

**Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”**  
**UNIGRANRIO**

**SOFIA VEGA CÉSPEDES**

**Avaliação do fosfato férrico como moluscicida para o caracol gigante africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822**

**RIO DE JANEIRO**

**2025**

**Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”**  
**UNIGRANRIO**

**SOFIA VEGA CÉSPEDES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza  
Herdy”, como requisito parcial para a obtenção do  
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Dr. Guilherme Mota da Silva

**RIO DE JANEIRO**

**2025**

SOFIA VEGA CÉSPEDES

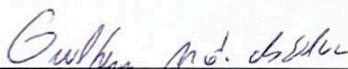
Avaliação do fosfato férrico como moluscicida para o caracol gigante africano  
*Achatina fulica* Bowdich, 1822

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy", como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Dr. Guilherme Mota da Silva

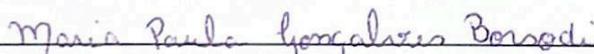
Aprovada em:  
Barra, 26 de novembro de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**



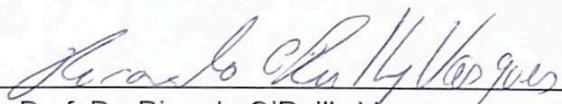
---

Prof. Dr. Guilherme Mota da Silva  
(orientador)



---

Profa. Dra. Maria Paula Gonçalves Borsodi



---

Prof. Dr. Ricardo O'Reilly Vasques

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu Deus, que merece eterna gratidão, que está comigo em todos os momentos, que me ajuda em todas as situações, que me encaminhou até aqui, que me forneceu ter pessoas tão boas ao meu lado e que me dá sabedoria para seguir.

Aos meus pais, à minha irmã e à toda a minha família que me dão todo o suporte e apoio. Meu pai que não me deixou desistir no meio do caminho, minha mãe que me incentiva todos os dias a estudar, minha querida irmã que me inspira a querer mais e me dedicar, e minha família da Colômbia, que apesar da distância, me dão todo o carinho e amor.

Ao meu orientador, que me acolheu e me guiou nessa jornada. Desde o primeiro dia sendo tão solícito e atencioso comigo que não tinha experiência no ambiente de estágio, sempre sanando minhas dúvidas.

À toda equipe do Laboratório de Malacologia do IOC, que foi quem me abriu as portas à vida acadêmica e que me ensinou tantas coisas que levarei adiante onde eu estiver.

Às instituições que me forneceram todo o conhecimento que adquiri até então, Unigranrio, Instituto Oswaldo Cruz e Laboratório de Malacologia.

À bolsa de fomento do PIBIC Mata Atlântica, que possibilitou a realização deste trabalho sem preocupações externas.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>2 METODOLOGIA.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>3 RESULTADOS.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>3.1 Análise do consumo de iscas nos grupos de moluscos (filhotes, jovens, adultos jovens e adultos).....</b>   | <b>11</b> |
| <b>3.2 Análise da letalidade das iscas por grupos e concentrações de fosfato férrico.....</b>   | <b>13</b> |
| <b>3.3 Análise do comportamento dos moluscos ao longo do experimento.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>3.4 Análise da variação de massa corporal dos moluscos filhotes, jovens, adultos jovens e adultos expostos às concentrações de 0,8% e 3% e os grupos controle.....</b> | <b>20</b> |
| <b>3.5 Análise parasitológica de nematódeos.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>4 DISCUSSÃO.....</b>   | <b>25</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>6 REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>APÊNDICE.....</b>  | <b>30</b> |

# AVALIAÇÃO DO FOSFATO FÉRRICO COMO MOLUSCICIDA DE *Achatina fulica* NO BRASIL

Sofia Vega Céspedes<sup>1</sup>  
Guilherme Mota da Silva<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente estudo avaliou a eficácia de iscas contendo fosfato férrico (Sluggo®) no controle do caracol terrestre invasor *Achatina fulica*, considerado uma praga agrícola e urbana de grande impacto ambiental e sanitário. A espécie, além de causar prejuízos econômicos, é hospedeira de nematódeos como *Angiostrongylus cantonensis*, agente etiológico da angiostrongilíase cerebral. Foram realizados experimentos laboratoriais com moluscos coletados no Estado do Rio de Janeiro, organizados por classe de tamanho (filhote, jovem, adulto jovem e adulto) e expostos a iscas contendo 0,8% e 3% de concentração do fosfato férrico, além de grupo controle. Os moluscos foram monitorados quanto ao consumo das iscas, comportamento, mortalidade e variação de massa corporal. O consumo foi mais elevado nas primeiras 24 horas e reduziu progressivamente nas aplicações subsequentes, sobretudo na concentração de 3%, que apresentou maior letalidade. A mortalidade total ocorreu nos jovens expostos à 3%, enquanto adultos jovens e adultos apresentaram resposta cumulativa ao longo do tempo. Observou-se redução da atividade locomotora e aumento da estivação, comportamento interpretado como resposta adaptativa ao estresse químico. A perda de massa corporal foi mais acentuada nos filhotes e jovens, indicando maior sensibilidade fisiológica. A análise parasitológica revelou a presença de larvas rhabditiformes e formas do gênero *Cruzia*, reforçando a importância sanitária da espécie. Conclui-se que o fosfato férrico apresenta eficácia significativa, configurando-se como alternativa sustentável para o manejo de *A. fulica* no Brasil. O composto mostra potencial para integrar estratégias de controle seletivo, contribuindo para a redução dos impactos ambientais e de saúde pública associados à espécie invasora.

**Palavras-chave:** *Achatina fulica*; fosfato férrico; moluscicida; controle biológico; isca.

---

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Biomedicina na Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO.

<sup>2</sup> Doutor - Celetista - Pesquisador/Professor/IOC-Fiocruz

## ABSTRACT

This study evaluated the effectiveness of baits containing ferric phosphate (Sluggo®) in controlling the invasive terrestrial snail *Achatina fulica*, considered an agricultural and urban pest with major environmental and health impacts. In addition to causing economic damage, this species acts as a host for nematodes such as *Angiostrongylus cantonensis*, the etiological agent of cerebral angiostrongyliasis. Laboratory experiments were conducted with snails collected in the state of Rio de Janeiro, organized by size class (juvenile, subadult, young adult, and adult) and exposed to baits containing 0.8% and 3% concentrations of ferric phosphate, along with a control group. The individuals were monitored for bait consumption, behavior, mortality, and body mass variation. Consumption was highest within the first 24 hours and progressively decreased in subsequent applications, particularly at the 3% concentration, which showed greater lethality. Total mortality occurred in juveniles exposed to 3%, while young adults and adults exhibited cumulative responses over time. A reduction in locomotor activity and an increase in aestivation were observed, interpreted as adaptive responses to chemical stress. Body mass loss was more pronounced in juveniles, indicating higher physiological sensitivity. Parasitological analysis revealed the presence of rhabditiform larvae and forms of the genus *Cruzia*, reinforcing the public health relevance of the species. It is concluded that ferric phosphate demonstrates significant efficacy, representing a sustainable alternative for managing *A. fulica* in Brazil. The compound shows potential for integration into selective control strategies, contributing to the reduction of environmental and public health impacts associated with this invasive species.

**Keywords:** *Achatina fulica*; ferric phosphate; molluscicide; biological control; bait.

## 1 INTRODUÇÃO

Os moluscos constituem o segundo maior filo de animais em termos de diversidade, com as lesmas e caracóis estando classificados dentro de Gastropoda. Essa classe é a mais diversa do Filo, incluindo cerca de  $\frac{3}{4}$  das espécies conhecidas, sendo a única com representantes no ambiente terrestre, na qual somam cerca de 24 mil espécies conhecidas com representantes em ambientes marinhos, dulcícolas e terrestres (Lydeard *et al.*, 2004). Moluscos terrestres são extremamente dependentes de umidade, movimentando-se sob o solo, entre os poros do solo e na interface entre a serrapilheira e o solo. Durante o dia podem manter-se escondidos sob restos de culturas, troncos e pedras caídas, ou enterrados no solo. São hermafroditas e podem hibernar quando passam por períodos de baixas temperaturas, ou períodos de estiagem em épocas de seca (Milanez & Chiaradia, 1999).

Várias espécies de moluscos continentais são invasoras e causam prejuízos econômicos e ambientais. Podem tornar-se pragas agrícolas, causando danos a diversas plantações, à horticultura e fruticultura, alimentando-se de diferentes tipos de hortaliças e culturas, feijão, soja, uvas, banana, entre outros (Thomé 1993; Raut & Barker, 2002; Constantino *et al.* 2010; Gomes *et al.* 2013). Estas também podem causar perdas de biodiversidade, levando à extinção de espécies nativas devido à alteração na dinâmica das populações envolvidas (Coradin & Tortato, 2006). No Brasil, uma das principais ocorrências de espécie invasora é o caracol invasor *Achatina (Lissachatina) fulica* Bowdich, 1822, popularmente conhecido como caracol gigante africano, que hoje é encontrado em todos os Estados brasileiros (Arruda & Santos, 2022; Thiengo *et al.*, 2022).

*Achatina fulica* é um caracol nativo da África Oriental, considerada uma espécie invasora, pois devido principalmente à ação antrópica e à capacidade de rápida dispersão e reprodução, sua distribuição atual é bem mais ampla, ocorrendo em quase todos os continentes (Thiengo *et al.*, 2007; 2013). A espécie é considerada uma praga agrícola e apresenta riscos ambientais, uma vez que é tida como praga de lavouras, chegando a ser encontrada em áreas de conservação (Eston, 2006). *A. fulica* tem ocorrido principalmente em plantações, hortas e em áreas urbanas, em locais que ofereçam condições para a sua manutenção e proliferação, tais como locais com presença de lixo e matéria orgânica (Silva *et al.*, 2020).

Nos vários países em que o caracol gigante africano se estabeleceu, causou prejuízos às plantações e lavouras, bem como a destruição de grãos armazenados, uma vez que essa espécie tem uma maior facilidade de reprodução e adaptação em distintos tipos de habitats e

climas (Raut & Barker 2002; Almeida, 2013). Do ponto de vista de saúde pública, *A. fulica* pode ser hospedeira do nematódeo *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935), agente etiológico da zoonose angiostrongilíase cerebral, bem como pode estar associado a outros nematódeos de interesse veterinário (Silva *et al.*, 2022a; Thiengo *et al.*, 2022).

Ao se tratar de controle químico de moluscos terrestres há falta de produtos específicos ou aqueles utilizados possuem elevada toxicidade com sua permanência no ambiente colocando outros animais e mesmo a saúde humana em risco (Colley, 2010). Por exemplo, os moluscidas produzidos para combater lesmas e caramujos terrestres atuais, de acordo com Barker e Watts (2002), são formados por três componentes principais: metaldeído, carbamatos e ferros fosfatados.

No entanto, muitos estudos também destacam os efeitos ecotoxicológicos associados ao uso de moluscidas tradicionais, incluindo impactos sobre espécies não-alvo e riscos de contaminação do solo e da água potável. Nesse contexto, Baronio *et al.* (2014), ao investigarem o controle da lesma asiática invasora *Meghimatium pictum* - considerada uma praga emergente em vinhedos do Sul do Brasil - observaram que as iscas à base de fosfato de ferro podem representar uma alternativa eficiente. Em laboratório, o produto promoveu 70% de mortalidade dos moluscos dentro de 168 horas após a exposição.

Desta forma, considerando a problemática com relação aos moluscos terrestres, tanto em áreas rurais como em centros urbanos, em especial o caracol gigante africano *Achatina fulica*, este projeto teve como objetivo avaliar a eficácia de iscas a base de fosfato férrico (moluscida da marca Sluggo®) sobre essa espécie de molusco terrestre, na busca de formas complementares e alternativas de um melhor controle malacológico desse molusco.

Para tanto, o estudo propôs-se a analisar o consumo das iscas contendo fosfato férrico por exemplares de *A. fulica*, comparando a efetividade entre diferentes classes de tamanho e faixas etárias, expostas a duas concentrações do moluscida (0,8% e 3%). Por fim, foi feita a análise parasitológica dos exemplares utilizados, com o intuito de investigar a presença de nematódeos de relevância em saúde pública e veterinária, reforçando a importância sanitária do monitoramento desta espécie invasora.

## **2 METODOLOGIA**

Os moluscos utilizados nos experimentos foram procedentes de áreas de infestação no Estado do Rio de Janeiro. Após serem coletados no ambiente, os moluscos *Achatina fulica*

foram acondicionados em recipientes de vidro e distribuídos em grupos de acordo com a classe de tamanho do comprimento total da concha, descrito por Silva *et al.* (2022): filhotes (até 1 cm), jovens (1,01 a 4 cm), adultos jovens (4,01 a 7 cm) e adultos (maiores que 7 cm). Os espécimes são organizados em doze grupos, sendo que cada grupo possui 8 exemplares nos três tratamentos, seguindo as quatro classificações de molusco, totalizando 96 moluscos.

Para os experimentos com fosfato férrico (Sluggo® - W. Neudorff Serviços de Agricultura do Brasil Ltda), foram selecionados para o experimento 96 exemplares de *A. fulica*, em que os grupos foram expostos a tratamentos diferentes com a mesma dosagem de fosfato férrico. O tratamento T1: (Concentração de 0,8% de fosfato férrico Sluggo®), tratamento: T2 (Concentração de 3% de fosfato férrico Sluggo®) e o tratamento T3: grupo controle (sem moluscicida).

A aplicação do moluscicida ocorreu a cada seis dias, ao longo de quatro semanas, com o manuseio e a aplicação do produto tendo sido feitos com os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) recomendados na bula do produto Sluggo®. Inicialmente, na primeira bateria de experimentos, cada grupo recebeu 41 unidades de isca (o que representa 0,25 gramas) do respectivo moluscicida para os grupos de tratamento com 0,8% e 3%.

As iscas foram acondicionadas no recipiente de vidro individual para moluscos, com monitoramento contínuo por 144 horas após cada aplicação. Durante todo o período experimental, os moluscos foram observados nos intervalos de 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas após a instalação do experimento (HAI), atingindo 576 horas de observação no experimento total. Diariamente foram registradas em uma ficha de experimento as seguintes condições: comprimento (cm), massa (g), atividade ativo/repouso, recolhimento da massa para a concha, estivação, mortalidade e quantidade de iscas ingeridas (Apêndice A).

Também foram observadas as alterações comportamentais apresentadas pelos moluscos após a ingestão das iscas, a fim de compreender as respostas adaptativas frente ao agente químico. A letalidade foi considerada como o principal parâmetro de eficácia do fosfato férrico, definida pela capacidade das iscas em promover mortalidade nos moluscos expostos ao moluscicida (Baronio *et al.*, 2014).

Além disso, estabeleceu-se um valor de corte referente à variação da massa corporal como parâmetro fisiológico de avaliação dos efeitos subletais do produto. A perda de massa corporal total de *Achatina fulica* foi avaliada por meio da definição do valor de corte “cut-off value”, estabelecido como o valor mínimo acima do qual se concentrou a maioria dos indivíduos ( $\geq 5/8$ ) em cada grupo experimental. Esse critério permitiu identificar a tendência

predominante de resposta frente às diferentes concentrações de fosfato férrico (0,8% e 3%) e aos grupos controle.

Os moluscos foram submetidos à mensuração das conchas utilizando paquímetro Vernier 10 a 150mm/0.05mm 536-105 da MITUTOYO, sendo o maior comprimento total da concha considerado desde o ápice até a margem anterior e a largura o ponto médio da concha. A fim de determinar a massa, utilizou-se a balança analítica de Bel Engineering modelo M124Ai.

A higienização dos recipientes de vidro foi feita semanalmente, sendo retirados os dejetos dos animais e qualquer isca que não foi consumida. As condições ambientais foram controladas e mensuradas diariamente pelo termômetro digital e higrômetro da Vinwer, com temperatura ambiente variando entre 25 e 28°C e umidade relativa do ar entre 35 e 39%.

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 Análise do consumo de iscas nas classes de moluscos (filhotes, jovens, adultos jovens e adultos)**

O consumo de iscas de fosfato férrico foi avaliado ao longo de quatro aplicações, com monitoramento em intervalos de 24 horas até 144 horas após cada aplicação.

Nos filhotes, observou-se ausência quase total de consumo nas duas concentrações. O grupo exposto à 0,8% não apresentou qualquer ingestão de isca ao longo das quatro aplicações, enquanto o grupo à 3% mostrou consumo mínimo (3 unidades) apenas na primeira aplicação, seguido de completa ausência nas demais (Tabela 1).

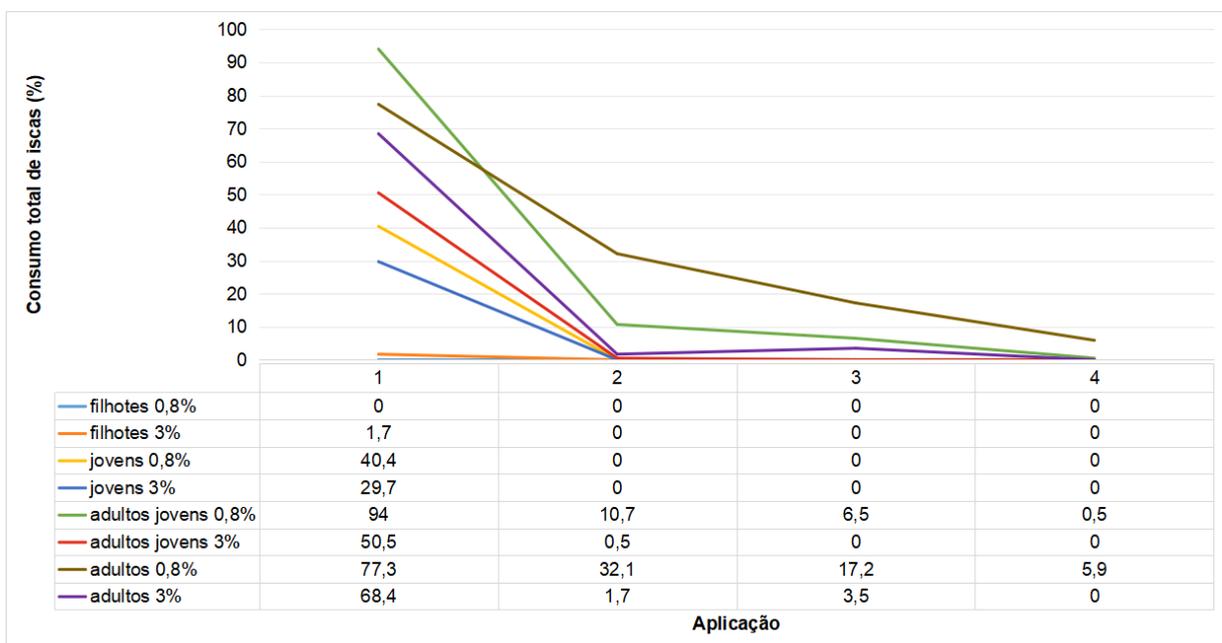
Entre os jovens, verificou-se consumo expressivo apenas na primeira aplicação, com valores de 68 unidades para a concentração de 0,8% e 50 unidades para 3%. Nas aplicações subsequentes no grupo com o tratamento à 0,8%, não houve registro de consumo (Tabela 1). Os jovens com fosfato férrico à 3% não apresentaram registros nas aplicações seguintes devido à ausência de indivíduos vivos (Tabela 3).

Nos adultos jovens, observou-se o maior consumo total do experimento, especialmente na concentração de 0,8%, que atingiu 158 unidades na primeira aplicação, reduzindo gradualmente para 18, 11 e 1 nas aplicações seguintes. Já na concentração de 3%, o consumo inicial foi menor (85 unidades), decrescendo acentuadamente nas aplicações seguintes (1, 0 e 0), evidenciando efeito inibitório mais pronunciado nessa concentração (Tabela 1).

Por fim, os adultos apresentaram padrão semelhante ao dos adultos jovens, porém com consumo mais sustentado ao longo das aplicações. No grupo à 0,8%, o consumo iniciou com 130 unidades e manteve valores consideráveis até a quarta aplicação (54, 29 e 10). No grupo à 3%, o consumo inicial foi de 115 unidades, caindo progressivamente (3, 6 e 0) (Figura 1).

A Figura 1 sintetiza o consumo total de cada aplicação, evidenciando o padrão geral para os grupos de classes de tamanho estudados para o caracol africano. Em todos os grupos que ingeriram as iscas, o consumo foi mais elevado na primeira aplicação, reduzindo-se progressivamente nas subsequentes. Grupos expostos à concentração mais baixa (0,8%) mantiveram maior persistência de consumo ao longo das aplicações, enquanto os expostos à concentração mais alta (3%) apresentaram queda mais acentuada neste consumo. Os filhotes, independentemente da concentração, mostraram consumo praticamente nulo durante todo o estudo (Figura 1).

**Figura 1.** Consumo total de iscas de fosfato férrico à 0,8% e 3% pelos moluscos filhotes, jovens, adultos jovens e adultos.



### 3.2 Análise da letalidade das iscas por classes e concentrações de fosfato férrico

Os grupos dos filhotes com os três tipos de tratamento (fosfato férrico à concentração de 0,8%, 3% e controle) apresentaram alta mortalidade já na primeira aplicação, com 87,5%

dos indivíduos mortos, restando apenas 1 sobrevivente em cada grupo. Nas aplicações subsequentes não houve mortalidade adicional (Figura 2) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Porcentagem de indivíduos de moluscos *A. fulica* que morreram do grupo filhotes à concentração de fosfato férrico 0,8%, 3% e controle.

| Aplicação               | Nº inicial de moluscos | Nº de moluscos mortos | % de moluscos mortos |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1                       | 8                      | 7                     | 87,5                 |
| 2                       | 1                      | 0                     | 0                    |
| 3                       | 1                      | 0                     | 0                    |
| 4                       | 1                      | 0                     | 0                    |
| <b>Letalidade Total</b> | 8                      | 7                     | 87,5                 |

O grupo dos jovens com o tratamento com fosfato férrico à concentração de 0,8% teve mortalidade inicial moderada (25%) e praticamente nenhuma mortalidade nas aplicações seguintes. Já o grupo dos jovens com o tratamento com fosfato férrico à concentração de 3% apresentou 100% de mortalidade já na primeira aplicação, demonstrando alta toxicidade nessa concentração para moluscos jovens. O grupo controle dos jovens não apresentou mortalidade durante o experimento (Tabela 3).

**Tabela 3.** Porcentagem da letalidade de moluscos *A. fulica* jovens expostos a iscas de fosfato férrico à 0,8%, 3% e controle.

| Grupo e tratamento   | Aplicação               | Nº inicial de moluscos | Nº de moluscos mortos | % de moluscos mortos |
|----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>Jovens (0,8%)</b> | 1                       | 8                      | 2                     | 25                   |
|                      | 2                       | 6                      | 1                     | 16,7                 |
|                      | 3                       | 5                      | 0                     | 0                    |
|                      | 4                       | 5                      | 0                     | 0                    |
|                      | <b>Letalidade Total</b> | 8                      | 3                     | 37,5                 |
|                      | 1                       | 8                      | 8                     | 100                  |
|                      | 2                       | -                      | -                     | -                    |

|                          |                         |   |   |     |
|--------------------------|-------------------------|---|---|-----|
| <b>Jovens (3%)</b>       | <b>3</b>                | - | - | -   |
|                          | <b>4</b>                | - | - | -   |
|                          | <b>Letalidade Total</b> | 8 | 0 | 100 |
| <b>Jovens (controle)</b> | <b>1</b>                | 8 | 0 | 0   |
|                          | <b>2</b>                | 8 | 0 | 0   |
|                          | <b>3</b>                | 8 | 0 | 0   |
|                          | <b>4</b>                | 8 | 0 | 0   |
|                          | <b>Letalidade Total</b> | 8 | 0 | 0   |

Legenda: A caracterização “-” representa a morte total dos moluscos no grupo dos jovens à 3%

Nos tratamentos com 0,8% e com 3% nos adultos jovens, houve mortalidade progressiva e acumulativa ao longo das aplicações. O grupo dos adultos jovens à 0,8% atingiu 100% de mortalidade na quarta aplicação, enquanto o grupo dos adultos jovens à 3% apresentou 87,5% de mortalidade já na primeira aplicação, com rápida eliminação dos indivíduos. O grupo controle apresentou uma letalidade total de 75% (Tabela 4).

**Tabela 4.** Porcentagem da letalidade de moluscos *A. fulica* adultos jovens expostos a iscas de fosfato férrico à 0,8%, 3% e controle.

| <b>Grupo e tratamento</b>    | <b>Aplicação</b>        | <b>Nº inicial de moluscos</b> | <b>Nº de moluscos mortos</b> | <b>% de moluscos mortos</b> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Adultos jovens (0,8%)</b> | <b>1</b>                | 8                             | 3                            | 37,5                        |
|                              | <b>2</b>                | 5                             | 4                            | 80                          |
|                              | <b>3</b>                | 1                             | 0                            | 0                           |
|                              | <b>4</b>                | 1                             | 1                            | 100                         |
|                              | <b>Letalidade Total</b> | 8                             | 8                            | 100                         |
| <b>Adultos jovens (3%)</b>   | <b>1</b>                | 8                             | 6                            | 75                          |
|                              | <b>2</b>                | 2                             | 1                            | 50                          |
|                              | <b>3</b>                | 1                             | 0                            | 0                           |
|                              | <b>4</b>                | 1                             | 0                            | 0                           |

|                                  |                         |   |   |      |
|----------------------------------|-------------------------|---|---|------|
|                                  | <b>Letalidade Total</b> | 8 | 7 | 87,5 |
| <b>Adultos jovens (controle)</b> | <b>1</b>                | 8 | 2 | 25   |
|                                  | <b>2</b>                | 6 | 0 | 0    |
|                                  | <b>3</b>                | 6 | 1 | 16,7 |
|                                  | <b>4</b>                | 5 | 3 | 60   |
|                                  | <b>Letalidade Total</b> | 8 | 6 | 75   |

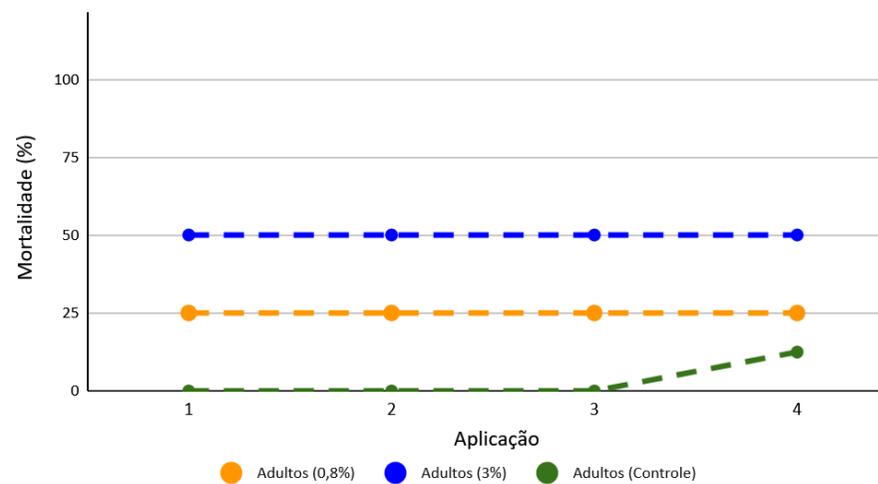
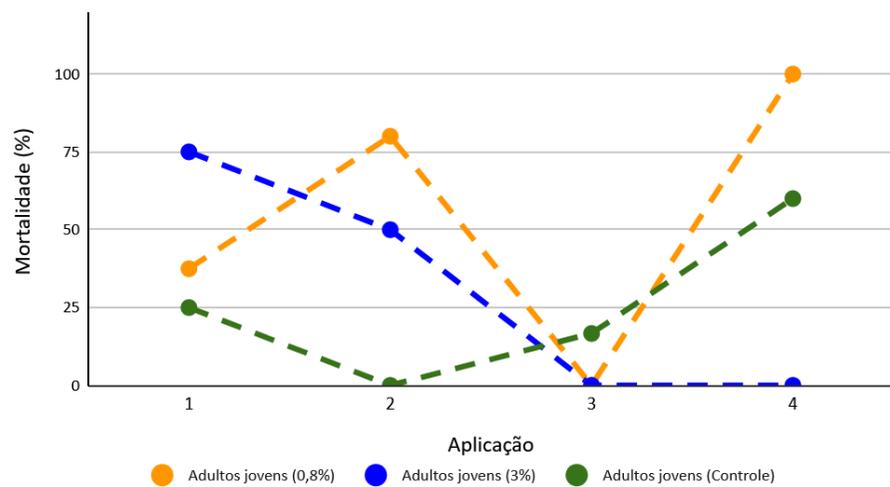
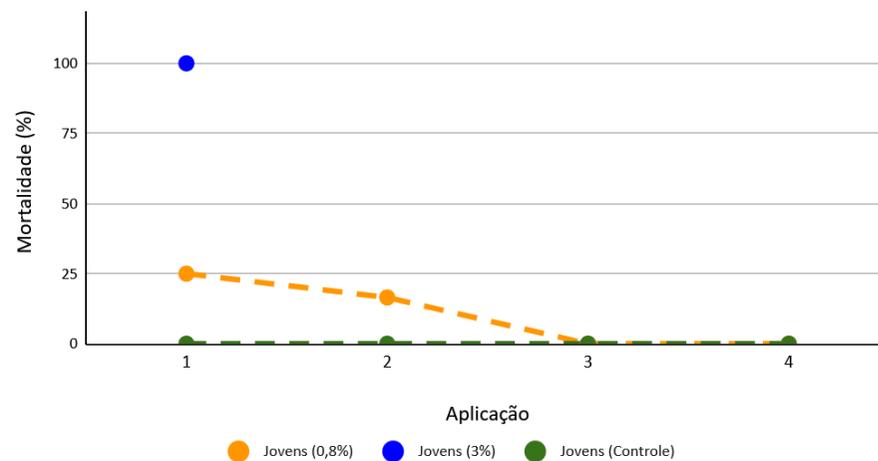
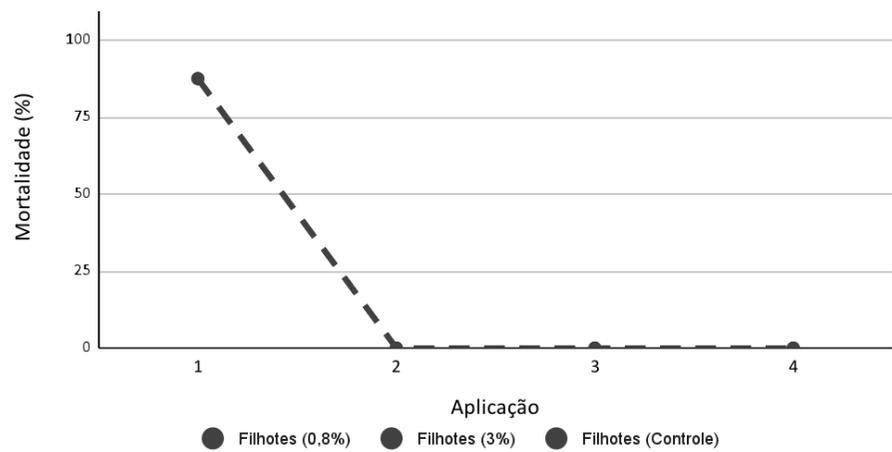
No grupo dos adultos com o tratamento com fosfato férrico à concentração de 0,8% a mortalidade inicial foi de 25%, mantendo-se estável nas aplicações seguintes. Já no grupo dos adultos com o tratamento com fosfato férrico à concentração de 3% a mortalidade foi mais elevada, alcançando até 50% em algumas aplicações, indicando toxicidade acumulativa. O grupo controle apresentou mortalidade muito baixa (12,5% apenas na quarta aplicação) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Porcentagem da letalidade de moluscos *A. fulica* adultos expostos a iscas de fosfato férrico à 0,8%, 3% e controle.

| <b>Grupo e tratamento</b> | <b>Aplicação</b>        | <b>Nº inicial de moluscos</b> | <b>Nº de moluscos mortos</b> | <b>% de moluscos mortos</b> |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Adultos (0,8%)</b>     | <b>1</b>                | 8                             | 2                            | 25                          |
|                           | <b>2</b>                | 6                             | 0                            | 0                           |
|                           | <b>3</b>                | 6                             | 1                            | 16,7                        |
|                           | <b>4</b>                | 5                             | 0                            | 0                           |
|                           | <b>Letalidade Total</b> | 8                             | 3                            | 37,5                        |
| <b>Adultos (3%)</b>       | <b>1</b>                | 8                             | 4                            | 50                          |
|                           | <b>2</b>                | 4                             | 2                            | 50                          |
|                           | <b>3</b>                | 2                             | 0                            | 0                           |
|                           | <b>4</b>                | 2                             | 1                            | 50                          |
|                           | <b>Letalidade Total</b> | 8                             | 7                            | 87,5                        |
|                           | <b>1</b>                | 8                             | 0                            | 0                           |

|                               |                         |   |   |      |
|-------------------------------|-------------------------|---|---|------|
| <b>Adultos<br/>(controle)</b> | <b>2</b>                | 8 | 0 | 0    |
|                               | <b>3</b>                | 8 | 0 | 0    |
|                               | <b>4</b>                | 8 | 1 | 12,5 |
|                               | <b>Letalidade Total</b> | 8 | 1 | 12,5 |

**Figura 2.** Porcentagem da mortalidade dos moluscos filhotes, jovens, adultos jovens e adultos nas quatro aplicações do fosfato férrico à 0,8%, 3% e grupo controle.



### 3.3 Análise do comportamento dos moluscos ao longo do experimento

A análise comportamental revelou variações marcantes entre os grupos experimentais e controles, evidenciando que a exposição ao fosfato férrico influenciou diretamente a atividade e os padrões fisiológicos dos moluscos ao longo das quatro aplicações. Os filhotes morreram todos nas primeiras horas, apenas um sobreviveu nos três tratamentos e esse esteve até o final do experimento.

No grupo jovens à 0,8%, o comportamento inicial foi predominantemente ativo (28,5%) na 1ª aplicação, seguido por queda acentuada da atividade nas aplicações subsequentes. Paralelamente, houve aumento expressivo da estivação, atingindo 48,2% na 3ª aplicação. No grupo dos jovens expostos à 3% de fosfato férrico, observou-se comportamento predominantemente ativo (19,6%) e em repouso (16%) durante a primeira aplicação, sem ocorrência de retração ou estivação. Após esse período inicial, não foram registradas novas observações comportamentais, uma vez que todos os indivíduos vieram a óbito, conforme descrito no tópico de mortalidade. No grupo jovens controle, os indivíduos mantiveram níveis elevados de atividade nas primeiras aplicações (35,7% e 23,2%), mas apresentaram aumento progressivo da estivação nas aplicações seguintes, alcançando 73,2% na 3ª aplicação e 67,8% na 4ª (Tabela 6).

**Tabela 6.** Frequência relativa dos comportamentos no grupo jovens ao longo das aplicações.

| <b>Grupo e tratamento</b> | <b>Aplicação</b> | <b>Ativos (%)</b> | <b>Repouso (%)</b> | <b>Retração (%)</b> | <b>Estivação (%)</b> |
|---------------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Jovens (0,8%)</b>      | <b>1</b>         | 28,5              | 17,8               | 12,5                | 3,5                  |
|                           | <b>2</b>         | 7,1               | 8,9                | 5,3                 | 25                   |
|                           | <b>3</b>         | 0                 | 0                  | 5,3                 | 48,2                 |
|                           | <b>4</b>         | 0                 | 3,5                | 8,9                 | 32,1                 |
| <b>Jovens (3%)</b>        | <b>1</b>         | 19,6              | 16                 | 0                   | 0                    |
| <b>Jovens (controle)</b>  | <b>1</b>         | 35,7              | 25                 | 5,3                 | 0                    |
|                           | <b>2</b>         | 23,2              | 14,2               | 3,5                 | 57,1                 |
|                           | <b>3</b>         | 16                | 10,7               | 0                   | 73,2                 |
|                           | <b>4</b>         | 8,9               | 8,9                | 14,2                | 67,8                 |

Entre os adultos jovens expostos a 0,8%, a atividade inicial foi relativamente alta (37,5%) na 1ª aplicação, mas reduziu de forma consistente nas etapas seguintes, chegando a 0% na 4ª aplicação. A estivação manteve-se baixa em todo o período. Nos adultos jovens a 3%, a atividade inicial (25%) foi acompanhada por repouso (21,4%) e retração (12,5%), com aumento da estivação a partir da 3ª e 4ª aplicação (12,5%). Já o grupo adultos jovens controle apresentou padrão distinto: manteve-se altamente ativo na 1ª e 2ª aplicações (50% e 39,2%), com elevação da estivação apenas a partir da 3ª (25%) e 4ª aplicação (19,6%). Assim, a atividade se manteve por mais tempo nos indivíduos não expostos, confirmando o impacto do fosfato férrico sobre o metabolismo e o comportamento locomotor dos grupos tratados (Tabela 7).

**Tabela 7.** Frequência relativa dos comportamentos no grupo adultos jovens à 0,8% ao longo das aplicações.

| <b>Grupo e tratamento</b>        | <b>Aplicação</b> | <b>Ativos (%)</b> | <b>Repouso (%)</b> | <b>Retração (%)</b> | <b>Estivação (%)</b> |
|----------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Adultos jovens (0,8%)</b>     | <b>1</b>         | 37,5              | 44,6               | 7,1                 | 1,7                  |
|                                  | <b>2</b>         | 8,9               | 8,9                | 0                   | 0                    |
|                                  | <b>3</b>         | 3,5               | 5,3                | 3,5                 | 0                    |
|                                  | <b>4</b>         | 0                 | 7,1                | 1,7                 | 0                    |
| <b>Adultos jovens (3%)</b>       | <b>1</b>         | 25                | 21,4               | 12,5                | 5,3                  |
|                                  | <b>2</b>         | 1,7               | 0                  | 7,1                 | 5,3                  |
|                                  | <b>3</b>         | 0                 | 0                  | 0                   | 12,5                 |
|                                  | <b>4</b>         | 0                 | 0                  | 0                   | 12,5                 |
| <b>Adultos jovens (controle)</b> | <b>1</b>         | 50                | 16                 | 17,8                | 10,7                 |
|                                  | <b>2</b>         | 39,2              | 14,2               | 16                  | 5,3                  |
|                                  | <b>3</b>         | 8,9               | 17,8               | 12,5                | 25                   |
|                                  | <b>4</b>         | 3,5               | 26,7               | 3,5                 | 19,6                 |

Nos adultos à 0,8%, a atividade foi mais elevada entre todos os grupos tratados (64,2% na 1ª aplicação), mantendo-se relativamente constante na 2ª (62,5%) e declinando gradualmente até a 4ª aplicação (19,6%). A estivação apresentou aumento progressivo, alcançando 26,7% ao final. No grupo adultos à 3%, a atividade inicial (48,2%) diminuiu rapidamente a partir da 2ª aplicação (17,8%) e cessou na 4ª, quando predominou a estivação

(12,5%). O grupo controle dos adultos apresentou alta atividade nas duas primeiras aplicações (58,9% e 57,1%), seguida por aumento gradual da estivação (37,5% na 3ª e 67,8% na 4ª) (Tabela 8).

**Tabela 8.** Frequência relativa dos comportamentos no grupo adultos ao longo das aplicações.

| Grupo e tratamento        | Aplicação | Ativos (%) | Repouso (%) | Retração (%) | Estivação (%) |
|---------------------------|-----------|------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Adultos (0,8%)</b>     | <b>1</b>  | 64,2       | 23,2        | 7,1          | 1,7           |
|                           | <b>2</b>  | 62,5       | 10,7        | 1,7          | 0             |
|                           | <b>3</b>  | 37,5       | 10,7        | 8,9          | 7,1           |
|                           | <b>4</b>  | 19,6       | 10,7        | 5,3          | 26,7          |
| <b>Adultos (3%)</b>       | <b>1</b>  | 48,2       | 30,3        | 3,5          | 1,7           |
|                           | <b>2</b>  | 17,8       | 10,7        | 0            | 1,7           |
|                           | <b>3</b>  | 14,2       | 1,7         | 0            | 8,9           |
|                           | <b>4</b>  | 0          | 3,5         | 3,5          | 12,5          |
| <b>Adultos (controle)</b> | <b>1</b>  | 58,9       | 10,7        | 23,2         | 7,1           |
|                           | <b>2</b>  | 57,1       | 14,2        | 28,5         | 0             |
|                           | <b>3</b>  | 17,8       | 26,7        | 17,8         | 37,5          |
|                           | <b>4</b>  | 7,1        | 19,6        | 3,5          | 67,8          |

### **3.4 Análise da variação de massa corporal dos moluscos filhotes, jovens, adultos jovens e adultos expostos às concentrações de 0,8% e 3% e os grupos controle**

A perda de massa corporal total de *Achatina fulica* foi analisada considerando o valor de corte acima do qual a maioria ( $\geq 5/8$ ) dos indivíduos de cada grupo experimental se concentrou.

Nos filhotes expostos a fosfato férrico a 0,8% e 3%, a maioria dos indivíduos (5/8 em ambos os grupos) apresentou perdas superiores a 50%, indicando impacto fisiológico relevante, mesmo os moluscos não ingerindo as iscas. Nos grupos controle, os filhotes tiveram as maiores perdas (valor de corte  $> 50\%$ , 6/8), atribuídas à sobrevivência prolongada e processo de estivação intensa.

Entre os jovens, os valores de corte foram 43,20% (jovens do grupo 0,8%, 5/8) e 41,59% (jovens do grupo 3%, 5/8), sugerindo efeitos consideráveis, apesar da letalidade precoce, especialmente nos jovens do grupo 3%. No grupo controle o valor de corte foi 36,46% (5/8).

Entre os adultos jovens (grupos 0,8% e 3%), as perdas foram mais discretas. Os valores de corte foram 6,80% (adulto jovem 0,8%, 5/8) e 12,49% (adulto jovem 3%, 5/8). Já no grupo controle de adultos jovens, o corte foi 14,22% (5/8), refletindo a perda acumulada por jejum e estivação.

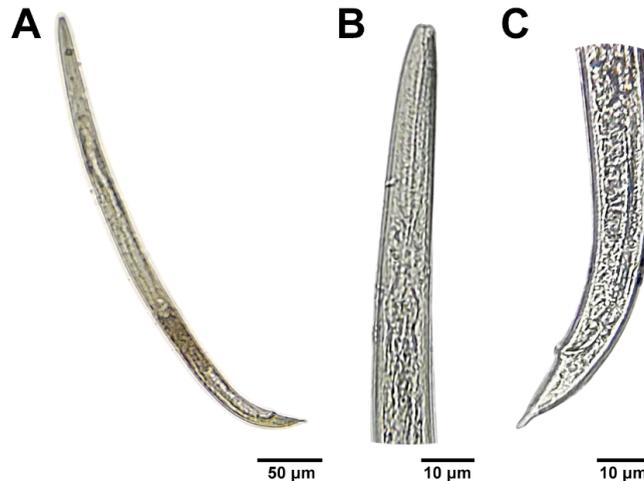
Nos adultos (0,8% e 3%) as perdas também foram mais discretas e os pontos cortes foram 12,75% (adulto 0,8%, 5/8) e 8,13% (adulto 3%, 5/8). No grupo controle adulto, o valor de corte foi 13,46% (5/8), também evidenciando a perda acumulada por jejum e estivação.

De forma geral, os filhotes foram os mais impactados, independentemente da concentração avaliada. Entre os jovens, a diferença entre 0,8% e 3% foi discreta, mas com maior evidência de efeito fisiológico no grupo 3%. Já nos adultos jovens, a maior perda ocorreu no grupo 3%, enquanto nos adultos a maior perda foi observada no grupo 0,8%. Assim, não houve um padrão único de maior perda entre 0,8% e 3%, indicando que a faixa etária de *A. fulica* modulou a resposta da perda de massa nas concentrações de fosfato férrico.

### **3.5 Análise parasitológica de nematódeos**

Paralelamente, foi realizada uma análise parasitológica de uma amostra composta por 44 espécimes provenientes do mesmo local de amostragem utilizado no teste piloto. Essa análise teve como objetivo avaliar as condições parasitológicas dos moluscos do local, verificando a possível ocorrência de nematódeos que pudessem interferir na interpretação dos resultados ou indicar aspectos ecológicos relevantes da população estudada. Foram encontradas duas formas: um nematódeo de vida livre rhabditiforme e um nematódeo morfológicamente semelhante à espécie do gênero *Cruzia* (Figura 3).

**Figura 3.** Nematódeo do gênero *Cruzia*. A) Visão geral do nematódeo. B) Extremidade anterior do nematódeo. C) Extremidade posterior com a cauda e ânus.



Fonte: Laboratório de Malacologia do IOC.

#### 4 DISCUSSÃO

O consumo de iscas à base de fosfato férrico variou significativamente entre as faixas etárias e as concentrações testadas. Os filhotes apresentaram consumo nulo em ambas as concentrações, reforçando sua elevada sensibilidade e menor capacidade de manipular o alimento. Já os jovens e adultos jovens demonstraram maior ingestão inicial, especialmente na primeira aplicação, seguida de redução progressiva nas aplicações subsequentes. Esse padrão pode estar associado ao efeito tóxico do composto, que, segundo Baronio *et al.* (2014), reduz a atividade locomotora e alimentar à medida que a exposição se prolonga.

Os adultos jovens e adultos expostos à concentração de 0,8% apresentaram o maior consumo total do experimento. Confirmando com os resultados de Colley (2010), as concentrações mais baixas são mais palatáveis, enquanto concentrações elevadas podem causar repulsão alimentar. No presente estudo, observou-se que a diminuição do consumo nas aplicações seguintes pode estar relacionada ao aprendizado comportamental, conforme descrito por Croll & Chase (1977,1980) que verificaram que *A. fulica* apresenta uma memória de longa duração que vincula o odor do alimento com seu valor nutricional, assim tendo a capacidade de evitação de substratos tóxicos.

Nesse sentido, o fosfato férrico à 0,8% mantém atratividade inicial sem causar inibição imediata da alimentação, característica desejável para moluscicidas que atuam por ingestão.

Em contrapartida, a concentração de 3% apresentou ação mais rápida e letal, reduzindo drasticamente o consumo após a primeira exposição, corroborando com o estudo de Baronio *et al.* (2014), descreve a relação entre concentração e efeito tóxico.

A letalidade observada foi dependente da concentração do moluscicida e da classificação de *A. fulica*. Os filhotes apresentaram mortalidade precoce em todos os tratamentos, inclusive no controle, sugerindo que o óbito se deveu principalmente à alta vulnerabilidade dessa fase, assim como descrito por Ciomperlik *et al.* (2013).

Nos jovens, a concentração de 3% foi altamente letal, provocando 100% de mortalidade logo após a primeira aplicação. Esse resultado é compatível com a literatura, que indica que o fosfato férrico causa morte por inanição e desregulação metabólica, especialmente em organismos com menor massa corporal (Baronio *et al.*, 2014).

Os adultos jovens e adultos foram mais resistentes, com mortalidade progressiva e cumulativa ao longo das aplicações. A concentração de 3% foi mais eficaz, provocando até 87,5% de óbitos em adultos jovens e 50% em adultos. O estudo de Durço *et al.* (2011), traz essa diferença entre faixas etárias, que reflete variações fisiológicas, como maior espessura da concha, reserva energética e mecanismos antioxidantes mais eficientes em indivíduos maduros.

Os resultados obtidos indicam que o fosfato férrico atua como um moluscicida de efeito progressivo, cuja eficiência está relacionada à ingestão do produto e ao tempo de exposição. Essa característica o diferencia de compostos altamente tóxicos, como o metaldeído, amplamente empregado na formulação de iscas envenenadas e que, conforme Colley (2010), afeta principalmente as células produtoras de muco, provocando desequilíbrio hídrico e consequente dessecação do molusco.

O comportamento dos moluscos também variou conforme a concentração, porém levando em consideração o tempo de exposição. A exposição ao fosfato férrico levou à diminuição progressiva da atividade locomotora e aumento da retração e estivação, especialmente a partir da terceira aplicação. Esse padrão foi mais evidente nos jovens à 0,8% (estivação de 48,2% na 3ª aplicação) e nos adultos à 0,8% (26,7% na 4ª aplicação).

Nos moluscos jovens expostos a 0,8%, a atividade reduziu-se de 28,5% na 1ª aplicação para 0% na 3ª e 4ª, enquanto a estivação aumentou expressivamente, atingindo 48,2% na 3ª aplicação e 32,1% na 4ª aplicação. Esse comportamento sugere um estresse cumulativo ao longo das exposições, possivelmente associado à toxicidade do composto e à limitação metabólica dos indivíduos mais jovens. Por outro lado, nos jovens expostos a 3%, a estivação foi ausente na 1ª aplicação, coincidindo com alta mortalidade inicial - o que indica

que a concentração mais elevada de fosfato férrico foi letal antes que os indivíduos pudessem entrar em estivação. Esse achado reforça os achados de Rahman & Raut (2011) que revela que a estivação pode atuar como uma resposta adaptativa apenas quando o estresse químico não ultrapassa o limite de tolerância fisiológica.

Nos adultos jovens, o comportamento de estivação também apresentou uma tendência crescente nas aplicações subsequentes. No grupo tratado com 0,8%, apenas houve indícios de estivação na 1ª aplicação, enquanto nos indivíduos expostos a 3%, esse percentual aumentou para 12,5% nas 3ª e 4ª aplicações. Esses dados indicam que, em estágios mais desenvolvidos, *A. fulica* apresenta maior capacidade de resistência e adaptação frente ao estresse químico, permanecendo ativa por mais tempo antes de adotar o comportamento de estivação. Estudos anteriores corroboram essa observação, mostrando que indivíduos adultos possuem reservas energéticas e regulação metabólica mais eficientes, permitindo retardar a entrada no estado de dormência (Durço *et al.*, 2011; Fischer & Colley, 2005).

Nos adultos expostos ao fosfato férrico, observou-se o padrão mais expressivo de resposta adaptativa. Na concentração de 0,8%, a estivação aumentou gradativamente, passando de 1,7% na 1ª aplicação para 26,7% na 4ª aplicação, enquanto na concentração de 3% o comportamento atingiu 12,5% na última aplicação, após um declínio contínuo da atividade locomotora. Essa elevação do número de indivíduos estivados ao longo das aplicações pode estar relacionada a uma tentativa de minimizar o contato com o moluscicida e conservar energia, estratégia interpretada por Rahman e Raut (2011) como uma forma de “hibernação química” induzida por fatores ambientais estressantes.

O grupo controle apresentou um padrão distinto, com níveis elevados de estivação apenas nas fases finais (até 67,8% na 4AP nos adultos e 73,2% na 3AP nos jovens). Isso indica que, mesmo na ausência do composto químico, os moluscos tendem naturalmente à estivação prolongada com o avanço do tempo experimental, provavelmente devido à redução da umidade e/ou à ausência de estímulos externos, conforme também descrito por Fischer e Colley (2005) em condições de cativeiro.

Esses resultados estão de acordo com Hermes-Lima *et al.* (1998), que descrevem a estivação como um estado de supressão metabólica generalizada, envolvendo alterações na expressão gênica, redução do consumo de oxigênio e ativação de enzimas antioxidantes. Segundo Kumar *et al.* (2014), tais adaptações são fundamentais para evitar o colapso oxidativo e garantir a sobrevivência durante períodos de estresse prolongado. No contexto do presente estudo, a entrada em estivação pode ter sido fundamental para a sobrevivência parcial dos adultos e adultos jovens frente ao moluscicida, demonstrando que a espécie possui

plasticidade comportamental e fisiológica que contribui para sua ampla dispersão e resistência ambiental.

Nos grupos tratados, a estivação possivelmente funcionou como um mecanismo de defesa frente ao estresse químico, reduzindo o contato com o produto e preservando energia. Estudos fisiológicos indicam que, durante a estivação, há ativação de enzimas antioxidantes e modulação iônica na hemolinfa, prevenindo danos oxidativos e permitindo a sobrevivência em condições extremas (Kumar *et al.*, 2014).

O grupo controle também apresentou estivação, porém em momentos mais tardios e com frequência superior apenas nas fases finais, possivelmente em resposta à redução da umidade e do estímulo alimentar. Assim, embora o fosfato férrico tenha intensificado a redução da atividade e a retração nos grupos tratados, a ocorrência de estivação em todos os grupos, inclusive nos controles, reforça que o comportamento é multifatorial e dependente tanto de fatores ambientais quanto fisiológicos, garantindo a manutenção das reservas energéticas e da água corporal em níveis compatíveis a sua sobrevivência (Raut & Chose, 1982).

No presente estudo, observou-se que a perda de massa corporal pode apresentar relação direta com a mortalidade e a concentração do moluscicida. Os filhotes e jovens apresentaram reduções superiores a 40%, enquanto adultos jovens e adultos tiveram perdas menores, variando entre 6% e 13%. Essa diferença reforça a hipótese de Durço *et al.* (2011) de que indivíduos mais velhos apresentam melhor capacidade de conservação hídrica e energética durante a exposição ao fosfato férrico. Dessa forma, a perda de massa nos grupos experimentais reflete tanto a intoxicação direta quanto as adaptações fisiológicas relacionadas ao comportamento de estivação.

A presença de larvas rhabditiformes e uma forma do gênero *Cruzia* nas amostras coletadas reforça a importância sanitária de *Achatina fulica* como hospedeiro intermediário de nematódeos de relevância médica e veterinária. Estudos de Thiengo *et al.* (2022) e Silva *et al.* (2022) já confirmam a presença de *Angiostrongylus cantonensis* e outros helmintos zoonóticos em populações brasileiras de *A. fulica*, destacando o risco potencial à saúde pública.

Esses achados justificam o uso de métodos de controle com o fosfato férrico, que além de eficaz, apresenta baixa toxicidade ambiental e seletividade para moluscos praga, sendo uma alternativa ambientalmente segura quando comparada com outros moluscicidas (Baronio *et al.*, 2014).

Durante o experimento, os moluscos também estavam sujeitos a estresses ambientais significativos, decorrentes das condições controladas de laboratório. A baixa umidade relativa, característica do ambiente experimental, aliada à ausência de solo no interior dos recipientes de vidro - elemento fundamental para manutenção da umidade, regulação térmica e comportamento natural de escavação - contribuíram para a criação de um cenário desfavorável à atividade normal dos espécimes. Além disso, os moluscos não receberam alimentação durante o tempo experimental, o que intensificou o estresse fisiológico. Assim, parte dos comportamentos observados, especialmente a alta frequência de estivação em alguns grupos, pode ter sido influenciada não apenas pelo efeito do moluscicida, mas também por essas condições adversas impostas pelo ambiente experimental.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou uma avaliação abrangente dos efeitos do fosfato férrico sobre *Achatina fulica*, considerando parâmetros comportamentais, fisiológicos e letais em diferentes estágios de desenvolvimento. Os resultados demonstraram que o desempenho do moluscicida está diretamente associado à concentração utilizada e à classificação dos indivíduos *A. fulica*, sendo essa: filhotes, jovens, adultos jovens e adultos.

Em síntese, este estudo contribuiu para o entendimento dos efeitos comportamentais e fisiológicos do fosfato férrico sobre *Achatina fulica*, destacando sua potencial aplicação em programas de controle integrado de moluscos. Os resultados também evidenciam a importância de considerar o comportamento animal - especialmente a estivação - como indicador de estresse ambiental e ferramenta complementar na avaliação da eficácia de moluscicidas. Assim, o fosfato férrico se confirma como um moluscicida promissor, eficaz e ambientalmente mais seguro, especialmente quando utilizado em concentrações ajustadas à faixa etária dos moluscos, representando uma alternativa sustentável para o controle do caracol africano invasor no Brasil.

Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar as análises para períodos mais longos e condições de campo, associando parâmetros comportamentais e fisiológicos para compreender de forma mais profunda os mecanismos de resistência e adaptação da espécie. Além disso, investigações envolvendo interações com parasitos e agentes ambientais podem fortalecer a compreensão da dinâmica ecológica e sanitária de *A. fulica* em áreas urbanas e periurbanas do Brasil.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. N. **Abundância, sazonalidade, reprodução e crescimento da concha de uma população de *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) (Mollusca, Achatinidae) em ambiente urbano.** Rev. Arq Ciênc Vet Zool; 16 (1): 51-60, 2013.

ARRUDA JO, SANTOS L. **First record of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Achatinidae), for the state of Rio Grande do Sul, Brazil.** Biotemas, 35(1): 1-6, 2022.

BARKER, G. M.; WATTS, C. **Management of the invasive alien snail *Cantareus asperses* on conservation land.** Department of Conservation, Wellington, v. 31, p. 1-29, 2002.

BARONIO, C. A., *et al.* **First record of qualitative losses caused by *Meghimatium pictum* in vineyards of Southern Brazil and the effects of two molluscicides for its control.** Ciência Rural, 44, 1715-1720, 2014.

CIOMPERLIK, M.A.; *et al.* **Mortality to the Giant African Snail, *Lissachatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae), and Non-Target Snails using Select Molluscicides.** Florida Entomologist, v. 96, n. 2, p. 370–379, jun. 2013.

CHIARADIA, L. A & MILANEZ, J. M. **Substâncias com efeito tóxico e repelente para *Sarasinula linguaeformis* (SEMPER, 1885) (MOLLUSCA, VERONICELLIDAE).** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 5(2): 303-309, 1999.

CORADIN, L & TORTATO, D. T. **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira.** Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília: MMA, 2006.

COLLEY, E. **Medidas de controle de *Achatina fulica*.** O Caramujo Gigante Africano *A. fulica* no Brasil, p. 203-228, 2010.

COLLEY, E; FISCHER, M.L. **Avaliação dos problemas enfrentados no manejo do caramujo gigante africano *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) no Brasil.** Zoologia (Curitiba), v. 26, p. 674-683, 2009.

CONSTANTINO, L. M., GOMES, S., AND BENAVIDES, P. **Descripción y daños causados por las babosas *Colosius pulcher* y *Sarasinula plebeia* en el cultivo de café en Colombia.** Avances Técnicos CENICAFE 392, 1–8, 2010.

CROLL, R.P.; CHASE, R. (1977). **A long-term memory for food odors in the land snail, *Achatina fulica*.** Behavioral Biology, 19(2):261-8.

CROLL, R.P.; CHASE, R. (1980). **Plasticity of olfactory orientation to foods in the snail *Achatina fulica*.** Journal of Comparative Physiology, 136(3):267-77.

DURÇO, M. A.; OLIVEIRA, D. S.; SOARES, R. R. **Etograma básico, horário de atividade e aspectos comportamentais comparados e influência de fatores abióticos em jovens e adultos de *Achatina fulica***. Revista Zoociências, v. 13, n. 2, p. 1–14, 2011.

ESTON, M. R. D., *et al.* **Espécie invasora em unidade de conservação: *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) no Parque Estadual Carlos Botelho Sete Barras, SP, Brasil**. Revista do Instituto Florestal; 18(1), 173-179, 2006.

HERMES-LIMA, M.; *et al.* Antioxidant defenses and metabolic depression. The hypothesis of preparation for oxidative stress in land snails. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 120, n. 3, p. 437-448, 1998.

KUMAR, N.; OYEYEMI, O.; ADEKUNLE, D. **Characterization of the major essential elements in the haemolymph of the giant African land snail *Achatina achatina* during aestivation**. Research Journal of Biotechnology, v. 9, n. 2, p. 89–95, 2014.

LAITANO, A. C., *et al.* **Report on the occurrence of *Angiostrongylus costaricensis* in southern Brazil, in a new intermediate host from the genus *Sarasinula* (Veronicellidae, Gastropoda)**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 34(1): 95-97, 2001.

LYDEARD, C., *et al.* **The global decline of nonmarine mollusks**. Bioscience, 54: 321–330, 2004.

SILVA, G. M., *et al.* **The invasive giant African land snail, *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata): global geographical distribution of this species as host of nematodes of medical and veterinary importance**. Journal of Helminthology, 96, e86, 2022a.

SILVA, G. M. D. *et al.*, **Relative condition factor and predictive model for the presence of the invasive snail *Achatina (Lissachatina) fulica* in Sergipe, Northeast Brazil**. Biota Neotropica, 22, 2022b.

SILVA, E.C.D & OMENA, E. P. **Dinâmica populacional e biologia reprodutiva de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) na cidade de Salvador-Bahia**. Biota Neotropica, 14(3): e20140004, 2014.

RAE, R. G. *et al.* **Optimization of biological (*Phasmarhabditis hermaphrodita*) and chemical (iron phosphate and metaldehyde) slug control**. Crop Protection, v.28, n.9, p.765-773, 2009.

RAHMAN, M. S.; RAUT, S. K. **Factors inducing aestivation of the giant African land snail (*Achatina fulica* Bowdich)**. Journal of Environment and Biology, v. 31, n. 2, p. 139–145, 2010.

RAMOS, M., GOMES, S. R., GUTIERREZ, Y., *et al.* **Terrestrial slugs in neotropical agroecosystems**. Frontiers in Sustainable Food Systems. 5:656492, 2021.

RAUT, S. K & BARKER, G. M. *Achatina fulica* Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture. In: BARKER, G.M. Molluscs as Crop Pests in New Zealand: CAB Publishing; 2002. p. 55-114, 2002.

RAUT, S.K & CHOSE, K.C. 1982. Viability of sperms in aestivating *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen. Journal of Molluscs Studies. 48:87 – 94.

THIENGO, S.C., FARRACO, F.A., SALGADO, N.C., COWIE, R.H., FERNANDEZ, M.A. Rapid Speed of an Invasive snail in South America: The giant African Snail, *Achatina fulica*, In Brasil. Rev Biologi Invasi; 9(1):693-702, 2007.

THIENGO, S.C., SIMÕES, R.O., FERNANDEZ, M.A., JÚNIOR, A.M. *Angiostrongylus cantonensis* and Rat Lungworm Disease in Brazil. Rev Hawaii Journal of Medic & Public Health. 72(6):18-22, 2013.

THIENGO, S. C., RAMOS-DE-SOUZA, J., SILVA, G. M., FERNANDEZ, M. A., SILVA, E. F., SOUSA, A. K. & Gomes, S. R. Parasitism of terrestrial gastropods by medically-important nematodes in Brazil. Frontiers in Veterinary Science, 9, 1023426, 2022.

Laboratório de Malacologia - LMALAC  
APÊNDICE – DADOS EXPERIMENTAIS

LOCALIDADE: \_\_\_\_\_ N° COLETA \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ PARCELA \_\_\_\_ HORAS  
DE INSTALAÇÃO DA ISCA: \_\_\_\_\_ (0, 24, 48, 72, 96, 120, 144 h) APLICAÇÃO: \_\_\_\_\_ (1,2,3,4)

CARACTERÍSTICAS AMBIENTE LABORATÓRIO

Temperatura - Máxima: \_\_\_\_\_ Mínima: \_\_\_\_\_ Data e hora (matinal) \_\_\_\_\_

Umidade - Máxima: \_\_\_\_\_ Mínima: \_\_\_\_\_ Data e hora (vespertino) \_\_\_\_\_

GRUPO \_\_\_\_\_

Espécie de molusco: \_\_\_\_\_

Dosagem fosfato férrico: \_\_\_\_\_ Concentração fosfato férrico: \_\_\_\_\_

N° Ativos (A): \_\_\_\_\_ N° Repouso (R): \_\_\_\_\_ N° Recolhidos (RC): \_\_\_\_\_ N° Estivação (E): \_\_\_\_\_

Comprimento: M1: \_\_\_\_\_ M2: \_\_\_\_\_ M3: \_\_\_\_\_ M4: \_\_\_\_\_ M5: \_\_\_\_\_ M6: \_\_\_\_\_ M7: \_\_\_\_\_ M8: \_\_\_\_\_ (cm)

Massa molusco: M1: \_\_\_\_\_ M2: \_\_\_\_\_ M3: \_\_\_\_\_ M4: \_\_\_\_\_ M5: \_\_\_\_\_ M6: \_\_\_\_\_ M7: \_\_\_\_\_ M8: \_\_\_\_\_ (g)

Comportamento: M1: \_\_\_\_\_ M2: \_\_\_\_\_ M3: \_\_\_\_\_ M4: \_\_\_\_\_ M5: \_\_\_\_\_ M6: \_\_\_\_\_ M7: \_\_\_\_\_ M8: \_\_\_\_\_ (A;R;RC;E)

Número de iscas: M1: \_\_\_\_\_ M2: \_\_\_\_\_ M3: \_\_\_\_\_ M4: \_\_\_\_\_ M5: \_\_\_\_\_ M6: \_\_\_\_\_ M7: \_\_\_\_\_ M8: \_\_\_\_\_ (n)

Evolução para o óbito:  Sim  Não / Qual (is)? \_\_\_\_\_

GRUPO \_\_\_\_\_

Espécie de molusco: \_\_\_\_\_

Dosagem fosfato férrico: \_\_\_\_\_ Concentração fosfato férrico: \_\_\_\_\_

N° Ativos (A): \_\_\_\_\_ N° Repouso (R): \_\_\_\_\_ N° Recolhidos (RC): \_\_\_\_\_ N° Estivação (E): \_\_\_\_\_

Comprimento: M1: \_\_\_\_\_ M2: \_\_\_\_\_ M3: \_\_\_\_\_ M4: \_\_\_\_\_ M5: \_\_\_\_\_ M6: \_\_\_\_\_ M7: \_\_\_\_\_ M8: \_\_\_\_\_ (cm)

Massa molusco: M1: \_\_\_\_\_ M2: \_\_\_\_\_ M3: \_\_\_\_\_ M4: \_\_\_\_\_ M5: \_\_\_\_\_ M6: \_\_\_\_\_ M7: \_\_\_\_\_ M8: \_\_\_\_\_ (g)

Comportamento: M1: \_\_\_\_\_ M2: \_\_\_\_\_ M3: \_\_\_\_\_ M4: \_\_\_\_\_ M5: \_\_\_\_\_ M6: \_\_\_\_\_ M7: \_\_\_\_\_ M8: \_\_\_\_\_ (A;R;RC;E)

Número de iscas: M1: \_\_\_\_\_ M2: \_\_\_\_\_ M3: \_\_\_\_\_ M4: \_\_\_\_\_ M5: \_\_\_\_\_ M6: \_\_\_\_\_ M7: \_\_\_\_\_ M8: \_\_\_\_\_ (n)

Evolução para o óbito:  Sim  Não / Qual (is)? \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_