

Relação Interespecífica: sapos e escorpiões

Pedro A. B. Bittencourt¹,

Faculdade de Engenharia – UFJF, 36.036-110, Juiz de Fora/MG.

Mariana J. Louzada², Lucy T. Takahashi³,

Departamento de Matemática, ICE – UFJF, 36.036-110, Juiz de Fora/MG.

Resumo. Relações interespecíficas de animais, como a predação, muitas vezes, são fundamentais para manter o equilíbrio da biodiversidade na natureza. Nesse contexto, propomos modelos matemáticos para analisar a interação entre as populações das espécies *Tityus serrulatus*, “escorpião amarelo”, a presa, e *Rhinella icterica*, “sapo-cururu”, o predador. Nos modelos, consideramos a sazonalidade como um fator que influencia a dinâmica vital do sapo-cururu e, além disso, que o escorpião não é o seu principal alimento. Tivemos por objetivo investigar se essa relação natural é capaz de controlar a população de escorpiões, o que foi corroborado pelos resultados obtidos por meio das simulações numéricas.

Palavras-chave: Dinâmica populacional; presa-predador; coexistência.

1. Introdução

No Brasil nota-se que acidentes causados por escorpiões acontecem em diversos lugares e que houve um aumento no número de ocorrências (Brasil – MS, 2023). Uma das espécies que se destaca devido a alta toxicidade de sua peçonha é a espécie *Tityus serrulatus*, conhecida popularmente como “escorpião amarelo”, vide figura 1 (Brasil – MS, 2023). No entanto, segundo o Instituto Butantan, há um animal que é seu predador natural: o sapo da espécie *Rhinella icterica* conhecido como “sapo-cururu”, vide figura 2 (Marconi, 2020).

¹pedro.bittencourt@estudante.ufjf.br

²marianalouzada@icloud.com

³ltiemi@gmail.com



Figura 1: Escorpião da espécie *Tityus serrulatus*, escorpião amarelo, mede até 7cm e possui pernas e cauda amarelo-clara e o tronco escuro (Candido e Wen, 2017). Fonte: Bruna (2012).



Figura 2: Sapo da espécie *Rhinella icterica*, sapo-cururu, o adulto macho mede entre 10 e 16,6 cm e a fêmea mede entre 13,5 e 19 cm. Sua coloração dorsal vai de verde a amarelo para os machos e preto e bege acizentado para as fêmeas. Fonte: Duarte (2022).

O escorpião amarelo é um animal terrestre artrópode da classe Arachnida, possui hábitos noturnos e se alimenta de baratas, aranhas e de pequenos vertebrados. Uma fêmea gera em torno de 40 a 50 filhotes por ano, (Candido

e Wen, 2017), e possui uma vida média de 4 a 5 anos (Candido, 2021). Sua reprodução é do tipo assexuada, ou seja, a fêmea vem de um embrião que se desenvolve de um óvulo sem que ocorra a fecundação, o que facilita a sua dispersão. Devido a alta toxicidade de sua peçonha e estar presente no Nordeste, Sudeste e Sul, tornou-se o principal animal peçonhento com relatos de acidentes no Brasil (Silveira, 2018).



Figura 3: Girino da espécie *Rhinella icterica*, sapo-cururu, mede entre 9 e 10 mm, possui cauda e coloração preta (Moreno e Cepeda, 2018). Fonte: Rafael (2018).

Segundo o Instituto Butantan o sapo-cururu é predador natural do escorpião-amarelo, o que foi determinado por meio de um experimento descrito em Marconi (2020). Esse anfíbio é considerado um eficiente predador, pois vive entre 10 e 15 anos, (Verdiani, 2023), possui hábitos noturnos e ainda é resistente a peçonha do escorpião-amarelo. Um sapo fêmea chega a liberar, na água doce onde o fluxo seja lento, entre 8 mil a 35 mil óvulos por ano que são fecundados pelos espermatozoides do macho (Barbosa, 2023). Dos óvulos fecundados surgem os girinos, que são as larvas dos anfíbios anuros. Os girinos são aquáticos, vide figura 3, e sofrem alta predação por pássaros e peixes. Os girinos em 3 a 4 meses passam pela metamorfose, onde há perda da cauda, surgimento das patas entre outras alterações morfológicas, tornando-se jovens anfíbios. Inicia-se assim a fase terrestre e, desta forma, ficam ainda mais expostos a predadores, a desidratação, etc. (Moreno e Cepeda, 2018). Os sapos adultos permanecem próximos a áreas úmidas. A umidade e o calor favorecem a proliferação desses

anuros ao longo de locais com água doce. Apesar desse animal ser facilmente encontrado, a degradação das áreas favoráveis a sua procriação, por exemplo, a poluição de corpos hídricos, tem provocado uma diminuição em sua população (Moreno e Cepeda, 2018).

O sapo-cururu, assim como o escorpião amarelo, possui uma ampla dispersão no Brasil, tendo ainda um papel importante no controle da população de invertebrados, pois é um eficiente predador, segundo Moreno e Cepeda (2018). Assim, nesse trabalho buscamos modelar a predação envolvendo essas duas espécies de animais, visando uma possível forma de controle da população de escorpiões, o que conseqüentemente diminuiria os acidentes com esse animal.

2. Modelo Matemático

Nesse trabalho, consideramos que as populações de sapos-cururu e escorpiões amarelos estão em um mesmo ambiente não urbano e fechado. Tomamos a população de sapos dividida em duas subpopulações: girinos (fase aquática) e sapos adultos (fase terrestre), sem distinção entre machos e fêmeas, conforme o modelo proposto por Jamiéliński (2019). Já a população de escorpiões não possui divisão, pois todos são fêmeas e terrestres. Desse modo, foram consideradas as seguintes variáveis: S_g sendo o número de girinos por unidade de tempo t ; S_a sendo o número de sapos por unidade de tempo t e E sendo o número de escorpiões por unidade de tempo t , com t em escala de dias. E de acordo com a dinâmica entre essas duas espécies, propomos o seguinte modelo matemático:

$$\begin{cases} \frac{dS_g}{dt} = \epsilon S_a \left(1 - \frac{S_g}{K_g}\right) - \phi S_g - \mu S_g \\ \frac{dS_a}{dt} = \phi S_g \left(1 - \frac{S_a}{K_a}\right) - \omega S_a \\ \frac{dE}{dt} = \gamma E \left(1 - \frac{E}{K_e}\right) - \beta S_a \frac{E^2}{\alpha^2 + E^2}, \end{cases} \quad (1)$$

onde na primeira equação temos a variação da população S_g cuja dinâmica vital é modelada por uma equação do tipo Verhulst sendo ϵ o número, em média, de nascimento de girinos (ovoposição) multiplicado pela fração de fêmeas na população, este crescimento é limitado por K_g que é a capacidade suporte do

meio para os girinos. A população S_g diminui tanto pela passagem dos girinos a fase adulta a uma taxa ϕ quanto pela mortalidade devido a influência externa, por exemplo, agrotóxicos, dada pela taxa μ . Já na segunda equação temos a variação da população S_a que recebe os jovens sapos após a metamorfose dos girinos em S_g , e competem com os adultos em S_a já presentes no meio, cuja capacidade suporte é dada por K_a , e possuem uma taxa de mortalidade por influência externa ω . E na terceira e última equação temos a dinâmica da população E cuja dinâmica vital também é do tipo Verhulst, com um número médio de nascimentos γ e capacidade suporte K_e . Mas, devido a presença de S_a no meio, a população E decai pela predação. No entanto, é importante ressaltar que o escorpião não é a única fonte de alimento do sapo, pois o mesmo tem preferência e facilidade por outras fontes de alimento. Por conseguinte, na terceira equação utilizamos

$$g(E) = \beta \frac{E^2}{\alpha^2 + E^2}, \quad (2)$$

que influencia diretamente a predação, sendo responsável por atrasar esse processo (Ludwig et al., 1978). Na equação (2), β é o nível de saturação, ou seja, o limite superior da população de escorpiões quando esta for suficientemente grande e α é o número necessário de escorpiões no ambiente para que estes possam ser considerados como um possível alimento para os sapos. Ressaltamos que nesse modelo todos os parâmetros são positivos.

2.1. Análise qualitativa

2.1.1 Adimensionalização

De modo a otimizar as simulações e a análise qualitativa do sistema (1), consideramos as seguintes mudanças de variáveis: $\bar{S}_g = \frac{S_g}{K_g}$, $\bar{S}_a = \frac{S_a}{K_a}$, $\bar{E} = \frac{E}{\alpha}$, $\bar{t} = t\phi$, $\bar{\epsilon} = \frac{\epsilon K_a}{\phi K_g}$, $\bar{\mu} = \frac{\mu}{\phi}$, $\bar{\omega} = \frac{\omega}{\phi}$, $\bar{K} = \frac{K_g}{K_a}$, $\bar{\gamma} = \frac{\gamma}{\phi}$, $\bar{K}_e = \frac{K_e}{\alpha}$ e $\bar{\beta} = \frac{\beta K_a}{\phi K_e}$, e obtemos o sistema adimensionalizado associado, dado por:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\bar{S}_g}{dt} = \bar{\epsilon} \bar{S}_a (1 - \bar{S}_g) - \bar{S}_g - \bar{\mu} \bar{S}_g \\ \frac{d\bar{S}_a}{dt} = \bar{K} \bar{S}_g (1 - \bar{S}_a) - \bar{\omega} \bar{S}_a \\ \frac{d\bar{E}}{dt} = \bar{E} \left[\bar{\gamma} \left(1 - \frac{\bar{E}}{\bar{K}_e} \right) - \bar{\beta} \bar{K}_e \bar{S}_a \frac{\bar{E}}{1 + \bar{E}^2} \right]. \end{array} \right. \quad (3)$$

Por simplicidade as barras superiores aos parâmetros e variáveis são desconsideradas no sistema (3). Para determinar os pontos de equilíbrio resolvemos o sistema homogêneo associado ao sistema (3), dado por

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon S_a (1 - S_g) - S_g - \mu S_g = 0 \quad (I) \\ K S_g (1 - S_a) - \omega S_a = 0 \quad (II) \\ E \left[\gamma \left(1 - \frac{E}{K_e} \right) - \beta K_e S_a \frac{E}{1 + E^2} \right] = 0 \quad (III) \end{array} \right. \quad (4)$$

– resolvendo (II), concluímos que $S_g = 0$ se, e somente se, $S_a = 0$. Caso S_g seja diferente de 0, então

$$S_a = \frac{K S_g}{\omega + K S_g}. \quad (5)$$

– resolvendo (I), concluímos que $S_a = 0$ se, e somente se, $S_g = 0$. De (5) e S_g não nulo, obtemos

$$-\epsilon \frac{K}{\omega + K S_g} + \epsilon \frac{K S_g}{\omega + K S_g} + 1 + \mu = 0.$$

Daí,

$$S_g = \frac{\epsilon K - \omega(1 + \mu)}{K(\epsilon + 1 + \mu)},$$

desde que $\epsilon K - \omega(1 + \mu) \geq 0$ e, portanto,

$$S_a = \frac{\epsilon K - \omega(1 + \mu)}{\epsilon(\omega + K)}. \quad (6)$$

– resolvendo (III), temos que se $S_a = 0$, então $E = K_e$. Agora, para S_a não nula temos $E = 0$ ou E deve satisfazer a equação:

$$\gamma \left(1 - \frac{E}{K_e} \right) = \beta K_e S_a \frac{E}{1 + E^2}. \quad (7)$$

Substituindo a expressão de S_a , dada em (6), na equação (7), determinamos $E = \tilde{E}$. Para tanto, definimos duas funções f e g , dadas por $f(E) = \gamma \left(1 - \frac{E}{K_e}\right)$ e $g(E) = \beta K_e S_a \frac{E}{1 + E^2}$, respectivamente, e por meio do código em Python disponível em Bittencourt (2023), determinamos o valor \tilde{E} que satisfaz $f(E) = g(E)$.

Dessa forma, ao dimensionalizarmos os parâmetros e as variáveis, determinamos os seguintes pontos de equilíbrio:

$P_0 = (0, 0, 0)$ que representa a extinção tanto de sapos quanto de escorpiões;

$P_1 = (0, 0, K_e)$ que representa a ausência da população de sapos e o estabelecimento da população de escorpiões;

$P_2 = \left(\frac{K_a (\epsilon \phi - \omega \phi - \omega \mu)}{\phi (\epsilon K_a + K_g \phi + \mu K_g)}, \frac{K_g (\epsilon \phi - \omega \phi - \omega \mu)}{\epsilon (\omega K_a + K_g \phi)}, 0 \right)$ que representa a ausência da população de escorpiões e o estabelecimento da população de sapos;

$P_3 = \left(\frac{K_a (\epsilon \phi - \omega \phi - \omega \mu)}{\phi (\epsilon K_a + K_g \phi + \mu K_g)}, \frac{K_g (\epsilon \phi - \omega \phi - \omega \mu)}{\epsilon (\omega K_a + K_g \phi)}, \alpha \tilde{E} \right)$ que representa a coexistência das populações.

Considerando os valores da tabela 1 determinamos que $\alpha \tilde{E} = 106,5465$. A metodologia utilizada para obter \tilde{E} é exibida na figura 4.

Tabela 1: Valores dos parâmetros

Parâmetros	ϵ	ϕ^{-1}	μ	K_g	K_a	K_e	ω^{-1}	γ^{-1}	β	α
Valores	21	273	0,8	1000	200	300	13×365	80	0,1	500

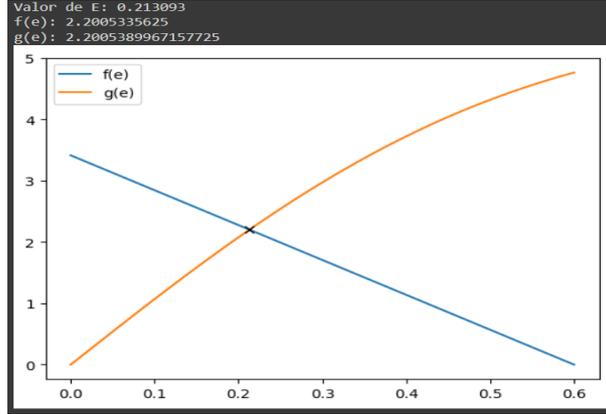


Figura 4: Ponto de interseção entre as curvas $f(E) = \gamma \left(1 - \frac{E}{K_e}\right)$ e $g(E) = \beta K_e S_a \frac{E}{1 + E^2}$ que determina o valor de E no ponto de equilíbrio P_3 . Código disponível em Bittencourt (2023).

2.1.2 Estabilidade dos pontos de equilíbrio

Por simplificação desconsideramos as barras sobre as variáveis e parâmetros do modelo (3) e determinamos a Matriz Jacobiana, J , associada que é dada por

$$J(S_g, S_a, E) = \begin{pmatrix} -\epsilon S_a - 1 - \mu & \epsilon(1 - S_g) & 0 \\ K(1 - S_a) & -K S_g - \omega & 0 \\ 0 & -\beta K_e \frac{E^2}{1 + E^2} & \gamma - \frac{2\gamma E}{K_e} - \frac{2\beta K_e S_a E}{(1 + E^2)^2} \end{pmatrix}.$$

Por meio do código elaborado para esse trabalho, Bittencourt (2023), determinamos que os pontos de equilíbrio P_0 , P_1 e P_2 são instáveis do tipo sela enquanto que o ponto de equilíbrio P_3 é estável.

3. Periodização de parâmetros

É importante ressaltar que a reprodução dos sapos está diretamente ligada ao tempo (temperatura e chuvas), segundo Moreno e Cepeda (2018). Assim, atribuímos uma periodização na capacidade suporte dos sapos e dos girinos, visto que o sapo se reproduz em locais úmidos que possuam reservatórios de água como poças ou brejos, por exemplo. A análise da dinâmica foi feita

considerando a região sudeste do Brasil, onde o inverno é uma estação com temperatura baixa e tempo seco. Desse modo, consideramos que o sapo diminui sua reprodução por conta de condições desfavoráveis aos girinos (Miuzzi et al., 2007). Definimos então as capacidades suportes dos girinos, k_g , e dos sapos, k_a , como funções dependentes do tempo t . A escala do tempo t utilizada é de dias. As funções k_g e k_a são dadas por

$$k_g(t) = K_g \left(1 + 0,5 \cos \left(\frac{2\pi t}{365} \right) \right) \quad \text{e} \quad k_a(t) = K_a \left(1 + 0,4 \cos \left(\frac{2\pi t}{365} \right) \right), \quad (8)$$

que foram baseadas em Gomes (2023). Assim, obtemos um novo modelo não autônomo que considera no modelo (1) a influência da sazonalidade na dinâmica dos sapos:

$$\begin{cases} \frac{dS_g}{dt} = \epsilon S_a \left(1 - \frac{S_g}{k_g(t)} \right) - \phi S_g - \mu S_g \\ \frac{dS_a}{dt} = \phi S_g \left(1 - \frac{S_a}{k_a(t)} \right) - \omega S_a \\ \frac{dE}{dt} = \gamma E \left(1 - \frac{E}{K_e} \right) - \beta S_a \frac{E^2}{\alpha^2 + E^2} . \end{cases} \quad (9)$$

4. Simulações numéricas

Foram realizadas simulações numéricas sobre ambos os modelos, (1) e (9), por meio de códigos na linguagem Python (Bittencourt, 2023), para podermos visualizar a sensibilidade dos parâmetros e compreender as possíveis formas de interação das populações em um mesmo ambiente. Nas simulações foram utilizadas as condições iniciais S_g^0 , S_a^0 e E^0 , dadas na tabela 2, e os valores dos parâmetros disponíveis na tabela 1. As simulações foram realizadas em um período de 1.095 dias, o equivalente a 3 anos, devido ao fato de a vida média do escorpião ser de 4 a 5 anos (Candido, 2021).

Tabela 2: Valores das condições iniciais

Condições Iniciais	S_g^0	S_a^0	E^0
Valores	0	2	200

Na figura 5 apresentamos uma das simulações realizadas do modelo (1), com os valores descritos nas tabelas 1 e 2. Por meio dessa simulação podemos

verificar a estabilidade do ponto de equilíbrio P_3 encontrado, ou seja, a coexistência das populações de forma equilibrada. As populações S_g de girino, S_a de sapos adultos e E de escorpiões se estabilizam em torno de 200 e 400 dias.

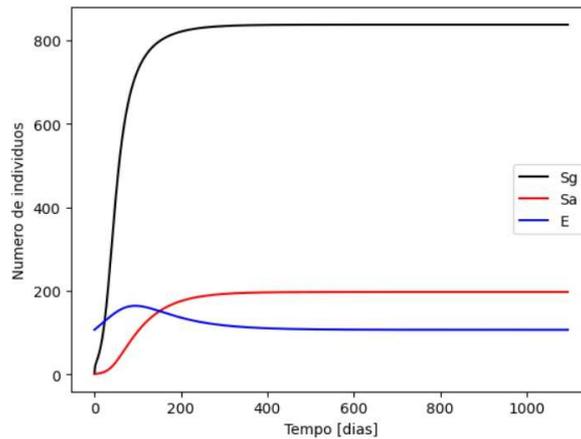


Figura 5: Representação da coexistência entre as populações de maneira equilibrada: S_g população de girinos (cor preta), S_a população de sapos adultos (cor vermelha) e E população de escorpiões (cor azul). Simulação realizada com o código de Bittencourt (2023), com os valores das tabelas 1 e 2 no modelo (1) num período de 1.095 dias.

Para verificar o comportamento da população considerando o modelo (9) foram feitas outras simulações. Dentre elas, destaca-se a apresentada na figura 6 onde se verifica a coexistência equilibrada das populações sofrendo influência da periodicidade das chuvas. Além disso, diferente do que ocorre na figura 5, as populações não se estabilizam. Desse modo, é possível ver como a influência das chuvas e temperaturas afetam as dinâmicas das populações de girinos e sapos e, conseqüentemente, da de escorpiões.

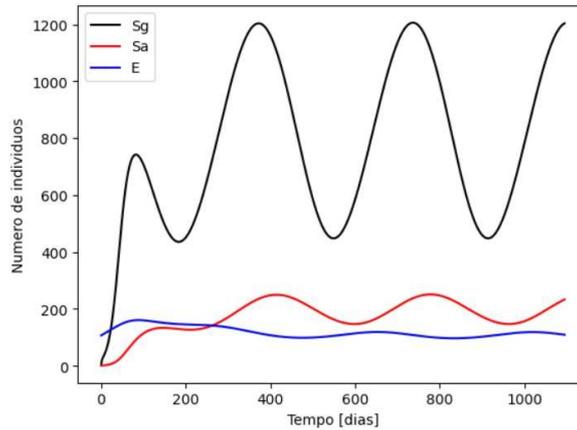


Figura 6: Representação da coexistência entre as populações de maneira equilibrada sofrendo influência da periodicidade das chuvas: S_g população de girinos (cor verde), S_a população de sapos adultos (cor de rosa) e E população de escorpiões (cor amarela). Simulação realizada com os valores das tabelas 1 e 2 e modelo (9), num período de 1.095 dias.

No entanto, percebemos que a oscilação ocorre de maneira equilibrada em torno de um valor, que é, justamente, o determinado no equilíbrio P_3 do sistema (1), quando utilizamos os mesmos valores nas simulações dos modelos. Tal resultado pode ser observado na figura 7, que contém as simulações dos modelos (1) e (9) em um único gráfico, utilizando os valores descritos nas tabelas 1 e 2.

Por meio das simulações concluímos que ao aumentar a capacidade suporte dos sapos adultos, possibilitamos a presença de mais predadores no ambiente. Assim, escolhemos dois valores para a capacidade suporte dos sapos adultos, 200 e 500, e obtemos os resultados apresentados na figura 8. Analisando a figura 8 vemos que uma maior quantidade de sapos no ambiente, provoca a diminuição da população de escorpiões, mas sem ser capaz de extinguí-la. No caso dos girinos, vemos também um crescimento na quantidade de indivíduos. Para verificar demais simulações com outros valores de capacidade suporte, basta acessar a referência Bittencourt (2023).

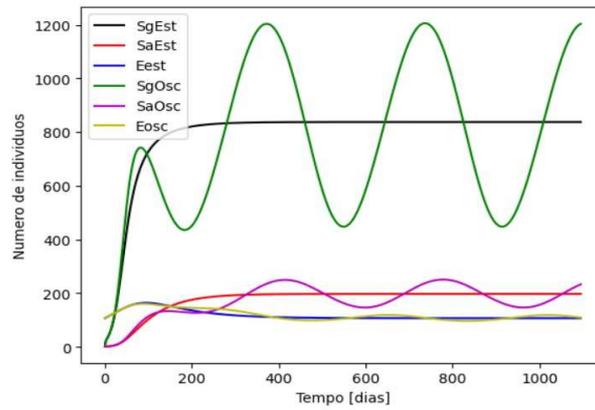


Figura 7: Simulações dos modelos (1) e (9) em um único gráfico, utilizando os valores descritos nas tabelas 1 e 2. Verifica-se a representação da oscilação dos valores em torno de um valor específico dados pelo equilíbrio P_3 do sistema (1).

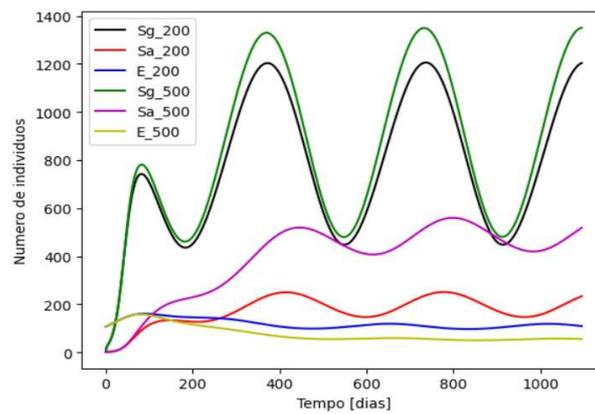


Figura 8: Representação da diminuição da população de escorpiões devido ao aumento da capacidade suporte dos sapos adultos, K_a , para 200 e 500. Os demais valores seguem conforme tabelas 1 e 2 e período de 1.095 dias.

5 Conclusões

Por meio de simulações numéricas, verificamos possíveis cenários da dinâmica entre escorpiões e sapos, levando em conta a predação natural como

forma de interação e controle. Constatamos a possibilidade da coexistência equilibrada das populações, sugerindo que a predação natural pode ser uma ferramenta eficaz no controle da população de escorpiões amarelos em um ambiente não urbano. Além disso, observamos que, mesmo não sendo o escorpião a principal presa do sapo-cururu, a predação desempenha um papel significativo na regulação da população de escorpiões. Ademais, este estudo proporcionou uma visão mais profunda das interações complexas entre as populações dessas espécies, considerando a sazonalidade como um fator influente e destacando a importância da modelagem matemática na compreensão dessas dinâmicas. Também observamos como os fatores climáticos podem afetar a dinâmica das populações. Por fim, espera-se que este trabalho possa auxiliar em futuras pesquisas relacionadas ao estudo das espécies analisadas ou relacionadas ao estudo da modelagem matemática para descrever fenômenos biológicos, visto que compreender essas interações é crucial não apenas para a conservação da biodiversidade, mas também para o desenvolvimento de estratégias de manejo que possam contribuir para o equilíbrio de ecossistemas naturais.

Agradecimentos

O primeiro e a segunda autora agradecem à PROPP pelas bolsas VIC e BIC/UFJF e a terceira autora agradece os apoios parciais da FAPEMIG (RED-00133-21) e da CAPES - código de financiamento 001.

Referências

- Barbosa, B. C. (2023). Sapo cururu. Disponível em <https://www.infoescola.com/anfibios/sapo-cururu/> Acesso em: 27/09/2023.
- Bittencourt, P. A. B. (2023). Relação interespecífica: Sapos e escorpiões. https://colab.research.google.com/drive/14-2Kr1xvNHwp9B2t41ekT2akPj067cH_?usp=sharing. Acesso em: 25/08/2023.
- Brasil – MS (2023). Acidentes por escorpiões. Disponível em <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/animais-peconhentos/acidentes-por-escorpioes/> Acesso em: 28/09/2023.

- Bruna, M. H. V. (2012). Picada de escorpião. Disponível em <https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/picada-de-escorpiao/> Acesso em: 19/10/2022.
- Candido, D. M. (2021). Escorpiões: quem são essas formas de vida que há 450 milhões de anos habitam a terra? Disponível em <https://butantan.gov.br/noticias/escorpioes-quem-sao-essas-formas-de-vida-que-ha-450-milhoes-de-anos-habitam-a-terra> Acesso em: 27/09/2023.
- Candido, D. M. e Wen, F. H. (2017). Guia do Instituto Butantan para identificar escorpião. Disponível em <https://publicacoeseducativas.butantan.gov.br/web/escorpiao/pages/pdf/livreto-escorpiao.pdf> Acesso em: 27/09/2023.
- Duarte, C. M. (2022). Sapo-cururu (*Rhinella icterica*). Disponível em <https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs/sapo-cururu-rhinella-icterica/> Acesso em: 19/10/2022.
- Gomes, D. F. (2023). *Modelos Epidemiológicos com Periodicidade*. Tese de Doutorado, IMECC–Unicamp, Campinas/SP.
- Jamiéliak, J. A. (2019). *Modelo Matemático do Triângulo Anuros - Ambiente - Bd*. Tese de Doutorado, IMECC–Unicamp, Campinas/SP.
- Ludwig, D., Jones, D. D., e Holling, C. S. (1978). Qualitative analysis of insects outbreak systems: The spruce budworm and forest. *Journal of Animal Ecology*, 47:315–332.
- Marconi, T. (2020). Sapo-cururu se alimenta de escorpiões amarelos. Disponível em <https://ciencianarua.net/sapo-cururu-se-alimenta-de-escorpioes-amarelos/> Acesso em: 24/10/2022.
- Miuzzi, R. B., Sedyama, G. C., Barbosa, E. M., e Júnior, J. C. F. M. (2007). Climatologia do comportamento do período chuvoso da região sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Meteorologia*, 22(3):338–344.
- Moreno, A. B. e Cepeda, M. B. (2018). Sapo-cururu. Disponível em <https://animalbusiness.com.br/sapo-cururu/> Acesso em: 28/09/2023.

- Rafael (2018). Reprodução dos sapos e filhotes. Disponível em <https://www.mundoecologia.com.br/animais/reproducao-dos-sapos-e-filhotes/> Acesso em: 28/09/2023.
- Silveira, E. (2018). Adaptados ao ambiente urbano, escorpiões proliferam e picam cada vez mais. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/geral-43549846> Acesso em: 26/09/2023.
- Verdiani, J. B. (2023). Animais no zoológico de São Paulo. *Fundação Parque Zoológico de São Paulo*. Disponível em https://web.archive.org/web/20070518034418/http://www.zoologico.sp.gov.br/animaisdozoo/sapocururu_.htm. Acesso em: 27/09/2023.

