

Os casos mais importantes sobre a utilização do controle biológico para o manejo de *A. fulica* foram conduzidos na Ásia e ilhas do Índico e Pacífico, enquanto as ilhas havaianas serviram como

laboratório de um projeto-piloto que serve como exemplo do que não deve ser seguido em propostas futuras. O trabalho de Civeyrel e Simberloff (1996) apresenta dados completos sobre os testes realizados nas ilhas havaianas e revelam resultados desastrosos. Segundo os autores, inúmeras espécies de caramujos carnívoros foram introduzidas no arquipélago havaiano desde o final da década de 50 para combater *A. fulica* em regiões agrícolas. Dentre essas, apenas quatro espécies se estabeleceram, das quais as mais importantes são *E. rosea* e duas espécies do gênero *Gonax*. O Haváí, que naturalmente possuía uma das mais notáveis faunas malacológicas endêmicas do mundo quanto à diversidade de espécies (1461 taxa), sofreu a extinção de mais de 600 espécies nos últimos dois séculos.

O principal fator dessa tragédia é o desmatamento aliado à introdução das espécies invasoras que acabaram suprimindo a fauna nativa nas áreas remanescentes. Dentre os predadores introduzidos, *E. rosea* é o pior deles. A dieta do predador é basicamente de pequenos caramujos (15-30 mm), conseqüentemente, deixa de consumir o gigante africano para devorar pequenas espécies endêmicas. Assim, dezenas de espécies nativas do gênero *Achatinella* têm desaparecido de áreas onde *E. rosea* tem se estabelecido. Em Oahu, apenas conchas vazias de certas espécies de *Achatinella* são encontradas e em Kauai, *E. rosea* tem provocado a provável extinção de diversas espécies endêmicas de Amastridae, incluindo um gênero inteiro.

Outro problema grave é que as espécies endêmicas estão sendo vítimas de doenças disseminadas pelas espécies introduzidas, das quais as espécies nativas são pouco resistentes. Em outras ilhas do Pacífico, como Moorea, os moluscos terrestres têm diminuído dramaticamente após a chegada de *E. rosea* e no Thaiti espécies únicas do gênero *Partula* não são mais encontradas. Nas ilhas Mauricius e Rodrigues, um estudo desenvolvido por Owen L. Griffiths, Cook e Wells (1993) revelou que o conteúdo estomacal do predador era composto principalmente por caramujos nativos, ocorrendo em 70% dos casos em Mauricius e em 84%

em Rodrigues, sendo essas porcentagens as mesmas estimadas para os caramujos nativos remanescentes.

Apesar de haver pouca literatura sobre os resultados da introdução das duas espécies do gênero *Gonax*, de acordo com Civeyrel e Simberloff (1996), ambas têm se revelado um problema ambiental, enquanto a introdução da planária *Platydemus manokwari* Beauchamp, 1962 tem se constituído um problema mais grave do que *E. rosea*, a qual tem sido responsabilizada pela extinção de várias espécies nativas em diferentes locais onde foi introduzida.

A *A. fulica* não está livre de inimigos como patógenos, predadores e parasitas em regiões fora da África. É apresentada na Tabela 3 uma lista de vários organismos nativos que foram registrados atacando *A. fulica* em diferentes locais onde o caramujo gigante africano foi introduzido. Embora a ação da maioria dessas espécies represente um efeito mínimo de controle sobre a população de *A. fulica*, existem casos, como foi observado pelos pesquisadores Lake e O'Dowd (1991) nas Ilhas Christmas, localizadas no Oceano Índico, onde o caranguejo nativo *Gecarcoidea natalis* (Pocock, 1888) restringe a dispersão do caramujo invasor nessas ilhas realizando um papel de controle populacional de *A. fulica*. Os autores observaram que *A. fulica* ocorre apenas na área antropizada das ilhas e que o seu estabelecimento nas áreas naturais é impedido pelo caranguejo nativo, que compete pelo mesmo hábitat de serrapilheira, o qual ambos utilizam como refúgio e alimento, além de que o caranguejo nativo também é predador do caramujo invasor.

Um caso semelhante foi registrado pelos pesquisadores do NEC na Ilha Rasa, litoral do Estado do Paraná, Brasil, onde a população de *A. fulica* ocorre apenas na área antrópica e diversas vezes foi registrada a planária terrestre consumindo o caramujo invasor (FISCHER; COLLEY, 2005). Entretanto, neste caso não foi comprovado se a planária atua como controlador biológico de *A. fulica* necessitando que sejam conduzidos estudos mais detalhados para comprovação dos dados.

TABELA 3 – Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que foram observados atacando espécies de Achatinidae em regiões fora da África onde foram introduzidos e o efeito sobre a população destes caramujos

(Continua)

Taxon		Observação
Bacteria	<i>Aeromonas Hydrophyla</i> (Chester) = <i>Aeromonas liquifaciens</i> (Beijerinck)	Responsável pelo declínio da população de <i>Achatina fulica</i> em Singapura, Sri Lanka, Hong-kong, Tailândia, Bangkok, Havaí, Índia, Ilhas Adams. Causa lesões leucodérmicas e gera epidemia sobre a população de <i>A. fulica</i> .
Ciliophora		
Peritrichida	<i>Trichodina</i> sp. <i>Pallitrichodina rogenae</i> As & Basson <i>Pallitrichodina stephani</i> As & Basson	Parasita de pouco impacto, registrado em <i>Achatina fulica</i> na Índia e <i>Achatina zebra</i> (Brugiére) na Alemanha. Registrado como simbiote de <i>Achatina fulica</i> em Maurícios e Taiwan. Registrado como simbiote de <i>Achatina immaculata</i> Lamarck em Maurícios.
Nematoda		
Rhabditidae	<i>Espécie indefinida</i>	Registrado consumindo <i>Achatina fulica</i> na Índia, mas seus efeitos como regulador da população do molusco são ainda desconhecidos.
Metastrongylidae	<i>Angiostrongylus cantonensis</i> (Chen) <i>Angiostrongylus costaricensis</i> (Morera & Céspedes)	Utiliza <i>Achatina fulica</i> e outros gastrópodes como hospedeiro intermediário e ratos como definitivo. Está disperso na Ásia e Pacífico. Utiliza <i>Achatina fulica</i> e outros gastrópodes como hospedeiro intermediário e ratos como definitivo. Está disperso nas Américas.

TABELA 3 – Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que foram observados atacando espécies de Achatinidae em regiões fora da África onde foram introduzidos e o efeito sobre a população destes caramujos

(Continua)

Taxon		Observação
	<i>Anafilarioides rostratus</i> Gerichter	Utiliza <i>Achatina fulica</i> e outros gastrópodes como hospedeiro intermediário e felinos como definitivo. Está distribuído mundialmente.
Turbellaria		
Geoplanidae	<i>Endeavouria septemlineata</i> (Hyman)	Importante regulador de <i>Achatina fulica</i> no Havaí, mas também afeta espécies nativas e de outros gastrópodes introduzidos para o biocontrole.
	Espécie indefinida	Observado atacando <i>Achatina fulica</i> em Ogasawara.
Rhynchodemidae	<i>Platydemus manokwari</i> Beuchamp	Potencial agente controlador da população de <i>Achatina fulica</i> em Nova Guiné, a partir de dados sem comprovação científica.
Bipaliidae	<i>Bipalium indica</i> Whitehouse	Preda indivíduos jovens de <i>Achatina fulica</i> , mas se desconhece os efeitos sobre o potencial de controle da população molusco.
	<i>Bipalium</i> sp.	Observado predando indivíduos de <i>Achatina fulica</i> em Ogasawara.
Coleoptera		
Lampyridae	<i>Lamprophorus tenebrosus</i> (Walker)	Importante predador de <i>Achatina fulica</i> no Sri Lanka e Índia.
Hymenoptera		
Formicidae	<i>Solenopsis germinata</i> (Fabricius)	Nativa da América Central é considerada invasora nos locais onde foi introduzida, possivelmente ataca juvenis de <i>Achatina fulica</i> em Nova Britânia, Nova Guiné e Christimans.

TABELA 3 – Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que foram observados atacando espécies de Achatinidae em regiões fora da África onde foram introduzidos e o efeito sobre a população destes caramujos

(Continua)

Taxon		Observação
	<i>Oecophyllus</i> sp.	Consome indivíduos recém eclodidos de <i>Achatina fulica</i> na Índia, mas a importância para regulação da população do molusco não se sabe.
	<i>Pheidologeton affinis</i> (Jerdon)	Observado consumindo ovos de <i>Achatina fulica</i> no Sri Lanka e Índia, onde foi introduzida e atualmente é considerada invasora, mas não se conhece a importância para regulação da população do molusco.
Diptera		
Phoridae	<i>Megaselia javicola</i> (Beyer)	Registrado como parasita para <i>Achatina fulica</i> .
	<i>Spiniphora</i> sp.	Registrado como parasita para <i>Achatina fulica</i> .
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.	Parasita de <i>Achatina fulica</i> e outros gastrópodes terrestres na Índia.
Diplopoda		
Paradoxosomatidae	<i>Orthomorpha</i> sp.	Alimenta-se de <i>Achatina fulica</i> nas Ilhas Adams.
Chilopoda	Espécie indefinida	Ocasionalmente predando <i>Achatina fulica</i> em Nova Guiné.
Decapoda		
Coenobitidae	<i>Coenobita cavipedes</i> Stimpson	Ocorre na costa Leste da África. Confirmado como predador de <i>Achatina fulica</i> Ilhas Adams.
	<i>Coenobita perlatus</i> Milne Edwards	Confirmado como predador de <i>Achatina fulica</i> em várias ilhas do Pacífico.

TABELA 3 – Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que foram observados atacando espécies de Achatinidae em regiões fora da África onde foram introduzidos e o efeito sobre a população destes caramujos

(Conclusão)

Taxon		Observação
	<i>Coenobita brevimanus</i> Dana	Ocorre na costa leste da África. Confirmado como predador de <i>Achatina fulica</i> em Ogasawara.
	<i>Coenobita purpureus</i> Stimpson	Predador de <i>Achatina fulica</i> em Ogasawara.
	<i>Coenobita rugosa</i> Milne Edwards	Atua no controle populacional de <i>Achatina fulica</i> junto com outros <i>Coenobita</i> nas Ilhas Adams.
	<i>Bigrus latro</i> (Linnaeus)	Ocorre na costa leste da África e atua de forma mínima no controle populacional de <i>Achatina fulica</i> .
Graspsidae	<i>Geograpsus grayi</i> (Milne Edwards)	Confirmado como predador de <i>Achatina fulica</i> em Ogasawara.
	<i>Metopograpsus messor</i> (Forskal)	Confirmado como predador de <i>Achatina fulica</i> em Ogasawara.
Ocypodidae	<i>Ocypoda cordimana</i> Latreille	Confirmado como predador de <i>Achatina fulica</i> em Ogasawara.
Gecarcinidae	Geocardea natalis Pocok	Confirmado como predador de <i>Achatina fulica</i> nas ilhas Christimans.

Medida de controle biológico

A utilização de produtos químicos para combater infestações de moluscos terrestres é uma alternativa largamente utilizada fora do Brasil e em muitos casos é realizada concomitantemente a coleta manual. No caso de *A. fulica*, a aplicação de moluscicidas tem representado a principal estratégia de controle da população do caramujo invasor em diferentes países, no entanto, o trabalho baseado apenas nessa medida tem resultado em pouco sucesso. Mead (1961) apresenta um histórico das invasões do caramujo gigante africano e as sucessivas tentativas de erradicar a espécie a partir da aplicação de produtos sintéticos. O autor apresentou também em sua revisão uma relação de centenas de produtos avaliados como potências moluscicidas sob diferentes condições em campo e laboratório. No mesmo trabalho, Mead descreveu os experimentos realizados no Havaí, onde durante quatro anos foram testados 107 produtos químicos para formulação de iscas com veneno exclusivamente para combater *A. fulica*. Os resultados evidenciaram que os moluscicidas à base de metaldeído apresentam o maior potencial ativo no controle do molusco.

Atualmente, os moluscicidas produzidos para combater lesmas e caramujos terrestres, de acordo com Barker e Watts (2002), são formados por três componentes principais: metaldeído, carbamatos e ferros fosfatados. Esses autores resumem em seu trabalho o efeito desses venenos sobre os moluscos terrestres de modo geral. O metaldeído, usado largamente na produção de iscas com veneno, atua principalmente sobre as células produtoras de muco, gerando disfunção do balanço hídrico fisiológico, resultando na dessecação do molusco. Os carbanatos são organofosfatados químicos que atuam sobre o sistema nervoso causando disfunções neurotransmissoras e, conseqüentemente, a paralisia muscular. O conhecimento sobre o modo de atuação dos moluscicidas à base de ferros fosfatados é pouco conhecido, mas sabe-se que estão envolvidos na interferência de ligação entre o íon ferro com a molécula de oxigênio impossibilitando a respiração normal do molusco. Os moluscicidas

atualmente apresentam diferentes formulações que variam desde produtos sólidos em estado de pó e granulados comumente utilizados na produção de iscas com veneno, até os produtos na forma líquida, representados pelo pó diluído em água aplicado geralmente por pulverizadores.

Apesar do avanço tecnológico dos novos moluscidas, nenhum dos produtos desenvolvidos apresenta especificidade contra *A. fulica*, colocando outras espécies em risco. Os estudos de Barker e Watts (2002) indicam que mesmo em áreas agrícolas, onde existe pouca diversidade biológica por causa da alteração ambiental, os principais organismos afetados depois dos moluscos são aqueles que compõem a fauna do solo, como minhocas e microrganismos. O potencial de ação dos moluscidas sobre as espécies não invasoras aumenta quando o controle químico é conduzido em ambientes naturais. Os resultados obtidos por Barker e Watts (2002) evidenciam que a toxicidade dos moluscidas varia entre os grupos de invertebrados e vertebrados. Em maior ou menor proporção, moluscidas à base de metaldeído e carbamatos são considerados tóxicos para mamíferos, aves e para fauna do solo, além dos peixes no caso do metaldeído. Segundo os mesmos autores, a contaminação de aves e mamíferos pode ocorrer de forma direta pela ingestão do pesticida ou contato com a derme (apenas mamíferos), e de maneira indireta pelo consumo de alimentos e moluscos contaminados. Os casos de contaminação de seres humanos ocorrem principalmente durante a aplicação dos produtos ou por ingestão acidental.

O fato de o controle químico ser considerado excessivamente caro, contribuiu para que fossem desenvolvidos moluscidas que permanecessem por longos períodos no ambiente expostos sob diferentes condições, reduzindo assim o custo de sucessivas aplicações. Este avanço tecnológico gerou mais um agravante, pois a exposição prolongada do pesticida no ambiente aumenta os riscos de contaminação por outras espécies. Portanto, pelo fato de os moluscidas sintéticos possuírem um grau considerável de toxicidade, criou-se a necessidade de serem elaborados pesticidas naturais e específicos no combate de certas espécies de moluscos. Tendo em vista esse objetivo, os indianos Panigrahi e

Raut (1994) utilizaram o extrato do fruto de *Thevetia peruviana* (Person) Shumann (Apocynaceae) para a elaboração de um moluscicida natural para combater *A. fulica*. Essa planta é comumente encontrada no quintal das casas em Calcutá, onde o caramujo invasor é um sério problema para a agricultura. Os testes quanto à eficiência do moluscicida natural evidenciam bons resultados, em que baixíssimas concentrações do extrato da planta são capazes de gerar mortalidade. Conhecida popularmente como “chapéu-de-napoleão”, “noz-de-cobra”, “acaimirim”, “jorro-jorro”, “bolsa-de-pastor” e “auai-guaçu”, possui como componentes químicos substâncias como tevetina, tevetoxina, nefriifolia que tornam todas as partes da planta tóxica. Apesar dos bons resultados, os autores não testaram a eficácia da planta em campo e não foi dado prosseguimento aos estudos com essa alternativa de controle, provavelmente pela planta ser altamente tóxica também para os humanos, podendo levar à morte.

Segundo Mead (1961), algumas plantas apresentam elevado potencial como pesticidas naturais e cita como exemplo a aplicação do óleo de alho (*Allium sativum* L.) que pode ser aplicado através de pulverizador. As plantas também se constituem um dos alimentos preferidos dos moluscos terrestres, possibilitando que sejam utilizadas para a elaboração de iscas com veneno ou armadilhas. As iscas com veneno são geralmente tóxicas, pois são compostas por uma parte natural que funciona como atrativo e outra parte sintética que carrega o princípio ativo do veneno, sendo o mais comum deles o metaldeído. As armadilhas, no entanto, são geralmente não tóxicas, constituídas apenas pela parte natural que funciona como atrativo, sem nenhum aditivo sintético. As armadilhas, porém, em geral não matam os moluscos, apenas os atraem, necessitando que os caramujos sejam coletados e depois eliminados. Os atrativos utilizados variam desde suco de clorofila (caldo de plantas) e de essências aromáticas como óleo de anis (*Pimpinella anisum* L. e *Illicium verum* Hook. f.), até ingredientes fermentados como caldo de cana, garapa e cerveja. O funcionamento das armadilhas ocorre de diferentes formas, sendo que no modo mais simples o atrativo é colocado dentro de um pote

aberto, parcialmente enterrado no chão e distribuído durante a noite em diferentes partes do terreno. Os caramujos atraídos devem ser coletados ao amanhecer e, depois de identificados, apenas o caramujo africano deve ser sacrificado. No Brasil, alguns jornais da região do Vale do Ribeira no Estado de São Paulo noticiaram o desenvolvimento de uma armadilha não tóxica contra *A. fulica* (APÓS..., 2002; ZÉCA... 2003, ARMADILHA..., 2005; PESQUISADOR..., 2005). O inventor da armadilha chama-se José Pontes, conhecido popularmente como Zeca Preto. O inventor é considerado um autodidata, pois não possui formação profissional e conseguiu desenvolver sua armadilha a partir de observações pessoais durante a invasão do caramujo africano na cidade de Registro, onde mora. Segundo matéria publicada no *Jornal da Cidade* (ARMADILHA..., 2005), José Pontes testou diversas formas de atrair *A. fulica*, obtendo os melhores resultados com uma mistura contendo 14 produtos naturais e 14 produtos artificiais, os quais compõem sua armadilha. No entanto, a invenção de José Pontes não mata *A. fulica*, sendo necessário coletar os caramujos diariamente, e não apresenta caráter específico, atraindo também outras espécies de moluscos. A mesma reportagem informa que a armadilha ainda não foi patenteada e por isso o inventor não revela os segredos de sua descoberta, apesar disso, a armadilha está disponível para aqueles que contratarem seus serviços de exterminador de caramujo.

A utilização de componentes químicos na forma de moluscidas para combater moluscos terrestres em ambientes urbanos, agrícola ou natural, é um procedimento que necessita de autorização legal por parte dos órgãos governamentais competentes. No Brasil, os órgãos responsáveis pela autorização e regulamentação do uso de pesticidas são a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Ministério da Agricultura (MAPA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis (IBAMA). Entretanto, até o momento não existem moluscidas sintéticos ou naturais legalmente autorizados para combater *A. fulica*, tanto para comercialização, quanto para utilização no Brasil (ANVISA; MAPA).

Medida de controle físico

O controle físico de moluscos terrestres é assim denominado, pois abrange diferentes medidas para combater caramujos e lesmas. As formas mais conhecidas de controle físico são representadas por medidas de plantio direcionado, barreiras físicas, saneamento e coleta manual, as quais são apresentadas separadamente a seguir.

Medida de plantio direcionado

O plantio direcionado não é exatamente um método de controle de *A. fulica*, mas uma alternativa que pode ser utilizada para reduzir os prejuízos ocasionados pela população do caramujo invasor na agricultura e jardinagem. Tendo em vista que *A. fulica* não aprecia certas espécies de plantas, estas podem ser cultivadas juntamente com as espécies de interesse econômico ou ornamental, diminuindo o potencial de invasão do caramujo africano. Segundo Raut e Barker (2002), essa medida não tem sido seriamente investigada, no entanto, os autores citam exemplos onde a realização desse plantio direcionado apresenta bons resultados. A realização dessa medida, utilizando espécies de plantas nativas em locais onde tradicionalmente é praticada a monocultura extensiva, pode reduzir as perdas econômicas ocasionadas por *A. fulica* e também gerar benefícios para a biodiversidade nativa.

Medida de barreira física

As barreiras físicas não são específicas contra *A. fulica* e são utilizadas frequentemente para proteger folhas, frutos e plantas, além de prevenir ou reduzir a dispersão de lesmas e caramujos. A elaboração das barreiras é simples, mas variável. Estas podem ser faixas extensas de terra

desnudas e expostas que podem ser reforçadas por um promontório ao redor das plantações e jardins. Outro reforço que pode ser utilizado é a realização de canaletas que impedem o deslocamento dos moluscos. As plantas também podem ser protegidas individualmente por emaranhados de arame ou biombos de metal, enquanto as espécies de grande porte podem receber os biombos de forma anelar ao redor do caule. As plantas em fase juvenil são cobertas totalmente por telas e os frutos por sacos de papel reforçado. Segundo Mead (1961), as barreiras físicas, na melhor das hipóteses, são apenas um impedimento temporário para controlar a invasão de *A. fulica*, o qual exige manutenção periódica e apresenta eficiência limitada.

Medida de saneamento

O padrão de invasão de *A. fulica* evidencia que a espécie exótica se beneficia das condições oferecidas pelo ambiente para estabelecer sua população nas regiões onde foi introduzida. O ambiente favorecedor é representado na maioria das vezes por quintais mal conservados, que geralmente apresentam acúmulo de resíduos, entulhos e grama mal aparada ou por terrenos baldios sem nenhuma manutenção. Nesses locais, o caramujo invasor encontra abrigo e proteção disponíveis e alimento em abundância. A medida de saneamento se constitui basicamente sobre a eliminação desses pontos favorecedores do estabelecimento da população de *A. fulica*, ou seja, destruição e retirada dos locais utilizados pelo molusco como sítio de repouso, refúgio e alimentação. O saneamento deve ser parte integrante no desenvolvimento de qualquer outra medida de controle de *A. fulica*, pois minimiza as chances do invasor manter sua população viável e expõe os caramujos, facilitando a coleta manual. Segundo Mead (1961), o saneamento é uma medida que deve ser realizada antes e durante o trabalho de coleta manual, constituindo-se parte integrante no processo de erradicação de *A. fulica*, como no caso de Miami (descrito adiante).

Para que o saneamento seja efetivo, não deve ser conduzido apenas em focos isolados onde foi caracterizada a infestação de *A. fulica*, mas deve abranger uma área mais extensa, evitando a dispersão do caramujo para as adjacências não saneadas e posteriores reinfestações.

Medida de coleta manual

O controle manual de moluscos terrestres invasores como *A. fulica* está baseado praticamente sob a catação e posterior eliminação dos caramujos, no entanto, sua eficiência depende de um combinado de outras medidas, além do envolvimento da sociedade.

A coleta manual é o método mais antigo para combater a invasão de moluscos terrestres em áreas agrícolas e ainda hoje é uma maneira eficiente de controlar pequenas infestações em hortas e jardins. Entretanto, a coleta manual também tem sido fundamental para controlar casos de espécies com grande potencial invasor, como o relatado por Mead (1961) nas ações realizadas no Japão, Austrália e Estados Unidos.

O manejo dessa espécie invasora deve ser adaptado à realidade de cada local, de modo que o sucesso do controle manual depende primeiramente da realização de um diagnóstico prévio sobre a estrutura da população de *A. fulica* e do modo que a espécie está utilizando o ambiente, o qual deve ser feito imediatamente após a identificação da presença dos primeiros caramujos invasores. O diagnóstico da população de *A. fulica* foi conduzido no Brasil em diferentes municípios do litoral paranaense e verificado que o caramujo invasor ocorre principalmente em ambientes alterados. Nesses locais, a população de *A. fulica* é favorecida pela existência de plantas exóticas usadas para alimentação humana ou para ornamentação, como a “bananeira” (*Musa paradisiaca* L.), o “pau-d’água” (*Dracaena fragans* (L.) Ker-Grawl), a “sapateira” (*Malvaviscus arboreus* Cav.), as quais caracterizaram os principais sítios de repouso e alimentação do caramujo invasor. Na maioria dos municípios vistoriados,

muitos terrenos apresentavam acúmulo de resíduos orgânicos, como resto de alimentos, e acúmulo de entulho, como pilhas de telha e tijolos, que também serviam como refúgios importantes para *A. fulica*. A medida seguinte a ser tomada é integrar a sociedade ao problema do caramujo invasor, levando em consideração os aspectos culturais da comunidade local e concomitantemente deve ser realizada a capacitação de profissionais para direcionar o monitorar da ação de controle.

Tendo em vista o modo de ocupação de *A. fulica* no litoral paranaense e em outras regiões do Brasil e exterior, fica claro que o perfil de invasão da espécie está associado ao ambiente antrópico, fazendo com que a eficiência do manejo do caramujo gigante africano dependa da participação ativa da sociedade. O desenvolvimento de um trabalho de conscientização da comunidade é necessário para que os fatores favorecedores do estabelecimento da espécie invasora sejam eliminados, como, por exemplo, a retirada das plantas exóticas e do acúmulo de resíduos. Os profissionais capacitados são indispensáveis para monitorar a coleta e a eliminação dos caramujos, evitando que os moluscos nativos sejam sacrificados acidentalmente no lugar da espécie invasora. A ação também necessita ser gerenciada por profissionais para que medidas alternativas não sejam realizadas inadequadamente, como aplicações de pesticidas ilegais ou utilização de outros componentes, como sal, hipoclorito e cal virgem que podem ser letais para os moluscos, mas não são específicos para *A. fulica*, podendo afetar espécies nativas de diversos grupos, principalmente aqueles que compõem a fauna do solo. Para eliminação dos espécimes de *A. fulica* coletados durante a ação de manejo também é necessário uma orientação adequada. Pois medidas como simples enterramento não são suficientes, enquanto a destinação dos animais vivos para o sistema de coleta de lixo ou a liberação dos caramujos em lagos, rios ou no mar dificilmente leva os moluscos à morte, contribuindo para a disseminação do invasor. Alternativas cruéis de sacrifício, que levam o animal a um sofrimento desnecessário, devem ser evitadas por questões éticas, tendo em vista que o animal é o último

culpado de ser uma praga. O destino dos caramujos sacrificados é o ponto que deve ser discutido com as autoridades.

A medida de controle manual apresenta três inconveniências principais: primeiro é a exigência de um grande esforço, por causa da coleta manual e eliminação dos fatores que favorecem o estabelecimento do caramujo invasor. O segundo envolve a necessidade de modificação dos ambientes a partir da aplicação das medidas de saneamento. O terceiro é relacionado ao custo de investimento, que em geral é considerado elevado. No entanto, diante das demais medidas existentes, o controle manual é a mais recomendável no caso do caramujo gigante africano, pois é o único que se mostrou realmente eficiente. O controle biológico apresenta um risco eminente de que a espécie utilizada como cura possa se tornar pior do que a doença, ou seja, como ocorreram nos exemplos descritos anteriormente, as espécies introduzidas para combater *A. fulica* se estabeleceram tornando-se um problema pior do que o caramujo africano. O controle químico se torna inviável por causa da inexistência de um moluscicida seguramente específico para *A. fulica*, colocando em risco a sobrevivência de outras espécies e a saúde humana. Em cada uma das medidas de controle (biológico, químico e físico) existe um custo de investimento em pesquisa, material e mão-de-obra que varia de acordo com cada caso. O controle manual possui ainda a vantagem que lhe permite ser adaptado a qualquer realidade, desde que exista um diagnóstico prévio sobre a biologia populacional do caramujo invasor e ocorra integração e participação social através da educação ambiental, além da capacitação de profissionais para conduzir e administrar a ação.

No Brasil, desde 1998 existe um programa que visa ao controle e à erradicação de *A. fulica* através da coleta manual, o qual foi desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Helicicultura (IBH) em parceria com o Centro de Experimentação e Divulgação Científica (Fundação CEDIC) (CEDIC, 2006). As duas instituições publicaram um livro sobre o caramujo invasor e elaboraram um documentário em DVD e VHS, os quais integram o “Programa Nacional de Saneamento Ambiental da Invasão da *Achatina*

fulica". Segundo o diretor do IBH, professor Willian do Amaral, esse programa foi copiado por diversas instituições civis e governamentais. Porém, segundo Willian, nenhuma dessas instituições conduziu o programa corretamente e por isso não obtiveram resultados satisfatórios, principalmente por causa do tempo de execução (em geral curto, apenas um ou dois dias). A partir do ano de 2004, o IBAMA-DF também se mobilizou e apresentou o "Plano de Ação do Caramujo Africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822", o qual teve por objetivo assessorar as prefeituras quanto à execução do "Dia C" ou "Dia de Combate ao Caramujo Africano". O "Dia C" se constitui de um feriado ou sábado em que o IBAMA capacita funcionários públicos e estes atuam como agentes multiplicadores, supervisionando a coleta de *A. fulica* executada por alunos das escolas locais.

O melhor exemplo de que a erradicação de *A. fulica* é possível de ser realizada por meio da coleta manual é o excelente programa de controle da espécie executado em Miami, Flórida, nos Estados Unidos. Naquele caso, a invasão do caramujo gigante africano foi identificada aproximadamente três anos após o estabelecimento da população, resultando na infestação de 42 quadras. O sucesso da ação foi resultado de um conjunto de medidas que iniciaram imediatamente depois de constatada a invasão de *A. fulica*. Um estudo prévio sobre a população do molusco e sua distribuição foi conduzido permitindo que a área infestada fosse delimitada e mantida em estado de quarentena. Concomitantemente, foi realizado um trabalho contínuo de sensibilização social por meio de informações veiculadas pela mídia e campanhas educativas. A principal medida de controle utilizada foi a coleta manual realizada de forma intensa por profissionais capacitados que também coordenaram a ação. O trabalho contou com a cooperação da comunidade, que realizou a catação dos caramujos e eliminação dos pontos que contribuíam para o estabelecimento da população de *A. fulica*, mantendo os terrenos limpos e retirando plantas exóticas, resíduos orgânicos e entulhos. A ação contou ainda com a aplicação de iscas com veneno em condições específicas em

áreas restritas de acordo com a legislação dos Estados Unidos. O trabalho foi conduzido durante seis anos ininterruptamente, sendo coletados e destruídos mais de 18 mil indivíduos de *A. fulica* e milhares de ovos. A ação envolveu centenas de horas de coleta manual e mais de 300 mil dólares de investimento. O trabalho de controle de *A. fulica* através da coleta manual em Miami obteve como resultado a primeira erradicação total da invasão do caramujo gigante africano após uma grande infestação.

Considerações finais

O caramujo gigante africano é um problema mundial, pois se tornou invasor nos cinco continentes. Por isso, a melhor forma de controlar esse invasor é evitar que *A. fulica* seja introduzida. Tendo em vista que a espécie já ocorre livremente no Brasil, a prioridade deve ser o seu manejo, cuidando para que não ocorram novas introduções. A primeira etapa do manejo é diagnosticar o perfil de ocupação do invasor, que no caso de *A. fulica* está associado ao ambiente antrópico. Posteriormente é preciso escolher a melhor medida de controle a ser utilizada e adaptá-la à realidade local. Dentre as três formas existentes, a medida de controle biológico parece sedutora e vantajosa, pois utiliza o serviço da natureza reduzindo os custos de mão-de-obra e equipamentos. Porém, no caso de *A. fulica*, a ausência de um agente de controle biológico específico torna essa alternativa totalmente inviável. Os exemplos existentes evidenciam que as espécies utilizadas para controlar *A. fulica* se tornaram um problema pior do que o próprio caramujo africano.

O controle químico de *A. fulica* também possui a vantagem de reduzir custos de mão-de-obra, no entanto, a aquisição dos equipamentos e dos moluscidas faz desta a alternativa mais cara. Outra desvantagem do controle químico é a falta de produtos específicos e a elevada toxicidade e permanência do veneno no ambiente, colocando em risco tanto a biodiversidade quanto a saúde humana. As armadilhas que podem ser

compostas apenas por produtos naturais são pouco desenvolvidas e não apresentam eficiência devidamente comprovada. No Brasil, outro fator que impede a utilização do controle químico para combater moluscos terrestres, exceto em áreas agrícolas, mesmo espécies invasoras como *A. fulica*, é a ausência de produtos legalmente autorizados.

As medidas de controle físico são as menos dispendiosas se comparadas ao controle biológico e químico e possuem a vantagem que lhes permitem serem adaptadas a diferentes realidades. Dentre as medidas de controle físico, o plantio direcionado é uma alternativa que pode contribuir para reduzir perdas para o setor agrícola e de ornamentação, além de beneficiar a biodiversidade, mas a sua aplicação depende de estudos ecológicos mais detalhados. As barreiras físicas são métodos simples que podem surtir efeitos significativos, tanto em áreas rurais quanto urbanas, principalmente quando são aplicadas em conjunto com as demais medidas de controle físico. O saneamento é uma medida que deve integrar todos os planos de manejo, sendo essencial para a eficiência de qualquer outra alternativa de controle. Porém, para que apresente resultados significativos, é necessário haver a participação da comunidade. A coleta manual, apesar de constituir o método mais antigo para controlar populações de moluscos terrestres, é ainda o mais eficiente. Essa medida é composta pela catação dos moluscos e a integração entre o saneamento e a educação ambiental. A coleta manual é ainda no presente utilizada com sucesso para controlar e erradicar pequenas infestações de moluscos terrestres, mas de maneira direcionada também foi utilizada com êxito na erradicação de grandes infestações de *A. fulica*. Portanto, é a medida recomendada para solucionar o problema do caramujo africano.

O plano de controle de *A. fulica* deve iniciar tão logo seja detectada a invasão do molusco. Para tanto, o sucesso da ação de manejo depende inicialmente do trabalho de profissionais que possam avaliar e caracterizar o perfil da população de *A. fulica* e os locais de predomínio das infestações. Em seguida, esses profissionais devem integrar a sociedade ao problema do caramujo invasor levando em consideração os aspectos culturais das

comunidades locais. Este é um passo fundamental para a ação de manejo, pois a ocorrência do invasor associado ao ambiente antrópico faz da sociedade o principal instrumento na ação de controle. Os profissionais capacitados devem monitorar a captura, identificação e o sacrifício dos moluscos para evitar que os espécimes nativos sejam confundidos com o exótico. O monitoramento também serve para evitar atitudes errôneas de controle como aplicação de hipoclorito, sal e cal virgem diretamente sobre o solo, as quais contribuem para mortalidade de inúmeras espécies nativas. Os profissionais também devem administrar o destino final dos caramujos, pois colocar os animais em sacos de lixo, enterrar ou jogar na água doce ou salobra não resulta necessariamente na morte dos moluscos e pode contribuir para sua disseminação.

A comunidade acadêmica possui papel fundamental nessas ações, pois contribuem com novas pesquisas que permitem conhecer melhor a espécie invasora e buscar métodos alternativos ou novas tecnologias para o controle da praga. O trabalho de ação deve contar com a participação dessas três parcelas da sociedade de forma conjunta, clara e frequente.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Saneantes. Legislação. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/saneantes/legis/especifica/inseticida.htm>>. Acesso em: 18 maio 2006.

APÓS três anos de pesquisas, dedetizador inventa armadilha para exterminar caramujo africano. **Jornal Regional Online**, Registro, São Paulo, 21 jun. 2002. Disponível em: <<http://www.rgt.matrix.com.br/jornaljr/noticias/anteriores/2002/65.html>>. Acesso em: 18 maio 2006.

ARMADILHA ajuda a combater caramujo. **Jornal da Cidade**, Bauru, SP, 14 jan. 2005. Disponível em: <http://www.jcnet.com.br/busca/busca_detalhe2005.php?codigo=46360>. Acesso em: 18 maio 2006.

BARKER, G. M.; WATTS, C. Management of the invasive alien snail *Cantareus asperses* on conservation land. **Department of Conservation**, Wellington, v. 31, p. 1-29, 2002.

CENTRO DE EXPERIMENTAÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA - CEDIC. Disponível em: <<http://www.cedic.org.br/>>. Acesso em: 18 maio 2006.

CIVEYREL, L.; SIMBERLOFF, D. A tale of two snails: is the cure worse than the disease? **Biodiversity and Conservation**, London, v. 5, p. 1231-1252, 1996.

FISCHER, M. L.; COLLEY, E. Espécie invasora em reservas naturais: caracterização da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca; Achatinidae) na Ilha Rasa, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 5, n. 1, 2005.

GRIFFITHS, O.; COOK, A.; WELLS, S. M. The diet of introduced carnivorous snail *Euglandina rosea* in Mauricius and its implication for threatened islands gastropod faunas. **Journal of Zoology**, London, v. 229, p. 79-89, 1993.

LAKE, P. S.; O'DOWD, D. J. Red crabs in rain forest, Christmas Island: biotic resistance to invasion by an exotic snail. **Oikos**, Lund, v. 62, p. 25-29, 1991.

MEAD, A. R. **The giant African snail**: a problem in economic malacology. Chicago: University of Chicago Press, 1961.

_____. Economic malacology with particular reference to *Achatina fulica*. In: FRETTER, V.; PEAKS, J. (Org.). **Pulmonates**. London: Academic Press, 1979. p. 1-150.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Agrofit. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 maio 2006.

PANIGRAHI, A.; RAUT, S. K. *Thevetia peruviana* (Family: Apocynaceae) in the control of slug and snails pests. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 89, p. 247-250, 1994.

PESQUISADOR, autodidata, descobre como erradicar o caramujo gigante africano. **Jornal Local**, Aragarças, Goiás, 20 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.jlocal.com.br/noticias.php?pesquisa=1104>>. Acesso em: 18 maio 2006.

RAUT, S. K.; BARKER, G. M. *Achatina fulica* Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture. In: BARKER, G. (Org.). **Mollusks as croup pest**. New Zealand: CAB Publishing, 2002. p. 55-114.

ZÉCA Preto será entrevistado no Programa do Jô. **Jornal Regional Online**, Registro, São Paulo, 04 jan. 2003. Disponível em: <<http://www.rgt.matrix.com.br/jornaljr/noticias/anteriores/2003/1.html>>. Acesso em: 18 maio 2006.

Manejo de *Achatina fulica* em reservas naturais: Reserva Biológica de Poço das Antas, um estudo de caso

Fábio André Faraco

Caso 1 – Reserva Biológica de Poço das Antas/RJ

Sob o ponto de vista ecológico, unidades de conservação periurbanas podem ser consideradas ilhas remanescentes de ecossistema original, inseridas num mar de ambiente hostil. O processo de insularização e fragmentação, deflagrados principalmente pelo crescimento urbano, aumenta a probabilidade de invasões de espécies exóticas, uma vez que muitas espécies de paisagens urbanas e rurais parecem ser adaptadas à borda de reservas (SAUDERS; HOBBS; MARGULIS, 1991).

A invasão de espécies exóticas, por sua vez, causa impactos negativos às populações nativas, como aumento de predação, competição por recursos limitados e introdução de doenças (ARTOIS, 1997; PRIMACK et al., 1998). De acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), a segunda maior causa de perda de biodiversidade é a introdução de espécies exóticas.

Historicamente, a ocupação humana pós-descobrimento do Brasil (1500) iniciou-se e irradiou-se pelo litoral. Não por menos, nessas áreas estão as maiores concentrações de cidades e de atividades antrópicas, tais como agricultura, mineração e estradas. Espécies exóticas que são adaptadas ao ambiente criado pelo homem ampliam facilmente sua área de ocorrência (SOULÉ, 1990), estabelecendo-se em áreas que deveriam ser especialmente preservadas para a manutenção da biodiversidade. Esse é o caso, por exemplo, de um grande número de espécies cosmopolitas que seguem agregações

humanas, incluindo desde espécies nocivas, como ratos domésticos (*Mus musculus*), até animais de estimação, como cães e gatos domésticos.

No Brasil, a presença de espécies exóticas em unidades de conservação é amplamente conhecida, porém, pesquisas acerca do impacto destas na biodiversidade são raras e não sistemáticas. No Parque Nacional de Brasília (PARNA de Brasília), foi constatado que a presença de cães tem gerado um efeito de borda (LACERDA, 2002). Efeitos de borda frequentemente ocorrem entre limites de tipos diferentes de hábitat, especialmente entre florestas e áreas abertas (MURCIA, 1995) e em bordas de reservas (WOODROFFE; GINSBERG, 1998). A presença de cães domésticos no PARNA de Brasília tem diminuído a área efetivamente protegida para duas espécies ameaçadas de extinção: o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), uma vez que a ocorrência dessas espécies foi maior em áreas internas (> 3 km da borda), onde os cães foram ausentes (LACERDA, 2002).

Espécies exóticas também são responsáveis pela introdução de inúmeros microrganismos que podem causar doenças e parasitoses letais às espécies nativas (ARTOIS, 1997; PRIMACK et al., 1998). No Parque Nacional do Serengeti, Tanzânia, pelo menos 25% dos leões (*Panthera leo*) foram mortos por cinomose e parvovirose contraídas a partir dos 30 mil cães domésticos que vivem ao redor da reserva (MORELL, 1994; PACKER et al., 1999; PRIMACK et al., 1998). No Brasil, há registros clínicos de lobos-guarás (*Chrysocyon brachyurus*) em cativeiro que vieram a óbito por causa da parvovirose canina, o que demonstra a suscetibilidade dessa espécie ao vírus (FLETCHER et al., 1979; MANN et al., 1980). No entanto, ressalta-se a quase ausência de estudos epidemiológicos *in loco* com espécies nativas.

Histórico

A introdução do caramujo africano *Achatina fulica* no continente americano iniciou-se pelo Havaí, no ano de 1936, tendo alcançado

a Califórnia ao fim da Segunda Guerra Mundial e sendo registrada na Flórida no início da década de 70. Nos inúmeros países em que o caramujo africano se estabeleceu, promoveu a devastação de diversas culturas, tais como: banana, mamão, café, cítricos, entre outras. Nos Estados Unidos e na Austrália foi considerado praga agrícola, exigindo grandes esforços e recursos para o seu controle e erradicação. Em outros países, como Índia e Madagascar, e no Sudeste asiático, a espécie também está presente e associada à transmissão da angiostrongilíase meningica, doença parasitária que ataca o sistema nervoso humano.

No Brasil, o caramujo africano foi introduzido no final da década de 80 como um substituto para o escargot (*Helix aspersa*), porém, o caramujo africano é muito diferente do escargot verdadeiro, não sendo, portanto, bem aceito pelo público consumidor. Além disso, a criação e comercialização dessa espécie não são regulamentadas pelo Ministério da Agricultura, sendo, portanto, ilegais.

A partir de fugas ou solturas propositais feitas por criadores frustrados com o negócio, o caramujo africano tornou-se uma praga em quase todo o território nacional, causando danos à agricultura e risco à saúde humana, uma vez que é potencial transmissor de parasitoses, tais como a angiostrongilíase abdominal. Outro problema potencial é a exclusão de espécies nativas de moluscos, principalmente por sobreposição de nicho trófico.

Deve-se considerar que as infestações são relativas a milhões de indivíduos. O hábito herbívoro representa um risco de impacto na flora nativa, uma vez que, em uma floresta, apesar da grande quantidade de material vegetal, é limitada a capacidade de produção de brotos, folhas e frutos, os quais podem ser consumidos pelos caramujos, resultando, ao longo do tempo, na transformação do hábitat e impactando na biota como um todo.

Outro dado importante que deve ser considerado é que a grande quantidade de caramujos representa aumento da demanda de proteína para a fauna nativa. O que inicialmente pode ser visto como vantagem,

torna-se um problema, pois favorece o crescimento populacional de outras espécies e gera desestabilizações de ecossistemas inteiros.

A distribuição atual do caramujo africano no território brasileiro, aliada a sua grande capacidade de dispersão (característica reforçada por atividades humanas) faz com que muitas unidades de conservação brasileiras já estejam sendo invadidas por essa espécie ou encontrem-se em risco. Infelizmente, a Reserva Biológica de Poço das Antas enquadra-se na primeira situação.

A escolha da Reserva Biológica de Poço das Antas para a aplicação do método de controle e manejo descrito neste capítulo deve-se, entre outros fatores, à proximidade da cidade do Rio de Janeiro, à estrutura disponível (alojamentos, pessoal e associação do mico-leão-dourado), além da confirmação da presença do caramujo africano na reserva e nos municípios de entorno (Casimiro de Abreu, 8 km e Silva Jardim, 20 km da unidade) (FIG. 1).

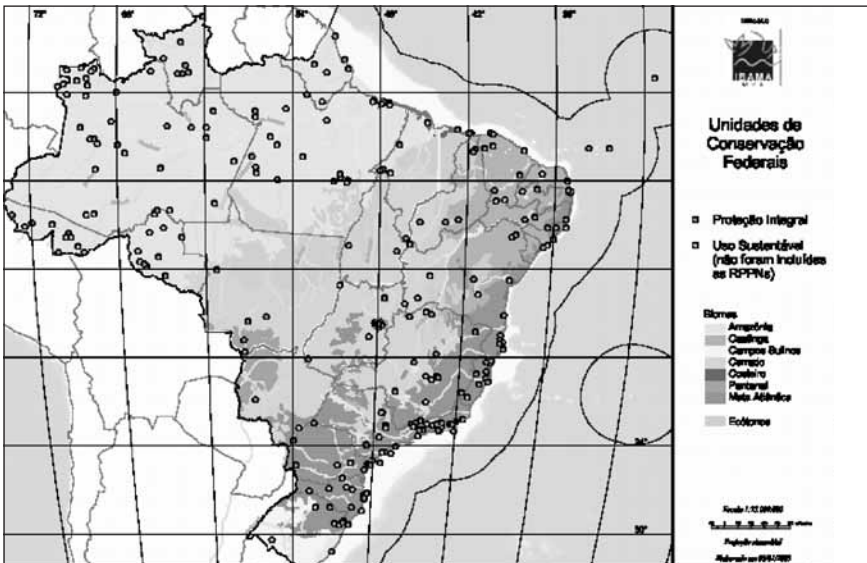


FIGURA 1 – A localização das UC mostra a sobreposição na sua maioria em regiões mais densamente habitadas.

Segundo informações do funcionário da Reserva Biológica, a presença do caramujo africano foi detectada no final de 2002, desde então, os registros da espécie na reserva têm se intensificado, principalmente no entorno da sede administrativa. A sede e demais dependências formam um núcleo de ocupação humana, cercados por remanescentes de Floresta Atlântica e matas secundárias em avançado estágio de regeneração, o que facilita em muito o avanço e colonização da área pelo caramujo africano.

Programa de manejo

O relato do programa de manejo aplicado na Reserva Biológica de Poço das Antas faz parte do Plano de Ação do caramujo africano elaborado pelo IBAMA (MINISTÉRIO..., 2004).

Após a confirmação da presença do caramujo africano na UC e sua zona de amortecimento (raio de 10 km do perímetro externo do polígono da UC) (FIG. 2), a primeira tarefa executada foi um amplo mapeamento da zona de entorno para tentar localizar a fonte da origem da infestação. Para tal, utilizou-se o formulário de campo para entrevistar o maior número possível de moradores das comunidades e propriedades vizinhas.



FIGURA 2 – Presença de *A. fulica* na borda e interior da mata da REBIO

A sede da unidade e demais dependências formam um núcleo de ocupação cercado por matas secundárias em avançado estágio de

regeneração, há a presença de famílias de micos-leões-dourados habitando o entorno, bem como de outros representantes da fauna local (tatus, cachorros-do-mato, preguiças e mãos-peladas).

Segundo relatos dos servidores da UC, a presença do caramujo africano seria notada em aproximadamente 1,5 a 2 anos, mas é bem provável que a presença seja bem anterior, o que provavelmente não havia sido percebido antes.

Entre os muitos fatores que ocasionaram a presença do caramujo africano na UC, pode-se afirmar ser o mais importante as enchentes que ocorrem no Rio Aldeia, pois, sendo este bastante assoreado e com pouca pluviometria, sobe 1,5 a 2 metros, o bastante para transbordar do leito original e varrer uma grande área de suas margens, carregando grandes quantidades de caramujos que infestam propriedades rurais vizinhas.

Isso pode ser comprovado no mês de novembro, onde uma grande enchente depositou, além de uma grande quantidade de material orgânico, muitas conchas vazias de *A. fulica* na área da Reserva Biológica.

Capacitação¹

Como o caramujo africano está associado diretamente à ocupação e/ou presença humana, a capacitação de multiplicadores nos municípios vizinhos à UC é de fundamental importância, pois, dessa forma, a pressão e presença da EEI no entorno pode ser diminuída, minimizando os riscos de reinfestação. Por esse motivo, foram feitas oficinas para multiplicadores nos municípios de Casimiro de Abreu e de Silva Jardim.

Para ser possível manter um controle efetivo do caramujo, é necessário que se desenvolva uma prática educativa com a população, somente desta forma será possível construir mecanismos e instrumentos

¹ Colab. Alvarar Queiroz, IBAMA/RN

que possibilitem o conhecimento sobre o animal e a sua relação com a saúde humana e o meio ambiente.

Campanhas de mobilização popular possuem um valor extraordinário para sensibilizar a população, mas uma ação mais efetiva e continuada requer que a população se aproprie não somente das informações científicas sobre o animal, mas que construa os meios de controle, combate e monitoramento do processo.

O importante nesse processo de construção de conhecimento sobre o caramujo africano é o envolvimento de diversos atores sociais motivados, sensibilizados, assumindo uma postura crítica e buscando a solução dos problemas concretos da comunidade.

A abordagem problematizadora usada durante todo o desenvolvimento da oficina possibilita não somente a aprendizagem, mas produz demandas individuais e coletivas, além de desmistificar as práticas educativas que se restringem apenas a repasses de conteúdos supostamente acabados.

O axioma tão conhecido “pensar globalmente e atuar ou agir localmente” tem nesse momento de combate ao caramujo africano particular importância, pois o que se pretende com esse trabalho é evitar as ações de governo tão somente de cima para baixo, transformando a população em espectador ou agente passivo do processo.

O trabalho tem por objetivo capacitar multiplicadores envolvendo atores sociais da saúde, dos movimentos populares e direção de escolas para o combate à *A. fulica*, com a finalidade de:

- a) Trabalhar uma metodologia que possibilite sua apropriação pelo conjunto dos multiplicadores e que propicie a construção de conhecimentos, mecanismos, ações para o controle do caramujo africano motivando esses atores sociais a promoverem ações continuadas no âmbito de suas comunidades.
- b) Organizar os diversos atores sociais coletivos (escolas e ONGs) envolvidos com a ação a continuarem promovendo

eventos e atividades escolares que possibilite a continuidade de forma sistemática o controle do caramujo africano.

- c) Motivar os atores sociais para a necessidade da avaliação dos eventos assim como, proceder a ações de fiscalização e monitoramento dos trabalhos desenvolvidos pela comunidade.

A metodologia trabalhada visa à construção de novos conhecimentos embasada na perspectiva da dialogicidade mediante uma abordagem problematizadora.

Esse processo tem como ponto inicial o Estudo da Realidade, partindo da realidade desse sujeito, procurando levantar o grau de entendimento que os mesmos possuem sobre o problema. À medida que se pergunta ao sujeito o que ele entende sobre o que está sendo estudando, procede-se a problematização. Busca-se com a problematização partindo do senso comum até o ponto onde se percebe o limite de conhecimento sobre o assunto. Observe que são feitas perguntas para o conjunto dos atores sociais reunidos em um determinado local.

À medida que os atores se pronunciam, usando tarjetas de cartolina para expressar o seu conhecimento sobre o assunto em questão, o animador afixa em uma folha de papel madeira que se encontra a sua frente, ou na parede, de tal forma que todos consigam participar e formular as suas questões.

Por causa dos sujeitos se sentirem no limite do seu conhecimento sobre o assunto, parte-se para a leitura de documentos científicos especializados, artigos ou livros, com o intuito de se aprofundar no assunto e organizar o conhecimento. Só então o assunto em discussão passa a ser compreendido pelo grupo, o qual já conseguiu responder os questionamentos que foram feitos no momento do estudo da realidade. Passando, assim, para o planejamento, estabelecendo um plano de ação e aplicação do novo Conhecimento.

No caso da oficina de controle ao caramujo africano, após a fixação das tarjetas e da problematização, a equipe de coordenação

constrói uma questão geradora e apresenta ao conjunto dos atores sociais ali presente. Ato contínuo, problematiza-se a questão geradora e o conjunto passa a reconstruir a referida questão.

Após a nova construção da questão geradora, os atores sociais passam a tentar responder a questão, partindo em seguida para uma síntese.

Após a Organização do Conhecimento, o grupo é chamado novamente para rever a questão geradora, na tentativa de ratificá-la ou de modificá-la. Normalmente, após a leitura dos documentos especializados e da problematização, esses atores modificam sobremaneira o que disseram na primeira síntese, uma vez que, após a leitura dos documentos, encontram-se devidamente mais preparados.

Avaliação e monitoramento

Após a ação de controle do caramujo africano deve ser feito um encontro para avaliação e preparação de um plano de ação continuado com o respectivo monitoramento.

Formulação de uma questão geradora

Por que esse caramujo é alvo de controle por parte dos órgãos da saúde e do meio ambiente?

Refazendo a questão geradora

Por que esse caramujo é alvo de controle por parte dos órgãos de saúde, educação, meio ambiente, agricultura e demais instituições públicas e privadas e sociedade como um todo?

Respondendo a questão geradora

Síntese 1ª

É alvo de controle por parte da Secretaria da Saúde para evitar uma epidemia e da Secretaria do Meio Ambiente para evitar um desequilíbrio natural.

Síntese 2ª

Porque afeta a saúde pública e põe em risco a vida humana, degradando e desequilibrando o meio ambiente.

Síntese 3ª

Por ser um problema comum, há necessidade de uma parceria entre os órgãos competentes privados e a sociedade como um todo.

Momento de problematização

Nesse momento de problematização, o grupo discute a questão geradora sob a mediação do condutor (monitor/animador) do processo. Essa questão foi introduzida para motivar o diálogo com o intuito de apontar a relação entre as diversas instituições envolvidas. Nesse caso, aos poucos o mediador coloca no quadro, em forma de esquema, as áreas de conhecimento que são estanques e em conjunto os problemas ambientais que se apresentam de forma transversal.

A ação seguinte deve ser reformular a questão geradora e, conseqüentemente, refazer a síntese.

Após a 1ª síntese realizada pelos participantes, o grupo deve ser dividido em grupos menores, de cinco pessoas no máximo, as quais fazem

a leitura dos textos explicativos fornecidos, descrevendo a espécie e seus hábitos, na tentativa de organizar o conhecimento e vencer as limitações do senso comum.

Tendo sido feita a leitura dos textos, o grupo se reúne novamente, já com uma visão modificada em função das leituras especializadas sobre o assunto, construindo uma nova síntese a partir da questão geradora.

Agora, conhecendo melhor o assunto, o grupo trabalha dois momentos, respondendo dois questionamentos - sem o uso de tarjetas.

Pensando uma ação continuada

Após a ação de controle do caramujo, deve-se realizar uma reunião com todos os multiplicadores para traçar um plano de continuidade, com calendário e atividades definidas.

O Dia C

O Dia C, ou dia de combate ao caramujo, é um dia oficial de implantação do PA, para tal, ocorre o treinamento da imprensa, sendo fornecidos detalhes técnicos, fontes de informação, releases e material de mídia. Esse procedimento é muito importante para que a informação e objetivos da campanha sejam divulgados de maneira correta em todos os meios de mídia possíveis.

O 1º Dia “C” da Reserva Biológica ocorreu em 26 de agosto de 2004, a coleta deu-se manualmente, numa área de 100 metros para dentro da mata, partindo do perímetro interno da área da sede. Foram 10 horas de trabalho e 15 coletores habilitados, resultando na coleta de 550 quilos de caramujos africanos vivos.

Periodicamente (a cada 15 dias) o procedimento foi repetido (sem prazo para término).

As medidas propostas seguem o princípio da simplicidade de ações, embora tais medidas não impeçam a presença do caramujo africano, com certeza reduzirão em muito a dinâmica de sua ocupação.

Na visita de acompanhamento realizada entre os dias 13 e 17 de setembro de 2004, pode-se observar uma expressiva diminuição da presença de exemplares do caramujo africano na área afetada (em torno de 85%).

Como ocorre na maioria das UCs, o manejo de resíduos e material, fruto de atividade da administração (folhiço, restos de material de construção, caliça, material apreendido – madeira, carvão entre outros), não previa, historicamente, a presença do caramujo africano. Assim, a disposição desses resíduos deve ser revista, uma vez que, como observado, nesses locais a *A. fulica* está se fixando e se reproduzindo. A correta disposição desses materiais evita em muito a presença do caramujo africano, bem como diminuiu seu espaço de refúgio e de reprodução, pois, no folhiço acumulado ao longo de décadas, o animal tem abrigo garantido e local de reprodução o ano inteiro.

A presença de grupos familiares de mico-leão-dourado na área mais infestada provoca encontros diários entre essas duas espécies. Inclusive, o mateiro local informou oralmente ter presenciado a predação de moluscos (gastropodes arborícolas) por micos na Reserva Biológica. Levantando, assim, a hipótese de consumo de *A. fulica* pelos micos. Isso não só suscita preocupações sobre contágio de parasitas associados, mas levanta também a hipótese de consumo de proteínas que originalmente não estariam disponíveis para a espécie.

Praticamente todo o entorno da sede apresenta grande infestação de *A. fulica*, comprovado pela observação *in loco*.

No circuito de trilhas “Boi Branco”, com aproximadamente mil metros de extensão, a partir da sede da unidade, a presença do caramujo africano é comum. Ressalta-se seus hábitos arborícolas, sendo observado em árvores no interior da mata em alturas de 15 metros ou mais. Por haver informações de que o animal começou a invadir a unidade há 1 ano e meio, supõe-se que sua penetração na mata estaria em estágios iniciais,

mas que, pela provável predação por fauna nativa, seu avanço é lento e pontual, típico da dinâmica de espécies invasoras.

Muito comum também foi a observação de cópula dos animais em várias horas do dia e independente de umidade aparente (após chuvas, por exemplo), o que mostra a incrível habilidade reprodutiva da espécie e sua ótima adaptação ao ambiente florestal na Reserva Biológica.

A documentação da aplicação de novas técnicas de manejo de resíduos da UC foi realizada, a fim de elaborar protocolos de manejo de resíduos para serem aplicados nas demais unidades de conservação do IBAMA. Estes devem ser aplicados também onde não há a presença de *A. fulica*, como atitude preventiva.

Importante também foi documentar a retirada de animais por coleta direta de exemplares e posterior pesagem e estimativa de número. A sequência de eventos de coleta permitirá uma avaliação da efetividade das medidas propostas.

Medidas propostas

- 1) Mapeamento das comunidades de entorno da unidade para se ter a noção de extensão da infestação, bem como do local onde a *A. fulica* estaria penetrando na unidade, para tal, deve ser elaborado um formulário de entrevistas (com o uso de um formulário de campo padrão).
- 2) Retirada da serrapilheira de varrição ao redor da sede na borda da mata. A separação inicial da serrapilheira constou da retirada dos exemplares adultos e esmagamento dos ovos, então, a serrapilheira foi seca e realizada uma nova triagem para eliminação dos exemplares restantes. Só então a serrapilheira foi utilizada como adubo e o material lenhoso, depois de separado, seco e triado, doado para a população de baixa renda no entorno da UC (FIG. 3).

- 3) Criação de “aceiros” com 1 metro para dentro e para fora da borda da mata de entorno da sede, livre de folhiço e de vegetação.
- 4) Retirada de material apreendido como lenha, carvão e sua disposição em local apropriado dentro da unidade.
- 5) Retirada de calça e demais restos de construção para fora da unidade.
- 6) Retirada de bananeiras da área do entorno da sede (FIG. 3).
- 7) Construção, nos fundos da garagem de uma área isolada com 15 cm de espessura de brita para a disposição de material de construção e demais materiais (apreensão), prática importante, pois isolará o material do chão úmido, bem como não permitirá que capim e vegetação cresçam em redor.
- 8) Coletas periódicas de *A. fulica*, por pessoal da unidade, no entorno da sede (áreas a serem definidas) e sua correta disposição dentro da Unidade (FIG. 3).



FIGURA 3 – Manejo do local com retirada da serrapilheira, retirada de bananeiras e covas para enterrar os animais coletados

Aspectos Legais

O Decreto n. 4.339, de 22 de agosto de 2002, institui a Política Nacional da Biodiversidade; seus Componentes e respectivos objetivos específicos orientam as etapas de implementação dessa Política.

Do Componente 1 da Política Nacional da Biodiversidade - Conhecimento da Biodiversidade

10.1.8. Inventariar e mapear as espécies exóticas invasoras e as espécies-problema, bem como os ecossistemas em que foram introduzidas para nortear estudos dos impactos gerados e ações de controle.

10.3.6. Promover e apoiar pesquisas para subsidiar a prevenção, erradicação e controle de espécies exóticas invasoras e espécies-problema que ameacem a biodiversidade, atividades da agricultura, pecuária, silvicultura e aquicultura e a saúde humana.

Do Componente 2 da Política Nacional da Biodiversidade - Conservação da Biodiversidade.

11.1.12. Articular ações com o órgão responsável pelo controle sanitário e fitossanitário com vistas à troca de informações para impedir a entrada no país de espécies exóticas invasoras que possam afetar a biodiversidade.

11.1.13. Promover a prevenção, a erradicação e o controle de espécies exóticas invasoras que possam afetar a biodiversidade.

11.2.3. Apoiar as ações do órgão oficial de controle fitossanitário com vistas a evitar a introdução de pragas e espécies exóticas invasoras em áreas no entorno e no interior de unidades de conservação.

Do Componente 4 da Política Nacional da Biodiversidade - Monitoramento, Avaliação, Prevenção e Mitigação de Impactos sobre a Biodiversidade.

13.1.1. Apoiar o desenvolvimento de metodologias e de indicadores para o monitoramento dos componentes da biodiversidade dos ecossistemas e dos impactos ambientais responsáveis pela sua degradação, inclusive aqueles causados pela introdução de espécies exóticas invasoras e de espécies-problema.

13.1.8. Apoiar as ações do órgão oficial responsável pela sanidade e pela fitossanidade com vistas em monitorar espécies exóticas invasoras para prevenir e mitigar os impactos de pragas e doenças na biodiversidade.

13.2.6. Apoiar a realização de análises de risco e estudos dos impactos da introdução de espécies exóticas potencialmente invasoras, espécies potencialmente problema e outras que ameacem a biodiversidade, as atividades econômicas e a saúde da população, e a criação e implementação de mecanismos de controle.

13.2.7. Promover e aperfeiçoar ações de prevenção, controle e erradicação de espécies exóticas invasoras e de espécies-problema.

A campanha de Controle e Monitoramento de *Achatina fulica* coloca-se como destruição de exemplares da fauna brasileira de acordo com a Lei n. 5.197, de 03 de janeiro de 1967 (Lei de fauna) onde diz:

Art. 1º Os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase de seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedade do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha.

Art. 3º.....

Parágrafo 2º Será permitida, mediante licença da autoridade competente, a apanha de ovos, larvas e filhotes que se destinem aos estabelecimentos acima referidos, bem como a destruição de animais silvestres considerados nocivos a agricultura ou à saúde pública.

Art. 8º.....

Parágrafo único – Poderão ser, igualmente objeto de utilização, caça, perseguição ou apanha os animais domésticos que por abandono, se tornarem selvagens ou ferais.

Ressalta-se que, de acordo com a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (**Lei dos Crimes Ambientais**), fauna silvestre é:

Art. 29 (dos Crimes Contra a Fauna).....

Parágrafo 3º São espécimes da fauna silvestre todos aqueles pertencentes às espécies nativas, migratórias e *quaisquer outras*, aquáticas ou terrestres que tenham todo ou parte de seu ciclo de vida ocorrendo dentro do território brasileiro, ou águas jurisdicionais brasileiras.

Lembrar-se também que:

Art. 31 Introduzir espécime animal no País, sem parecer técnico oficial favorável e licença expedida por autoridade competente:

Pena-detenção, de três meses a um ano, e multa.

Art. 37 Não é crime o abate de animal, quando realizado:

II – para proteger lavouras, pomares e rebanhos da ação predatória ou destruidora de animais, desde que legal e expressamente autorizado pela autoridade competente;

IV – por ser nocivo o animal, desde que assim caracterizado pelo órgão competente.

Desta forma, a campanha de controle e monitoramento proposta enquadra-se perfeitamente nas leis brasileiras de fauna e crimes ambientais, ficando assim resguardados os participantes de dúvidas sobre.

Estratégias de comunicação – Workshop²

A estratégia usada deve localizar ao máximo a informação, justamente para atender aos ditames específicos de cada grupo social envolvido no trabalho. Nesse aspecto, é preciso priorizar os meios de comunicação disponíveis, tais como o jornal local, programa de televisão com enfoque regional e programas de rádio que dispusessem de espaços gratuitos para a veiculação de mensagens de interesse da campanha.

O treinamento voltado para a capacitação dos jornalistas locais, com duração de cerca de duas horas, deve ser uma apresentação em *PowerPoint* que leve os participantes a compreender o problema global da biodiversidade, a questão das espécies exóticas invasoras e as etapas da campanha.

² Jaime Gesisky – ASCOM/IBAMA

O material de comunicação social usado como apoio na campanha (cartaz, folders e adesivos) deve ser elaborado pela equipe técnica a partir da ideia de se criar uma imagem que pudesse atingir o público de maneira lúdica, sem, contudo, criar simpatia pelo caramujo, uma vez que devem ser mortos em quantidades gigantescas (FIG. 4). A arte final do cartaz pode ser aproveitada em qualquer região do país, desde que se façam as devidas adaptações na data da campanha e no rodapé, local destinado às assinaturas dos realizadores, patrocinadores e apoiadores. A impressão deve ser feita pela prefeitura, que normalmente dispõe de recursos de maneira ágil para o pagamento de material de divulgação de ações que envolvem a saúde pública e os interesses difusos da comunidade.

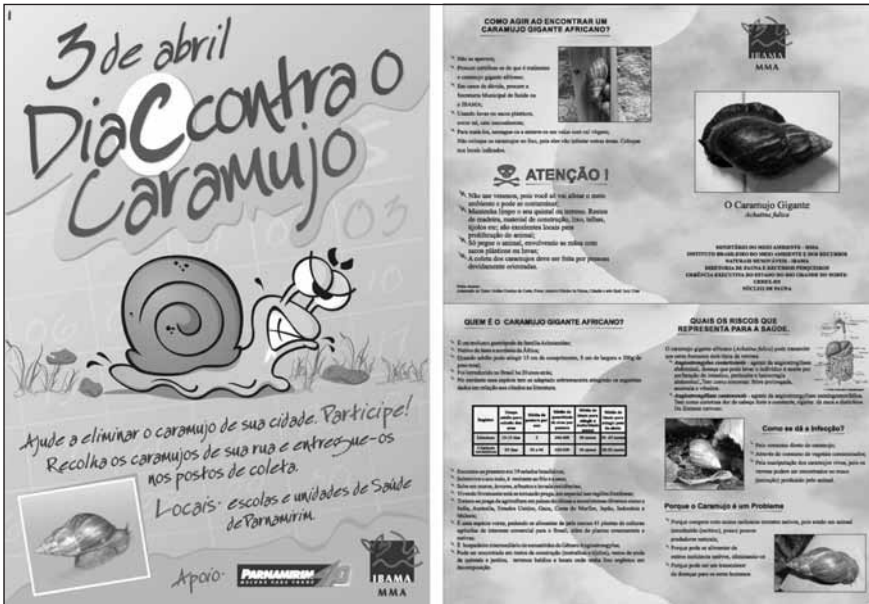


FIGURA 4 – Cartaz e folder da Campanha em Parnamirim, RN, no primeiro “Dia C”

Palavras e conceitos-chave para a campanha

O objetivo da campanha é trabalhar com alguns conceitos e palavras-chave na divulgação que permitissem formar na mentalidade do público uma percepção correta da questão. Entre os termos usados, destacam-se:

- Responsabilidade social nas questões ambientais;
- Ameaça à biodiversidade;
- Espécies exóticas;
- Controle *versus* erradicação;
- Não criar pânico.

Esses conceitos norteadores do treinamento, bem como dos releases para a Imprensa, são muito úteis e devem ser bem compreendidos pelos divulgadores, de modo que os objetivos finalistas de informar corretamente sobre o caramujo africano sejam suplantados, oferecendo o máximo de informação possível para melhorar a visão que os jornalistas têm sobre as questões ambientais. Recomendamos tal procedimento em qualquer iniciativa que envolva a divulgação de informações ao público.

Referências

ARTOIS, M. Managing problem wildlife in the old world: a veterinary perspective. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 9, n. 1, p. 17-25, Apr. 1997.

BRASIL. Decreto 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da política nacional da biodiversidade. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 ago. 2002. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=222579>>. Acesso em: 18 out. 2009.

FLETCHER, K. C. et al. Parvovirus infection in maned wolves. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, New York, v. 175, p. 897-900, 1979.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. Disponível em: <<http://www.iucn.org/>>. Acesso em: 18 out. 2009.

LACERDA, A. C. R. **Análise de ocorrência de *Canis familiaris* no Parque Nacional de Brasília**: influência da matriz, monitoramento e controle. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

MANN, P. C. et al. Canine parvovirus infection in South American canids. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 177, p. 779-783, 1980.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano de ação caramujo africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822**. Brasília: [s.n.], 2004.

MORELL, V. Serengeti's big cats going to the dogs. **Science**, Washington, v. 264, p. 23, 1994.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

PACKER, C. S. M. et al. Viruses of the Serengeti: patterns of infection and mortality in African lions. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, v. 68, p. 1161-1178, 1999.

PRIMACK, R. et al. **Timber, tourists and temples**: conservation and development in the Maya Forest of Belize, Guatemala and Mexico. Washington: Island Press, 1998.

SOULÉ, M. The onslaught of alien species and other challenges in the coming decades. **Conservation Biology**, v. 4, p. 233-239, 1990.

SAUDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULIS, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biological**, London, v. 5, p. 187-32, 1991.

WOODROFFE, R.; GINSBERG, J. R. Edge effects and extinction of populations inside protected areas. **Science**, Washington, v. 280, n. 5372, p. 2126-2128, June 1998.

APÊNDICE

O objetivo deste anexo é apresentar a evolução dos estudos com *Achatina fulica*, para tanto, serão expostas algumas imagens que representam o percurso dos pesquisadores e colaboradores do Laboratório Núcleo de Estudos do Comportamento Animal da PUCPR nos estudos com o caramujo.

Nossa história com a *Achatina fulica* iniciou em 2002 com o registro da espécie no Paraná. A manutenção dos caramujos no laboratório, bem como as excursões em campo, levaram à elaboração de questões que se transformaram em artigos científicos e neste livro.

Em laboratório foram feitos testes de consumo e preferência alimentar, avaliando itens preferenciais como a couve e ração (Figuras 1 e 2), sendo constatado que curiosamente os caramujos gostam de consumir papel (Figura 3).



FIGURA 1

FIGURA 2



FIGURA 3

Em terrenos baldios do litoral paranaense foram confirmadas algumas hipóteses levantadas nos testes laboratoriais, tais como descarte de resíduos orgânicos como arroz cozido (Figura 4) e espiga de milho, os quais se constituem de recurso de fácil acesso, possibilitando até a expansão do horário de forrageamento, como evidenciado na Figura 5, que mostra três caramujos consumindo uma espiga de milho durante o dia.



FIGURA 4



FIGURA 5

A manutenção dos animais em laboratório permitiu aos pesquisadores observar cópulas (Figura 6) e oviposições (Figura 7), porém os filhotes (Figura 8) apresentam resistência muito baixa às condições laboratoriais, morrendo poucos meses após a eclosão. Em campo, os jovens também são muito suscetíveis às variáveis ambientais e a predadores

como a planária terrestre. A Figura 9 apresenta uma planária terrestre consumindo um caramujo jovem.



FIGURA 6



FIGURA 7



FIGURA 8



FIGURA 9

Apesar de sempre serem usados todos os estágios de desenvolvimento nos estudos sobre *Achatina fulica* (Figura 10), apenas em uma situação foi possível manter um filhote até a idade adulta, porém ele apresentou uma coloração bem mais clara dos que seus coespecíficos coletados em campo. Na Figura 11 ele se desloca movimentando os tentáculos oculares, o que mais tarde deu origem aos estudos de comunicação química. Normalmente os adultos livres presentes no Paraná não ultrapassam 8 cm de comprimento de concha, houve uma

única oportunidade de coletar um animal com mais de 15 cm, apelidado pelos estagiários de “Achatinão” (Figura 12).



FIGURA 10



FIGURA 11



FIGURA 12

A manutenção do caramujo no laboratório também permitiu avaliar a importância do substrato para locomoção e relacionar a infestação com adaptação a substratos artificiais no ambiente antrópico. Na sequência as imagens ilustram a locomoção em pedra (Figura 13), mármore (Figura 14) e areia (Figura 15).



FIGURA 13



FIGURA 14



FIGURA 15

Em campo foi verificado que os animais não se alimentam da planta que serve de sítio de repouso, saem à noite para forragear, mas voltam para a mesma planta na qual estabelecem residência fixa, como demonstrado na Figura 16 (planta com acúmulo de fezes). Esses animais usam a trilha de muco de outro animal como referência e se locomovem em fila (Figura 17). A Figura 18 registra a volta de três caramujos para o sítio de repouso depois do forrageamento noturno.



FIGURA 16



FIGURA 17



FIGURA 18

Substratos artificiais presentes no ambiente antrópico favorecem a ocupação por aumentar o recrutamento. A Figura 19 mostra uma capela de túmulo no cemitério de Guaraqueçaba, o excesso de fezes evidencia muito tempo de residência no local. O mesmo foi evidenciado num relógio de luz (Figura 20) e beirais de calçadas (Figura 21).



FIGURA 19



FIGURA 20



FIGURA 21

Substratos naturais de ocorrência como composteira (Figura 22), bananeira (Figura 23) e pé de chuchu (Figura 24) também se constituem importantes focos de infestação.



FIGURA 22



FIGURA 23



FIGURA 24

Em muitos locais do litoral paranaense é comum o uso de cerca-viva formada por plantas ornamentais como o pau d'água (Figura 25). Esse é um local ideal para instalação da *A. fulica*, tanto suspensas nas folhagens como enterradas na base. A Figura 26 é um exemplo de um quintal sem a presença da espécie invasora, pois o morador fazia uso de hipoclorito de sódio, porém nada mais crescia em seu jardim. A Figura 27 retrata um jardim que também não apresentava caramujo, porém recebeu um manejo correto, com vistorias e catação constantes.



FIGURA 25



FIGURA 26



FIGURA 27

As Figuras 28, 29 e 30 representam a invasão da *Achatina fulica* em uma formação vegetal nativa no município de Morretes. A população era recente e foi caracterizada por animais com concha fortalecida, predomínio de adultos e animais bem espaçados. As imagens mostram os animais na vegetação (Figura 28), em tronco de árvore (Figura 29) e na serrapilheira (Figura 30).



FIGURA 28



FIGURA 29



FIGURA 30

Em laboratório foram estudados os mecanismos de resistência de *Achatina fulica* ao meio aquático, e adaptações morfológicas para sobreviverem submersos durante horas, como a retração dos tentáculos oculares visto nas Figuras 31 e 32. Algum tempo depois foi presenciado um caramujo atravessando um rio no Município de Morretes (Figura 33).



FIGURA 31



FIGURA 32



FIGURA 33

Mecanismos como necessidade de cálcio ou superpopulação podem ter sido os fatores desencadeadores do canibalismo registrado no NEC. Vários indivíduos jovens se juntavam para raspar a concha de um adulto vivo, conforme Figura 34, caso houvesse a retirada desses animais a tempo, a regeneração ocorreria como visto na Figura 35. Porém, caso os jovens não fossem retirados, o animal era totalmente consumido. A Figura 36 registra um afloramento de sambaqui na Ilha Rasa, no qual foi verificado os animais frequentemente consumindo as conchas.



FIGURA 34



FIGURA 35



FIGURA 36

Alguns animais que chegaram ao NEC mostravam sinais de infecção por bactérias (mancha branca nos tentáculos e corpo), como visto nas Figuras 37 e 38, e anomalias, como pode ser verificado na Figura 39, que retrata o pé de um caramujo com anomalia. Essas evidências

conduziram os pesquisadores a estudar as propriedades antibacterianas do muco e sua relação com a resistência do caramujo.



FIGURA 37



FIGURA 38



FIGURA 39

O caramujo gigante nativo *Megalobulimus paranaguensis* também é mantido no NEC e estudado paralelamente para subsidiar na avaliação do impacto causado pela chegada do caramujo africano. Alguns estudos já estão em fase final de análise e sendo preparada a publicação dos primeiros artigos sobre consumo e preferência alimentar. As Figuras 40 e 41 demonstram, respectivamente, o consumo de folhas e alimento particulado seco, com destaque para rádula.

A Figura 42 mostra o comportamento da *A. fulica* durante a cópula, a Figura 43 a reprodução (filhote recém-eclodido) e a Figura

44 a interação com *A. fulica*. Na Figura 45, indivíduos de *Helix aspersa*, tradicionalmente criados para consumo humano.



FIGURA 40



FIGURA 41



FIGURA 42



FIGURA 43



FIGURA 44



FIGURA 45

SOBRE OS AUTORES

Eduardo Colley é biólogo graduado pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutorando em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pesquisador colaborador do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ) e do Grupo Etologia PUCPR/CNPq.

e-mail: eduardocolley@yahoo.com.br

Fábio André Faraco é biólogo graduado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Taxonomia dos Grupos Recentes. Atualmente é analista ambiental do Núcleo de Fauna do IBAMA, no Rio Grande do Sul.

e-mail: fabio.faraco@ibama.gov.br

Izabel Schneider Nering é graduada em Biologia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e bióloga especialista em Microbiologia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). É pesquisadora vinculada ao Núcleo de Estudos do Comportamento Animal – NECPUCPR. Professora de Ciências e Biologia do ensino fundamental e médio.

e-mail: bel_sn@yahoo.com.br

Leny Cristina Milléo Costa é bióloga graduada pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Mestre e Doutora em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pioneira no estudo e divulgação da Etologia no Estado do Paraná, trabalhou como professora na Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) de 1986 a 2007, onde foi líder do Grupo de Pesquisa em Etologia do CNPq/PUCPR. Fundadora do Núcleo de Pesquisa do Comportamento Animal da PUCPR, atualmente é pesquisadora colaboradora do Instituto de Pesquisa de Cananea.

e-mail: leny.cristina@terra.com.br

Marta Luciane Fischer é bióloga graduada pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Mestre e Doutora em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atualmente é professora do curso de Biologia da PUCPR, líder do Grupo de Pesquisa em Etologia CNPq/PUCPR e pesquisadora responsável pelo laboratório NECPUCPR.

e-mail: marta.fischer@pucpr.br

Monica Ammon Fernandez é bióloga com especialização em Malacologia de Vetores pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Mestre em Biologia Parasitária pela Fiocruz e Doutoranda em Biologia Parasitária pelo Instituto Oswaldo Cruz (IOC). Atualmente é pesquisadora adjunta do Laboratório de Malacologia do Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz e membro da diretoria da Sociedade Brasileira de Malacologia, Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz.

e-mail: ammon@ioc.fiocruz.br

Monica Santiago Simião é bióloga graduada pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e Mestranda em Sistemas Costeiros e Oceânicos pelo Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atualmente é pesquisadora técnica da Associação Mar Brasil.

e-mail: d_onda@hotmail.com

Norma Campos Salgado é graduada em História Natural pela Universidade Santa Úrsula, Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é professora associada I da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

e-mail: nsalgado@pfe.microlink.com.br

Rafael D. Zenni é engenheiro florestal pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Bacharel em Ciência pela Universidade de Stellenbosch, África do Sul. Trabalha nas áreas de Ecologia e Botânica, principalmente com Biologia de Invasões.

e-mail: rafaeldz@gmail.com

Silvana Carvalho Thiengo é bióloga, Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Atualmente é pesquisadora titular do Laboratório de Malacologia do Instituto Oswaldo Cruz (IOC)/Fundação Oswaldo Cruz. É curadora da Coleção Malacológica e responsável pelo Laboratório de Referência Nacional em Malacologia Médica do Instituto Oswaldo Cruz, Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz.

e-mail: sthiengo@ioc.fiocruz.br

Sílvia Renate Ziller é Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Fundadora e diretora executiva do Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, *fellow* da Ashoka Empreendedores Sociais e Líder para o Brasil da rede temática de espécies invasoras (I3N) da IABIN – Rede InterAmericana de Informação sobre Biodiversidade.

e-mail: sziller@institutohorus.org.br

Impresso na Gráfica da APC

Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho – CEP 80215-901
Telefone: (41) 3271-1769 – Fax: (41) 3271-1770 – Curitiba – Paraná – Brasil

A presente edição foi composta pela Editora Universitária Champagnat e impressa na Gráfica da APC, em sistema digital, papel *offset* 75g (miolo) e papel supremo 250g (capa), em dezembro de 2009.