Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge>

Achatina fulica na zona rural de Maringá, Paraná: relações ambientais

Renan Valério Eduvirgem¹, Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira²

¹ Doutorando em Geografia na Universidade Estadual de Maringá, Professor Colaborador, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, 838 - CEP 85040-167 - Bairro - Vila Carli, Guarapuava - PR. georenanvalerio@gmail.com (autor correspondente). ² Dra. Professora Adjunta Associada, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790 - CEP 87020-900 - Zona 7, Maringá - PR. eugenaguart@gmail.com.

Artigo recebido em 12/02/2020 e aceito em 29/05/2020

RESUMO

Os objetivos desta pesquisa consistem em: 1) mapear a distribuição espacial atual do molusco *Achatina fulica* na zona rural e sua interação com as condições ambientais em que são encontrados no âmbito rural do município de Maringá, Paraná; 2) avaliar os riscos potenciais à saúde humana por meio dos questionários utilizados durante as entrevistas; 3) avaliar se a população está vulnerável à contaminação pelo caracol gigante africano. Os procedimentos metodológicos foram estabelecidos nas seguintes etapas: determinar o tamanho da amostra; distribuição dos pontos com utilização de quadrícula para não influenciar na escolha das localidades a serem realizadas as entrevistas; autorização do conselho de ética; entrevistas em campo; coletas de variáveis em campo para relacionar com o caracol; organização e tabulação dos resultados; geração de produtos cartográficos; promoção de análises estatísticas. Foram detectadas 40 propriedades rurais que possuem a espécie exótica, dispersa nas proximidades das residências, barracões e não em meio às culturas temporárias. As entrevistas indicaram que a maior parte dos entrevistados aplicam os procedimentos de contato manual de forma adequada, cujo propósito é evitar a contaminação pelo helminto *Angiostrongylus sp.* Não há isenção de risco, pois há pessoas que mantêm contato com a espécie sem proteção nas mãos e, em mais de 50% das residências há roedores (ratos) – de acordo com informações levantadas com os moradores. O caracol foi encontrado nas altitudes intermediárias com declividades até 12%. Concluiu-se que a zona rural possui condições ambientais favoráveis para a sobrevivência e reprodução de *Achatina fulica*, todavia, os caracóis são encontrados em locais pontuais, assim, potencializando as chances de sucesso no controle da espécie.

Palavras-chave: Biogeografia, análise ambiental, distribuição geográfica, espécie exótica.

Achatina fulica in rural zone of Maringá, Paraná: environmental relations

ABSTRACT

The objectives of this research are: 1) map the current spatial distribution of the mollusc *Achatina fulica* in the rural zone and its interaction with the environmental conditions in which they are found in the rural area of the municipality of Maringá, Paraná; 2) evaluate the potential risks to human health through the questionnaires used during the interviews; 3) assess whether the population is vulnerable to contamination by the giant African snail. The methodological procedures were established in the following steps: determining the sample size; distribution of points using the grid to not influence the choice of locations to be interviewed; authorization from the ethics board; field interviews; collections of variables in the field to relate to the snail; organize and tabulate the results; generate cartographic products; promote statistical analysis. 40 rural properties were detected that have the exotic species, dispersed in the vicinity of the residences, sheds, and not among the temporary cultures. The interviews indicated that most of the interviewees apply the procedures of manual contact in an appropriate way, whose purpose is to avoid contamination by the helminth *Angiostrongylus sp.* The risk is not exempt, as there are people with contact with the species without protection in their hands and, in more than 50% of the residences there are rodents (rats) - according to information raised with the residents. The snail was found at intermediate altitudes with declines of up to 12%. It was concluded that the rural area has favorable environmental conditions for the survival and reproduction of *Achatina fulica*, however, snails are found in specific places, thus increasing the chances of success in controlling the species.

Keywords: Biogeography, environmental analysis, geographic distribution, exotic Species.

Introdução

O caracol gigante africano, *Achatina fulica* Bowdich (1822) é originário da área

costeira do Leste da África continental e Madagascar. O molusco está listado entre as piores espécies exóticas invasoras do planeta (Santana e Batalla, 2018). As espécies invasoras

são organismos alóctones nas áreas que passam a ocupar, e ameaçam espécies locais, ecossistemas e até mesmo habitats constituídos.

O caracol gigante africano possui alta reprodução. Além dos fatores genéticos do molusco, é relevante ressaltar a importância climática para compreensão dos ambientes preferíveis do molusco, sendo favorável o clima quente e chuvoso. Eduvirgem e Ferreira (2019) afirmaram que o período em que *Achatina fulica* possui maior atividade em Maringá é no verão. Silveira et al. (2015) em estudo sobre a intensidade da pluviosidade em Maringá, classificaram como habitual e chuvoso os anos de 1999 e 2009, respectivamente, tendo aumento progressivo da precipitação.

Essa espécie aproveita-se da umidade do solo e da sombra para a reprodução. Kosloski e Fischer (2002) afirmam que o elevado crescimento da população se dá por estratégia reprodutiva, e ainda devido à grande dispersão, às vantagens competitivas com moluscos nativos e às condições ambientais favoráveis. Essa espécie de caracol pode depositar elevada quantidade de ovos por posturas (180-600 ovos), sendo de três a quatro posturas por ano (Fischer e Amadigi, 2010).

O Brasil possui regiões com ótimas condições climáticas para o caracol, pois as temperaturas letais para o molusco são mínimas de -0,2°C e máxima de 41,2°C (Zhou et al., 1998 apud Kosloski e Fischer, 2002).

A economia, a biodiversidade, e a saúde humana podem ser afetadas diretamente, uma vez que os caracóis atacam hortas entre outras culturas, além de serem nocivos pela transmissão de doenças quando contaminado. Por tais fatos, o estudo sobre as espécies exóticas, em especial o caracol gigante africano, é necessário, porque o conhecimento da espécie na zona rural de Maringá contribuirá para o equilíbrio do meio e para a saúde humana, pois quando *Achatina fulica* está contaminado ele pode transmitir aos seres humanos tanto o *Angiostrongylus costaricensis* como o *Angiostrongylus cantonensis*, causando enfermidade que, em casos mais extremos, pode levar à morte.

Com alusão aos meios de controle da espécie, a catação manual é o método mais eficaz em relação ao biológico e químico. Esse método consiste no manuseio do caracol gigante africano e seus ovos com a utilização de luvas descartáveis

ou sacos plásticos, seguido dos procedimentos de incineração, quebra das conchas e enterramento das conchas no solo (Andreazzi et al., 2017).

Pelo fato de haver mais de 900 reclamações registradas na Secretaria de Saúde de Maringá, sobre a existência do caracol gigante africano em residência urbana e confirmação pelos agentes de saúde. Esse trabalho tem como hipótese que também há *Achatina fulica* na zona rural de Maringá, em múltiplos pontos.

Os objetivos dessa pesquisa consistem em: 1) mapear a distribuição espacial atual do molusco *Achatina fulica* na zona rural e sua interação com as condições ambientais em que são encontrados no âmbito rural do município de Maringá, Paraná; 2) avaliar os riscos potenciais a saúde humana por meio dos questionários utilizados durante as entrevistas e 3) avaliar se a população está vulnerável à contaminação pelo caracol. Esse trabalho justifica-se pela ausência de dados e informações sobre a espécie em estudo para a zona rural e por não haver um mapeamento sistemático da espécie na zona rural de Maringá. Esse fato não ocorre somente em Maringá, mas na maioria dos municípios, em que os estudos são realizados somente na zona urbana. Diante dessa situação realizou-se esse estudo na zona rural de Maringá, para comprovar a presença ou não de *Achatina fulica* no ambiente rural e se a população sabe como promover o controle da espécie ou mesmo os riscos de infecção caso o caracol esteja servindo como reservatório para o *Angiostrongylus sp.*

Procedimentos metodológicos

O município de Maringá está localizado na região Norte-Central Paranaense (Figura 01), no terceiro planalto paranaense, também conhecido como Planalto Arenito-Basáltico, dentro da unidade denominada de Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná. Distancia-se aproximadamente 425 km da capital do estado, Curitiba. O município possui área total de 487,052 (Km²), com população absoluta de 357.077 habitantes, de acordo com o censo de 2010, e estimativa de 423.666 habitantes para o ano de 2019 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020).

Figura 01. Localização de Maringá, Paraná.

Com relação ao clima de Maringá, as maiores temperaturas e maior volume pluviométrico ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com queda acentuada em junho, julho e agosto. Nos meses mais quentes as temperaturas máximas são superiores a 30 °C, as mínimas em torno de 13,84 °C. No verão a precipitação apresentou média de 205 mm e no inverno 80 mm (Figura 02).

Figura 02. Climograma de Maringá, Paraná (1986-2016).

Para determinar o tamanho da amostra, foi utilizada a planta do município de Maringá, com a demarcação dos lotes rurais. Foram contados manualmente todos os lotes rurais para identificar o tamanho da população/propriedades (N) que, no total, foi de 1937 propriedades rurais. Este valor identificado corresponde ao universo da amostra, que foi confirmado pelo setor de geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Maringá.

Para determinar o tamanho da amostra (n) na zona rural, optou-se por percentuais elevados e que representem valores confiáveis para obtenção ideal¹ do valor da amostra para este estudo. Assim, a confiança foi determinada em 95% e, o erro em 5% (Equação 01) e essa equação utiliza a tabela de distribuição normal padronizada.

$$n_0 = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{e_0} \right)^2 \quad (1)$$

Em que:

n_0 é o tamanho da amostra sem o fator de correção;

$Z_{\alpha/2}$ é o valor calculado com base no teste Z;

e = probabilidade do valor encontrado não seja verdadeiro.

Substituindo por valores temos:

$$n_0 = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1,96}{0,05} \right)^2 = 384,16$$

Quando o tamanho da população (N) é finito, ou seja, inferior a 10.000, deve-se usar o fator de correção (Equação 2).

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0 - 1} \quad (2)$$

¹ No que tange ao valor ideal do tamanho da amostra há diferentes críticas de profissionais da área, tendo cada pesquisador, seu posicionamento, não sendo uma questão resolvida.

Em que:

n = é o tamanho da amostra com fator de correção;

N = é o universo estatístico;

n_0 = tamanho da amostra sem o fator de correção.

Substituindo por valores temos:

$$n = \frac{1937 \cdot 384,16}{1937 + 384,16 - 1} = 320,7 \approx 321$$

Após a execução das equações que determinam o tamanho da amostra (Triola, 2017) obteve-se o valor de 321; assim, foi determinada a quantidade de entrevistas na zona rural.

Para distribuir a amostragem, utilizou-se uma malha quadriculada para que as entrevistas ocorressem de forma homogênea, bem distribuídas no espaço, como se pode observar na representação (Figura 03). A construção da malha quadriculada e os pontos foram desenvolvidos no software AutoCAD 2017® (versão do estudante com licença ativa).

Para representar os pontos de investigação na zona rural do município, adaptou-se o mapa rural com a sobreposição de uma quadrícula (Figura 03) com pontos que demarcando os locais onde foram realizadas as entrevistas com os moradores, para que desse modo fosse possível adquirir informações da ausência ou presença de *Achatina fulica* no âmbito rural.

O questionário aplicado aos moradores foi aprovado pelo conselho de ética da Secretaria de Saúde do município de Maringá e pela Plataforma Brasil, como também pelo conselho de ética da Universidade Estadual de Maringá. Aprovação Ética do CEP/CONEP em 22/09/2016 sob o protocolo 1.740.241. O questionário que foi utilizado nesse trabalho é o mesmo empregado por Eduvirgem e Ferreira (2018).

Todos os entrevistados que participaram assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de livre e espontânea vontade. As perguntas do questionário são múltiplas escolhas. No momento da aplicação do questionário foi avaliada a detecção do animal, a partir da observação. Os procedimentos de aplicação dos questionários e coleta dos dados ambientais foram realizados entre os horários das 08h00min às 17h00min.

A coleta das coordenadas foi realizada com o Sistema de Posicionamento Global (GPS) Garmin Etrex. Para elaboração do mapeamento, utilizaram-se os programas ESRI ArcGIS 10.4.1® e Corel Draw X7® para finalização dos mapas.

Para o mapa de declividade, foi necessário critérios para as classes em porcentagem, assim, optou-se pela metodologia elencada por Silveira et al. (2015), que estabeleceram as classes de: 0 a 3%, 3 a 6%, 6 a 12%, 12 a 20%, 20 a 40% e >40%, com adaptação.

Figura 03. Pontos de entrevistas na zona rural. Fonte: Prefeitura Municipal de Maringá. Adaptado pelos autores (2017)

Para gerar o mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) utilizou-se uma cena do satélite Landsat 8 oriunda do repositório da “United States Geological Survey” (USGS), em reflectância de superfície. A equação para construir esse índice pode ser observada na equação 3:

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \quad (3)$$

Em que:

ρ_{NIR} é a reflectância na banda do infravermelho próximo e ρ_{RED} é a reflectância na banda vermelha.

Em campo, também se realizou a coleta de temperatura, umidade, luminosidade e altitude, por meio do aparelho multimedidor “Termo-higro-anemômetro-luxímetro- altímetro-barômetro - Kr875”.

Realizou-se o teste de correlação no programa Statistica 8® entre os dados de umidade e temperatura, coletados em campo comparando-os com os da Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), dessa maneira, mensurar o grau de correlação entre os valores médios da estação dos dias em campo com os coletados “in situ”. A correlação foi forte e positiva tanto para temperatura ($r = 0,74$; $p < 0,001$) quanto para umidade ($r = 0,75$; $p < 0,001$). Por tal fato, os dados utilizados nesse estudo apresentam forte correlação com os da ECPM.

Para a averiguação complementar dos fatores ambientais que possivelmente contribuíram para a existência do caracol gigante africano nos locais identificados na zona rural, utilizou-se a regressão logística (Equação 4). Nesse caso, não é desejável que haja elevada correlação entre as variáveis independentes, pois o modelo de regressão é sensível à colinearidade entre as variáveis (Hemmert et al., 2018). De fato, a inserção de variáveis altamente correlacionadas pode ocasionar estimativas exageradas dos coeficientes de regressão. Os dados analisados nesse estudo não necessitaram de exclusão de variáveis. A técnica de regressão logística tornou-se um método padrão para análise de regressão para variáveis medidas de maneira dicotômica (Apinyapibal et al., 2015). Para tal análise não é necessário supor normalidade multivariada e é uma técnica que possui o mesmo teor, ou seja, semelhante à regressão linear múltipla. Todas as análises de regressão logística desse estudo foram realizadas utilizando-se o software SAS® University Edition. Os níveis elencados para as análises foram de 95% de confiança e 5% de erro.

$$Y = \frac{e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}}{1 + e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}} \quad (4)$$

Em que: Y = probabilidade da variável resposta (entre 0 e 1);

e = exponencial

α = intercepto

β_1 = Coeficiente da variável independente 1

X_1 = Variável independente 1

Para confirmação da região que apresenta maior densidade de propriedades com a presença do caracol gigante africano, utilizou-se o Estimador de Densidade de Kernel (KDE) do programa Arcgis 10.4.1®. Escolheu-se utilizar o KDE pela vantagem do raio de pesquisa padrão (largura de banda) ser calculado com base na configuração espacial e no número de pontos de entrada. Essa abordagem corrige os “outliers” espaciais - pontos de entrada muito distantes do restante - para que eles não tornem o raio de busca excessivamente grande. Essa análise foi realizada por diversas pesquisas que comprovam a efetividade da técnica, como exemplo os estudos desenvolvidos por Chirima e Owen-Smith (2017), Gomes et al. (2018), Ruda et al. (2018), Bouchillon et al. (2019).

A função kernel é uma função de densidade de probabilidade bivariada, que pode levar diferentes formas (por exemplo, núcleo quártico) (Ruda et al., 2018).

Ruda et al. (2018) utilizaram a perspectiva do KDE que assume que $s_1 \dots s_n$ são os locais dos eventos, então a intensidade $\hat{\lambda}_\tau(s)$, em (s) é estimada pela equação 5. Nesse estudo, utilizou-se a mesma ótica.

$$\hat{\lambda}_\tau(s) = \sum_i^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{(s-s_i)}{\tau}\right) \quad (5)$$

Em que:

$\hat{\lambda}_\tau(s)$ é a intensidade e τ é a largura de banda ou o tamanho do kernel, e k é a função do kernel que determina a forma.

Análise ambiental e distribuição das ocorrências

As medidas descritivas e a comparação entre as áreas rurais com e sem *Achatina fulica* (Figura 04) foram organizadas na Tabela 1.

Ao realizar a análise dos dados, pode-se perceber que os mesmos foram próximos, não apresentando discrepâncias.

Figura 04. *Achatina fulica*.Tabela 1. Medidas descritivas e comparação entre propriedades rurais com e sem *Achatina fulica*

Elementos Ambientais	COM		SEM	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Temperatura	30,75°C	3,29	29,49°C	3,79
Umidade	57,44%	12,18	50,15%	11,06
Iluminação	8.141 lux	12.465	10.133 lux	11.544
Cotas Altimétricas	493 m	43,36	470 m	53,74
Arborização/vegetação	90% possuem e 10% não		95,02% possuem e 4,98% não	

Elaboração: AUTORES (2017)

Quanto à distribuição das propriedades rurais em que foram realizadas as entrevistas, com e sem *Achatina fulica*, pode-se observá-las na Figura 05.

Das 321 entrevistas realizadas, 40 entrevistados afirmaram ter visualizado o caracol gigante africano na propriedade. Os pontos de identificação de *Achatina fulica* ocorreram de forma esparsa por toda a zona rural. A zona fiscal 42, situada dentro do perímetro urbano, a sudoeste, é administrativamente classificada como zona urbana, mas com características de ocupação rural, conforme identificação em campo; portanto, foi incluído dentro da análise da zona rural, com averiguações de algumas propriedades. Essa área demonstrou-se como sendo a área com maior aglomeração das identificações. Nessa localidade, os entrevistados apontaram uma propriedade que foi um criadouro do caracol gigante africano, mas que não exerce atividades há cinco anos, pois essa atividade era secundária. Com o fim da criação da espécie, os moluscos foram soltos no ambiente e disseminaram-se por toda área ao redor, criando uma aglomeração de pontos a sudoeste, que foram identificados por meio das entrevistas, pois a população dessa área não realiza reclamações na Secretaria de Saúde de Maringá. Esta foi a única área em que os caracóis se apresentaram com grande expressão nas proximidades dos cursos d'água (Figura 05).

Na parte sul da zona rural, no lado oeste, ocorreram 04 identificações da espécie. Essas

propriedades localizam-se à margem do Ribeirão Paissandu, o qual faz a divisão dos municípios de Paçandu e Maringá. Na parte do território de Paçandu, divisa com Maringá, há resíduos sólidos sobre o solo, descartados por populares, promovendo a aglutinação dos pontos e aumento do caracol gigante africano em ambos os municípios. Os moradores que residem no território maringaense e possuem suas residências no ambiente rural, próximo ao Ribeirão Paissandú (RP), confirmaram a presença do molusco somente nas proximidades da residência e na vegetação na borda do ribeirão (Figura 05).

A Figura 05 permite visualizar que a maior parte dos casos está concentrada ao lado e nas proximidades dos cursos d'água. Um dos fatores é a baixa umidade nas áreas distantes dos ribeirões e córregos, que consiste nas áreas abertas de cultivos temporários. A vegetação à margem dos córregos permite melhor arrefecimento da temperatura, maior umidade, além da concomitante proximidade das casas rurais, frequentemente situadas junto aos cursos d'água. As residências também auxiliam na sobrevivência dos caracóis, pois geram resíduos sólidos, áreas de sombreamento, e locais em que a espécie pode se refugiar da radiação solar. Na zona rural, não foi somente nas residências que se encontrou a espécie em estudo, mas também nos galpões onde se localizam os maquinários e implementos. Entretanto, em muitas propriedades nas quais se realizaram as entrevistas nas proximidades de

ribeirões e córregos, não foram encontradas a espécie exótica. Assim, foi necessário avaliar os outros fatores do ambiente que podem contribuir para descrever os motivos da espécie estar em algumas propriedades e em outras não. Esses fatores foram averiguados por meio da temperatura, umidade, insolação e altitude, que

foram mensurados em campo por meio do Termo-higro-anemômetro-luxímetro-altímetro-barômetro - Kr875, e também pela vegetação arbórea existente nas propriedades em que o caracol gigante africano foi encontrado.

Figura 05. Distribuição das propriedades rurais com a presença e a ausência de *Achatina fulica*.

Nas propriedades com a espécie exótica em estudo, foram coletados os dados de temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e altitude. Os dados de temperatura coletados em campo, nos pontos de entrevistas, registraram mínima de 22.3°C, e máxima de 37.2°C, com

Eduviregem, R. V.; Ferreira, M. E. M. C.

variação de 14.9°C. Foram 40 pontos de identificação que foram divididos em três classes: baixa, média e alta; classificadas como baixas as temperaturas de 22.3°C a 29.9°C; média de 30°C a 33.4°C; e alta, as temperaturas de 35°C a 37.2°C. Na classificação de temperaturas mínimas

registrou-se 15 propriedades rurais, para classificação de temperaturas médias 19 propriedades rurais, e 06 propriedades rurais com temperaturas altas. Observa-se que, a maior parte dos casos no ambiente rural ocorreu na classificação de temperaturas mínimas e médias (85%). Foram nos momentos de temperaturas classificados como baixas que mais se observou a espécie sobre o solo. Valores semelhantes foram encontrados por Sarma et al. (2015), Pallavi et al. (2018).

Com alusão à umidade relativa do ar na zona rural, registrou-se como mínima o valor de 35% e máxima de 74,5%, com amplitude de 39,5%. Esses valores foram distribuídos em três classes: baixa, média e alta; como baixas foram classificados os valores de 29,6% a 36,4%; como média umidade 41,4% a 58,8%; e classificada como alta umidade os valores entre 60,1% a 74,5%. Com a classificação de baixa umidade registraram-se 05 propriedades rurais, como média, 11 propriedades rurais, para alta umidade 24 propriedades. A maior parte dos casos ocorreu nas classes média e alta, que representam 87,5%, e em menor proporção na classificação de baixa umidade. As umidades classificadas como média e alta (aqui relativizadas dentro da faixa encontrada), são fundamentais para a sobrevivência da espécie, porque permite a busca de alimentos na superfície do solo, pois o caracol gigante africano precisa de umidade para sobreviver. Os moradores da zona rural informaram que veem *Achatina fulica*, após a ocorrência de chuvas, principalmente com caracóis escalando as paredes e saindo de dentro dos barracões. Outros moradores informaram ver os caracóis depois das chuvas, mas não sabem a origem.

A respeito da luminosidade, a variação entre os valores foi altíssima, com valor de 54.554 lux, sendo o valor mínimo registrado de 58 lux, e o valor máximo de 54.612 lux (situação de plena

luz). Os valores foram separados em três classes: baixo, média e alta, sendo classificados como baixo os valores entre 58 lux a 1.870 lux, identificados em 10 propriedades rurais foram identificadas 23 propriedades rurais com; a classificação média, 2.089 lux a 9.023 lux e para a classificação de alta, os valores de 10.719 lux a 54.612 lux, que são considerados luz total porque estão acima de 10.000 lux (plena luz), foram registradas 07 propriedades rurais. Portanto, evidencia-se que 82,5% das entrevistas realizadas, ocorreram com a classificação baixa e média. Esses valores se alteram com facilidade, em poucos segundos, minutos ou mesmo em horas, dependendo do ambiente e condições arbóreas; por esse fato, avaliou-se também a aglomeração da arborização/vegetação, para embasar os dados de luminosidade.

No que tange aos valores de altitude nos quais ocorreram as identificações do caracol gigante africano na zona rural, os mesmos restringiram-se entre as altitudes de 389 a 557 metros. Verificou-se que ocorreram 21 propriedades rurais com o caracol gigante africano entre as cotas altimétricas de 389 a 499 metros, e, 19 propriedades rurais com cotas altimétricas de 500 metros acima – 500 a 557 metros – (Figura 06). Na zona rural o caracol gigante africano não ocorreu nas áreas com cotas altimétricas em torno de 380 e 580 metros, sendo essas áreas as menos vulneráveis para a ocorrência da espécie em estudo. Porém, há uma predominância em cotas mais baixas, coincidindo com o ambiente habitado, próximo aos rios.

Com alusão a declividade na zona rural (Figura 07), o caracol gigante africano predominou majoritariamente nas áreas com declividades até 12%, sendo a preferência do animal, por declividades média/baixa.

Figura 06. Hipsometria na zona rural com existência e ausência do caracol gigante africano.

Figura 07. Declividade na zona rural com existência do caracol gigante africano.

Das detecções da amostra 87,5% concentrou-se nas classes de 3-6% e 6-12% de declividade. Do total absoluto das detecções, 12,5% foram identificados distantes de cursos d'água. Salientamos ainda que não ocorreu

nenhuma detecção do caracol gigante africano em campo, na classe de declividade de 20-30%, assim, apresentado a espécie predileção pelas declividades até 12% (Tabela 02).

Tabela 02. Propriedades e classes de declividade na zona rural

Classe de Declividade	Quantidade de Propriedades	%
0-3%	4	10
3-6%	16	40
6-12%	19	47,5
12-20%	1	2,5
20-30%	0	0
Total	40	100

Ao analisar as Figuras 05 e 07, concomitante ao traquejo em campo na zona rural, conseguiu-se delimitar os cursos d'água que estão próximos às propriedades rurais, e que influenciam a existência do caracol gigante africano nessas propriedades, estando à espécie nas residências e seus arredores.

Do total absoluto das detecções realizadas com a amostra na zona rural, 40 identificações foram positivas para a existência do caracol gigante africano, diante desse resultado, foram estabelecidas as quantidades de detecções em cada gleba da zona rural e, se há possível relação da existência da espécie exótica com os cursos d'água, existente nessa zona de estudo, levando em conta os 1000 metros de deslocamento do molusco em estudo, distância utilizada por Eduvirgem e Ferreira (2017). Dessa forma, promoveu-se a correlação entre a informação da mensuração do deslocamento anual da espécie com a distância entre os cursos d'água que normalmente possuem a vegetação ripária, pois nas áreas de topo e aplainadas, estão ocupadas com agropecuária. Os cursos d'água e a vegetação podem influenciar a existência da espécie, seja pelos fatores de solos com quantidade inferior de agrotóxicos, ou seja, pelo sombreamento proporcionado pela evaporação ou mesmo pela umidade que tende a ser maior, sempre dependendo do tamanho e concentração das espécies vegetais.

A gleba Rib. Atlântique e Rib. Morangueiro foram as que apresentaram os menores percentuais de detecções, 2,5%; as glebas Rib. Centenário e Patrimônio Iguatemi obtiveram 5% do total absoluto das detecções; a gleba Rib. Pinguim 7,5%; a gleba Rib. Paissandu 10%; a gleba Rib. Maringá 15%; a gleba Rib. Colombo foi a que obteve o segundo maior número de detecções, com 17,5% das 40 detecções na zona rural; a gleba que obteve o maior número de detecções foi a gleba Patrimônio Maringá, com 30% das detecções.

Das 40 propriedades rurais em que se detectou o caracol gigante africano, 15% não

apresentou relação da existência do molusco com curso d'água. Entretanto, 85% apresentou relação da existência da *Achatina fulica* com curso d'água.

As seis detecções que não apresentaram relação da existência de *Achatina fulica* com cursos d'água e a vegetação ao entorno, ocorreram nas glebas Patrimônio Iguatemi em 50% das detecções da gleba, na gleba Rib. Maringá em 33,33% das detecções, na gleba Rib. Pinguim em 66,66% das detecções, e na gleba Rib. Sarandi em 50% das detecções realizadas nessa gleba.

Seguindo as investigações, nas Figuras 05 e 07, é possível observar que a espécie tem predileção pela ocupação ao longo da média/baixa vertente.

Ao promover a correlação entre as classes de declividades em que se encontrou *Achatina fulica* na zona rural com os estudos realizados por Magalhães et al. (2015), Quesada et al. (2017), 10% das detecções da espécie exótica estão presentes nas declividades 0-3% que tem como característica relevo plano e latossolo. 40% das identificações estão nas classes de 3-6% com nitossolo podendo haver latossolo com caracterização de relevo suave ondulado. Nas classes de 6-12% foram identificados 47,5% do total da amostra em que estão presentes os nitossolos latossólicos, e nas classes de 12-20% em que se encontram os nitossolos vermelhos férricos, foram identificados 2,5% do total absoluto das propriedades rurais em que *Achatina fulica* está presente. Almeida et al. (2016) afirmaram que o solo é o fator principal para o sítio repouso de *Achatina fulica*.

Portanto, diante de todas as informações coletadas em campo e apresentadas, pode-se afirmar que no momento das entrevistas as temperaturas que prevaleceram foram nas classificações baixa e média; para a umidade as classificações que prevaleceram foram média e alta; e para a iluminação as médias e baixas; para as cotas altimétricas prevaleceram abaixo de 500 metros, pois nessas altitudes encontram-se a maior parte das residências rurais, da amostra, que se

localizam preferencialmente às margens dos rios e córregos. As condições em que prevaleceram majoritariamente as entrevistas foram propícias para visualização do caracol gigante africano, em boa parte das propriedades em que os entrevistados afirmaram haver a espécie exótica.

Após a realização da regressão logística, com análise univariada (Tabela 03), as variáveis ambientais que contribuíram para a presença do caracol gigante africano, foram temperatura, umidade e cotas altimétricas. Das três, somente

duas se confirmaram na análise multivariada: a temperatura e a umidade (Tabela 04). Assim, a cada grau de temperatura que aumenta, a razão de chance de o caracol existir eleva-se em 1,206 vezes e, a cada percentual de umidade que aumenta, a razão de chance da existência da espécie ascende em 1,083 vezes, como se pode observar na Tabela 04.

Tabela 03. Análise Univariada – OR bruta

Variáveis	<i>p-value</i> de Wald	OR bruta	IC (95%)**
Temperatura	0,0480*	1,103	1,001 -1,216
Umidade	0,0003*	1,060	1,027 – 1,094
Iluminação	0,3156	1,000	1,039 -1,092
Cotas Altimétricas	0,0103*	1,009	1,002 – 1,015
Arborização/vegetação (Não)	0,2062	2,119	0,661 – 6,790

* estatisticamente significativo ($p < 0,05$). ** Intervalo de confiança.

Tabela 04. Análise Multivariada – OR ajustada

Variáveis	<i>p-value</i> de Wald	OR ajustada	IC (95%)**
Temperatura	0,0011 *	1,206	1,078 – 1,350
Umidade	<,0001*	1,083	1,045 – 1,122
Cotas Altimétricas	0,0763	1,006	0,999 -1,013

* estatisticamente significativo ($p < 0,05$). ** Intervalo de confiança.

Ante o exposto, os dados da regressão logística apresentados corroboram os apresentados pela literatura descrita nesse trabalho, sendo a temperatura e umidade, os principais fatores para ocorrência da espécie. A vegetação tem importante papel para existência da espécie, pois este fator favorece o sombreamento, minimizando a temperatura do solo e proporcionando ambiente favorável para sobrevivência do caracol gigante africano.

A participação popular na zona rural foi

fundamental para a identificação das propriedades rurais em que há o caracol gigante africano, pois sem as entrevistas, dificilmente seria possível identificar em quais propriedades rurais o caracol gigante africano está presente, devido à dimensão do espaço geográfico rural.

Distribuição segundo o estrato arbóreo na zona rural

A análise das árvores das propriedades teve como critérios: Abundante (AB), Satisfatória (S), Ruim (R) e Ausente (AU). Para embasar tais critérios, adaptou-se a metodologia de Martini et al. (2014). Essa avaliação é importante, pois o caracol gigante africano tem preferência por ambientes com sombreamento.

- **Abundante (AB):** Elevada quantidade de árvores que proporcionam bom sombreamento devido à cobertura pela copa das árvores. Árvores com pequeno porte: 1 m a 3 m, médio: 3 m e 6 m, e, grande porte: mais de 6 m. Prevaecem árvores de grande porte.
- **Satisfatória (S):** Quantidade de árvores regular, proporcionando sombreamento satisfatório. Árvores com pequeno porte: 1 m a 3 m, médio porte: 3 m e 6 m, e, grande porte: mais de 6 m. Prevalece árvores com porte médio. Pode não haver árvores de grande porte.
- **Ruim (R):** Poucas árvores, proporcionando pouco sombreamento e muita insolação direta no solo. Árvores com pequeno porte: 1 m a 3 m, médio porte: 3 m e 6 m, e, grande porte: mais de 6 m. Prevalece árvores com pequeno porte. Pode não haver árvores de médio e grande porte.
- **Ausente (AU):** Sem árvores.

Com base nesses critérios elaborou-se um “wireframe” 3D² - também conhecido como Modelo Numérico de Terreno (MNT) - (Figura 08) para representar a arborização das residências/propriedades, que possuem o caracol gigante africano, com a finalidade de avaliar o ambiente de cobertura vegetal e sombreamento tornando possível atribuir valores a cada critério.

Tabela 05. Valores dos critérios

AB = Abundante	3
S = Satisfatório	2
R = Ruim	1
AU = Ausente	0

Figura 08 – “Wireframe” 3D da arborização na zona rural.

A figura 08 busca representar a espacialização das 16 propriedades rurais classificadas como abundante (AB), 13 como satisfatória (S), 07 com a classificação ruim (R), e 04 propriedades rurais que apresentaram ausência (AU) de vegetação arbórea. Os pontos mais elevados representam a classificação abundante, os pontos menores a classificação ruim, a classificação satisfatória é representada pelos pontos menores que os abundantes e maiores que os ruins e as partes rebaixadas, a classificação ausente. Ainda nessa figura, é possível perceber que a maior concentração arbórea está localizada a oeste, iniciando pela parte mais elevada, com a classificação abundante, pois estão representando as quatro propriedades que estão próximas ao Ribeirão Paissandu e por esse fato, apresentam elevada concentração de vegetação com árvores de diferentes extratos, nativas preferencialmente, como manda a Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012), e, Lei nº12.805, de 29 de abril de 2013 (Brasil, 2013). A nordeste no limite municipal, nas proximidades do Ribeirão Morangueiro, uma propriedade rural foi classificada com abundância de vegetação próximo à residência, local onde se encontra a espécie em estudo, que na representação 3D foi apresentada com um ponto muito alto, superior aos demais, mas é fundamental salientar, que esse fato se atribui à representação 3D que está na extremidade do desenho. Ao analisar a área periurbana – Zona 42 – a sudoeste e iniciando a zona rural, encontramos diversos pontos de identificação do caracol gigante africano, com a vegetação arbórea abundante, sendo os pontos elevados aglomerados na figura abaixo. Essas informações são explanadas e comprovadas no mapa de NDVI em que os resultados do índice podem variar entre -1 a 1, sendo que os valores mais próximos de 1 representam áreas com as maiores quantidades de vegetação fotossinteticamente ativa, os valores próximos de

² Moldura em 3D para representação de dados.
Eduvirgem, R. V.; Ferreira, M. E. M. C.

0 representam áreas com quantidade inferior de vegetação e valores de -1 a 0, solo exposto e lâminas d'água (Alves e Loverde-Oliveira, 2020) (Figura 09).

Figura 09. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na zona rural e propriedades com *Achatina fulica*.

Diante dos dados plotados do nível arbóreo, foi possível verificar que 72,5% dos dados representaram as propriedades com as classificações de abundante e satisfatório, que é o esperado para o ambiente rural, mesmo com a retirada da vegetação para utilização desse espaço com culturas temporárias e permanentes. Não obstante, a vegetação deve estar presente na zona rural, pois é estabelecido pela Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (Brasil, 2006), e pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012), dentre outras. Observa-se que o estrato arbóreo e o sombreamento são essenciais à presença do caracol no meio rural.

Mediante aos mapas analisados, acredita-se que a área sudoeste da zona rural é a que apresenta a maior densidade de propriedades com a presença de *Achatina fulica*. Ao analisar o mapa com KDE, essa premissa foi confirmada. Todavia, as superfícies geradas – que extrapolaram o limite municipal a sudoeste – corroborou uma afirmativa realizada por uma moradora entrevistada, que denotou que os jogava no RP e na Área de Preservação Permanente (APP); e avistava-os também do outro lado do RP nos resíduos sólidos no município de Paíçandu, que faz divisa com Maringá (Figura 10).

Figura 10. Estimador de Densidade de Kernel na zona rural em propriedades com *Achatina fulica*.

Aspectos dos ambientes em que *Achatina fulica* foi visualizado

Identificou-se que a espécie exótica em estudo está presente no ambiente rural, nos mais diversos locais, tais como: em propriedades com aglomerados de vegetação e Área de Preservação Permanente em que o sombreamento e a umidade favorecem a permanência e reprodução; em locais úmidos como registros de água, cercados por lajotas para proteção; em propriedades com pouca densidade de árvores os caracóis se refugiavam nas proximidades das casas e barracões; em depósitos de entulhos, transportados pelos caminhões; em culturas permanentes de bananeiras e videiras. Já, em culturas temporárias, somente um caso foi relatado por um agricultor que afirma ter visto 01 concha em meio à soja e que acreditava que ela pudesse ter sido jogada, ou o caracol não resistiu aos agrotóxicos (defensivos agrícolas).

Ao fazer a análise dos ambientes em que o caracol gigante africano está presente no espaço rural, foi possível perceber que sua prevalência está nas proximidades das residências no âmbito rural, pois proporcionam condições favoráveis em relação às áreas com culturas temporárias – em Maringá prevalecem soja, milho e trigo – porque tais culturas necessitam de diferentes agrotóxicos; alguns deles, citados pelos entrevistados foram: Roundup (nome comum: Glifosato) e o Cropstar. Acredita-se que o segundo é o mais prejudicial à *Achatina fulica*, devido a sua especificidade de combate as espécies que podem consumir a cultura, assim, sua classe é de tratamento de sementes; os ingredientes de sua formulação são: Imidacloprido e Tiodicarbe, e o modo de ação sistêmico, de ingestão e, de contato. Não obstante, o Glifosato, com especificidades para ervas daninhas, também pode provocar malefícios, pois são da classe toxicológica III – sendo altamente tóxico e perigoso ao ambiente; sua formulação é composta por Sal de Amônio de Glifosato.

O Roundup é um herbicida que possui alto consumo no Brasil, com propósito de minimizar os efeitos das plantas daninhas, que são agravantes significativos nos custos da cultura de soja. Esse agrotóxico chega a ser aplicado até quatro vezes anualmente. O Glifosato apresenta alta eficiência na eliminação de ervas daninhas (Mesnage et al., 2015; Bridi et al., 2017; Mesnage et al., 2017). Desde o ano de 1971, quando foi descrito como herbicida, três tipos de glifosato são vendidos: glifosato-isopropilamônio, glifosato-sesquisódio e glifosato-trimesium.

O Cropstar é utilizado no controle de lagartas e percevejos, com o propósito de

aumentar a produtividade e mitigar ou mesmo anular a ação das pragas agrícolas, nas culturas de milho e soja (Souza et al., 2015; Ferreira et al., 2016).

O caracol gigante africano também não ocorre em meio às culturas temporárias, pelo motivo da compactação do solo, pelos maquinários e também pela aração do solo pelos maquinários, que chegam a profundidades de 20 cm em média, assim eliminando a possibilidade da reprodução do caracol gigante africano, pois *Achatina fulica* deposita os ovos sob o solo em profundidades de até 20 cm, não havendo, portanto, possibilidade de reprodução da espécie em meio às culturas temporárias. Este é o motivo do caracol gigante africano se refugiar nas proximidades das residências rurais.

Análise quali-quantitativa dos resultados dos questionários na zona rural

A primeira pergunta foi direcionada para todos os entrevistados, da segunda até a décima primeira, somente para os entrevistados que afirmaram ter visto o caracol gigante africano em sua residência. O questionário tem como propósito compreender os saberes da população sobre as formas de transmissão do *Angiostrongylus* por meio de *Achatina fulica*; a importância em lavar os alimentos; e as maneiras de controle da espécie pela população.

A primeira pergunta questiona se o morador observou a presença de *Achatina fulica* em sua propriedade. Essa pergunta foi direcionada aos 321 entrevistados na zona rural. Deste total absoluto, 12% dos entrevistados afirmaram ter visto o caracol gigante africano na propriedade, e 88% afirmaram não ter visto a espécie exótica.

A segunda pergunta busca verificar se o entrevistado já teve contato direto com *Achatina fulica*. Dos 40 participantes, 20% afirmaram nunca ter tido contato direto com o caracol gigante africano, e 80% tocaram na espécie.

A terceira pergunta é complemento da segunda, pois dos 32 que tocaram o caracol gigante africano, 100% afirmaram que o contato ocorreu por contato manual ou com outras partes do corpo. E todos afirmaram não ter realizado a ingestão de *Achatina fulica*.

A quarta pergunta também foi realizada somente para os entrevistados que responderam “sim” para a segunda pergunta. Essa questão se referia à maneira como ocorreu o manuseio da espécie. Dos 32 entrevistados, 78% disseram que utilizaram algum tipo de proteção para ter o contato manual com a espécie. Entretanto, 22% afirmaram não ter usado proteção, seja luva,

sacola ou outro tipo de proteção para manusear a espécie em estudo; desse modo, ocorrendo o contato diretamente com as mãos desprotegidas.

Ao manusear a espécie de molusco em estudo é fundamental proteger o tecido cutâneo, porque o molusco é reservatório do *Angiostrongylus cantonensis* e *Angiostrongylus costaricensis*. Essa cautela é importante porque os seres humanos são hospedeiros acidentais dessas patologias. Outros meios de contaminação dos seres humanos pelo *Angiostrongylus*, por exemplo, é por ingestão de alimentos que não foram higienizados de maneira eficaz, pois o molusco libera os patógenos em seu muco.

Quanto à higienização dos alimentos (frutas, verduras e legumes), a quinta pergunta foi dirigida aos 40 entrevistados e 100% dos entrevistados responderam lavar os alimentos

antes de realizar a ingestão.

A sexta pergunta tratou das maneiras utilizadas para a higienização dos alimentos. A maneira mais utilizada foi à água corrente, respondida por 100% dos entrevistados. A segunda maneira mais utilizada foi: a utilização de água corrente e vinagre, respondida por 42.5% dos participantes; a água corrente, solução clorídrica e vinagre, é à maneira de higienização dos alimentos por 10% dos participantes; a maneira menos citada é a utilização de água corrente e solução clorídrica com 5% dos participantes, e, água corrente e sabão, elencada por 2,5% dos participantes (Figura 11). Os entrevistados puderam escolher livremente cada item, não sendo induzidos a combinações prontas.

Figura 11. Forma de higienização dos alimentos adotada pelos entrevistados

A sétima pergunta também foi direcionada aos 40 entrevistados, referindo-se ao conhecimento que tinham sobre a transmissão da Angiostrongilíase, que ocorre pelo *Angiostrongylus*. Dos participantes, 62% afirmaram não conhecer os meios de transmissão dessa doença, e apenas 38% já ouviram algo sobre essa patologia.

A Angiostrongilíase possui em seu ciclo não somente o caracol gigante africano, mas também os roedores (ratos), este fato pode ser um problema no meio rural, pois os ratos são muito frequentes nos galpões e nas propriedades de produção de grãos, na zona rural.

A oitava questão remete a esta temática, que auxilia na identificação de quais das 40 propriedades rurais possuem roedores. O resultado foi preocupante, pois 80% dos entrevistados afirmaram ter ratos na propriedade, e 20% afirmaram não contemplar este animal.

Eduvirgem, R. V.; Ferreira, M. E. M. C.

Frente a tais informações, fica evidente que é caso de saúde pública, pois a população tem alta possibilidade de contaminar-se com a Angiostrongilíase, caso o patógeno esteja presente.

A nona pergunta remete ao controle do caracol gigante africano, tentando identificar em quais das 40 propriedades com *Achatina fulica*, os moradores realizam o controle da espécie. Dos entrevistados, 83% afirmaram que fazem o controle do caracol gigante africano e 17% não realizam o controle dessa espécie exótica. Diante dessas informações, é evidente que a maior parte dos entrevistados promove o controle do caracol gigante africano.

A décima pergunta faz alusão a quais maneiras os 83% dos entrevistados da pergunta anterior, utilizam para controlar a espécie. A maneira mais citada pelos entrevistados foi somente sal, informada por quatro participantes.

Na sequência foi o ato de pisar, com 03 respostas, impacto com madeira com 03 respostas e veneno com 03 respostas. Os meios de controle seguintes foram mencionados por 02 entrevistados, cada: somente incinerar, sal e incineração, enterrar e incinerar, sal e enterrar e sal e veneno. Os próximos meios de controles foram citados por 01

entrevistado cada: incinerar e roçadeira, chute, macetar, jogar na rodovia para ser atropelado, jogar para longe da propriedade, sal e pisar, enterrar e pisar, incinerar e impacto com madeira (paulada), enterrar e macetar (esmagar), e incinerar e aplicar veneno (Figura 12).

Figura 12. Forma de promover o controle de *Achatina fulica* adotada pelos entrevistados

A décima primeira pergunta é complementar à décima, pois ela questiona o morador se ao final do procedimento de controle da espécie exótica ou mesmo ao visualizar as conchas dos caracóis vazias, é realizada a quebra das mesmas. Dos 33 participantes que afirmaram promover o controle da espécie, 48% disseram que quebram a concha, e 52% falaram que não quebram as conchas. Esse procedimento de quebra das conchas é fundamental para evitar a reprodução das larvas de *Aedes aegypti*, vetor da dengue. Na década de 1970, foram encontrados focos de dengue no interior de conchas do caracol gigante africano.

Ao analisar as informações dos questionários foi possível observar que somente 01 dos moradores que residem na zona rural, que possui o caracol gigante africano na propriedade, faz o controle da espécie de maneira correta, ou seja, a mais indicada, que é a catação manual. Dos 40 entrevistados, 02 se destacaram no procedimento da catação manual, um deles chegou muito próximo do método mais indicado, e o outro fez o procedimento correto, que consiste em catação manual com luva ou sacola plástica, seguida da queima do caracol gigante africano e na sequência, quebra das conchas e enterramento. O entrevistado que promove o controle de forma mais próxima à maneira correta do controle da espécie, falhou ao coletar a espécie sem proteção

nas mãos e por não quebrar as conchas. Os demais entrevistados, controlavam a espécie de maneira que não correspondia aos procedimentos completos da catação manual.

Portanto, diante das informações levantadas, pode-se cogitar que parte da população da zona rural pode estar vulnerável à contaminação por Angiostrongilíase, caso os caracóis presentes nas propriedades estejam contaminados, pois 22% da amostra demonstrou a falta de proteção nas mãos ao realizar o controle do caracol gigante africano; não realiza o controle da espécie utilizando os procedimentos da catação manual, por desconhecimento do método; e mais de 50% não realiza a quebra das conchas, assim, possibilitando a fomentação das conchas servirem como criadouros de larvas, podendo gerar novas patologias. No que tange à contaminação por ingestão de alimentos contaminados com larvas do *Angiostrongylus*, considera-se pequena, porque 100% dos questionados afirmaram lavar bem os alimentos com água corrente, e a maior parte utiliza outros compostos para auxiliar na higienização dos alimentos.

Por fim, esclarece-se que é proibida a criação da espécie em estudo, de acordo com a Instrução Normativa nº 73 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, de 18 de agosto de 2005 (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos

Naturais Renováveis, 2005). É permitido o controle da espécie, de acordo com o Art. 4º, dessa Instrução Normativa (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2005).

Conclusões

O conjunto de técnicas geográficas e estatísticas utilizadas nesse estudo foi fundamental para comprovação da hipótese, que consistiu na existência de *Achatina fulica* na zona rural de Maringá, e diagnóstico das relações da espécie exótica com o ambiente, bem como para obtenção de êxito dos objetivos propostos.

Das entrevistas realizadas na zona rural, foram confirmadas 40 propriedades com o caracol gigante africano. A espécie não se encontra presente em meio às culturas temporárias, pois possuem intensa mecanização, com aração, compactação do solo e aplicação de biocida. Por esses fatores, *Achatina fulica* está presente no ambiente rural nas residências, barracões e áreas nas imediações das residências, locais estes que geram resíduos, possuem no entorno das casas aglomerados arbóreos que proporcionam sombreamento, fatores que promovem a permanência e reprodução da espécie.

O caracol gigante africano foi identificado em altitudes intermediárias do município e predominou majoritariamente nas áreas com declividades até 12%. Correlacionando a declividade com os solos da região, encontra-se frequentemente o nitossolo na média/baixa vertente, onde foram localizadas as maiores concentrações de *Achatina fulica*, podendo ocorrer latossolos nas áreas mais planas das vertentes.

A maior parte dos casos está concentrada nas proximidades dos cursos d'água, com distância média de até 1 km. Um dos fatores para esse padrão de distribuição na zona rural é a baixa umidade nas áreas distantes dos ribeirões e córregos, consistindo nas áreas abertas de cultivos temporários; a vegetação à margem dos córregos permite arrefecimento da temperatura, maior umidade, proximidade das casas rurais, frequentemente situadas próximas aos cursos d'água. As residências também auxiliam na sobrevivência dos caracóis, pois geram resíduos sólidos, áreas de sombreamento, e locais onde a espécie possa se refugiar da radiação solar. Não foram somente nas residências que se encontraram caracóis, mas também nos galpões onde se localizam os maquinários e implementos.

Quanto aos questionários aplicados na zona rural, diagnosticou-se que a maior parte dos

entrevistados realizam procedimentos de contato manual e higienização dos alimentos, de maneira que diminuí a possibilidade de contaminação pela Angiostrongilíase. Entretanto, o risco não está isento, pois há pessoas com contato com a espécie sem proteção nas mãos e, em mais de 50% das residências há roedores (ratos) – de acordo com informações levantadas com os moradores.

O controle do caracol gigante africano é necessário, pois a espécie entrou em contato com roedores, e pode provocar agravos à saúde humana, caso haja o contato sem proteção cutânea, na condição da espécie estar contaminada tanto pelo *Angiostrongylus cantonensis* quanto pelo *Angiostrongylus costaricensis*.

Salienta-se que antes de realizar o controle é necessário certificar-se que está diante da espécie exótica, porque, o caracol nativo é semelhante, em caso de dúvida, é necessário solicitar um agente da Secretária Municipal de Saúde, para confirmação. O controle deve ser realizado, pois é um caso de saúde pública. Ressalta-se que o controle da espécie na zona rural pode ser obtido com êxito, uma vez que o molusco ocorre em locais propícios – já identificados – para sua sobrevivência e reprodução. Com o campo, foi possível confirmar que os locais de existência da espécie são recorrentes.

Estudos com a perspectiva como a realizada na zona rural de Maringá devem ser realizados em outros municípios, bem como em escalas maiores, tais como regional e estadual, para identificar quais as localidades, em que *Achatina fulica* está presente com maior incidência e a população com maior probabilidade de contaminação devido à vulnerabilidade.

Agradecimentos

Agradecimentos à Fundação CAPES pela bolsa de mestrado concedida que permitiu a realização desse estudo; agradecimentos à Secretária de Saúde de Maringá e aos avaliadores pelas correções que permitiram a melhora do trabalho.

Agradecemos também ao professor Sebastião Gazola (Departamento de Estatística da UEM) pelo auxílio no cálculo da amostragem estatística; e a Rodrigo Lorenzi Poluha (FOB/USP) pela ajuda na construção da Regressão Logística.

Referências Bibliográficas

- Alves, G.B.M., Loverde-Oliveira, S.M., 2020. Uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para Análise da Distribuição e Vigor da Vegetação no Pantanal Norte. *Revista Geografia (Londrina)* [online] 29. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2020v29n1p175>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- Almeida, M.N., Pereira, T.M., Lima, L.H.C., 2016. Comportamento de *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) (Mollusca, Achatinidae) em ambiente urbano. *Revista Biociências* 22, 1-17.
- Andreazzi, M.A., Gasparotto, F., Paccola, E.A.S., Silva, C.N., Rodrigues, A.F.C., Lizama, M.A.P., 2017. Giant african snail, *Achatina fulica* (Férussac, 1821): an environmental and public health problem in the northwestern of Paraná State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* [online] 39. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v39i3.35569>. Acesso em: 29 jan. 2020.
- Apinyapibal, S., Lawthong, N., Kanjanawasee, S., 2015. A Comparative Analysis of the Efficacy of Differential Item Functioning Detection for Dichotomously Scored Items among Logistic Regression, SIBTEST and Raschtree Methods. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online] 191. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.664>. Acesso em: 01 dez. 2017.
- Bouchillon, H., Levine, N.S., Fair, P.A., 2019. GIS Investigation of the relationship of sex and season on the population distribution of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Charleston, South Carolina. *International Journal of Geographical Information Science* [online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1615068>. Acesso em: 01 fev. 2020.
- BRASIL, 2006. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro.
- BRASIL, 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio.
- BRASIL, 2013. Lei nº 12.805, de 29 de abril.
- Bridi, D., Altenhofen, S., Gonzalez, J.B., Reolon, G.K., Bonan, C.D., 2017. Glyphosate and Roundup® alter morphology and behavior in zebrafish. *Toxicology* [online] 392. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2017.10.007>. Acesso em: 21 jan. 2020.
- Chirima, G.J., Owen-Smith, N., 2017. Comparison of Kernel Density and Local Convex Hull Methods for Assessing Distribution Ranges of Large Mammalian Herbivores. *Transactions in GIS* [online] 21. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tgis.12193>. Acesso em: 29 mar. 2020.
- Eduvirgem, R.V., Ferreira, M.E.M.C., 2017. Dispersão da espécie exótica *Achatina fulica* a partir de seis focos no Município de Maringá, Paraná. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades* 5, 7-19.
- Eduvirgem, R.V., Ferreira, M.E.M.C., 2018. *Achatina fulica* na zona urbana de Maringá-PR: na perspectiva da análise ambiental. *Revista Brasileira de Geografia Física* 11, 2391-2411.
- Eduvirgem, R.V., Ferreira, M.E.M.C., 2019. Análise do caracol gigante africano na zona 07 do município de Maringá, Paraná: utilização da temperatura média do ar e matriz de permutação ordenável, in: Marcatto, F.S., Oliveira, T.P., Garbin, E.P., Endlich, A.M. (Orgs.), *Construindo o saber geográfico: 20 anos do PGE-UEM*. Editora PGE, Maringá, pp. 207-219.
- Ferreira, T.F., Oliveira, J.A., Carvalho, R.A., Resende, L.S., Lopes, C.G.M., Ferreira, V.F., 2016. Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. *Journal of Seed Science* 38, 278-286.
- Fischer, M.L., Amadigi, I.S.N., 2010. História natural da *Achatina fulica*, in: Fischer, M.L., Costa, L.C.M. (Org.). *O Caramujo Gigante Africano Achatina fulica no Brasil*, Editora Champagnat, Curitiba, pp. 49-99.
- Gomes, E.C.S., Mesquita, M.C.S., Wanderley, L.B., Melo, F.L., Paula Souza e Guimarães, R. J., Barbosa, C.S., 2018. Spatial risk analysis on occurrences and dispersal of *Biomphalaria straminea* in an endemic area for schistosomiasis. *Journal Vector Borne Diseases* [online] 55. Disponível em: <https://doi.org/10.4103/0972-9062.249142>. Acesso em: 15 abri. 2019.
- Hemmert, G.A.J., Schons, L.M., Weiseke, J., Schimmelpfennig, H., 2018. Log-likelihoodbased Pseudo-R2 in Logistic Regression: Deriving Sample-sensitive Benchmarks. *Sociological Methods & Research* [online] 47. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0049124116638107>. Acesso em: 12 ago. 2019.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2005. Instrução Normativa nº 73, de 18 de agosto.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

- Kosloski, M.A., Fischer, M.L., 2002. Primeira ocorrência de *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) no litoral do estado do Paraná (Mollusca; Stylommatophora; Achatinidae). Estudos de Biologia 24, 65-69.
- Magalhães, V.L., Cunha, J.E., Nóbrega, M.T., 2015. Análise do sistema poroso e hídrico de uma vertente constituída por “Latossolo/Nitossolo”. Perspectiva Geográfica 10, 1-19.
- Martini, A., Gaspar, R.G.B., Biondi, D., 2014. Diagnóstico da implantação da arborização de ruas no bairro Santa Quitéria, Curitiba-PR. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana 9, 148-167.
- Mesnage, R., Arno, M., Costanzo, M., Malatesta, M., Séralini, G-E., Antoniou, M.N., 2015. Transcriptome profile analysis reflects rat liver and kidney damage following chronic ultra-low dose Roundup exposure. Environmental Health [online] 70. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0056-1>. Acesso em: 28 out. 2018.
- Mesnage, R., Renney, G., Séralini, G-E., Ward, M., Antoniou, M.N., 2017. Multiomics reveal non-alcoholic fatty liver disease in rats following chronic exposure to an ultra-low dose of Roundup herbicide. Scientific Reports [online] 39328. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep39328>. Acesso em: 23 set. 2019.
- Pallavi, H.S., Basavaraju, B.S., Umashankar, N., Shivashankar, T., 2018. Seasonal incidence and population dynamics of giant African snail, *Achatina fulica* bowdich on mulberry. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7, 2900-2903.
- Ruda, A., Kolejka, J., Silwal, T., 2018. GIS-Assisted Prediction and Risk Zonation of Wildlife Attacks in the Chitwan National Park in Nepal. ISPRS International Journal of Geo-Information [online] 7. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi7090369>. Acesso em: 04 set. 2019.
- Santana, D.O., Batalla, J.F., 2018. Estudo da biologia e ecologia do gastrópode *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (MOLLUSCA, GASTROPODA) na cidade de Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo. UNISANTA Bioscience 7, 286-296.
- Silveira, H., Alves, F.R.P., Baldo, M.C. (2015). Análise da intensidade da pluviosidade ocorrida nos anos de 1988-1999-2009 em Maringá-PR. Fórum Ambiental da Alta Paulista 11, 282-295.
- Sarma, R.R., Munsu, M., Ananthram, A.N., 2015. Effect of climate change on invasion risk of giant African snail (*Achatina fulica* Ferussac, 1821: Achatinidae) in India. PloS one [online] 10. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143724>. Acesso em: 07 set. 2018.
- Silveira, G.R.P., Campos, S., Gonçalves, A.K., Barros, Z.X., Pollo, R.A., 2015. Geoprocessamento aplicado na espacialização da capacidade de uso do solo em uma área de importância agrícola. Energia na Agricultura 30, 363-371.
- Triola, M.F., 2017. Introdução à Estatística, 12 ed. Editora LTC, Rio de Janeiro.
- Souza, V.Q., Follmann, D.N., Nardino, M., Baretta, D., Carvalho, I.R., Caron, B.O., Schmidt, D., Demari, G.H., 2015. Produção de sementes de soja e vigor das sementes produzidas com diferentes tratamentos de sementes. Global Science and Technology 8, 157-166.
- Quesada, H.B., Redondo, G., Vernasqui, L.G., Magnoni, P.H.J., Arantes, E.J., 2017. Análise da vegetação ripária em bacia hidrográfica utilizando Índice de Vegetação Normalizada (NDVI) no município de Maringá-PR. Geo UERJ [online] 31. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2017.26737>. Acesso em: 11 fev. 2020.