

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

The identification of the best period of control of Achatina fulica in Maringá, Paraná, Brazil

Identificación del mejor período de control de Achatina fulica en Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem  <https://orcid.org/0000-0002-9830-869X>

Graduado em Geografia (Bacharelado - 2015) e (Licenciatura - 2015) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Doutorando em Geografia do Programa de Pós-graduação em Geografia (PGE-UEM) – Maringá/PR – Brasil. E-mail: georenanvalerio@gmail.com.

Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

Doutora em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (1995). Professora Doutora Associada Nível A na Universidade Estadual de Maringá, no Departamento de Geografia – Maringá/PR – Brasil. E-mail: eugeniaguart@gmail.com.

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar a relação existente entre o caracol gigante africano com a temperatura média compensada, umidade relativa do ar média e a precipitação média. Confrontaram-se também os dados do caracol com os fenômenos El Niño e La Niña. Os procedimentos metodológicos pautaram-se na aprovação da pesquisa pelos conselhos de ética da Universidade Estadual de Maringá e da Secretária Municipal de Saúde. Na sequência, foram obtidos os dados climáticos e tratados para confecção dos climogramas. Os softwares utilizados foram o Microsoft Excel 2010[®], Quantum GIS 2.18.1[®] e o ArcGis 10.4[®]. Após a confecção dos climogramas, realizou-se a análise da relação das variáveis climáticas com o caracol gigante africano. Conseguiu-se obter como resultado a identificação dos períodos que são mais favoráveis para obtenção de êxito no controle da espécie, que são nos anos que apresentam verões mais quentes e mais úmidos, eventualmente associados ao fenômeno El Niño, uma vez que se observou que esses anos são mais propícios para a reprodução e a disseminação da espécie exótica. Concluiu-se que o controle do molusco deve ser diário. Salienta-se ainda que o processo de catação manual não deve ser somente do molusco e ovos sobre o solo, mas também dos ovos que estão enterrados, para evitar a eclosão e de fato ocorrer o controle da espécie exótica.

Palavras-chave: Climograma. Caracol gigante africano. El Niño e La Niña.

Abstract

This article aims to analyze the relationship between the giant African snail with the mean compensated temperature, the relative humidity of the average air and the average rainfall. The data of the snail with the phenomena El Niño and La Niña were also confronted. The methodological procedures were based on the approval of the research by the ethics councils of the State University of Maringá and the Municipal Health Secretary. In the sequence, the climatic data were obtained and treated to build up the climograms. We used the Microsoft Excel 2010[®], the Quantum GIS 2.18.1[®] and the ArcGis 10.4[®] softwares. After the preparation of the climograms, the analysis of the relationship between the climatic variables and the African giant snail was carried out. As a result, it was possible to identify the periods that are more favorable for getting success in the control of the species, which are in the years that present hotter and more humid summers, possibly associated to the El Niño phenomenon, since it was observed that these years are more conducive to reproduction and dissemination of the exotic species. It was concluded that the control of the mollusc should be daily. It should also be noted that the process of manual harvesting should not only be of the mollusc and eggs on the soil, but also of the eggs that are buried to avoid hatching and in fact control of the exotic species.

Keywords: Climogram. Giant African snail. El Niño and La Niña.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo analizar la relación existente entre el caracol gigante africano y la temperatura media compensada, la humedad relativa del aire medio y la precipitación media. Se confrontaron también los datos del caracol con los fenómenos El Niño y La Niña. Los procedimientos metodológicos se basaron en la aprobación de la investigación por los consejos de ética de la Universidad Estatal de Maringá y de la Secretaria Municipal de Salud. En consecuencia, se obtuvieron los datos climáticos y tratados para la confección de los climogramas. Los softwares utilizados fueron Microsoft Excel 2010[®], Quantum GIS 2.18.1[®] y ArcGis 10.4[®]. Después de la confección de los climogramas, se realizó el análisis de la relación de las variables climáticas con el caracol gigante africano. Se logró obtener como resultado la identificación de los períodos que son más favorables para obtener éxito en el control de la especie, que son en los años que presentan veranos más calientes y más húmedos, eventualmente asociados al fenómeno El Niño, una vez que se observó que esos años son más propicios para la reproducción y la disseminación de la especie exótica. Se concluyó que el control del molusco debe ser diario. Se destaca también que el proceso de recogida manual no debe ser solamente del molusco y huevos sobre el suelo, sino también de los huevos que están enterrados, para evitar la eclosión y de hecho ocurrir el control de la especie exótica.

Palabras clave: Climograma. Caracol gigante africano. El Niño y La Niña.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil
Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

1 Introdução

A biogeografia é a área da ciência que busca compreender por que os organismos estão onde estão por meio dos agentes ambientais, por exemplo, os climáticos, para explicar o motivo pelo qual em determinadas áreas há espécies em abundância, e, em outras, ausência (LÖWENBERG NETO, 2007). Este estudo dedicou-se à análise do caracol gigante africano, que está presente em meio à fauna brasileira, embora sua origem seja do leste do continente africano (PILSBRY, 1904; BEQUAERT, 1950).

Este artigo tem como objetivo analisar a relação existente entre os registros de ocorrência do caracol gigante africano com dados de temperatura média compensada, umidade relativa do ar média e a precipitação média. Relacionaram-se também os fenômenos El Niño, que ocasiona o aquecimento atípico das águas superficiais das porções centrais e leste do oceano Pacífico; e La Niña, que é o fenômeno oposto, sendo ambos fatores que influenciam na dinâmica climática (GARFINKEL *et al.*, 2012; WU *et al.*, 2012).

2 Aspectos gerais do caracol gigante africano

A *Achatina fulica* (Figura 1) está incluída no Filo Mollusca, que compreende os animais que compõem o grupo dos invertebrados, da Classe Gastrópode.

Figura 1. *Achatina fulica*



Fonte: Eduvirgem e Ferreira (2016)

O gênero *Achatina* foi descrito pela primeira vez por Lamarck, em 1799. O molusco pode alcançar o tamanho de 8 centímetros de largura, 20 centímetros de comprimento e pesar 200 gramas (LUCENA, 1951; OLIVEIRA; ALMEIDA, 1999; FORCELLI, 2000).

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

De acordo com os estudos de Vasconcelos e Pile (2001) e de Raut e Barker (2002), a *Achatina fulica* é considerada “praga” agrícola, frequentemente encontrada em hortas domiciliares, sendo também localizada em árvores, depósitos de lixo e materiais em decomposição. Segundo Lowe *et al.* (2004), o molusco *Achatina fulica* está entre as cem mais eficientes espécies exóticas invasoras do planeta. Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2006), as espécies invasoras são organismos alóctones no meio que passam a ocupar, e ameaçam as espécies nativas, os ecossistemas e até mesmo os *habitat* previamente constituídos pelas espécies do local. O Ministério do Meio Ambiente salienta também que a economia, a biodiversidade, e a saúde humana podem ser afetadas diretamente. A espécie também é considerada uma “praga” urbana, como foi evidenciado nos estudos de Thiengo *et al.* (2007), nos quais contextualizam a presença de *Achatina fulica* em jardins, como por exemplo os caracóis nas ilhas Reunião e, em Bengala, na Ásia (BENSON, 1858). Teles e Fontes (2002) enfatizam *Achatina fulica* como “praga” pelo fato de que a espécie pode transmitir doenças, o que não é uma boa definição, visto que outros animais também podem causar zoonoses, não sendo necessariamente pragas. Talvez o mais correto é dizer apenas que a espécie tem características comensalistas, usufruindo da urbanização e das diversas ocupações humanas para sobreviver com fácil adaptabilidade no ambiente, podendo interferir eventualmente nos ecossistemas, e constituindo-se uma ameaça à saúde da população, quando contaminada. Segundo Eduvirgem e Ferreira (2017); Eduvirgem (2018), essa espécie possui alto potencial de dispersão.

De acordo com os estudos de Fischer e Amadigi (2010, p.70, grifo do autor), “*Achatina fulica* é tida como herbívora generalista e altamente voraz, o que lhe confere o status de ‘praga’ principalmente em pequenas plantações”. Paiva (2004); Teles, Fontes e Amaral (2004); Fischer e Colley (2005); Fukahori e Zequi (2014) também tratam a espécie como “praga” agrícola. O termo “praga” é ecologicamente incorreto, pois cada espécie tem seus próprios costumes e o conceito de “praga” é um epíteto atribuído a qualquer espécie, nativa ou invasora, que ameaça algum aspecto da economia ou das atividades desenvolvidas pelo homem; é, portanto, um termo de base antropocêntrica (PETERSEN; WEID; FERNANDES, 2009; CARVALHO, 2010). Cumpre notar que, embora a espécie em pauta tenha sido artificialmente dispersada mundo afora, além do seu ponto de origem, na África Oriental, a dispersão, em si, é apenas uma consequência da expansão natural de cada espécie, pelos ecossistemas.

Com relação à origem do caracol gigante africano (*Achatina fulica* Bowdich, 1822) os autores Pilsbry (1904) e Bequaert (1950) sugerem que a espécie é originária da área costeira do Leste da África continental, e Madagascar.

Dorst (1973) complementa afirmando que o caracol gigante africano possui abrangência desde Moçambique até Abissínia (Etiópia). O primeiro registro fora do continente africano foi datado de 1803 nas ilhas Maurício. Na sequência, no ano de 1821, aparece nas ilhas Reunião, cujo governador importava os caracóis de Madagascar e os criava em seu jardim, com o propósito de consumi-los (BENSON, 1858). Neste período, acreditava-se que a sopa dos caracóis servia como cura para tuberculose. No ano de 1847, o malacologista W. B. Benson levou a espécie das ilhas Maurício para o território indiano, onde o molusco foi solto no jardim da Sociedade Asiática de Bengala. E, na sequência, ocorreu o espalhamento do caracol gigante africano por várias regiões tropicais do velho mundo e posteriormente para o novo mundo.

A evolução do conhecimento humano acerca dos meios de transportes e das redes de comunicações fomentou a distribuição geográfica e disseminação dessa espécie exótica em grande escala para a Europa, as Américas e para o subcontinente indiano (WILSON, 1991). A espécie também é encontrada na Malásia, em 1911, chegando ao estado de Sarawak em 1926, China em 1931, Japão em 1932, Tailândia em 1937, Austrália em 1966 e, no Brasil em 1972 (MEAD, 1961; ALICATA, 1966; FORCELLI, 2000; RAUT; BARKER, 2002; ZILLER; ZALBA, 2007).

De acordo com os estudos de Eduvirgem (2018), o transporte do caracol gigante africano para a América do Sul ocorreu possivelmente por duas maneiras: a primeira por meio de transporte da Indonésia para o Brasil, com fins de helicicultura e comercialização; e a segunda possibilidade é que o caracol gigante africano tenha sido transportado das ilhas do Caribe para o Brasil, devido à proximidade territorial.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

A distribuição de *Achatina fulica* para locais diferentes do território africano foi responsável pelo surgimento de diferenças genéticas dos caracóis, como foi evidenciado nos estudos de Fontanilla *et al.* (2014) no trabalho intitulado: “*Restricted Genetic Variation in Populations of ‘Achatina (Lissachatina) fulica’ outside of East Africa and the Indian Ocean Islands Points to the Indian Ocean Islands as the Earliest Known Common Source*”. Os autores avaliaram 560 indivíduos de 39 populações globais obtidas de 26 territórios, chegando ao resultado de 18 haplótipos¹ distintos.

Com alusão ao tempo de vida, Fischer e Amadigi (2010) informam que há registros de *Achatina fulica* que se manteve vivo por cerca de nove anos em laboratório. Em vida livre, o molusco vive em torno de cinco anos. Entretanto, há muitas controvérsias na literatura, pois há variáveis quanto ao tempo de vida, pela influência da hibernação e estivação, condições ambientais diversas e, sobretudo, climáticas, bem como disponibilidade de alimentos (MEAD, 1961; MEAD, 1979; RAUT; BARKER, 2002; ALBUQUERQUE; PESO-AGUIAR; ASSUNCAO-ALBUQUERQUE, 2008).

Estudos recentes abrangem a relação do caracol gigante africano com o parasita *Angiostrongylus* (IWANOWICZ *et al.*, 2015). Os *Angiostrongylus* são nematoides que parasitam roedores e pequenos mamíferos carnívoros. Eles se alojam nas artérias pulmonares de seus hospedeiros, salvo a exceção do *Angiostrongylus costaricensis* (MORERA; CÉSPEDES, 1971), cujo *habitat* são as artérias mesentéricas (REBELLO, 2012).

O verme *Angiostrongylus cantonensis*, é causador de meningite eosinofílica (meningoencefalite eosinofílica). O *Angiostrongylus costaricensis* pode causar agravos nos órgãos abdominais (Angiostrongilíase abdominal) (MORERA; CÉSPEDES, 1971; EAMSOBHANA *et al.*, 2010).

Deste modo, é possível perceber que o caracol gigante africano é nocivo à saúde humana, quando contaminado. A transmissão pode ocorrer pela ingestão do molusco, pelo muco em contato com a pele e pelo muco deixado pela espécie exótica em hortaliças, já que os seres humanos podem contaminar-se, caso o alimento não seja higienizado, ao ponto de remover todo o muco existente no vegetal (OLIVEIRA, 2007; EDUVIRGEM, 2018).

Esta análise justifica-se pelo fato de ser difícil o controle do caracol gigante africano, apesar de o método de controle ser simples: a catação manual. Entretanto, o molusco sempre reaparece, pois o período em que o controle é realizado nem sempre é o ideal. Assim, os resultados deste estudo darão suporte para uma proposta de melhor período para o controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná.

O método da catação manual é o método mais eficaz (MEAD, 1961) em comparação ao biológico e ao químico. De acordo com os estudos de Paiva (2004), consiste no manuseio do caracol gigante africano e seus ovos com a utilização de luvas descartáveis ou sacos plásticos, seguido do procedimento de embalar os caracóis e incinerá-los. O autor ainda salienta que, antes de iniciar o processo de controle da espécie, é necessário solicitar a identificação de um especialista para confirmação de que realmente o caracol a ser “controlado” é, de fato, o caracol gigante africano, pois ele pode ser confundido com outras espécies, principalmente com o caracol nativo brasileiro.

São recomendados, além da catação manual, os métodos de controle como incineração, enterramento dos caracóis colocando junto uma pá de cal ou quebra das cascas. Não é recomendado usar sal para matar os caracóis para evitar a salinização do solo, nem utilizar moluscicidas, pois são tóxicos às pessoas e aos animais.

Para descrever a relação do caracol gigante africano com a temperatura, salienta-se a importância do geógrafo atuando nessa questão, como expressa Conti (2001, p. 91):

A Climatologia, embora por sua natureza se aproxime das ciências físicas e exatas, sempre se fez presente no universo das investigações geográficas porque sua preocupação está necessariamente associada ao espaço terrestre, enquanto projeção, sobre essa realidade, dos fenômenos atmosféricos.

¹ Conjunto de pares de bases identificadas a partir de um gene contíguo.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

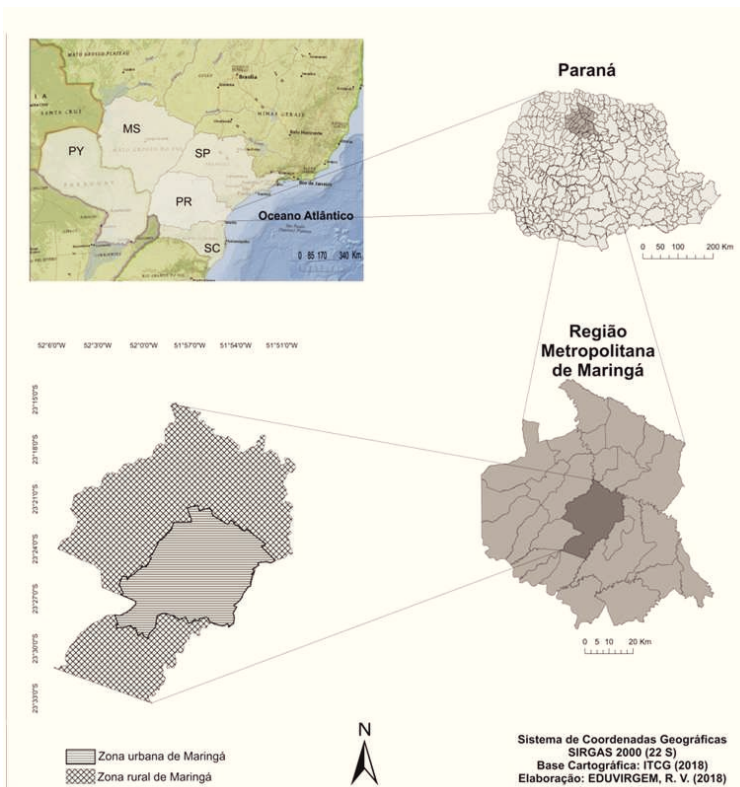
Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

Sobre as relações entre a ciência geográfica, clima e saúde, Mendonça (2000, p. 92) afirma que “A saúde humana é fortemente influenciada pelo clima”. Essa influência pode ocorrer até mesmo de modo indireto, com a proliferação de espécies exóticas que servem de reservatórios de patologias, a exemplo, o caracol gigante africano, cuja espécie necessita de temperaturas entre 17 °C e 25 °C (BORRERO *et al.*, 2009). *Achatina fulica*, quando contaminado, pode causar sérios agravos à saúde humana, como já abordado, o problema são os níveis de reprodução da espécie, visto que, de acordo com Fischer e Amadigi (2010), o molusco deposita de 180 a 600 ovos, três vezes ao ano. Desse total, até 90% dos ovos podem ter sucesso na eclosão e sobrevivência. A temperatura do ambiente é uma variável fundamental para o êxito da sobrevivência dos caracóis recém-eclodidos, pois esse elemento climático está diretamente relacionado com o estresse animal (FORCART, 1978; VASCONCELOS; PILE, 2001; CARVALHO *et al.*, 2003; BORRERO *et al.*, 2009).

3 Características do município de estudo

O município de Maringá está localizado na região Norte-Central Paranaense (Figura 2), no terceiro planalto paranaense, conhecido também como Planalto Arenito-Basáltico, localizado no interior da unidade denominada de Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná (ROSS, 1996), com distância aproximada de 425 km de Curitiba, capital do estado. O município tem área total de 487,052 (km²), com população absoluta de 357.077 habitantes, segundo o censo de 2010, e população estimada de 406.693 habitantes para o ano de 2017 (IBGE, 2018).

Figura 2. Mapa de localização de Maringá, Paraná



Elaboração: Eduvirgem (2018)

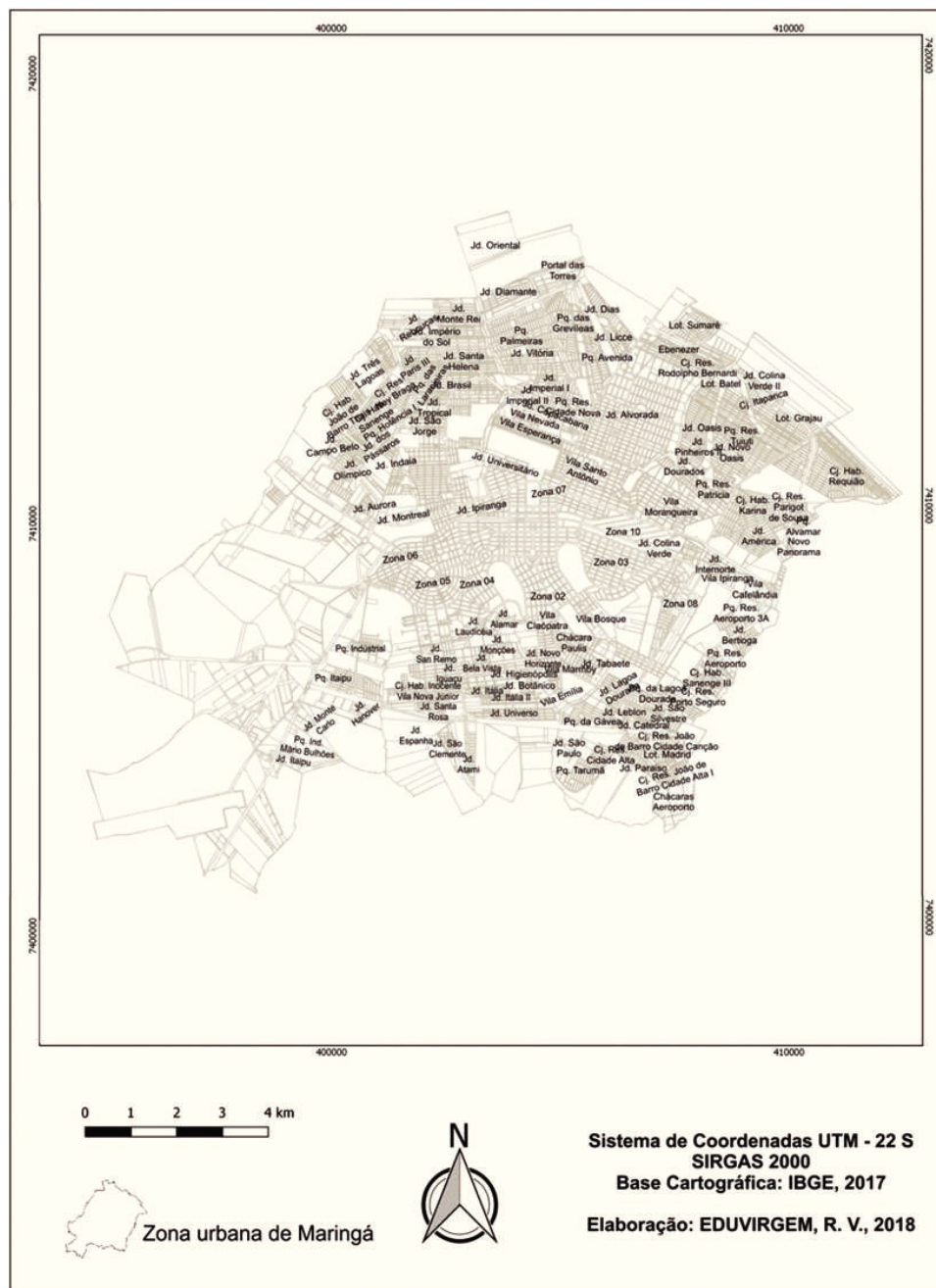
Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

Maringá está inserida na Mesorregião Norte-Central do Paraná, cuja região metropolitana engloba 26 municípios, fazendo fronteira com Ângulo, Astorga, Floresta, Mandaguçu, Marialva, Paiçandu e Sarandi.

A Figura 3 ilustra os principais bairros com a ocorrência do caracol gigante africano, de acordo com os registros da Secretaria de Saúde de Maringá. No banco de dados deste órgão estão registrados 115 bairros com a existência de *Achatina fulica*.

Figura 3. Mapa dos bairros com *Achatina fulica*



Elaboração: Eduvirgem (2018)

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

4 Procedimentos Metodológicos

O primeiro passo para a análise deste estudo pautou-se em obter os dados do caracol gigante africano, *Achatina fulica*, por bairro, na Secretaria de Saúde de Maringá. Esse órgão público recebe as reclamações da existência do caracol gigante africano, realizadas por telefone, e na sequência desloca um profissional treinado para confirmação da espécie, para então registrar como uma reclamação de *Achatina fulica*, no banco de dados. O trabalho foi aprovado pelos conselhos de ética da Secretaria de Saúde e da Universidade Estadual de Maringá, na Plataforma Brasil com data de Aprovação Ética do CEP/CONEP em 22/09/2016 sob o protocolo 1.740.241.

O segundo procedimento consistiu na construção do climograma apresentado na etapa dos resultados e discussões. O Software utilizado foi o Microsoft Excel 2010[®].

O terceiro passo pautou-se na tabulação dos dados, utilizando as temperaturas máximas, mínimas e médias compensadas e precipitação, obtidos na estação meteorológica da Universidade Estadual de Maringá. A série histórica analisada corresponde ao período de 2005 a 2015, nesse intervalo de tempo, a Secretaria de Saúde de Maringá registrou 781 ocorrências, confirmadas, de *Achatina fulica*.

Com propósito de correlacionar a série que corresponde à espécie em estudo, utilizou-se a metodologia utilizada por Yokoo (2017). Comparando a série histórica das médias mensais de janeiro a dezembro, durante o período de 30 anos, 1986/2016, com a série da pesquisa, de 2005/2015, pode-se estabelecer anos mais ou menos úmidos e mais ou menos quentes em relação à média.

A média compensada é obtida através da equação recomendada pela OMM (Organização Meteorológica Mundial), que segue abaixo (Equação 1):

$$T_{MC, k i j} = (T_{\max, k i j} + T_{\min, k i j} + T_{12, K 1 J} + 2T_{24, K 1 J}) / 5 \quad (1)$$

Na qual TMC é temperatura média compensada, T_{\max} é a temperatura máxima, T_{\min} é a temperatura mínima, T_{12} é a temperatura das 12 horas UTC e T_{24} é a temperatura das 24 horas UTC.

De posse dos dados tabulados e organizados foram calculadas as médias aritméticas simples, dividindo a soma dos valores pelo número total de registros.

Na sequência foram elaborados gráficos com os dados de temperatura, umidade e precipitação (em barras), a fim de comparação com os anos de ocorrência do caracol gigante africano (linha frente às barras), para, deste modo, auxiliar no propósito de atingir a meta deste estudo.

Para confecção do mapa de localização, foram utilizados o software ArcGis 10.4[®] e o Quantum GIS 2.18.1[®].

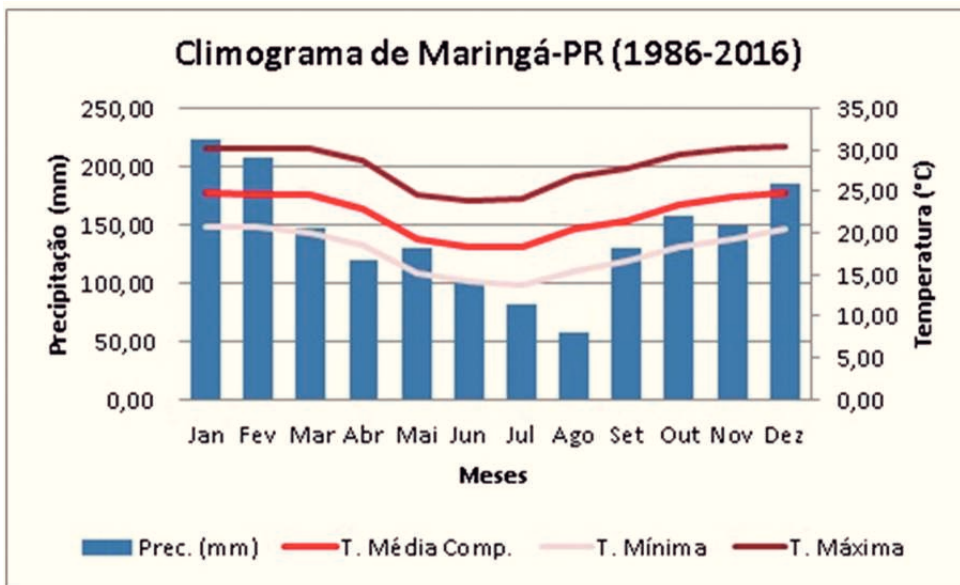
5 Análise da evolução das ocorrências do caracol gigante africano em Maringá por meio de climogramas

Ao comparar as duas séries históricas mencionadas quanto às variáveis climáticas como precipitação, temperatura média e temperatura máxima média e temperatura mínima média de todos os meses de cada ano, de janeiro a dezembro, observa-se que o período contemplado pela pesquisa, 2005/2015 esteve próximo da normalidade climática, considerando-se as normais de 1986/2016 (Figuras 4 e 5). Salienta-se que as normais climatológicas foram estabelecidas em 1956, pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), sendo recomendado o período de 30 anos.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil
Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

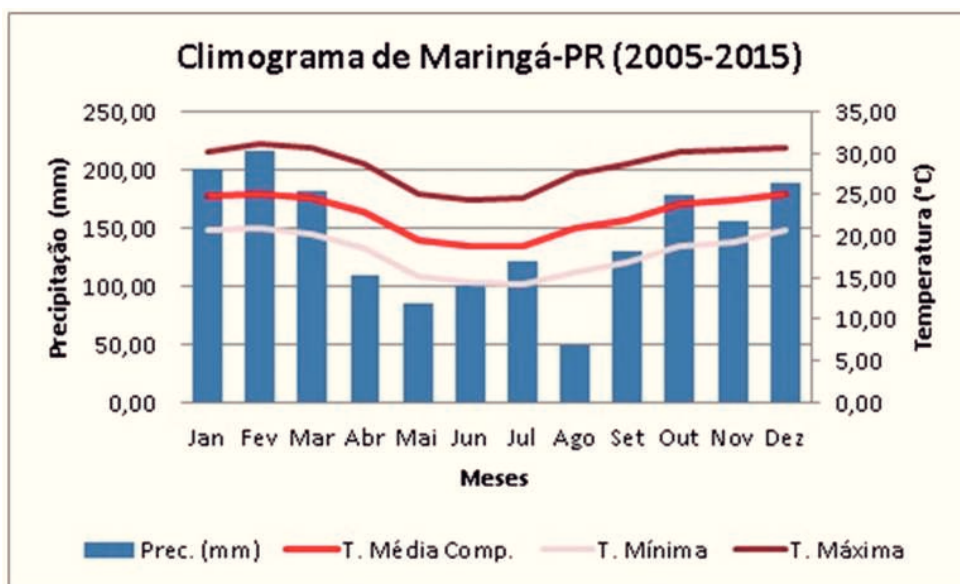
A análise do climograma 2005/2015 permite verificar que o intervalo entre os meses de abril, maio, junho e agosto foram caracterizados por baixos regimes de precipitações pluviométricas, e coincidem com as mínimas térmicas locais, sendo o mês de julho uma exceção entre os meses de abril a agosto, pois seu regime pluviométrico foi superior entre os meses descritos. Os meses de dezembro a fevereiro representam os meses com maiores regimes pluviométricos e também as temperaturas mais elevadas (Figura 5).

Figura 4. Climograma de Maringá, Paraná (1986-2016)



Elaboração: Autores (2017)

Figura 5. Climograma de Maringá, Paraná (2005-2015)



Elaboração: Autores (2017)

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

A ocorrência do caracol gigante africano está relacionada aos aspectos climáticos, tais como a temperatura, umidade e precipitação, assim, nos parágrafos abaixo, iremos analisar os dados na série de dez anos elencada para o estudo.

Considerando-se as variações anuais de temperatura e precipitação, depreende-se que, no período, ocorreram tanto o fenômeno do El Niño como o da La Niña, responsáveis por nítidas variações em relação à média histórica das normais climatológicas. Essa variabilidade climática pode afetar o desenvolvimento dos moluscos estudados, criando condições mais favoráveis ou menos favoráveis à sobrevivência da espécie *Achatina fulica*.

O El Niño, fenômeno oceânico que se caracteriza pelo aquecimento atípico das águas superficiais das porções centrais e leste do oceano Pacífico, na faixa próxima do paralelo do Equador, é responsável pelo aumento de chuvas na região Sul do Brasil (BERLATO; FARENZENA; FONTANA, 2005; PAULA *et al.*, 2010).

O fenômeno oposto ao El Niño é denominado de La Niña, no qual as águas do Pacífico equatorial resfriam-se, sendo responsável pela diminuição e escassez de chuvas no Sul do país (BRITTO; BARLETTA; MENDONÇA, 2008). Também costumam ser anos de invernos com temperaturas mais baixas do que a média das normais.

Esses fenômenos são caracterizados com diferentes intensidades: fraco, moderado, forte e muito forte (NOAA, 2017). A Tabela 1 identifica no período estudado, a ocorrência e a intensidade dos fenômenos do El Niño e La Niña.

Tabela 1. Intensidade de El Niño e de La Niña – 2004 a 2016

El Niño			La Niña			
Fraco	Moderado	Forte	Muito Forte	Fraco	Moderado	Forte
2004-2005	2009-2010		2015-2016	2011-2012	2007-2008	
2006-2007					2010-2011	
2014-2015						

Fonte: NOAA (2017)

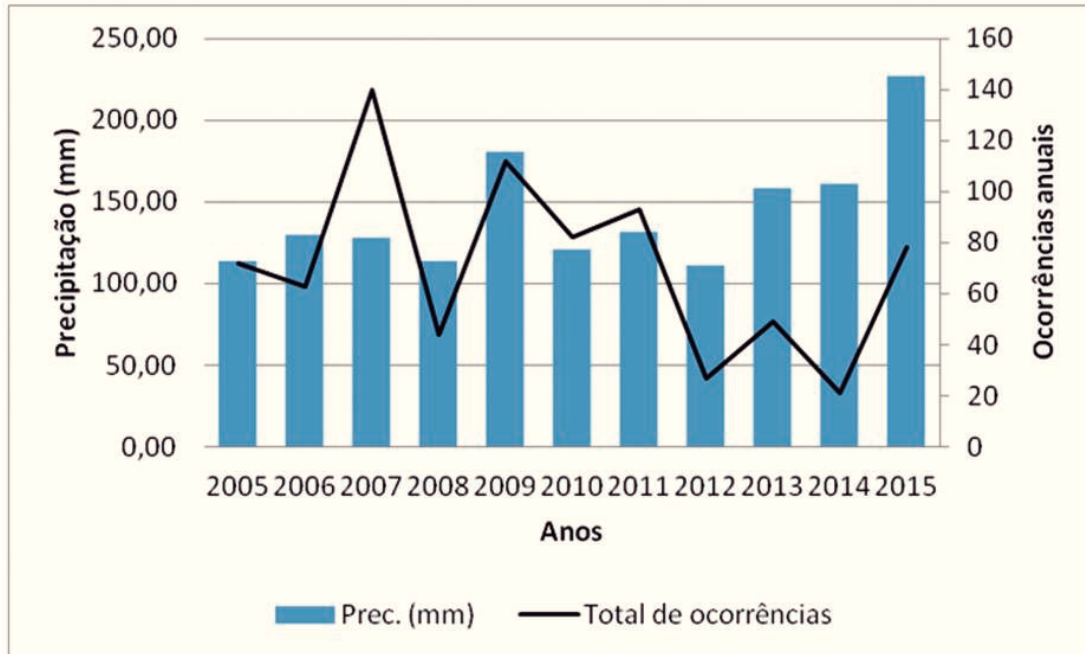
Elaboração: Autores (2017)

Ao realizar a comparação entre os dados das ocorrências do caracol gigante africano com a precipitação, no período elencado, foi possível observar que ambos estão diretamente relacionados, pois conforme aumentou o regime pluviométrico, elevou-se o número de reclamações realizadas pela população sobre a ocorrência do caracol, na Secretaria de Saúde de Maringá, com exceção dos anos de 2005-2006 (Figura 6).

Em 2006 e 2007 o fenômeno El Niño foi caracterizado como fraco, incidindo no aumento da precipitação e também do número de reclamações por bairro. As reclamações, porém, aumentam em 2007 de forma muito mais nítida do que o correlato aumento da pluviosidade. Na sequência, em 2007-2008 ocorreu a La Niña, com classificação moderado, incidindo na diminuição do regime pluviométrico e nas reclamações da espécie exótica. Em 2008, o regime pluviométrico começa a aumentar e em 2009-2010 detecta-se novamente o El Niño com classificação moderada, ocasionando o aumento do afloramento do caracol gigante africano na superfície do solo, resultando na ascensão das reclamações registradas na Secretaria de Saúde municipal. Em 2010-2011 ressurge a La Niña e diminui o regime pluviométrico, com maior expressão em 2010, concomitante aos registros do molusco em estudo. Em 2011-2012 a La Niña perde força, e acentua a queda do regime pluviométrico e bruscamente diminuem as reclamações de *Achatina fulica*. Em 2012-2013 a precipitação e as reclamações voltam a subir. Em parte de 2014 ocorreu estabilidade no regime pluviométrico e queda das reclamações. Para os anos de 2014-2015 foi registrado o fenômeno El Niño, classificado como fraco, implicando o aumento da precipitação pluvial e das reclamações da espécie, sendo ambos acentuados ainda em 2015, devido ao aumento da força do El Niño, que foi classificado como muito forte (Figura 6).

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil
Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

Figura 6. Comparação entre a precipitação e as ocorrências



Fonte: Secretaria de Saúde de Maringá
Elaboração: Autores (2017)

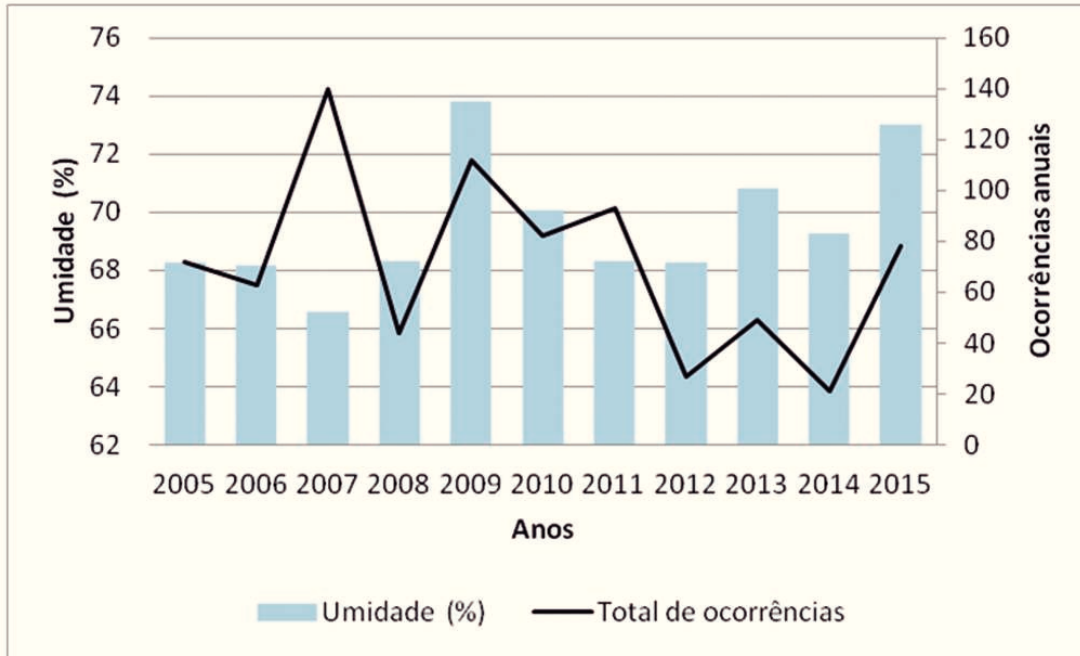
Conclui-se que o caracol gigante africano no município de Maringá está relacionado com o regime pluviométrico e também aos fenômenos El Niño e La Niña, no que tange à diminuição e ascensão dos totais de precipitação.

A umidade está diretamente relacionada ao regime pluviométrico. Ao observarmos os anos de 2009, 2013 e 2015 (Figura 7), é possível perceber nitidamente que foram os anos com os maiores picos alcançados pela umidade, sendo 2009 e 2015 anos de ocorrência do El Niño (o primeiro classificado como moderado e o segundo classificado como muito forte), concomitante ao aumento dos registros de reclamações dos moluscos nestes anos.

Os anos com os menores índices de umidade foram: 2007, 2010-2011, 2011-2012 e 2014. O ano de 2007 foi marco da transição do El Niño para La Niña. Com exceção de 2014, todos os demais anos, de 2010 a 2012, foram anos de atuação do La Niña (Figura 7). Esses anos apresentaram, no geral, o declínio da umidade e, conjuntamente, das reclamações da espécie exótica em estudo, com exceção do ano de 2007, que foi o ano com menor registro de umidade anual e o maior em reclamações do caracol gigante africano. Possivelmente, nesse ano de 2007, outro fator influenciou nas reclamações, podendo ter sido a maior divulgação sobre os riscos à saúde relacionados à manipulação do molusco, o que levou a população a intensificar as reclamações. Mais adiante, observa-se que o ano de 2007 apresentou altas temperaturas, o que é benéfico para a espécie.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil
Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

Figura 7. Comparação entre a umidade e as ocorrências



Fonte: Secretaria de Saúde de Maringá
Elaboração: Autores (2017)

Com relação à temperatura, e levando em conta que o caracol gigante africano está livre das temperaturas letais que são inferiores a $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e temperaturas elevadas acima de $41,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ZHOU *et al.* 1998 *apud* KOSLOSKI; FISCHER, 2002), pode-se afirmar que Maringá não apresenta temperaturas letais para a espécie exótica em estudo (Figura 8). Essa afirmação corrobora os resultados encontrados por Germano (2018), que realizou estudo por sensoriamento remoto da temperatura aparente de superfície (também conhecida como temperatura de brilho), com propósito de identificar as ilhas de calor de superfície em Maringá, e as localidades com formação desse fenômeno. O valor médio dos 32 anos (1984 a 2016) analisados pelo autor, nas estações de primavera e verão (que concentram as maiores temperaturas), foi de $35,22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esse valor é próximo ao do período dessa pesquisa, 2010 a 2015, sendo $35,31\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou seja, $0,09\text{ }^{\circ}\text{C}$ inferior.

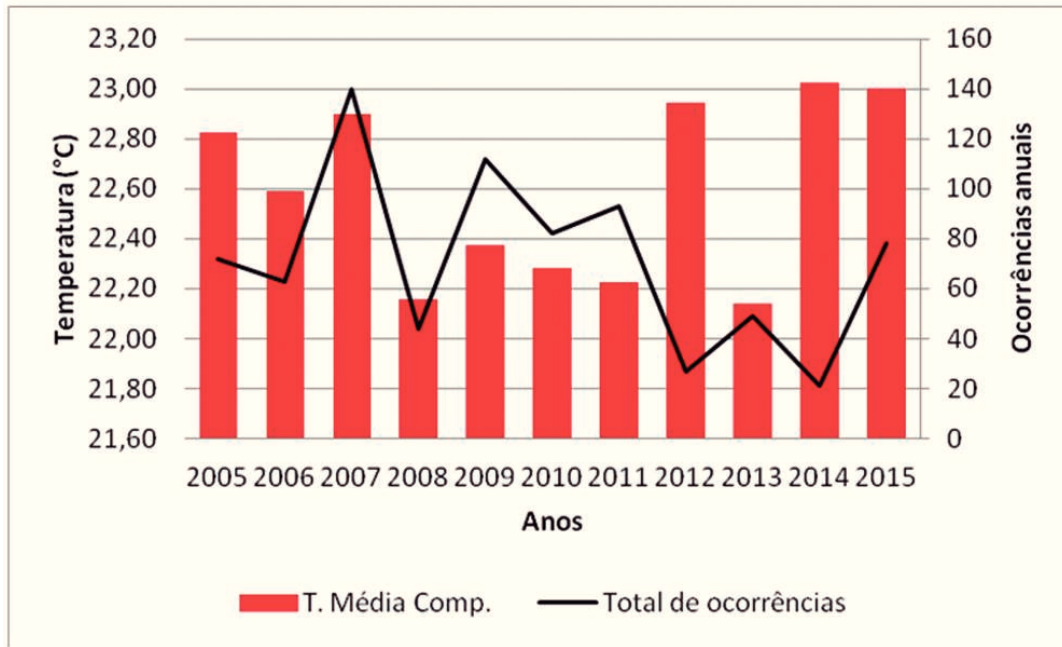
No tocante às temperaturas preferenciais para a reprodução de *Achatina fulica*, Borrero *et al.* (2009) afirmam que estão entre $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Assim, Maringá proporciona as temperaturas de ar atmosférico ideais para a reprodução da espécie.

No período de cinco anos, de 2005 a 2010, os dados de temperatura e as reclamações do caracol gigante africano acompanharam os aumentos e declínios de maneira diretamente proporcional. Esse fato repete-se novamente nos anos de 2013 e 2015. O processo inversamente proporcional ocorre nos anos de 2011, 2012 e 2014 (Figura 8).

A Figura 8 apresenta a explicação para o aumento das reclamações de 2007, o que os dados de umidade e precipitação não conseguiram. À medida que a temperatura aumentou para ano de 2007, as reclamações também se elevaram bruscamente. Não obstante, esse fato pode ter ocorrido por simples coincidência, pois em 2012, 2014 e 2015 as temperaturas foram superiores a 2007, e nesses três anos as relações do caracol gigante africano foram inferiores a 2007, com elevados percentuais. Em 2007 as reclamações do caracol gigante africano foram 80% superiores a 2012, 85% em relação a 2014 e 44% em relação a 2015.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil
Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

Figura 8. Comparação entre a temperatura e as ocorrências



Fonte: Secretaria de Saúde de Maringá
Elaboração: Autores (2017)

Portanto, a temperatura, a umidade e o regime de precipitações, em Maringá, são amplamente favoráveis à reprodução e ao desenvolvimento do caracol gigante africano. Mas a ausência de comparação entre anos mais úmidos e quentes e o aumento de reclamações indicam que outros fatores devem estar presentes para justificar a proliferação maior ou menor da espécie ou, alternativamente, o maior ou menor número de reclamações.

Por fim, ressalta-se a importância da continuidade dos estudos, abordando a questão ambiental, incluindo os elementos atmosféricos com mensuradores de temperatura do ar (com transectos lineares) e termômetro de solos, para averiguar a possível correlação entre temperatura do solo e do ar com *Achatina fulica*.

6 Conclusões

O controle pode ser realizado pela população e servidores públicos por meio de trabalho sazonal, visando à intensificação da catação manual diária, particularmente nos anos que apresentam verões mais quentes e mais úmidos, eventualmente associados ao fenômeno do El Niño, uma vez que se observou que esses anos são os mais propícios para a reprodução e a disseminação da espécie exótica, que pode ser mais facilmente encontrada, à superfície do solo; a catação sistemática reduziria, portanto, o sucesso da desova; ainda com relação aos ovos, é necessário que seja realizada a coleta dos mesmos, tanto na superfície do solo, como os que estão enterrados para que, de fato, o controle obtenha êxito.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

Referências

ALBUQUERQUE, F. S.; PESO-AGUIAR, M. C.; ASSUNCAO-ALBUQUERQUE, M. J. T. Distribution, feeding behavior and control strategies of the exotic land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) in the northeast of Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 4, p. 837-842, 2008.

ALICATA, J. E. The presence of *Angiostrongylus 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*, v. 44, n. 6, p. 1041-1049, 1966.

BENSON, W. H. Note sur la transportation et la naturalisation au Bengale de l' *Achatina fulica* de Lamarck. *J. Conchyliol.* v. 7, p. 266-268, 1858.

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.

BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 5, p. 423-432, 2005.

BORRERO, F. J. *et al.* Into the Andes: Three new introductions of *Lissachatina fulica* (Gastropoda, Achatinidae) and its potential distribution in South America. *Tentacle*, v. 17, p. 6-8, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. *Espécies exóticas invasoras: situação brasileira*. Brasília, 2006. v.2, 24p.

BRITTO, F. P.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 3, p. 37-48, 2008.

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*, v. 36, n. 6, p. 743-745, 2003.

CARVALHO, R. S. *Ética ambiental como caminho para a tomada de decisão relacionada a espécies invasoras*. 2010. 133p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010.

CONTI, J. B. Geografia e climatologia. *GEOUSP*, n. 9, p. 91-95, 2001.

DORST, J. *Antes que a natureza Morra*. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 394 p.

EAMSOBHANA, P. *et al.* Molecular differentiation of *Angiostrongylus* taxa (Nematoda: Angiostrongylidae) by cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene sequences. *Acta Tropica*, v.116, p. 152-156, 2010.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

- EDUVIRGEM, R. V. *Aspectos biogeográficos do caracol gigante africano (Achatina fulica) no município de Maringá, Paraná*. 2018. 214p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, 2018.
- EDUVIRGEM, R. V.; FERREIRA, M. E. M. C. Dispersão e distribuição geográfica do molusco *Achatina fulica* Bowdich, 1822 nos bairros do município de Maringá (PR) no período de 2005 – 2013. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 8., 2016, Marechal Cândido Rondon. *Anais [...]*. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2016. p. 993-1000.
- EDUVIRGEM, R. V.; FERREIRA, M. E. M. C. Dispersão da espécie exótica *Achatina fulica* a partir de seis focos no Município de Maringá, Paraná. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 05, n. 31, p. 7-19, 2017.
- FISCHER, M. L.; AMADIGI, I. S. N. História natural da *Achatina fulica*. In: FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M. (org.). *O Caramujo Gigante Africano Achatina fulica no Brasil*. Curitiba: Champagnat, 2010. p. 49-99.
- 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*, v. 5, n. 1, p. 127-144, 2005.
- FONTANILLA, I. K. C. *et al.* Restricted genetic variation in populations of *Achatina (Lissachatina) fulica* outside of East Africa and the Indian Ocean Islands points to the Indian Ocean Islands as the earliest known common source. *PLoS one*, v. 9, n. 9, p. 105-151, 2014.
- FORCART, I. *Mollusques terrestres et d'eau douce*. Lousané: Librairie Payot, 1978.
- FORCELLI, D. O. *Moluscos magallanicos*: guia de moluscos de Patagonia y sur de Chile. Buenos Aires: Vázquez Mazzini, 2000.
- FUKAHORI, M. S. F.; ZEQUI, J. A. C. Vigilância Ambiental em Saúde: considerações sobre o molusco *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) e sua ocorrência na cidade de Londrina – PR. In: ZEQUI, J. A. C.; MAIOLA, M. R. A. (Org.). *Qualidade de vida em Londrina: um enfoque ambiental*. Londrina: Unifil, 2014. p. 165-182.
- GARFINKEL, C. I. *et al.* Why might stratospheric sudden warmings occur with similar frequency in El Niño and La Niña winters?. *Journal of Geophysical Research*, v. 117, n. D19106, 2012.
- GERMANO, P. J. M. M. T. *Sensoriamento remoto aplicado à ocorrência de Hot-Spots em ilhas de calor de superfície na cidade de Maringá-PR – 1984 a 2016*. 2018. 224p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IBGE cidades*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/maringa/panorama>. Acesso em: 27 mar. 2018.
- IWANOWICZ, D. D. *et al.* Spread of the rat lungworm (*Angiostrongylus cantonensis*) in giant African land snails (*Lissachatina fulica*) in Florida, USA. *Journal of wildlife diseases*, v. 51, n. 3, p. 749-753, 2015.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

- KOSLOSKI, M. A.; FISCHER, M. L. Primeira ocorrência de *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) no litoral do estado do Paraná (Mollusca; Stylommatophora; Achatinidae). *Estudos de Biologia*, v.24, n. 49, p.65–69, 2002.
- LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S. *100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database*. 2004. Disponível em: http://www.planta.cn/forum/files_planta/100_worst_invasive_species_english_941.pdf. Acesso em: 01 jun. 2016.
- LÖWENBERG NETO, P. *Biogeografia de Muscidae (Diptera, Insecta) nas Regiões Andina e Neotropical*. Curitiba, 2007. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, 2007.
- LUCENA, D. T. Lista de moluscos do nordeste com um apêndice sobre algumas espécies de outras regiões. *Pap. Avul. Depart. Zool.*, n. 10, v. 3, p. 93-104, 1951.
- MEAD, A. R. *The giant African snail: a problem in economic malacology*. Chicago: University of Chicago Press, 1961.
- MEAD, D. T. Economic malacology with particular reference to *Achatina fulica*. In: FRETTER, V.; PEAKS, J. (Org.). *Pulmonates*. London: Academic Press, 1979. p. 1-150.
- MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in) sustentabilidade ambiental. *RA'EGA*, v. 4, p. 85-99, 2000.
- MORERA, P.; CÉSPEDES, R. *Angiostrongylus costaricensis n. sp* (Nematoda: Metastrongyloidea), a new lungworm occurring in man in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, v. 18, p. 173-185, 1971.
- NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration's. *National Weather Service, Climate Prediction*. Historical El Nino/ La Nina episodes (1950–present). Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/. Acesso em: 12 out. 2017.
- OLIVEIRA, C. S. *Alterações nos depósitos de glicogênio e conteúdo de glicose na hemolinfa de Achatina fulica Bowdich, 1822 (mollusca, gastropoda), hospedeiro intermediário de Angiostrongylus, exposta ao látex de coroa de cristo Euphorbia splendens var. hislopii*. 2007. 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias, Parasitologia Animal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.
- OLIVEIRA, M. P.; ALMEIDA, M. N. *Land shells from Brazil*. Juiz de Fora: Editar, 1999.
- PAIVA, C. L. *Achatina fulica*: praga agrícola e ameaça à saúde pública no Brasil. 2004. Disponível em: http://www.geocities.ws/lagopaiva/achat_tr.htm. Acesso em: 02 jun. 2016.
- PAULA, G. M. *et al.* Influência do fenômeno El Niño na erosividade das chuvas na região de Santa Maria (RS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 4, p. 1315-1323, 2010.
- PETERSEN, P. F.; WEID, J. M. V. D.; FERNANDES, G. B. Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza. *Informe Agropecuário*, v. 30, n. 252, p. 1-9, 2009.

Identificação do melhor período de controle de *Achatina fulica* em Maringá, Paraná, Brasil

Renan Valério Eduvirgem, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

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.

RAUT, S. K; BARKER, G. M. *Achatina fulica* Bowdich and other Achatinidae as pests in tropical agriculture. In: Barker GM (ed) *Molluscs as crop pests*. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 55–114.

REBELLO, K. M. *Detalhamento morfológico e análise da expressão proteica do nematoide *Angiostrongylus costaricensis* em suas diferentes fases evolutivas*. 2012. 113p. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) - Fundação Oswaldo Cruz, 2012.

ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Edusp, 1996.

TELES, H. M. S; FONTES, L. R. Implicações da introdução e dispersão de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 no Brasil. *Boletim do Instituto Adolfo Lutz*, v.12, n.1, p. 3-5, 2002.

TELES, H. M. S; FONTES, L. R; AMARAL, W. Pesquisa nacional de opinião pública sobre a espécie do caramujo *Achatina fulica*. *Instituto Brasileiro de Helicicultura, IBH/CEDIC*, p. 01-24, 2004.

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

VASCONCELLOS, M. C.; PILE, E. Ocorrência de *Achatina fulica* no Vale do Paraíba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 35, n. 6, p.582 - 584, 2001.

WILSON, M. E. *A world guide to infections: diseases, distribution, diagnosis*. New York: Oxford University Press, 1991. 784 p.

WU, Y. J. *et al.* Occurrence of elves and lightning during El Niño and La Niña. *Geophysical Research Letters*, v. 39, n. 3, 2012.

YOKOO, S. C. *A sazonalidade da ocorrência de dengue no município de Campo Mourão, PR*. 2017. 211p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, 2017.

ZILLER, S. R.; ZALBA, S. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. *Natureza & Conservação*, v. 5, n. 2, p. 8-15, 2007.

Agradecimentos

Registram-se aqui os melhores agradecimentos à Fundação CAPES que forneceu bolsa de nível de mestrado que permitiu realizar este estudo que é resultante da dissertação de mestrado do primeiro autor, sendo orientado pela segunda autora.

Agradecemos à Secretária de Saúde de Maringá por fornecer os dados de reclamações do caracol gigante africano.

Agradecemos as contribuições dos revisores, que foram fundamentais para a melhoria do trabalho.