



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

CERIZE RODRIGUES LIMA CARDOSO

**Ocorrência e Distribuição de *Achatina fulica* e sua Importância como
Hospedeiro de Nematoides na Cidade de Palmas, Estado do Tocantins,
Brasil**

PALMAS – TO
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

CERIZE RODRIGUES LIMA CARDOSO

**Ocorrência e Distribuição de *Achatina fulica* e sua Importância como
Hospedeiro de Nematoides na Cidade de Palmas, Estado do Tocantins,
Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Tocantins para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria Botelho Mariano

Co-orientador: Marcello Otake Sato

PALMAS – TO
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- C268o Cardoso, Cerize Rodrigues Lima.
OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE *Achatina fulica* E SUA
IMPORTÂNCIA COMO HOSPEDEIRO DE NEMATÓIDES NA CIDADE DE
PALMAS, ESTADO DO TOCANTINS, BRASIL. / Cerize Rodrigues Lima
Cardoso. – Palmas, TO, 2017.
45 f.
Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
Ciências da Saúde, 2017.
Orientadora : Sandra Maria Botelho Mariano
Coorientador: Marcello Otake Sato
1. Saúde pública. 2. Vigilância epidemiológica. 3. Espécies invasoras . 4.
Zoonoses. I. Título

CDD 610

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO


CERIZE RODRIGUES LIMA CARDOSO

**OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE *ACHATINA FULICA* E SUA IMPORTÂNCIA
COMO HOSPEDEIRO INTERMEDIÁRIO DE NEMATÓIDES NA CIDADE DE
PALMAS, ESTADO DO TOCANTINS, BRASIL**

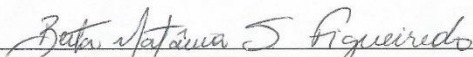
Dissertação apresentada ao Mestrado
Profissional em Ciências da Saúde da
Universidade Federal do Tocantins para a
obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 15 / 12 / 2017

BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Sandra Maria Botelho Mariano
Orientadora
Instituição: Universidade Federal do Tocantins - UFT



Profª. Dra. Benta Natânia Silva Figueiredo
Examinadora Externa
Instituição: Faculdade Católica do Tocantins - UBEC



Profª. Dra. Glândara Aparecida de Souza Martins
Examinadora Interna
Instituição: Universidade Federal do Tocantins - UFT

Agradecimentos

Primeiramente à Deus, por ser meu maior refúgio.

À minha orientadora Sandra Maria Botelho Mariano por ter me confiado essa difícil tarefa, agradeço a oportunidade, incentivo e apoio.

Aos meus pais José Filho e Maria de Fátima e as minhas irmãs Greicy e Thaysa, por serem minha fortaleza, meu porto seguro.

Ao meu esposo Lenito Abreu, pelo incentivo e auxílio na elaboração dos mapas.

À Médica Veterinária Benta e ao colega do Biotério Carlos Alberto pelo valioso auxílio nas análises laboratoriais.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível. ”*

(Charles Chaplin)

Resumo

O caramujo africano ou caramujo gigante, *Achatina fulica*, é considerado uma das cem piores espécies invasoras do mundo, causando prejuízos ambientais, econômicos e à saúde humana e animal, sendo relatado como hospedeiro intermediário de nematoides. Este estudo teve por objetivo descrever a distribuição do caramujo em Palmas, Tocantins, e pesquisar a ocorrência das larvas de nematoides, considerando os fatores climáticos da região. No período de outubro de 2014 a março de 2017 foram coletados 380 caramujos em hortas comunitárias e lotes baldios. Os caramujos foram identificados e processados por digestão. Os helmintos recuperados foram identificados morfológicamente. Foram encontradas larvas de *Aelurostrongylus abstrusus* nos caramujos provenientes de 35,6% dos terrenos baldios estudados e também a forma adulta de *Rhabditis* sp, em 7,14% dos lotes baldios. Foi possível observar que o local da coleta dos caramujos influenciou na presença de larvas de nematoides. Durante o estudo, as condições climáticas foram evidenciadas pela baixa umidade e altas temperaturas, podendo ter influenciado na ocorrência de caramujos, durante o período analisado, visto que estes costumam enterrar-se e estivar em condições desfavoráveis de temperatura e umidade. Este estudo demonstra a ocorrência do caramujo em diversas regiões da cidade de Palmas e seu papel como hospedeiro de nematoides, o que evidencia a necessidade de medidas de controle e vigilância epidemiológica para zoonoses transmitidas por este caramujo.

Palavras-chave: Saúde pública, Vigilância epidemiológica, Espécies invasoras, Zoonoses.

Abstract

The African snail or giant snail, *Achatina fulica*, is considered one of the hundred worst invasive species in the world, causing environmental, economic and human health damage, being reported as an intermediate host of nematodes. This study was intended to describe the distribution of the snail in Palmas, Tocantins, and to research the occurrence of the larvae of nematodes, considering the climatic factors of the region. In the period from October 2014 to March 2017, 380 snails were collected in community gardens and vacant lots. The snails were identified and processed by digestion. The helminth recovered have been identified morphologically. Larvae of *Aelurostrongylus abstrusus* were found in snails from 35.6% of the studied vacant land and also the adult form of *Rhabditis* sp, in 7.14% of the vacant lots. It was possible to observe that the site of the collection of snails influenced in the presence of larvae of nematodes. During the study, the climatic conditions were evidenced by low humidity and high temperatures, may have influenced the occurrence of snails during the analyzed period, since they usually bury themselves and stowed in unfavorable conditions of temperature and Moisture. This study demonstrates the occurrence of the snail in several regions of the city of Palmas and its role as host of nematodes, which shows the need for measures of control and epidemiological surveillance for zoonoses transmitted by this snail.

Keywords: Public health, Epidemiological surveillance, Invasive species, Zoonoses.

LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

L1 – Primeiro Estágio

L2 – Segundo Estágio

L3 – Terceiro Estágio

L4 – Quarto Estágio

LCR – Líquido Cfalo-Raquidiano

PCR – Reação de Cadeia em Polimerase

TO – Tocantins

UFT – Universidade Federal do Tocantins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Invasão de <i>Achatina fulica</i>	11
2.2 Gênero <i>Angiostrongylus</i>	13
2.2.1 <i>Angiostrongylus costaricensis</i>	13
2.2.2 Classificação e morfologia	13
2.2.3 Ciclo evolutivo	14
2.2.4 <i>Angiostrongylus cantonensis</i>	15
2.2.5 Classificação e morfologia	16
2.2.6 Ciclo evolutivo	16
2.3 <i>Aelurostrongylus abstrusus</i>	17
2.3.1 Classificação e morfologia	18
2.3.2 Ciclo evolutivo	18
2.4 <i>Rhabditis</i> sp	19
2.4.1 Classificação e morfologia	20
2.4.2 Ciclo evolutivo	20
3 REFERÊNCIAS	21
ANEXO A.....	29
ANEXO B.....	44
ANEXO C.....	45

1 INTRODUÇÃO

As invasões biológicas são consideradas a segunda causa da perda de biodiversidade, pois podem alterar os ciclos ecológicos e homogeneizar a biota (BYERS et al., 2002). O caramujo africano foi introduzido no Brasil em 1988 a partir de uma feira agropecuária em Curitiba, com a finalidade de comercialização em substituição do tradicional *escargot Helix aspersa*. No entanto, devido à pouca aceitação do mercado brasileiro, esses animais foram liberados e abandonados dos locais de criação, sem nenhum tipo de manejo (TELES; FONTES, 2002; FISCHER et al., 2010). O caramujo é considerado uma das cem piores espécies invasoras, uma vez que a sua rusticidade e os seus hábitos generalistas, aliados ao elevado potencial reprodutivo e ao grande porte dos adultos, favorecem a adaptação e colonização de diferentes ambientes (LOWE et al., 2004).

A espécie *A. fulica*, foi registrada em 25 dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal, causando incômodos às comunidades afetadas e prejuízos econômicos, particularmente à agricultura de subsistência (THIENGO et al., 2013). Contudo, a dispersão do molusco em todo o território nacional pode se tornar um sério problema de saúde pública, pois ele é um potencial hospedeiro de nematóides causadores de angiostrongilose humana (FISCHER et al., 2010). Também atua como hospedeiro intermediário de parasitos de animais domésticos e silvestres como *Aelurostrongylus abstrusus*. (ZANOL et al., 2010). Além disso, conchas abandonadas de *Achatina fulica* mortos, quando repletas de água da chuva, podem hospedar populações de *Aedes aegypti*, mosquito vetor da dengue (VASCONCELOS; SZABÓ, 2005).

O homem infecta-se com *A. costaricensis* quando ingere água ou alimentos contaminados com L3 presentes no muco secretado pelo *A. fulica*. Uma grande reação inflamatória é observada na infecção humana, ocasionando a retenção de grande parte dos ovos nos tecidos. Dessa forma, há o impedimento da liberação das larvas de primeiro estágio. Os sintomas da angiostrongilose são dor abdominal, anorexia, náuseas, vômito, eosinofilia sanguínea, e algumas vezes, uma massa palpável no quadrante abdominal inferior direito (MEDEIROS et al., 2009).

A meningite eosinofílica ocorre em humanos através da ingestão de hospedeiros intermediário (caramujos e lesmas) crus ou mal cozidos, ou hospedeiros paratênicos, incluindo peixes, crustáceos, anfíbios e répteis (ACHA et al., 2003). Larvas de terceiro estágio ingeridas pelo hospedeiro humano podem penetrar nos vasos do trato gastrointestinal e migrar através da corrente sanguínea para o sistema nervoso central. Em seguida, as larvas

se desenvolvem em vermes jovens que morrem com frequência e rapidez, deixando de completar o seu ciclo biológico. Uma resposta inflamatória predominantemente eosinofílica então ocorre nas meninges, bem como em tecido cerebral e medular. Embora muitos casos sejam auto limitantes, podem ocorrer sequelas neurológicas. A morte também tem sido relatada (ESPIRITO SANTO et al., 2013).

No Brasil, *A. cantonensis* foi identificado por Caldeira et al., em 2007 como agente etiológico de dois casos em humanos de meningite eosinofílica, em Cariacica e Vila Velha no Estado do Espírito Santo, e em 2009 mais um caso de meningite eosinofílica foi relatada em Pernambuco (LIMA et al., 2009). No estado de São Paulo, cinco casos de meningite eosinofílica causada por *A. cantonensis* foram relatados até setembro de 2010. Quatro deles no litoral sul do estado, em Mongaguá, que envolveu indivíduos infectados de uma mesma família, e outro na cidade de São Paulo (ESPIRITO SANTO et al., 2013).

Devido à rápida distribuição dessa espécie pelo país, os estudos em algumas regiões ainda são recentes. No estado do Tocantins, não há registros sobre o número de municípios com ocorrência de *Achatina fulica*. Neste estudo, apresentamos o primeiro registro de ocorrência de *A. fulica* na cidade de Palmas, estado do Tocantins (TO), a sua dispersão, bem como a descrição dos nematoides parasitos encontrados nessa espécie. Tais dados são fundamentais para eventuais planos de manejo para controle e erradicação da espécie no local, uma vez que eles podem ser transmitidos para a espécie humana e causar angiostrongilose abdominal e meningite eosinofílica em humanos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Invasão de *Achatina fulica*

Seu nome científico e espécie é *Achatina fulica*, também conhecido como caramujo africano, caracol gigante da África, caracol gigante, rainha da África. Pertencente ao filo *Mollusca* da classe *Gastropoda* e subclasse *Pulmonata*. Sua ordem é *Stylommatophora*, família *Achatinidae* e do gênero *Achatina*, (RUPPERT; BARNES, 1996). Originário do Leste da África, que se espalhou por praticamente todos os países tropicais e subtropicais Indo-Pacíficos nos últimos 200 anos, além de diversas localidades na América do Norte e Europa (REES, 1950).

O molusco terrestre *Achatina fulica* é classificado entre as cem piores espécies exóticas invasoras de ocorrência mundial (LOWE et al., 2000) por não possuírem predador natural são vorazes e possuem o hábito generalista, podendo comer mandioca, tomate, verduras, plantas ornamentais, folhas, frutos, caule, destruindo completamente a planta, na falta de alimento natural vão comer o que encontrarem na natureza consomem sacolas plásticas, papelão e isopor. Alimentam-se de plantas frescas e suculentas, antes da estivação, como uma estratégia para hidratação do corpo (RAUT; GHOSE, 1983). O tempo de alimentação em um local depende da qualidade e a quantidade do alimento, e também é intercalada com períodos de descanso (RAUT; BARKER, 2002). Os indivíduos adultos, retornam ao mesmo local de descanso após cada atividade noturna, enquanto os imaturos apresentam a tendência de utilizar locais de descanso diferentes a cada dia (TOMIYAMA, 1992).

Bequaert (1950), considerando a anatomia externa da espécie *Achatina fulica*, relata que as conchas, totalmente desenvolvidas, apresentam tamanho médio de 100 mm a 200 mm de comprimento. Em relação a sua coloração, apresentam-se fortemente marcadas com listras verticais castanho escuras ou pretas amarronzadas em um fundo amarelado ou branco-leitoso, com pequenas manchas difusas. A subespécie *monochromatica*, por sua vez, caracteriza sua coloração como uniformemente amarela, sem listras escuras, de columela e parede parietal vermelho-vinho e lábio externo branco azulado.

Os indivíduos da espécie *A. fulica*, antes de completarem um ano de vida, ainda não alcançaram a maturidade sexual, portanto são machos. Na última etapa da fase macho os indivíduos iniciam a cópula e depois de alguns meses ocorre o desenvolvimento dos órgãos

femininos e a oviposição completando o desenvolvimento sexual (MEAD, 1949). No geral, *A. fulica* atinge a maturidade com 5 a 8 meses, em condições de campo (LEEFMANS, 1933; van WEEL, 1948/49; MEAD, 1949, 1961; van der MEER MOHR, 1949; BEQUAERT, 1950; KONDO, 1964; PAWSON; CHASE, 1984; RAUT, 1991). No entanto, quando o crescimento é interrompido pela letargia do inverno, os primeiros ovos não são produzidos até a idade de 12 a 15 meses (GHOSE, 1959; SAKAE, 1968; SUZUKI, 1981; NUMASAWA; KOYANO, 1987; TOMIYAMA, 1993).

Seu potencial reprodutivo pode atingir até quatro posturas por ano, que vão de 50 a 400 ovos por postura. Sua ocorrência se dá nas margens de brejos, capoeira, hortas e pomares, plantações abandonadas, terrenos baldios, quintais, jardins entre outros. A alta adaptação e resistência a fatores abióticos como temperatura e umidade, torna-o um intolerante ambiental, apresentando alta proliferação na estação chuvosa (COELHO, 2005; PAIVA, 2004).

O caramujo da espécie *A. fulica*, pode viver ao longo de 9 anos em cativeiro (van LEEUWEN, 1932), porém em campo a longevidade é de 3 a 5 anos em média (MEAD, 1979; SUZUKI; YASUDA, 1983; TOMIYAMA, 1993).

Indivíduos de *A. fulica* apresentam dois centros de recepção olfativa: os tentáculos oculares para substâncias voláteis e a boca para substâncias de contato (CHASE, 1981; CHASE; CROLL, 1981, CHASE; RIELING, 1986, CHASE; TOLLOCZKO, 1986; LEMAIRE; CHASE, 1998). Croll e Chase (1980) verificaram que a *A. fulica* possui memória odorífera. Esse animal se orienta para os odores do alimento que comeu e essa memória dura em torno de quatro meses. Esse é um mecanismo importante para o animal, uma vez que pode evitar alimentos pouco nutritivos ou com efeito aversivo. Além disso, os animais usam os odores para localização da área de vida, mesmo que comam outras coisas. O contato por 12 horas com o alimento já é o suficiente para *A. fulica* memorizá-lo como preferencial por 12 a 16 horas. A funcionalidade do mecanismo é explicitada quando esses resultados são extrapolados para o animal em campo, que entra em repouso no início da manhã e que espera em torno de 12 horas para voltar a forragear.

O muco de *A. fulica* é composto pela achacin que é uma substância viscoelástica mucoglicoproteica obtida através da secreção de diferentes glândulas que possui diversas funções importantes na biologia do animal, uma vez que promove proteção do corpo do animal contra a desidratação, mas sua viscosidade auxilia também na locomoção, captura de alimentos, osmorregulação e reprodução (MARTINS et al., 2003; JEONG et al., 2001;

LORENZI; MARTINS, 2008; SÍRIO, 2005). A composição química do muco pode ser afetada pelas condições físicas e alimentares do animal (JEONG et al., 2001; LORENZI; MARTINS, 2008). O muco pode atuar como veículo para a liberação de compostos químicos que seriam empregados na comunicação dos animais, como os feromônios (CHASE; BOULANGER, 1978, CHASE, 1982).

2.2 Gênero *Angiostrongylus*

Na superfamília Metastrongyloidea, o gênero *Angiostrongylus*, inclui 20 espécies infectantes para pequenos mamíferos (BHAIBULAYA, 1991), dentre as quais *A. costaricensis* e *A. cantonensis* podem ser patogênicas para o homem, quando esse se infecta acidentalmente.

2.2.1 *Angiostrongylus costaricensis*

O *Angiostrongylus costaricensis* é uma espécie de nematoide parasita pertencente à família *Metastrongylidae*, causador de angiostrongilose abdominal, podendo o homem ser hospedeiro acidental ao ingerir alimentos contaminados com larvas de terceiro estágio (L3), presentes no muco secretado pelo molusco terrestre *A. fulica*, hospedeiros intermediários deste parasita (MORERA; CÉSPEDES, 1971).

A angiostrongilose abdominal tem sido descrita com ampla distribuição geográfica nas Américas. No Brasil, a maioria dos casos ocorre nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo (BENDER et al., 2003), além de Minas Gerais, Distrito Federal e Espírito Santo (PENA et al., 1995). Graeff-Teixeira et al. (1991) relataram que a angiostrongilose é uma doença sazonal que afeta adultos e crianças.

2.2.2 Classificação e morfologia

O parasita *A. costaricensis* apresenta corpo filiforme e cor avermelhada. O macho mede aproximadamente 20 mm de comprimento, possui uma bolsa copuladora reduzida com dois espículos iguais e finos e gubernáculo. A fêmea mede aproximadamente 33 mm de comprimento, o ânus e a vulva estão localizados na extremidade final da região posterior e apresenta um pequeno espinho na ponta da cauda. Em ambos os sexos, a abertura oral é

rodeada por seis pequenos lábios. Os ovos são elípticos e não estão segmentados por ocasião da postura (MORERA; CÉSPEDES, 1971; MOTA; LENZI, 1995).

2.2.3 Ciclo evolutivo

Os roedores são os principais hospedeiros definitivos do *A. costaricensis*, que na fase adulta vive na luz de suas artérias mesentéricas. As fêmeas fazem a ovipostura e seus ovos são levados através da corrente sanguínea para a parede intestinal onde ocorre a eclosão das larvas L1. Estas larvas são eliminadas para o meio ambiente junto com as fezes do hospedeiro definitivo (MOTA; LENZI, 1995).

No meio ambiente, estas larvas L1 infectam os hospedeiros intermediários por via oral ou percutânea. Nestes hospedeiros, as larvas de primeiro estágio sofrem duas mudas (L2 e L3). As larvas de terceiro estágio, L3 infectante, são eliminadas junto com a mucosidade dos caramujos (MENDONÇA et al., 1999). Os roedores infectam-se, provavelmente, pela ingestão de moluscos (caramujos e lesmas) ou vegetais contaminados pela L3. As larvas atravessam a parede intestinal e migram através da parede vascular, linfática ou sanguínea, durante esta migração mudam para L4 chegando à artéria mesentérica onde se tornam adultos (MOTA; LENZI, 1995).

O homem é o hospedeiro acidental, onde se infecta através da ingestão de alimentos contaminados com o muco de caramujos infectados com larvas de *A. costaricensis* (MORERA, 1986). O homem não libera as larvas em 3º estágio nas fezes devido à intensa reação inflamatória da camada muscular da parede intestinal, causada pela presença de ovos e larvas retidas no tecido (GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1991). Assim não existem larvas ou ovos no exame parasitológico de fezes em humanos (MOJON, 1994, PENA; ANDRADE-FILHO; ASSIS, 1995). Não há relatos de *A. costaricensis* em animais domésticos.

Uma grande reação inflamatória é observada na infecção humana, ocasionando a retenção de grande parte dos ovos nos tecidos. Dessa forma, há o impedimento da liberação das larvas de primeiro estágio. As manifestações clínicas em humanos são febre; anorexia; náuseas; vômito; dor abdominal; eosinofilia sanguínea; e algumas vezes, uma massa palpável no quadrante abdominal inferior direito, sintoma este que associado a outros, leva a suspeita de um quadro apendicular agudo ou de neoplasia obstrutiva do colo (MENDONÇA et al., 1999, MEDEIROS et al., 2009).

A confirmação dos casos suspeitos de angiostrongilose abdominal pode ser feita pelo exame histopatológico de biópsia ou peças cirúrgicas (REY, 1991). Devido à forte reação inflamatória, as formas larvais não são capazes de alcançar a luz intestinal, não sendo possível, então, um diagnóstico através de exames de fezes (MORERA, 1985; GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1997). Os testes imunológicos empregados para o diagnóstico são: a) aglutinação em partículas de látex; b) teste imunoenzimático (ELISA) utilizando antígenos brutos provenientes de vermes adultos fêmeas para a detecção de imunoglobulina G (IgG), apresentando especificidade de 83% e sensibilidade de 86% (GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1997); c) ELISA utilizando antígeno de ovos de *A. costaricensis* com especificidade de 87% e sensibilidade de 90,5% (MESÉN-RAMIREZ et al., 2008). A reatividade cruzada com outros nematoides tem sido um problema para o desempenho satisfatório de especificidade destes testes (GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1997; MESÉN-RAMIREZ et al., 2008). A detecção de ácidos nucleicos no soro pela reação em cadeia da polimerase (PCR), não faz parte da rotina de exames, embora represente uma possibilidade de detecção da infecção em sua fase aguda (SILVA et al., 2003).

O tratamento anti-helmíntico é contraindicado, pois o parasita localiza-se no interior de ramos da artéria mesentérica e a sua morte agrava as lesões, podendo levar a quadros de trombose arterial aguda (GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1997).

2.2.4 *Angiostrongylus cantonensis*

O nematoide pulmonar de ratos *Angiostrongylus cantonensis* (CHEN, 1935), agente etiológico da meningite eosinofílica no homem, pode ter *Achatina fulica* como um dos seus principais hospedeiros (THIENGO et al., 2007).

A meningoencefalite eosinofílica foi relatada pela primeira vez em Taiwan no ano de 1944, é hoje verificada nas ilhas do Pacífico, no Sudeste Asiático, na Austrália, no Japão, em Madagascar e nos USA (KLIKS; PALUMBO, 1992; THIENGO, 1995). No Brasil, larvas de *A. cantonensis* foram encontradas em *A. fulica* procedentes do Estado de São Paulo e casos dessa meningite foram registrados nos Estados do Espírito Santo (CALDEIRA et al., 2007) e de Pernambuco (LIMA et al., 2009). O estudo epidemiológico realizado em Pernambuco mostrou a participação ativa de *A. fulica* na transmissão (THIENGO et al., 2010), tal como observado em países da Ásia e Ilhas do Pacífico (LV et al., 2009).

2.2.5 Classificação e morfologia

O nematoide *A. cantonensis*, apresenta condutos genitais brancos acinzentados. As formas adultas são caracterizadas por um corpo filiforme em ambos os sexos, as fêmeas são maiores e mais robustas do que os machos. As fêmeas possuem vulva em forma de fenda transversal, e medem de 18 a 33 mm de comprimento por 280 a 500 µm de largura. Os ovos não estão segmentados por ocasião da postura. Os machos possuem espículos subiguais e estriados circularmente, e medem de 15 a 22 mm de comprimento por 250 a 350 µm de largura. (FORTES, 1997).

2.2.6 Ciclo evolutivo

Os vermes adultos de *A. cantonensis* vivem nas artérias pulmonares de roedores. As fêmeas colocam ovos que eclodem, produzindo larvas de primeiro estágio (L1), nos ramos terminais das artérias pulmonares. As larvas do primeiro estágio migram para a faringe, são engolidas e eliminadas nas fezes. Eles penetram ou são ingeridos por um hospedeiro intermediário (caracol ou lesma). São produzidas larvas de terceiro estágio (L3), que são infecciosas para mamíferos.

Quando o molusco é ingerido pelo hospedeiro definitivo, as larvas do terceiro estágio (L3) migram para o cérebro onde se desenvolvem em adultos jovens. Os jovens voltam ao sistema venoso e, em seguida, as artérias pulmonares, onde se tornam sexualmente maduras. Vários animais agem como hospedeiros paratênicos (de transporte): depois de ingerir os caracóis infectados, eles carregam larvas de terceiro estágio que podem retomar seu desenvolvimento quando o hospedeiro paratênico é ingerido por um hospedeiro definitivo (CDC, 2015).

A meningite eosinofílica ou meningoencefalite e angiostrongilose ocular com relatos na Ásia, Ilhas do Pacífico e Caribe são causadas por *A. cantonensis*. A gravidade da doença depende da quantidade e da localização do parasita, além da tolerância do paciente ao agente (KOO et al., 1988). Os sintomas mais comuns da infecção são cefaleia intensa, náuseas, vômitos, rigidez da nuca, convulsões, febre e alterações neurológicas (WITTIG et al., 1973). As manifestações clínicas da angiostrongilose ocular se caracteriza por vermelhidão, dor, visão diminuída (MALHOTRA et al., 2006) e perda da visão acompanhada por irritação no local (KETSUWAN; PRADATSUNDARASAR, 1966).

O diagnóstico laboratorial específico é baseado na pesquisa das larvas do parasita no líquido céfalo-raquidiano (LCR) de pacientes e na detecção de anticorpos para *Angiostrongylus cantonensis* no soro ou LCR através da técnica de Western Blot (LO RE V et al., 2003). As medidas preventivas recomendadas consistem em não ingerir moluscos terrestres crus ou mal cozidos e ao manipular estes moluscos utilizar luvas ou sacos plásticos, e após o manuseio lavar bem as mãos. Deve-se ter cuidado especial com as crianças para que não brinquem com estes animais ou ambientes contaminados por eles (BRASIL, 2005).

Não há tratamento comprovadamente eficaz para a angiostrongilose. Corticosteróides têm sido úteis em casos graves para aliviar a pressão intracraniana e os sintomas neurológicos devido à resposta inflamatória à migração e, eventualmente, à morte dos vermes. A terapia baseada no uso de corticóides mostrou-se eficaz no alívio da cefaléia causada pela meningite eosinofílica na Tailândia. A associação de corticóides com anti-helmínticos têm sido utilizada na China com sucesso e sem sequelas (PIEN et al., 1999; WANG et al., 2008). Diversos estudos “in vitro” e “in vivo” foram conduzidos para determinar o efeito dos reagentes em nível larval e adultos, onde os melhores resultados foram obtidos com pirantel e flubendazol (AKYOL et al., 1993; MENTZ; GRAEFF-TEIXEIRA, 2003). Lakwo et al., (1998) observou que ratos infectados e tratados com albendazol, apresentaram redução significativa dos estágios larvais e adultos.

Espécies de roedores como o *Rattus rattus* e *R. norvegicus* são os hospedeiros definitivos do parasito conhecido também como “verme do pulmão do rato”, porém outros mamíferos como gatos, macacos, camundongos e o homem podem se infectar (ALICATA, 1965).

2.3 *Aelurostrongylus abstrusus*

O parasito mais comum do parênquima pulmonar de gatos domésticos e felídeos silvestres, que causa "aelurostrongilose", também conhecida como forteilloidose cardio-pulmonar, parasita mais frequentemente encontrado em *A. fulica* (THIENGO et al., 2007; THIENGO et al., 2008).

Este parasita apresenta distribuição mundial, sendo de caráter emergente e reemergente na Europa, registrado com maior frequência nos últimos anos em áreas previamente livres ou consideradas como de risco mínimo na transmissão (TRAVERSA et al., 2010).

2.3 1 Classificação e morfologia

A forma adulta deste nematóide habita os ductos alveolares, bronquíolos terminais e pequenos ramos das artérias pulmonares de gatos domésticos (SCOFIELD et al., 2005; FERREIRA et al., 2007). Os machos medem entre 4 e 6 mm, e as fêmeas entre 9 e 10 mm de comprimento (FREITAS, 1982).

2.3.2 Ciclo evolutivo

No pulmão do hospedeiro definitivo, as fêmeas adultas depositam ovos que eclodem as larvas de primeiro estágio (L1). As L1 liberadas ascendem pelo aparelho respiratório, causam irritação das vias aéreas provocando tosse, são deglutidas e assim chegam ao trato gastrointestinal, podendo então ser eliminadas juntamente com as fezes.

Uma vez no solo, as L1 penetram nas lesmas e caracóis que são os hospedeiros intermediários, onde sofrem duas mudas até L3, estágio infectante. No entanto, muitos hospedeiros paratênicos (como répteis, roedores, aves, anfíbios e pequenos mamíferos) também podem participar do ciclo biológico. O gato infecta-se por ingestão dos hospedeiros intermediários ou paratênicos com larvas infecciosas (L3) que liberadas no trato digestivo, seguem para os pulmões pela circulação linfática ou sanguínea. O período pré-patente é entre 4 e 6 semanas e a duração da patência é de aproximadamente 4 meses, embora alguns vermes possam sobreviver nos pulmões durante vários anos, apesar da ausência de larvas nas fezes. As larvas livres podem sobreviver até duas semanas no ambiente. Se as larvas são ingeridas ou penetram nos hospedeiros intermediários, elas se tornam larvas infecciosas do terceiro estágio (FERREIRA DA SILVA et al., 2005; SCOFIELD et al., 2005).

Gatos são infectados através da ingestão de hospedeiros intermediários (lesmas e caracóis) ou hospedeiros paratênicos como roedores e pássaros (ZAJAC; CONBOY, 2006). Após a ingestão de hospedeiros intermediários ou paratênicos infectados, as larvas migram para os pulmões do gato através dos vasos linfáticos, onde evoluem para estágio adulto (HAMILTON, 1963; ANDERSON, 2000). Devido a importância da predação no ciclo de vida de *A. abstrusus* a infecção é mais prevalente em gatos de rua comparado com gatos domésticos (GRANDI et al., 2005) porém a ocorrência não apresenta sazonalidade, nem predileção por sexo ou idade (FREEMAN et al., 2003).

A maioria dos gatos infectados não apresenta sintomatologia, e a infecção é geralmente auto-limitante (HAMILTON, 1970). Quando há doença, os sinais podem ser prostração, perda de peso, tosse, taquipnéia, dispneia ou espirros. Em casos graves, podem ocorrer efusão pleural, piotórax ou morte (HAMILTON, 1970; FREEMAN et al., 2003). O diagnóstico é obtido pela evidência de larvas L1 nas fezes, lavado bronquial ou necropsia. Entre os exames coproparasitológicos, a técnica de Baermann é a mais sensível para a detecção de larvas (ZAJAC; CONBOY, 2006; TRAVERSA et al., 2008; LACORCIA et al., 2009). O método mais atual e com sensibilidade de até 100%, porém de alto custo, é baseado em marcadores genéticos, com DNA do parasito detectado por *nested* PCR (TRAVERSA et al., 2010).

Os benzimidazóis e as lactonas macrocíclicas constituem os grupos de fármacos mais amplamente utilizados no tratamento desta parasitose. O febendazol mostra-se eficaz quando administrado diariamente durante cinco dias na dosagem de 20 mg/kg (HAMILTON, 1984) ou durante três dias a 50 mg/kg, em formulações orais (BARRS et al., 1999).

2.4 *Rhabditis* sp

O gênero *Rhabditis* Dujardin, 1845 compõe-se de vermes que vivem habitualmente em matéria orgânica em decomposição, terra úmida, em água doce ou salgada. Algumas espécies são parasitas, sobretudo de insetos e ocasionalmente de vertebrados (NEVEU-LEMAIRE, 1936). Alcançam com muita facilidade o corpo de grandes animais (bovinos), os aparelhos reprodutor, digestivo e respiratório desses animais geralmente são expostos à entrada de vermes por meio do contato com o solo. Nessas localizações, tornam-se parasitos facultativos durante um pequeno espaço de tempo ou simplesmente são eliminados através do corpo (SCHMIDT, ROBERTS, 1981). No homem, de maneira semelhante ao que ocorre com os animais, representantes do gênero *Rhabditis* podem ser encontrados vivos em tecidos ulcerados, na pele, no lumen de vários órgãos, no trato urinário, nas fezes e, eventualmente, na vagina (DOGIEL, 1964; ELDRIDGE, 1993).

2.4.1 Classificação e morfologia

Da classificação de nematoides, na ordem *Rhabdiasidea* há duas famílias: *Strongyloididae* e *Rhabdiasidae*. Na primeira, encontra-se o gênero *Strongyloides* e, na última, o gênero *Rhabditis* (IAMAGUTI, 1961). Segundo Neveu-Lemaire (1936), nas duas famílias há espécies que são mantidas na natureza apenas por meio de gerações de vida livre, outras com pré-adaptação ao parasitismo, parasitos facultativos e parasitos obrigatórios. As larvas apresentam vestíbulo bucal longo com paredes duplas, esôfago constituído de corpo, bulbo médio esofagiano, istmo e bulbo posterior, cauda longa e afilada. O comprimento do vestíbulo bucal, o bulbo médio esofagiano e terminação da cauda permitem diferenciar *Rhabditis* de *Strongyloides*. As larvas rabditoides de *Strongyloides* apresentam um vestíbulo bucal curto, não apresentam o bulbo médio esofagiano e a cauda é curta (CAMPOS et al., 2002; SCHMIDT; ROBERTS, 1981).

2.4.2 Ciclo evolutivo

Acredita-se que o ciclo evolutivo de *Rhabditis* seja semelhante ao ciclo de vida livre do gênero *Strongyloides*. Após a fertilização pelos machos, as fêmeas eliminam ovos que eclodem larvas rabditóides. Estas se alimentam, sofrem mudas larvárias, provavelmente quatro mudas (L1 → L2 → L3 → L4) como a maioria dos nematoda, originando novos vermes adultos (CAMPOS et al., 2002).

Campos et al. (2002) registraram um caso de parasitismo por *Rhabditis* sp em criança de 5 meses de idade procedente do estado de Goiás, Brasil, que apresentou um quadro de diarreia com fezes líquidas esverdeadas que se tornaram sanguinolentas e depois sangue vivo com tenesmo e febre baixa. O exame parasitológico de fezes revelou a presença de ovos, larvas rabditiformes e fêmeas de *Rhabditis*. Após a identificação do helminto, a criança foi tratada com tiabendazol, com melhora do quadro clínico e cura. Neste caso, *Rhabditis* causou um grau considerável de patogenicidade.

3 REFERÊNCIAS

ACHA, P. N.; SZYFRES, B. Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a los Animales. Washington, DC: **Organización Panamericana de la Salud**; 2003.

ALICATA, J. E. Biology and distribution of the rat lungworm, *Angiostrongylus cantonensis*, and its relationship to eosinophilic meningoencephalitis and other neurological disorders of man and animals. **Advances in Parasitology**, v. 3, p. 223-248, 1965.

ANDERSON, R. C. The superfamily Metastrongyloidea, *In* Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. **C.A.B. International, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom**. p. 163–164, 2000.

AKYOL, C. V.; KINO, H.; TERADA, M. Effects of PF1022A, a newly developed gabergic anthelmintic, on adult stage of *Angiostrongylus cantonensis* in rats. **Japanese Journal of Parasitology**, v. 42, p. 220-226, 1993.

BARRS, V. R.; SWINNEY, G. R.; MARTIN, P.; NICOLL, R. G. Concurrent *Aelurostrongylus abstrusus* infection and salmonellosis in a kitten. **Australian Veterinary Journal**, 77 (4), 229-232, 1999.

BENDER, A. L.; MAURER, R. L.; SILVA, M. C. F. DA; BEM, R.; TERRACIANO, P. B.; SILVA, A. C. A. DA; GRAEFF-TEIXEIRA, C. Ovos e órgãos reprodutores de fêmeas de *Angiostrongylus costaricensis* são reconhecidos mais intensamente por soros humanos de fase aguda na angiostrongilíase abdominal. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.36, n. 4, Uberaba, Julh/Agos, 2003.

BEQUAERT, J. C. Studies in the Achatinidae, a group of African land snails. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College**. v. 105 n. 1, p. 1-216, 1950.

BHAIBULAYA, M. Snail borne parasitic zoonoses: angiostrongyliasis. In: Emerging problems in Food-Borne Zoonosis: **Impact on Agriculture and Public Health**; 22:189-93, 1991

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Caramujo gigante (*Achatina fulica*) e os riscos à saúde. 2005. **Informe Técnico**. 2005.

CALDEIRA, R. L.; MENDONÇA, C. L. G. F.; GOUVEIA, C. O. G.; LENZI, H. L.; GRAEFF-TEIXEIRA, C.; LIMA, W. S.; MOTA, E. M.; PECORA, I. L.; MEDEIROS, A. M. Z.; CARVALHO, O. S. First Record of molluscs naturally infected with *Angiostrongylus cantonensis* (chen, 1935) (nematode:metastrongylidae) in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo cruz**, v.102, p. 887-889, 2007.

CAMPOS D. M.B.; ARAÚJO J. L. B., VIEIRA M.C.M., DAMASCENO F, BARBOSA A.P. Um caso de parasitismo por *Rhabditis sp* em criança natural de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 35: 519-522, 2002.

CDC. **Centers for Disease Control and Prevention**. Parasites – Angiostrongyliasis, 2015. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/parasites/angiostrongylus/biology.html>>. Acesso em Julho de 2017.

CHASE, R. Electrical responses of snail tentacle ganglion to stimulation of the epithelium with wind and odors. **Comparative Biochemistry Physiology** 70A:149-155.1981.

CHASE, R. The olfactory sensitivity of snails, *Achatina fulica*. **Journal of Comparative Physiology**. 148:225-235. 1982.

CHASE, R.; BOULANGER, C. M. Attraction of the snail *Achatina fulica* to extracts of conspecific pedal glands. **Behavioral biology**, 23: 107-111. 1978.

CHASE, R.; CROLL, R. P. Tentacular function in snail olfactory orientation. **Comparative Physiology**, 143:357-362.1981.

CHASE, R.; RIELING, J. Autoradiographic evidence for receptor cell renewal in the olfactory epithelium of a snail. **Brain Research**, 384: 232-239.1986.

CHASE, R.; TOLLOCZKO, B. Synaptic glomeruli in the olfactory system of a snail, *Achatina fulica*. **Cell and Tissue Research**, 246:567-573.1986.

CROLL, R. P.; CHASE, R. Plasticity of Olfactory Orientation to Foods in the Snail *A. fulica*. **Journal Comparative Physiology**, 136:267-277. 1980.

CHEN, H.T. Un nouveau nematode pulmonaire: *Pulmonema cantonensis* n. g. n. sp., des rats de Canton. **Annales de Parasitologie Humaine et Compaire** 13:312-370, 1935.

COELHO, L. M. Informe técnico para controle do caramujo africano (*Achatina fulica*, Bowdich 1882 em Goiás. Goiânia: **Agência Rural**. 12P. Documento ,4), 2005.

DOGIEL V. A. **General Parasitology**. Oliver & Boyd, London, p. 516, 1964.

ELDRIDGE B. Human urinary tract infection caused by *Rhabditis* sp. **Microbiology Digest** 10: 202-203, 1993.

ESPIRITO-SANTO, M. C. C.; PINTO, P. L. S.; MOTA, D. J. G.; GRYSCHKEK, R. C. B. The first case of *Angiostrongylus cantonensis* eosinophilic meningitis diagnosed in the city of São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v.55, p.129-132, 2013.

FERREIRA, A. M. R.; SOUZA-DANTAS, L. M.; LABARTHE, N. Report of a case of *Aelurostrongylus abstrusus* (Railliet, 1898) in a domestic cat in Rio de Janeiro. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 44: 24-26, 2007.

FERREIRA DA SILVA, J. M.; PEREIRA DA FONSECA, I. M.; MADEIRA DE CARVALHO, L. M.; MEIRELES, J. A. F. S.; FAZENDEIRO, I. *Aelurostrongylus abstrusus* pneumonia in a cat - need for a precocious diagnosis. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinária**, 100: 103-106, 2005.

FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M. **O caramujo gigante africano *Achatina fulica* no Brasil**. Champagnat Editora – PUCPR, Curitiba, 269p, 2010.

FORTES, E. **Parasitologia Veterinária**. 3.ed. São Paulo. Editora Ícone. 686 p, 1997.

FREEMAN, A. S.; ALGER, K.; GUERRERO, J. In the absence of clinical sings. **Veterinary Forum**, v. 20, p. 20-23, 2003.

FREITAS, M. G. **Helmintologia Veterinária**. 6. ed. Belo Horizonte: Precisa editor gráfica, 396p., 1982.

GHOSE, K. C. Observations on the mating and oviposition of two land pulmonates, *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica*. **Journal of the Bombay Natural History Society** 56, 183–187. 1959.

GRAEFF-TEIXEIRA, C.; CAMILLO-COURA, L.; LENZI, H. L. Angiostrongilíase abdominal – Nova Parasitose no Sul do Brasil. **Revista da Associação Médica do Rio Grande do Sul**, v. 35, n. 2, p. 91-98, 1991.

GRAEFF-TEIXEIRA, C.; AGOSTINI, A. A.; CAMILLO-COURA, L.; FERREIRA, F. C. Seroepidemiology of abdominal angiostrongiliasis: the standardization of na immunoenzymatic assay and prevalence of antibodies in two localities in southern Brazil. **Tropical Medicine & International Health**; 3:254-260, 1997

GRANDI, G.; CALVI, L. E.; VENCO, L.; PARATICI, C.; GENCHI, C.; MEMMI, D.; KRAMER, L. H.. *Aelurostrongylus abstrusus* (cat lungworm) infection in five cats from Italy. **Veterinary Parasitology**, v. 134, p. 177-182. 2005.

HAMILTON, J. M. *Aelurostrongylus abstrusus* infestation of the cat. **Veterinary Record**, v. 75, p. 417–422, 1963.

HAMILTON, J. M.; WEATHERLEY, A.; CHAPMAN, A. J. Treatment of lungworm disease in the cat with fenbendazole. **Veterinary Record**, 114, 40-41, 1984.

HAMILTON, J. M. The influence of infestation by *Aelurostrongylus abstrusus* on the pulmonar vasculature of the cat. **British Veterinary Journal**, v. 126, p. 202–207, 1970.

IAMAGUTI S. Systema Helminthum. The nematodes of Vertebrates. **Interscience Publishers**, NewYork, London, 1961.

JEONG, J.; TOIDA, T.; MUNETA, Y.; KOSIISHI, I.; IMANARI, T.; LINHARDT, R. J.; CHOI, H. S.; WU, S. J.; KIM, Y. S. Localization and characterization of acharan sulfate in the body of the giant African snail *Achatina fulica*. **Comparative Biochemistry. and Physiology.**, B. 130,513–519, 2001.

KETSUWAN, P.; PRADATSUNDARASAR, A. Second case of ocular angiostrongyliasis in Thailand. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 15, p. 50-51, 1966.

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.

KONDO, Y. Growth rates in *Achatina fulica* Bowdich. **The Nautilus** 78, 6–15. 1964.

KOO, J.; PIEN, F.; KLIKS, M. M. *Angiostrongylus* (*Parastrongylus*) eosinophilic meningitis. **Reviews of Infectious Diseases**. 10: 1155-1162, 1988.

LACORCIA, L.; GASSER, R. B.; ANDERSON, G. A.; BEVERIDGE, I. Comparison of bronchoalveolar lavage fluid examination and other diagnostic techniques with the Baermann technique for detection of naturally occurring *Aelurostrongylus abstrusus* infection in cats. **Journal of American Veterinary Medical Association** 235: 43-49, 2009.

LAKWO, T. T.; ISHIH, A.; TERADA, M.; SANO, M. Effects of albendazole against larval and adult *Angiostrongylus cantonensis* in rats. **Parasitology International**, v. 47, p. 281-288, 1998.

LEEFMANS, S. Voorloopige mededeeling inzake de bestrijding van *Achatina fulica* Fér. in Batavia. Landbouw, **Landbouwkundig Tijdscher voor Nederlandsch-Indie** 9, 289–298. 1933.

LEMAIRE, M.; CHASE, R. Twitching and quivering of the tentacles during snail olfactory orientation. **Journal Comparative Physiology**. A, 182:81-87, 1998.

LIMA, A. R. M. C.; MESQUITA, S. D.; SANTOS, S. S.; AQUINO, E. R. P.; ROSA, L. R. S.; DUARTE, F. S. D.; TEIXEIRA, A. O.; COSTA, Z. R. S.; FERREIRA, M. L. B. Neuroinfestation by *Angiostrongylus cantonensis* in Recife, Pernambuco, Brazil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v.67, p.1093-1096, 2009.

LO RE V, 3RD; GLUKMAN S. Eosinophilic Meningitis. **The American Journal of Medicine**. 114:217-223, 2003.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG)/ The World Conservation Union (IUCN), 12pp. in **Aliens** 12, December 2000.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas de mundo. **Uma selección del global invasive species database**. GEEI, 2004.

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 / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p. 572/6413-579, 2008.

LV, S.; ZHANG, Y.; LIU, H.-X.; HU, L.; YANG, K.; STEINMANN, P.; CHEN, Z.; WANG, L.-Y.; UTZINGER, J.; ZHOU, X.-N. Invasive snails and an emerging infectious

disease: results from the first national survey on *Angiostrongylus cantonensis* in China. **Plos Neglected Tropical Diseases**. 3(2):e368. doi:310.1371/journal.pntd.0000368, 2009.

MALHOTRA, S.; MEHTA, D. K.; ARORA, R., CHAUHAN, D.; RAY, S.; JAIN, M. Case report: ocular angiostrongyliasis in a child-first case report from India. **Journal of Tropical Pediatrics**, v. 52, p. 223-225, 2006.

MARTINS, M. F.; CAETANO, F. A. M.; SÍRIO, O. J.; YIOMASA, M. M.; MIZUSAKI, C. I.; FIGUEIREDO, L. D.; PACHECO, P. Avaliação do reparo de lesões de pele de coelhos tratadas com secreção mucoglicoproteica do escargot *Achatina fulica*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-1, 2003.

MEAD, A. R. The giant snails. **Atlantic Monthly** 184(2), 38–42. 1949.

MEAD, A. R. The giant african snail: A problem in economic malacology. Chicago: **University of Chicago published**. 1961.

MEAD, A. R. Economic malacology with particular reference to *Achatina fulica*. In: Fretter, V. and Peake, J. (eds) Pulmonates, Vol. 2B. **Academic Press**, London, pp. 150. 1979.

MEDEIROS, F.; CREPALDI, N.; TOGNOLI, L. *Angiostrongylus costaricensis*. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano VII. Nº 12. 2009.

MENDONÇA, C. L. G. F.; CARVALHO, O. S.; MOTA, E. M.; PELAJO-MACHADO, M.; CAPUTO, L. F. G.; LENZI, H. L. Penetration sites and migratory routes of *Angiostrongylus costaricensis* in the experimental intermediate host (*Sarasinula marginata*). **Memória do Instituto Oswaldo Cruz**, 94, 549-556, 1999.

MENTZ, M. B.; GRAEFF-TEIXEIRA, C.; GARRIDO, C. T. Treatment with mebendazole is not associated with migration of adult *Angiostrongylus costaricensis* in the murine experimental infection. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo** 46, 73-75, 2004.

MENTZ, M. R.; GRAFF – TEIXEIRA, C. Drug trials for treatment of human angiostrongyliasis. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 45, p. 179-184, 2003.

MESÉN-RAMIREZ P; ABRAHAMS-SANDÌE; FERNANDEZ-QUESADA K; MORERA P. *Angiostrongylus costaricensis* egg antigen for the immunodiagnosis of abdominal angiostrongyliasis. **Journal of Helminthology**; 82:251-4, 2008.

MOJON, M. Angiostrongylose humaine à *Angiostrongylus costaricensis*. **Bulletin de L'Academie Nationale de Médecine**, v. 178, p. 645-633, 1994.

MORERA, P.; CÉSPEDES, R. Angiostrongilosis abdominal. Una nueva parasitosis humana. **Acta Médica Costarricense**. 14:159-173, 1971.

MORERA P. Abdominal angiostrongyliasis: a problem of public health. **Parasitology Today**;1:173-175, 1985

MORERA P. Angiostrongiliasis abdominal: Transmision y observaciones sobre su posible control. **Control y Erradicacion de Enfermedades Infecciosas**. In: Resúmenes del Simposio Internacional OMS/OPS, Série de copublicaciones de la OPS, n 1,1986.

MOTA, E. M.; LENZI, H. L. Life cycle: *Angiostrongylus costaricensis* a new proposal. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 90, 707-709, 1995.

NEVEU-LEMAIRE M. Traité D'Helminthologie Médicale et Veterinaire **Vigot Frères**, Paris, 1936.

NUMASAWA, K.; KOYANO, S. Investigation of the ecology of giant African snail, *Achatina fulica*, in Ogasawara Islands. **Annual Report of the OgasawaraSubtropical Agriculture Centre**. 106–128. 1987.

PAIVA, C. L. *Achatina fulica* (Moluscos): Praga agrícola ameaça à saúde pública no **Brasil**. Acesso em 25 de agosto de 2017, disponível em http://www.geocities.com/lagopaiva/achat_tr.htm, 2004.

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

PENA, J. P. M.; ANDRADE-FILHO, J. S.; ASSIS, S. C. *Angiostrongylus costaricensis*: First Record of its Occurrence in the State of Espírito Santo, Brazil and A Review of its Geographic Distribution. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 37, p. 369-374, 1995.

PIEN F. D., PIEN B. C. *Angiostrongylus cantonensis* eosinophilic meningitis. **International Journal of Infectious Diseases** Spring;3(3):161-3, 1999.

RAUT, S. K.; BARKER, G. M. Capítulo 3: *Achatina fulica* Bowdich and other Achatinidae as Pests in Tropical Agriculture. In: BARKER, G M; **Molluscs as Crop Pests**. New Zealand: Ed. CAB Publishing, 55-114. 2002.

RAUT, S. K.; GHOSE, K. C. Food preferences and feeding behaviour in two land snails, *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen. **Records of the Zoological Survey of India** 80, 421–440. 1983.

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

REES, W. J. The Giant African Snail. **Proceedings of the zoological society of London**, n° 120. p. 577-598, 1950.

REY, L. **Parasitologia**. 2a. Ed. Guanabara Koogan Ed., Rio de Janeiro. 731 pp.1991.

RUPPERT, E. E; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. Roca (6 ed), 332 -352.1996.

SAKAE, M. Investigation of giant African snail, *Achatina fulica*, in Amami- Oshima Island, Japan. In: **Annual Report of the Oshima Agricultural Centre**. 106–128. 1968.

SCHMIDT, G. D; ROBERTS, L. S. Foundations in Parasitology. **Mosby Company**, London, 1981.

SCOFIELD, A.; MADUREIRA, R. C.; OLIVEIRA, C. J. F. de; GUEDES JUNIOR, D. da S.; SOARES, C. O.; FONSECA, A. H. da. Diagnóstico pós-morte de *Aelurostrongylus abstrusus* e caracterização morfométrica de ovos e mórulas por meio de histologia e impressão de tecido. **Ciência Rural**, v. 35, p. 952-955. 2005.

SILVA, A. C. A.; GRAEFF-TEIXEIRA, C; ZAHA, A. Diagnosis of abdominal angiostrongyliasis by PCR from ser. of patients. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**;45:295-297, 2003.

SÍRIO, O. J. **Verificação da potencialização do efeito cicatrizante do muco de caracóis do gênero *Achatina* promovida por ração à base de confrei**. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2005. 87p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Universidade de São Paulo, 2005.

SUZUKI, H. Investigation of ecology and extirpation of giant African snail, *Achatina fulica*, in Okinawa. In: **Annual Report on Applied Zoology at the Okinawa Agricultural Centre**. 47–51. 1981.

SUZUKI, H.; YASUDA, K. Studies on ecology and control of the giant African snail, *Achatina fulica*, in Okinawa Island. (1) The optimal period for control with metaldehyde. **Annual Report of the Okinawa Agricultural Centre** 8, 43–50. 1983.

TELES, H. M. S.; FONTES, L. R. Implicações da introdução e dispersão de *Achatina fulica* *Bowdich*, 1922 no Brasil. **Boletim do Instituto Adolfo Lutz**, v. 12, n. 1, p. 3-25, 2002.

THIENGO, S. C. Família Pilidae. In: Barbosa F.S. (Org.). **Tópicos em Malacologia Médica**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p. 50-69, 1995.

THIENGO, S.C.; FARACO, F. A.; SALGADO, N. C.; COWIE, R. H.; FERNANDEZ, M. A. 2007. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brasil. **Biological Invasions** v 9: 693-702, 2007.

THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; TORRES, E. J. L.; COELHO, P. M.; LANFREDI, R. M. First record of a nematode Metastrongyloidea (*Aelurostrongylus abstrusus* larvae) in *Achatina* (*Lissachatina*) *fulica* (*Mollusca*, *Achatinidae*) in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology** 98:34-39, 2008.

THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A. *Achatina fulica*: um problema de saúde pública? In **O caramujo gigante africano *Achatina fulica* no Brasil** (M.L. Fischer & L.C.M. Costa, eds). Champagnat Editora – PUCPR, Curitiba, p. 189-202, 2010.

THIENGO, S.C.; SIMÕES, O.R.; FERNANDEZ, M.A.; MALDONADO-JÚNIOR, A. *Angiostrongylus cantonensis* and rat lungworm disease in Brazil. **Journal of Medicine & Public Health**, v.72, n.6, p.18-22, 2013.

TOMIYAMA, K. Homing behavior of the giant African snail, *Achatina fulica* (Ferussac) (Gastropoda; Pulmonata). **Journal of Ethology**, 10: 139-147, 1992.

TOMIYAMA, K. Growth and maturation pattern in the African giant snail, *Achatina fulica* (Ferussac) (Stylommatophora: Achatinidae). **Venus** 52,87–100. 1993.

TRAVERSA, D.; DI CESARE A.; CONBOY G. Canine and feline cardiopulmonary parasitic nematodes in Europe: emerging and underestimated. **Parasites & Vectors**. p. 1-22, 2010.

TRAVERSA, D.; GUGLIELMINI, C. Feline aelurostrongylosis and canine angiostrongylosis: A challenging diagnosis for two emerging verminous pneumonia infections. **Veterinary Parasitology**, v. 157, p. 163-174. 2008.

van DEER MEER MOHR, J. C. On the reproductive capacity of the giant African or giant land snail, *Achatina fulica* (Fer.). **Treubia** 20, 1–10. 1949.

van LEEUWEN, D. Notes and comments, conchology, *Achatina fulica*. **Hong Kong Naturalist** 3, 71. 1932.

van WEEL, P. B. Some notes on the African giant snail, *A. fulica* Fer. I. On its spread in the Asiatic tropics. II. On its economic significance. III. On its biological balance and means of destruction. **Chronica Naturae** 104, 241–243, 278–280, 335–336. 1948/49.

VASCONCELOS, M. C.; SZABÓ, R. B. *Achatina fulica*, uma praga agrícola no Brasil. **Vetores & Pragmas**, v. 14, p. 20-23. 2005.

WANG, Q. P.; LAI, D. H.; ZHU, X. Q.; CHEN, X. G.; LUN, Z. R. Human angiostrongyliasis. **The Lancet Infectious Diseases**. Oct;8(10):621-30, 2008.

WITTIG, E. O.; CAT, I.; MARINON, L. P. Meningite Eosinofílica e Eosinofilia Sangüínea de Origem Parasitária. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**. (São Paulo) V. 31 N°2, Junho, 1973.

ZANOL, J.; FERNANDEZ, M.A; OLIVEIRA, A.P.M.; RUSSO, C.A.M.; THIENGO, S.C. The exotic invasive snail *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) in the State of Rio de Janeiro (Brazil): current status. **Biota Neotropical**, 10 (3): 447-451, 2010.

ZAJAC, A.M.; CONBOY, G.A. Fecal examination for the diagnosis of parasitism. In: **Veterinary Clinical Parasitology**. Chap. 1, 7. ed. Iowa: Blackwell Publishing. p. 52-53, 2006.

ANEXO A

Manuscrito submetido a Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo

Occurrence and Distribution of *Achatina fulica* and its Importance as Nematodes Host in Palmas, Tocantins, Brazil

CARDOSO, Cerize Rodrigues Lima¹; ABREU, Lenito Coelho²; RODRIGUES JUNIOR, Carlos Alberto³; FIGUEIREDO, Benta Natânia Silva⁴; MARTINS, Glêndara Aparecida de Souza⁵; SATO, Marcello Otake⁶; MARIANO, Sandra Maria Botelho⁷.

¹ Food Engineer. Master in Health Sciences of the Federal University of Tocantins, Palmas, Tocantins. cerizerodcar@gmail.com.

² Agronomist Engineer at Tocantins State University, Palmas, Tocantins. lenitoabreu@gmail.com.

³ Graduating in Medicine from Federal University of Tocantins, Palmas, Tocantins. carlosjr92_@hotmail.com.

⁴ Veterinary Physician. Teacher at the Catholic University of Tocantins, Palmas, Tocantins. Doctor in Tropical Animal Science by Federal University of Tocantins. benta_naty@hotmail.com.

⁵ Food Engineer. Doctor in Biotechnology from Federal University of Tocantins, Palmas, Tocantins. Palmas-TO. glendarasouza@uft.edu.br.

⁶ Veterinary Physician, Doctor in Parasitic Zoonoses, Dokkyo Medical University. marcello@dokkyomed.ac.jp

⁷ Pharmaceutical, Doctor in Biological Sciences. Theacher at Federal University of Tocantins, Palmas, Tocantins. sandrabotelho@mail.uft.edu.br. Correspondence Address: 109 N, Avenida NS-15, ALCNO-14. North Director Plan.. Lab.03 Sl.02 Zip Code: 77001-090. Palmas – TO. Phone: 63 3232 8213.

ABSTRACT

Achatina fulica is considered one of 100 worst invasive species in the world, causing environmental, economic and human and animal health damage, since it is reported as intermediate nematode host. This study aimed to describe the distribution of this snail in Palmas, state of Tocantins, and to investigate the occurrence of nematode larvae, considering the climatic factors of region. From October 2014 to March 2017, 380 snails were collected in community gardens and vacant lots. The snails were counted, identified and processed by digestion. The recovered helminths were counted and identified morphologically. *Aelurostrongylus abstrusus* larvae were found in snails from 35.6% of vacant lots studied and also the adult form of *Rhabditis sp* in 7.14% of the vacant lots. It was observed that the site of snail collection influences the presence of nematode larvae. During the study, the climatic conditions were evidenced by low humidity and high temperatures, being able to have influenced the quantity of the snails, since these usually bury themselves and to lay out in unfavorable conditions of temperature and humidity. This study demonstrates the occurrence of snail in several regions of Palmas and its role as nematodes hosts, evidences

the need for control measures and epidemiological surveillance of zoonoses transmitted by this snail.

KEYWORDS: Public health, Epidemiological surveillance, Invasive species, Zoonoses.

INTRODUCTION

Biological invasions are considered the second cause of biodiversity loss, as they can alter ecological cycles and homogenize biota¹. The African snail was introduced in Brazil in 1988 from an agricultural fair in Curitiba, with the purpose of commercialization replacing escargot *Helix aspersa*. However, due to the low acceptance of the Brazilian market, these animals were released and abandoned from the breeding sites, without any type of management^{2,3}. The snail is considered one of 100 worst invasive species, since its rusticity and general habits, together with the high reproductive potential and large size of adults, favors the adaptation and colonization of different environments⁴. In areas where it was introduced, it has become a serious environmental and economic problem due to the competition for food and space with native fauna and the destruction of agricultural crops².

The species is distributed in 25 of 26 Brazilian states and in Federal District, causing discomfort to affected communities and economic losses, particularly to subsistence agriculture⁵. However, dispersal of snail throughout the national territory can become a serious public health problem, since it is a potential host of nematodes that cause human angiostrongylosis³. It also acts as intermediate host for parasites of domestic and wild animals such as *Aelurostrongylus abstrusus*⁶. In addition, abandoned *Achatina fulica* shells, when replete with rainwater, can host populations of *Aedes aegypti*, which carries diseases dengue⁷.

Due to rapid distribution of this species across the country, studies in some regions are still recent. In Tocantins, there are no records on number of occurrences of *Achatina fulica* in the municipalities. In this study, we present first occurrence record of *A. fulica* in Palmas, Tocantins (TO), its dispersion, also the description of nematode parasites found in this species. Such data are fundamental for possible management plans for the control and eradication of the species at the site.

MATERIALS AND METHODS

Place of study

The research was carried out at the Laboratory of Animal Experimentation and Biotério of Federal University of Tocantins (UFT), Palmas, between October 2014 and March 2017.

Collection of snails

The municipality of Palmas occupies an area of 2,218,942 km² Tocantins state⁸, being located near the parallel 10 ° 11'04 "south and the meridian 48 ° 20'01" west and 280 m of altitude⁹. The region climate is tropical and has two well defined seasons, a hot and rainy season (October to April), with an average temperature between 24 °C and 28 °C, and a high relative humidity, between 80% and 85%, and another (May to September), when daily maximum temperatures from 34°C to 39°C are frequent and there's almost no rainfall¹⁰.

The collections were carried out during the rainy season, in which all snails found were captured and transported to laboratory. The snails were collected in vacant lots and community gardens.

The Palmas central region is formed by 196 blocks, distributed in the North (N) and South (S) Regions. Thirty-six blocks for the survey were chosen by lot (303S, 305S, 309S, 205S, 207S, 403S, 405S, 407S, 409S, 507S, 509S, 310S, 308S, 306S, 304S, 210S, 208S, 206S, 404S , 80N, 103 N, 904 S, 906 S, 1112 S, 1103 S, 1204 S, 504 N), and snails of varying sizes were collected in vacant lots.

The community gardens included in study belong to North Master Plan (5) and South Master Plan (4). Only living specimens of different sizes were collected for the helminto research.

The snails were packed in polyethylene boxes and fed every two days with fresh lettuce leaves until processing. The identification was made according to the external morphology of the shell, described by Salgado¹¹ and by Coelho¹².

Snails' processing: obtaining and identifying nematodes

The snails were washed, the shell broken and discarded, cephalopodal mass artificially processed by Wallace and Rosen¹³ and sedimentation for 12h, according to modified Baermann¹⁴. The recovered sediment was examined in stereomicroscope for nematode research and counting. The parasites were recovered and conditioned in 70% alcohol until the moment of their identification.

The larvae were stained with Lugol and submitted to identification based in morphological characteristics according Ash¹⁵ and Oliveira *et. al.*¹⁶.

Weather data

The climatic data (mean temperature, relative humidity and precipitation) for the months of October to March of years 2014, 2015, 2016 and 2017 were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) and histograms were made using Microsoft Office Excel 2013.

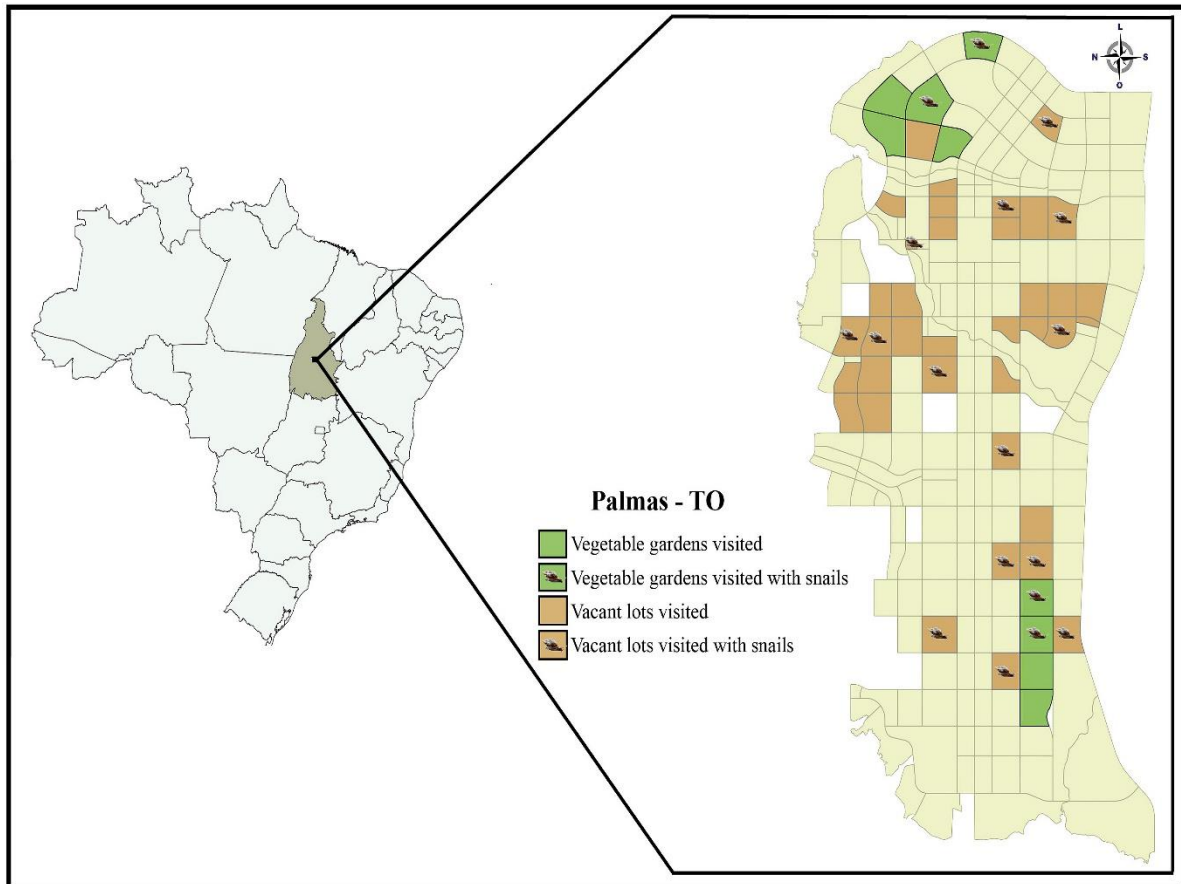
RESULTS

It was analyzed 45 different sites. The snails found in vacant lots were in places with resting places and abundant food. In community gardens, they were found in leaves of cabbage, lettuce, and slug, in addition, there were empty shells scattered in the garden located in block 405 North and in all the vacant lots where snails were collected.

A total of 220 live snails (Figure 1) of varying size (2 cm to 11 cm) were collected in fourteen square blocks (104N, 108N, 504N, 604S, 904S, 906S 105S, 307S, 308S, 309S, 403S, 1103S, 1204S and 1206S).

Among the gardens visited, snails (Figure 1) were found in 44.4% (605N, 1106S, 1006S, 405N), with 160 live specimens of varying sizes (1.5 cm to 9 cm) being collected.

Figure 1: Geographic distribution of community gardens and vacant lots in the city of Palmas - TO, chosen for the study.

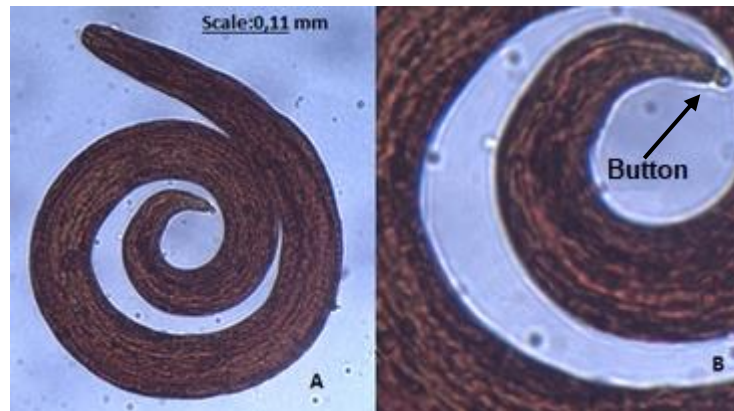


Source: prepared by the authors

Of snails from horticultural gardens, none had nematode infection. It was observed during the collection of snails that all the gardens were surrounded by canvas, making it difficult for animals to enter. In community garden located in 405N and in all the vacant lots that were realized collections of snails was observed the presence of empty shells of *A. fulica*.

This study records for first time the presence of larvae of *A. abstrusus* and adult form of *Rhabditis sp.*, naturally infecting *A. fulica* in Palmas, *A. abstrusus* being the nematoid species with the highest occurrence in the snail. The percentage of vacant lots with snails infected by *A. abstrusus* larvae was 35.6%, belonging to 104N, 108N, 105S, 308S and 403S. There was rubbish, vegetation, and construction debris in these areas. Larvae of *A. abstrusus* (Figure 2) were identified in snails according to the morphological characteristics described by Ash¹⁵ and Oliveira *et al.*¹⁶

Figure 2. Morphological characteristics of the nematode found in *A. fulica*; Palmas - TO. (A) Larva of *A. abstrusus*: general appearance of the larva; (B) the posterior end of the larva showing the terminal button.



Source: prepared by the authors

The adult form of genus *Rhabditis sp.* (Figure 3), in snails of 104N block, infecting 7.14% of the vacant lots. In this place, there was garbage accumulated in sacks, and the snails were collected between these bags, where they usually hide.

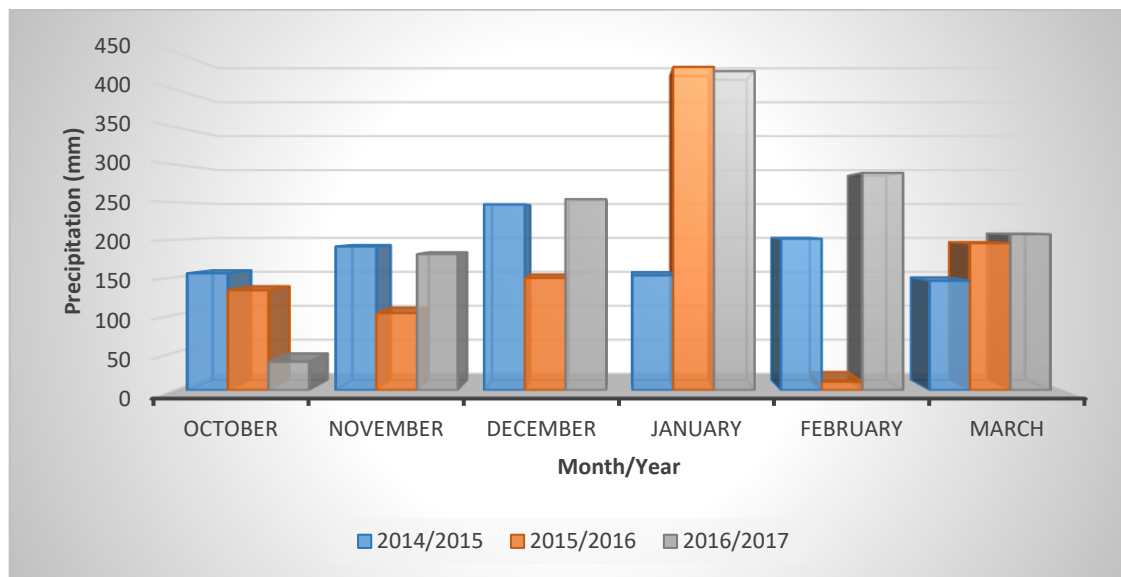
Figure 3 - (A) Adult form of the genus *Rhabditis sp.*; (B) Anterior end with buccal cap primordium; (C) Anterior extremity with pseudobulb (P) and bulb (B); (D) Posterior extremity with bursal veu.



Source: prepared by the authors

The climate data of Palmas are represented in figures 4, 5 and 6, demonstrating the monthly accumulated rainfall for Palmas, relative humidity and temperature respectively, being these fundamental factors in life cycle of snails.

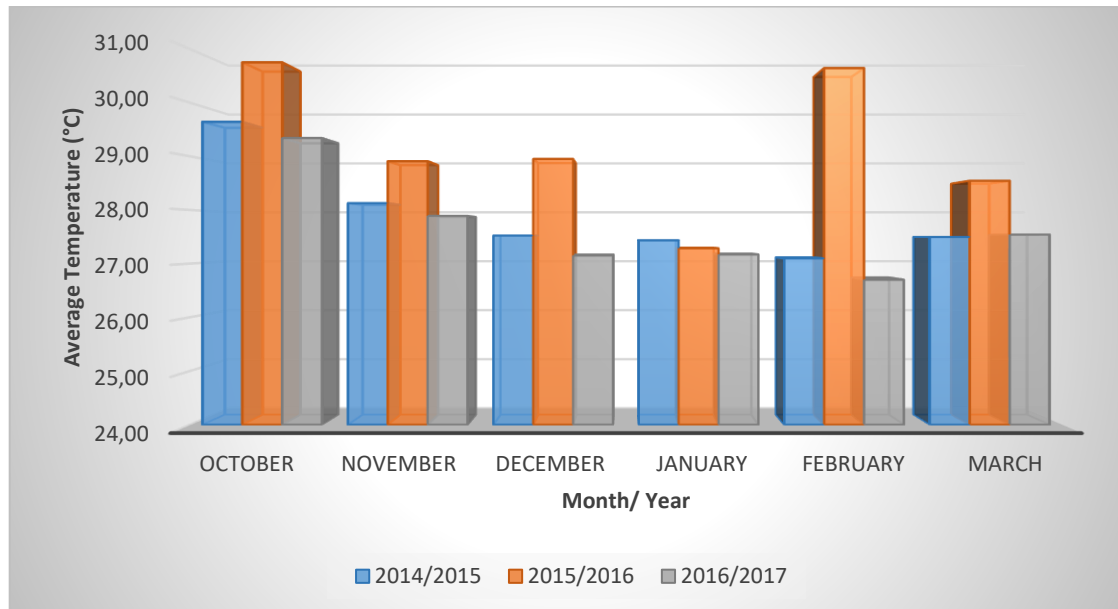
Figure 4 - Represents monthly accumulated rainfall measured for Palmas, Tocantins, in the years 2014, 2015 and 2016 respectively, referring to the months of October to March that characterizes the rainy season in Palmas.



Source: prepared by the authors

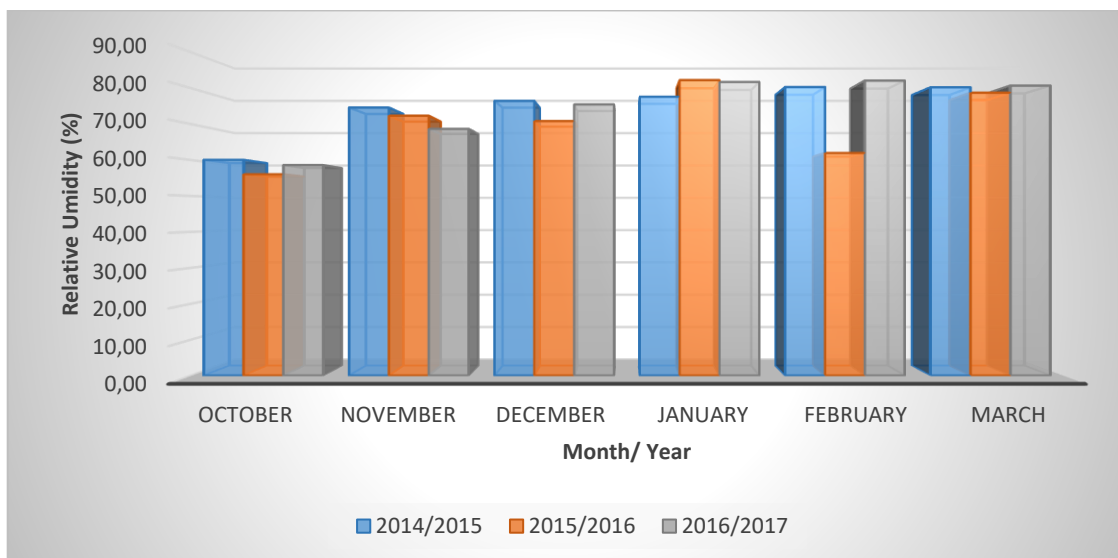
Rainfall may have influenced the occurrence of snails since in 2015 and 2016 visits were made on blocks 308S, 307S and 309S, and no snails were found, as early as 2017, in those same blocks the presence of snail was detected.

Figure 5 - Represents the average temperature (°C) for the years 2014, 2015, 2016 and 2017 respectively, from October to March, which characterizes the rainy season in Palmas, Tocantins.



Source: prepared by the authors

Figure 6 - Represents the relative humidity (%) for the years 2014, 2015 and 2016, respectively, in the months from October to March, which characterizes the rainy season in Palmas, Tocantins.



Source: prepared by the authors

According to figures 4, 5 and 6, it is possible to notice that the period of study was marked by high temperatures, low rainfall index and low humidity, which may have influenced the occurrence of snails.

Research on nematodes in *A. fulica* in Palmas-Tocantins is an unprecedented procedure. In fact, in recent years the number of infected snails has increased in several urban areas and these parasites are becoming increasingly important.

DISCUSSION

The occurrence of *A. fulica* snail in Palmas' urban area occurs in outbreaks of infestation, since not all the lands harbor the snail. The same was observed by Fischer¹⁷. Anthropogenic substrates can soften extreme environmental conditions by increasing the survival rate of snails. The presence of solid residues in abundance in urban lands results in shelter and food, which results in an increase in the speed of growth and a larger number of animals in breeding¹⁸.

The presence of litter, debris and the abundance of leaves as in the gardens reinforces the preference of *A. fulica* for altered environments and this preference was also registered by several authors in regions where this snail was introduced^{19, 20, 21, 22}.

Gratão *et al.*²³, in his study carried out in 15 gardens of Palmas, observed that in most of them the presence of rubbish and debris in their vicinity was not identified, however, the use of agricultural pesticides was detected in more than 95 % of the 15 gardens visited and also the use of chemical fertilizers (31.5%). These pesticides may have influenced the absence of nematodes in the snails from the vegetable gardens. In addition to the defensive agents, the physiological and behavioral strategies of snails, such as estivation and burial, may also have influenced the absence of nematodes, since according to Pieri and Juberg²⁴ these behaviors may provide survival for molluscicides.

Adult snails generally have the elongated, conical spiral shell made up of calcium carbonate. After the death of the animal, the soft part is rapidly decomposed by bacteria, fungi and insects. However, the shell takes a long time to be degraded and can remain in the environment for decades²⁵. The empty shell usually has the opening facing upward, which can accumulate rainwater and become a breeding ground for several species of mosquito, including *Aedes aegypti*²⁶. Shells of African snails containing *Aedes sp.* were found in Campinas, São Paulo, in 2001²⁷. In the present study no empty shells were found in all the lands visited.

The larvae of *A. abstrusus* found in the snails were identified according to the morphological characteristics described by Oliveira *et al.*¹⁶, such as: Filiform body with the rounded anterior and posterior extremities dorsoventrally curved; Pointed tail with pointed

end with a terminal knob. Although unimportant in public health, this nematode causes a severe pneumonia in cats, being relevant for the differential diagnosis with the genus *Angiostrongylus sp.*²⁸.

The occurrence of *A. abstrusus*, in Palmas - TO, is similar to description of this parasite in other cities such as Guaraqueçaba by Fischer *et al.*¹⁸, Pontal do Paraná by Simião²⁹, Manaus by Andrade-Porto *et al.*³⁰, Rio de Janeiro by Thiengo *et al.*³¹ and Morrinhos, Bela Vista de Goiás and Caldas Novas by Oliveira *et al.*¹⁶. The larvae of this nematode were also found in *A. fulica* from the Northeast, Central-West, Southeast and North regions⁶. These findings reinforce the importance of *A. fulica* snail as an intermediate host of parasites of domestic animals. *A. abstrusus* is being reported for the first time in Palmas, increasing the distribution of this parasite in Brazil.

The adult form of the genus *Rhabditis sp.* found in the study, constitutes free-living nematodes that live in decaying organic matter, wet soil and salt water³², reason why they reach the hosts very easily. Oliveira *et al.*¹⁶ reported the adult form of *Rhabditis sp.* in *A. fulica* in Brazil's Goiás state, which is characterized by having anterior end with primordium of buccal capsule, digestive system signaling pseudobulb, isthmus and bulb, posterior end with anus and long and sharp tail.

Angiostrongylus sp. were found in *A. fulica* samples obtained in Santos-SP by Santos *et al.*³³ and *A. cantonensis* in Olinda-PE, by Thiengo *et al.*³⁴, a result different from that found in the present study, in which the 380 specimens were negative for *Angiostrongylus sp.*

Among some behavioral strategies that guarantee survival during unfavorable periods of temperature and humidity are the stochastic, retraction of cephalopodial mass into the shell and burial in the soil^{35, 36}. Snails have nocturnal and crepuscular habits, are highly dependent on humidity and in times of rainfall, snails are easily seen on the most different surfaces, which include walls and roofs, tree trunks, and between foliage, lawns and gardens². This behavior was observed in gardens, where the snails emerged from the ground during the rain or at the end of it.

The temperature interferes in life cycle of snails, affecting gamete production, embryonic development, hatching rate, growth, survival and behavior of these animals^{37, 38, 39, 40, 41, 42}.

Resistance to abiotic factors such as relative air humidity and temperature are important strategies for survival of *A. fulica* and affect more than lack of food and water. It is believed that relative air humidity is a more critical factor than temperature³.

The humidity influences aspects of biology of snails, such as nutrition, the rate of heartbeat, locomotion, growth, spermatogenesis, production and hatching of eggs.^{43, 44, 45, 46}

The terrestrial gastropods lose water through the integument and, likewise, rehydrate the integument through the so-called contact rehydration⁴⁷. The water retention capacity of substrate on which the snail lives influences the maintenance of homeostasis of these organisms. Substrates that retain water for less time provides less opportunity for rehydration during unfavorable periods. Loss of water through the integument, without subsequent rehydration, can lead to a change in the hemolymph osmolarity, with implications for control of feeding, heart rate and locomotion⁴⁷. Thus, snails submitted to desiccation may have reduced activity and, consequently, lower growth and productivity^{43, 44}.

The El Niño phenomenon, which causes the heating of the waters of the Equatorial Pacific Ocean and consequently climate changes around the world, also caused changes in the Tocantins rainy season in 2015/2016, damaging the spatial distribution, with values accumulated below expectations for the period in all regions of the state⁴⁸. This phenomenon may have influenced the results of this research, since the *A. fulica* snails are more active in rainy periods⁴⁹. The physiological and behavioral strategies of snails, such as sedimentation and burial, may have influenced the absence of nematodes, since according to Pieri and Juberg²⁴, these behaviors may also provide survival for molluscicides.

In conclusion, the occurrence of snails of the *A. fulica* species was verified in the city of Palmas-TO. It was observed that the snail collection site interfered in the nematode findings, since those from the vegetable gardens were not found larvae. In the snails collected in the vacant lots, however, larvae of *A. abstrusus* and the adult form of *Rhabditis sp.* The climatic factors possibly interfered in the occurrence of the snails, since these usually bury themselves and to lay out in unfavorable conditions of high temperatures and low humidity. Considering the dispersion of the species *A. fulica*, it is important to carry out epidemiological surveillance and control measures in urban areas with the presence of this snail, including periodic collect of this species followed by adequate disposal, thus reducing contact with man and the domestic animals.

REFERENCES

1. Byers JE, Reichard S, Randall JM, Parker IM, Smith CS, Londale WM, et al. Directing research to reduce the impacts of non indigenous species. *Conserv Biol.* 2002; 16: 630-640.
2. Teles HMS, Fontes LR. Implicações da introdução e dispersão de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 no Brasil. *Bol Inst Adolfo Lutz.* 2002; 12: 3-5.
3. Fischer ML, Costa LCM. O Caramujo Gigante Africano *A. fulica* no Brasil. Curitiba: Editora Champagnat – PUC (PR), Coleção Meio Ambiente. 2010; 1-269.
4. Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 100 de las espécies exóticas invasoras más dañinas de mundo. Uma selección del global invasive species database. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Comisión de Supervivencia de Especies (CSE), UICN. Auckland. 2004; 1: 1-12.
5. Thiengo SC, Simões OR, Fernandez MA, Maldonado-Júnior, A. *Angiostrongylus cantonensis* and rat lungworm disease in Brazil. *J Med Public Health.* 2013; v.72, n.6, p.18-22.
6. Zanol J, Fernandez MA, Oliveira APM, Russo CAM, Thiengo SC. The exotic invasive snail *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) in the State of Rio de Janeiro (Brazil): current status. *Biota Neotrop.* 2010; 10 (3): 447-451.
7. Vasconcelos MC, Szabó RB. *Achatina fulica*, uma praga agrícola no Brasil. *Vtr & Pragás.* 2005; v. 14, p. 20-23.
8. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE; 2016. [citado 2016] Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=172100&search=tocantins|palmas>.
9. Instituto Nacional de Meteorologia. INMET, 2017 [citado em 2017] Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>.
10. Bragança MAL, Lima JD. Composição, abundância e índice de infestação de espécies de formigas em um Hospital Materno-Infantil de Palmas, TO. *Neotrop Entomol.* 2010; v.39, n.1, p.124-130.
11. Salgado NC. Morfologia e taxonomia: recaracterização de *Achatina (Lissachatina) fulica* (Mollusca, Gastropoda, Stylommatophora, Achatinidae). *In: O caramujo Gigante Africano no Brasil.* Champagnat. Curitiba, 2010.
12. Coelho LM. Informe técnico para controle do caramujo africano (*Achatina fulica*, Bowdich 1882 em Goiás. Goiânia: Agência Rural. 2005, 4: 1-12.
13. Wallace GD, Rosen L. Techniques for recovering and identifying larvae of *Angiostrongylus cantonensis* from molluscs. *Malacol Rev.* 1969; 7: 427-438.

14. Moraes RG. Contribuição para o estudo do *Strongyloides stercoralis* e da estrogiloidose no Brasil. Rev Saude Publica. 1948; 1: 507-624.
15. Ash RL. Diagnostic morphology of the third stage larvae of *Angiostrongylus cantonensis*, *Angiostrongylus vasorum*, *Angiostrongylus abstrusus* and *Anafilarioides rostratus* (Nematoda: Metastrongyloidea). J Parasitol. 1970; 56 (2): 249-253.
16. Oliveira APM, Torres EJJ, Maldonado A, Araújo JLB, Fernandez MA, Thiengo SC. como hospedeiro intermediário de nematódeos de interesse médico-veterinário em Goiás, Brasil. Rev Patol Trop. 2010; 39 (3) 199-210.
17. Fischer ML. Protocolo para diagnóstico e monitoramento da população de *Achatina fulica*. In: Resumos do XXI Encontro Brasileiro de Malacologia, Rio de Janeiro. 2009, p.72.
18. Fischer ML, Colley E. Espécie invasora em reservas naturais: caracterização da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Achatinidae) na Ilha Rasa, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. Biota Neotrop. 2006; 5: 1-18.
19. Lake PS, O' dowl DJ. Red crabs in rain forest Christmas Island: Biotic resistance to invasion by an exotic snail. Oikos. 1991; 62 (1):.25-29.
20. Kliks MM, Palumbo NE. Eosinophilic meningitis beyond the Pacific Basin: the global dispersal of a peridomestic zoonosis caused by *Angiostrongylus cantonensis*, the nematode lungworm of rats. Soc Sci Med. 1992; 34 (2): 199-212.
21. Teles HMS, Vaz JF, Fontes LR, Domingos MD. Ocurrence of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) in Brazil: intermediate snail host of Angiostrongyliasis. Rev Saude Publica. 1997;.31 (3): 310-2.
22. Simberloff D. How much information on population biology is needed to manage introduced species? Conserv Biol. 2003; 17: 83-92.
23. Gratão LHA, Rondelli GPH, Silva PV de S, Souza GS, Schott E, Moreira RA de M, *et al.* Análise Situacional Das Hortas Comunitárias Do Município De Palmas, Tocantins, Brasil: Uma Visão Etnofarmacológica. Rev Cereus. 2015, 7 (2): 22-42.
24. Pieri O, Jurberg P. Aspectos etológicos na sobrevivência dos caramujos vetores da xistosomose ao tratamento com moluscidas. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 76 (1): 47-55, 1981.
25. Almeida MN. de. Caramujo africano: apenas uma espécie introduzida ou um problema de saúde pública? Acta Bio Brasiliensia. 2016; 7, (2): 76-86.
26. Trpis M. Ecological studies on the breeding of *Aedes aegypti* and other mosquitos in shells of the giant African snail *Achatina fulica*. Bull Wld Hlth Org. 1973; 48: 447-453.
27. Gomes M. Biologia Virtual. *Achatina fulica* praga agrícola e ameaça à saúde pública no Brasil. 2007 [citado em 2007]. Disponível em: <http://sitebiologico.blogspot.com.br/2007/09/achatina-fulica-praga-agrcolaeameaa.html>.

28. Ferreira da Silva, JM., Pereira da Fonseca IM, Madeira de Carvalho, LM, Meireles JAFS, Fazendeiro I. Pneumonia em gato por *Aelurostrongylus abstrusus* – necessidade de um diagnóstico precoce *Aelurostrongylus abstrusus*. Rev Port Ciênc Vet. 2005; 100: 103-106.
29. Simião MS, Fischer ML. 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. Cad biodivers. 2004; 4: 74-82.
30. Andrade-Porto SM, Souza KCP, Cárdenas MQ, Roque RA, Pimpão DM, Araújo CS et al. Occurrence of *Aelurostrongylus abstrusus* (Railliet, 1898) larvae (Nematoda: Metastrongylidae) infecting *Achatina* (lissachatina) *fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Gastropoda) in Amazon region. Acta Amaz. 2012; 42 (2): 245-250.
31. Thiengo SC, Faraco AF, Salgado NC, Cowie RH, Fernandez MA. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brasil. Biol Invasions. 2007; 9: 693-702.
32. Bowman DD. Parasitologia Veterinária de Georgis. 8ª ed. Barueri, SP: Manole, 2006.
33. Santos LO, Xicheiro CCG, Rocha S, Virga RHP, Teixeira TCN. Infecção do *Achatina fulica* por *Angiostrongylus* sp. na região Costa e Silva, Cubatão, SP. In: XXI Congresso Brasileiro de Parasitologia. Paraná. 2009; p.673.
34. Thiengo SC, Maldonado-Jr. A, Mota EM, Torres E JL, Caldeira R, Oliveira APM, et al. The role of the giant African snail *Achatina fulica* as vector of eosinophilic meningoencephalitis: current situation in Brazil. Acta Trop. 2010; 115:194-199.
35. D'ávila S, Dias RJP, Bessa EC. de A, Daemon E. Resistência à dessecação em três espécies de moluscos terrestres: aspectos adaptativos e significado para o controle de helmintos. Rev Bras Zool. 2004, 6 (1):. 115-127.
36. Costa LCM. Comportamento de *Achatina fulica*. In: Fischer ML, Costa LC. (Org.). O caramujo gigante africano *Achatina fulica* no Brasil. Curitiba: Champagnat. 2010. p. 141-174.
37. Van der Schalie H, Berry EG. The effects of temperature on growth and reproduction in aquatic snails. Malacol Rev. 1973; 6 (12): p. 60.
38. Dimitrieva EF. The influence of temperature and moisture of the upper soil layer on the hatching intensity of the slug *Deroceras reticulatum* Müller. Malacol. Rev. 1975; 10: 32-45.
39. Siefker CC, Carther JN, Blankespoor HD. Tolerance of *Biomphalaria glabrata* to continuous thermal stress. Malacol. Rev. 1977; 11:1-25.
40. Raut SK, Ghose KC. Factors influencing gestation length in two land snails, *Achatina fulica* e *Macrochlamys indica*. Malacol Rev. 1980; 13: 33-36.

41. Amed M, Raut SK. Influence of temperature on the growth of the pestiferous land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae). Walkerana. 1991; 5 (13): 33-62.
42. Raut SK, Rahman MS, Samanta SK. Influence of temperature on survival, growth and fecundity of the freshwater snail *Indoplanorbis exustus* (Deshayes). Mem Inst Oswaldo Cruz 1992; 87 (1): 15-19.
43. Hodasi JKM. Life history studies of *Achatina (Achatina) achatina* (Linné). J Mol Stud. 1979; 45:328-339.
44. Hodasi JKM. The effects of different light regimes on the behavior and biology of *Achatina (Achatina) achatina* (Linné). J Mol Stud. 1982; 48:283-293.
45. Leahy W. Aspectos adaptativos de *Bradybaena similaris* Férussac, 1821 (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata) submetido ao jejum e dessecação. Bol Fisiol Anim. 1980; 5: 47-55.
46. Tuan R, Simões LCG. Spermatogenesis and desiccation in *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Planorbidae). Rev Bras Genét, Ribeirão Preto. 1989; 12 (4): 881-885.
47. Cook A. Behavioral ecology: on doing the right thing, in the right place at the right time. In: Barker, G.M. (Org.). The biology of terrestrial molluscs. New York: CABI Publishing. 2001; 13: 447-488.
48. Silva Junior, JLC. da, Relatório Técnico-Científico Avaliação parcial das condições pluviométricas no Estado do Tocantins, durante o período chuvoso (2015/2016). Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/294794/>
49. Sheela T, Rina K; Thakur S, Kumai R. Seasonal behavior of giant Africa snail *Achatina fulica* in Bihar. J Ecotox Environ Monit. 1998; 8: 153-160.

ANEXO - B

Confirmação da submissão do manuscrito

ScholarOne Manuscripts™ SANDRA MARIA MARIANO ▾ Instructions & Forms Help Log Out

 Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo

[# Home](#) [Author](#) [Review](#)

[Author Dashboard](#) / [Submission Confirmation](#)

Submission Confirmation

Thank you for your submission

Submitted to Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo

Manuscript ID RIMTSP-2017-0130

Title OCCURRENCE AND DISTRIBUTION OF *ACHATINA FULICA* AND ITS IMPORTANCE AS NEMATODES HOST IN PALMAS, TOCANTINS, BRAZIL

Authors Cardoso, Cerize
Abreu, Lento
Rodrigues Junior, Carlos
Figueiredo, Benta Natália
Sato, Marcello
Mariano, Sandra Maria

Date Submitted 14-Dec-2017

ANEXO C

Qualis da Revista

Periódicos			
ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	BIODIVERSIDADE	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	BIOTECNOLOGIA	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	CIÊNCIA DE ALIMENTOS	B5
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	CIÊNCIAS AGRÁRIAS I	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	B1
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS I	B4
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS II	B3
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS III	B3
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	ENFERMAGEM	B1
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	ENSINO	B4
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	FARMÁCIA	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	INTERDISCIPLINAR	B1
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	MEDICINA I	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	MEDICINA II	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	MEDICINA II	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	MEDICINA VETERINÁRIA	B1
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	NUTRIÇÃO	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	ODONTOLOGIA	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL / DEMOGRAFIA	B2
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	QUÍMICA	B3
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	SADDE COLETIVA	B1
1678-9946	REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO	ZOOTECNIA / RECURSOS PESQUEIROS	B1