2022

ARTIGOS ECOLOGIA COMPORTAMENTAL

Universidade Federal de São Carlos

Trabalhos Práticos da disciplina de Ecologia Comportamental

Turmas de Licenciatura e Bacharelado da Graduação em Ciências Biológicas

Departamento de Hidrobiologia (DHb)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

-2022-

Vídeos dos experimentos disponíveis no Canal do YouTube **Divulgando Ciência DHb - UFSCar**.

Professor responsável:

Prof. Hugo Sarmento

Tutora da disciplina:

Mariane Paduin Ferreira

Organizadora:

Mariane Paduin Ferreira

LISTA DE TRABALHOS

EFEITOS DA REFLEXÃO UV NA PREDAÇÃO DE NINHOS
Caroline Torres, Clóvis Heitor Mendonça Júnior, Daniel Guido Giongo, Gabriele Fernandes, Wesley Klaysson Pereira Regatieri

EFEITO DA INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS NA DIETA DE GASTRÓPODES AQUÁTICOS DA FAMÍLIA AMPULLARIIDAE SOBRE SUA PREFERÊNCIA ALIMENTAR
Bianca Claro Mafra de Oliveira, Bianca Oliveira Pessa, Giovana de Paula Cabelo, Maria Júlia Carniatto, Pamela dos Santos de Oliveira, Renan Moreira Leite

FORMAÇÃO DE AGREGADOS DE *SYNECHOCOCCUS* SP. EM RESPOSTA AO CONTATO INDIRETO COM O PREDADOR *CERIODAPHNIA SILVESTRII*
Hiago Freire Oliveira, Isabela Giacomeli de Deus, Israel Cassiano de Oliveira, Jacqueline Vieira Gardellin, Príncia Grejo Setti, Vítor Hugo Palomo Pinheiro

PALATABILIDADE E O CRIPTISMO COMO ADAPTAÇÕES DE DEFESA E A ASSOCIAÇÃO COM A FORMAÇÃO DE IMAGEM DE BUSCA EM AVES
Carolina Targon Tiberio, Denilson Barbosa de Araújo, Isabella da Silva Pinto, Michelen Alcino de Mello

EXISTE DIFERENÇA NA SELEÇÃO DE HÁBITAT ENTRE ESPÉCIES DE ABELHAS URBANAS NA UFSCAR?
Ana Eliza Rizziolli Martins, Emanuel Vitor Ferreira dos Santos, Gabriel Devecchi de Souza, Julia Pereira Nociti, Thais Fernanda Carlos

FORRAGEAMENTO DO SANHAÇO-CINZENTO (*THRAUPIS SAYACA*) EM COMEDOUROS
Beatriz Botega, Fernanda Piratelli, Ingrid Galiano, Lucas Antunes e Thaynara Rennó

INFLUÊNCIAS AO COMPORTAMENTO ESTEREOTIPADO DOS URSOS-DE-ÓCULOS (*TREMARCTOS ORNATUS*) DO PESC
Antônio Vicente Gomes da Silva, Daniela Piassi da Silva, Larissa Rodrigues Zacharias, Millena Cristina Cerachi da Silva, Rafael Fernandes Barduzzi Lopes

CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DA UFSCAR SOBRE AS INTERAÇÕES ENTRE PRIMATAS DE PEQUENO PORTE E HUMANOS PRÉ E APÓS A APLICAÇÃO DE CARTILHA EDUCATIVA
Fernanda Oliveira Abel, Julia Montedioca Silva, Luana Fraccarolli, Paulo Henrique Bueno Bardelotte, Raquel Tolentino de Oliveira

PREDADORES VISUALMENTE ORIENTADOS APRESENTAR MAIOR SUCESSO DE CAPTURA DE PRESAS DE LEPIDÓPTERA CRÍPTICAS OU CONSPÍCUAS?
Lucas Roquetti Guimarães Escalada, Mariah Polido, Renan Figueiredo, Tamires Santos

SELETIVIDADE ALIMENTAR DE UM EXEMPLAR DA FAMÍLIA *CHRYSOMELIDAE* PARA DUAS ESPÉCIES (*S. LYSOCARPUM* E *T. DIVERSIFOLIA*) DO CERRADO DA UFSCAR
Camila Reis, Flávio Daniel Lucyrio de Lima, Giuliano Stoppa Baviera, Julia Thomaz, Maria Clara Vergani Tristão

TRILHA DOS ARTRÓPODES: JOGO DIDÁTICO SOBRE CONSCIENTIZAÇÃO DE COMPORTAMENTOS
João Pedro Destro de Angelis, Julia Beatrice Schutzer, Pedro Gabriel e Silva Galvão

QUANDO PARASITA MAIS ALTO: UMA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO NIDOPARASITISMO POR CHUPIM (*MOLOTHRUS BONARIENSIS*) NA ALIMENTAÇÃO DE FILHOTES DE SABIÁ-BARRANCO (*TURDUS LEUCOMELAS*)
Bianca de Melo Rossi, Henrique Setem Schimidt, João Vitor Prado, Julia Aluísio Cossari, Lucas da Silva Ferreira

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO AGROTÓXICO FIPRONIL NAS INTERAÇÕES ENTRE PREDADORES E PRESAS DA BIOTA AQUÁTICA NEOTROPICAL
Kaue Leopoldo Ferraz Ruggiero

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA VISITAÇÃO SOBRE O COMPORTAMENTO DE UM GRUPO DE MACACOS-PREGO NO PARQUE ECOLÓGICO "DR. ANTONIO TEIXEIRA VIANNA", SÃO CARLOS-SP
Maria José Dias Capo Bianco

VOAR VOAR, SUBIR SUBIR: DIFERENÇA ENTRE DISTÂNCIA INICIAL DE VOO DO *TURDUS LEUCOMELAS* DE VIDA LIVRE E DE CATIVEIRO
Letícia Fernanda Scarin, Maria Beatriz Magoci Dal Secco, Lucas Yuri Soares Koga

EFEITOS DA REFLEXÃO UV NA PREDAÇÃO DE NINHOS

Caroline Torres, Clóvis Heitor Mendonça Júnior, Daniel Guido Giongo,
Gabriele Fernandes, Wesley Klaysson Pereira Regatieri

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

Os fotorreceptores das aves são capazes de reconhecer ondas de luz ultravioleta (UV). Diversas espécies fazem uso dessa habilidade para a seleção de parceiros sexuais, distinção de ninhos, identificação da prole e no forrageio. Isso é possível devido à reflexão da luz UV por parte das penas e pelas cascas dos ovos. No entanto, a característica de refletir a luz UV dos ovos torna-os visíveis também para predadores que dispõem da visão ultravioleta, contribuindo negativamente para o sucesso reprodutivo das aves. O presente trabalho buscou analisar se ovos tratados com protetor solar ultravioleta estariam propensos a uma menor taxa de predação. Os resultados indicam que não há uma diferença significativa da taxa de predação de ovos tratados com bloqueador UV em comparação com ovos tratados com creme em uma região de cerrado. Fatores como o número amostral, frequência e intensidade das chuvas, o fator de proteção do bloqueador UV aplicado, entre outras variáveis, podem ter tido efeitos relevantes que contribuíram para o resultado obtido.

Introdução

A visão das aves é uma das mais ricamente dotadas dentro do reino animal (Goldsmith, 1991), sendo a ferramenta mais proeminentemente utilizada pela maioria das espécies de aves durante o forrageamento, seleção de parceiros, cuidado da prole e a discriminação entre ovos (Yang, 2016).

Dentro dessa incrível capacidade ocular destaca-se a habilidade desses animais de enxergar comprimentos de onda ultravioleta (300-400 nm), uma área do espectro luminoso à qual os seres humanos são efetivamente cegos. A visão ultravioleta empregada pelos pássaros possui papel importante não só em seus hábitos de forrageamento, mas também na identificação de possíveis parceiros, distinção entre membros da mesma espécie e diferenciação entre ovos para identificação de possíveis parasitas, que se diferem pela coloração (Bennet, 1993; Stuart, 2001 e Avilés, 2006).

As aves apresentam uma grande diversidade de coloração dos ovos entre indivíduos da mesma espécie e entre espécies diferentes (Avilés, 2006). Essa variedade de cores pode ser explicada pela corrida armamentista entre predador e presa, na qual os ovos das aves estão constantemente sofrendo mudanças para tentarem se livrar de parasitas ou predadores, enquanto estes estão em constante adaptação a essas mudanças. Por exemplo, certas espécies de aves possuem ovos cujas cores facilitam a camuflagem na folhagem do solo onde nidificam, tornando-os menos visíveis para predadores (Solis & de Lope, 1995), enquanto que outras espécies, como o cuco, espécie parasita que deposita seus ovos em ninhos de outras aves, possuem ovos cujas cores simulam os do ninho hospedeiro. Essa coloração é chamada de críptica.

Para combater o parasitismo de ninhos e predadores, além de auxiliar na identificação dos ovos, as aves fazem uso da interação entre a habilidade reflexiva da casca dos ovos e o espectro de luz refletida pela casca dos ovos (Avilés, 2006). Essa estratégia se baseia, então, no uso da luz ultravioleta refletida pela superfície dos ovos para identificá-los, permitindo às aves esconder os ovos de forma que apenas elas, devido à sua capacidade de enxergar a luz UV, consigam encontrá-los, garantindo então uma maior sobrevivência ao ninho.

A capacidade de enxergar o espectro ultravioleta, no entanto, não se restringe ao grupo das aves. Na verdade, a maioria dos vertebrados, com exceções como os seres humanos, apresentam uma certa capacidade de perceber o espectro ultravioleta (Bennett, 1993). Répteis, aves, peixes, anfíbios e certos mamíferos como ratos e

outros roedores são todos capazes de identificar e interpretar a luz ultravioleta.

Essa característica permite a indivíduos de outros táxons, como cobras e roedores, ou mesmo aves predadoras, identificarem, por meio da reflexão da luz UV, ovos de aves presentes nos ninhos, uma estratégia adaptativa para a predação pouco explorada pela comunidade científica.

Dessa forma, o atual estudo busca verificar se o bloqueio da reflexão UV em ovos afeta a sua taxa de predação, e espera-se que ovos com tratamento que minimize a reflexão da luz ultravioleta sejam predados com menor frequência.

Materiais e métodos

O experimento foi realizado na área de Cerrado situada no campus sede da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar (21º58'-22º00' S e 47º51'-47º52' O, 815 – 895 metros de altitude), onde foram distribuídos 20 ninhos contendo dois ovos cada.

Cada ninho continha ambos os ovos com o mesmo tipo de tratamento, ou seja, ou foram tratados com bloqueador de UV ou com creme hidratante sem bloqueador. Caso ovos com tratamento diferente estivessem no mesmo ninho seria possível ocorrer predação por associação.

O creme foi empregado para mascarar o cheiro natural dos ovos, na tentativa de evitar que um predador os encontrasse por meio do olfato, limitando assim a predação para apenas predadores visuais.

Figura 1. Foto da disponibilização dos ovos nos ninhos pelo Cerrado.

Os ninhos foram aleatorizados previamente, para evitar a concentração dos tratamentos em uma única região, e posicionados nos troncos das árvores, a dois metros do chão e , a uma distância de cerca de dez metros da borda da vegetação. Cada um deles foi separado por aproximadamente três metros.

O monitoramento destes foi feito pela contagem de ovos predados e de ovos não predados no início da manhã e no final da tarde, ao longo de três dias, até que todos eles fossem consumidos.

A partir disso, os dados foram primeiramente avaliados em relação à sua normalidade e em seguida foram empregados o teste de Qui-Quadrado (chi square) e o teste ANOVA, considerando-se um nível de significância $\alpha = 0.05$, e o protocolo de Mayfield (1961, 1975).

Tendo em vista o número amostral (n) de 40 ovos, o teste de normalidade mais apropriado foi o de Kolmogorov-Smirnov, o qual avalia se o conjunto de dados corresponde a uma distribuição normal em amostras de dados com $n>30$, e seu resultado influencia na escolha de métodos a serem utilizados.

O teste de aderência Qui-Quadrado tem como objetivo comparar a distribuição dos dados de diferentes amostras segundo uma hipótese, a fim de avaliar se as proporções observadas têm diferenças significativas quanto às proporções esperadas. Neste caso, a hipótese avaliada foi que a maior predação seria sobre ovos não tratados com protetor solar ultravioleta.

A análise de Variância (ANOVA), por sua vez, tem como objetivo comparar as médias dos conjuntos de dados e identificar se há diferenças entre estes. Se o resultado for estatisticamente significativo ($p < 0,05$), aplica-se então uma análise de comparação múltipla entre as médias, como por exemplo o teste Anova e o Qui-Quadrado.

Por fim, o protocolo de Mayfield estima a probabilidade de sobrevivência diária dos ninhos, de acordo com o tratamento (Yang, 2015), a qual é dada pelo quociente entre o número de ninhos predados e o somatório dos dias de exposição dos ninhos de um tratamento.

Resultados

Os resultados indicaram que a taxa de mortalidade (predação) dos ninhos, calculada pelo protocolo de Mayfield, foi de 300% (Mayfield = 3,33), independentemente do tipo de tratamento. Foram considerados como predados ovos que apresentaram alguma forma de dano à sua casca (Figuras 2 e 3), ou que haviam sido removidos do ninho.

Figura 2. Foto do ovo quebrado, considerado predado.

Figura 3. Foto do ovo furado, considerado predado.

Os resultados indicaram um aumento progressivo na predação dos ninhos até que todos os ovos tivessem sido consumidos (Tabela 1 e Figura 4). Os dados obtidos apresentaram distribuição normal, segundo o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (D = 0.24268 e p = 0,4796).

A análise de variância (ANOVA) mostrou que a variação de predação entre os intervalos de tempo foi a mesma nos dois tipos de tratamento (valor-p C: 0,907; valor-p PUV: 0,907), e o teste Qui Quadrado corroborou esse resultado (valor-p 10H = 1; valor-p 20H = 1; valor-p 30H = 0,5224; valor-p 40H = 0,09601; valor-p 50 H = 1), indicando que não houve diferença significativa entre os tipos de tratamentos com relação à predação dos ninhos.

Tabela 1. Predação de ovos por intervalo de tempo. T: tratamento, PUV: protetor com bloqueador de ultravioleta, C: creme, H: horas.

T	10H	20H	30H	40H	50H
PUV	0	0	0	1	2
PUV	0	0	0	2	2
PUV	0	1	1	2	2
PUV	0	1	1	2	2
PUV	0	0	0	2	2
PUV	0	0	1	2	2
PUV	0	0	2	2	2
PUV	0	0	1	2	2
PUV	1	1	2	2	2
PUV	0	0	2	2	2
C	0	0	1	2	2
C	0	0	0	0	2
C	2	2	2	2	2
C	0	0	0	0	2
C	0	0	0	1	2
C	0	1	1	2	2
C	0	0	0	1	2
C	0	0	2	2	2
C	0	0	0	2	2
C	0	1	1	2	2

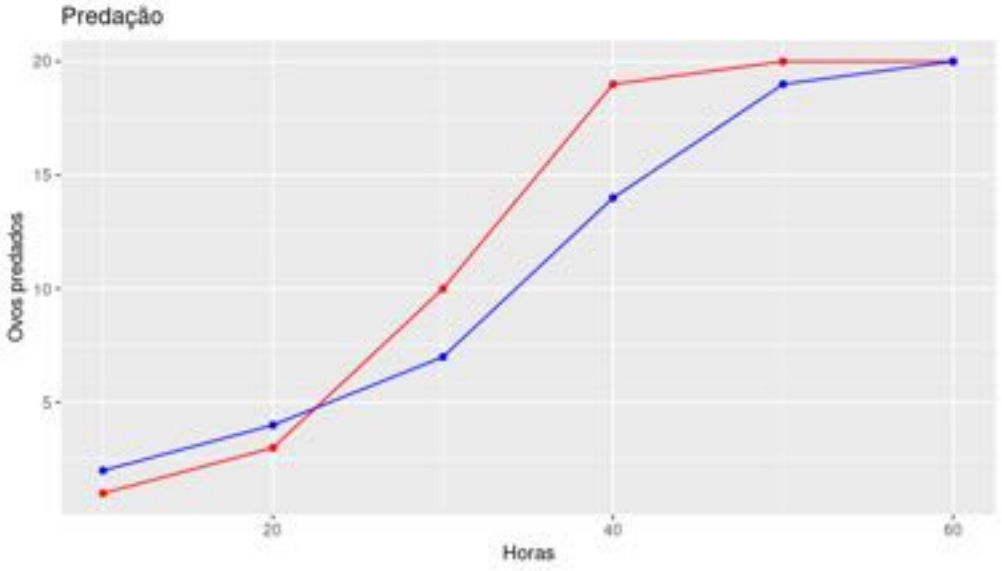


Figura 4. Gráfico de predação por tempo. A linha vermelha demonstra o tratamento com protetor solar e a linha azul o tratamento com creme.

Discussão

Como os resultados de Mayfield, Qui-Quadrado e ANOVA não demonstraram maior taxa de sobrevivência dos ovos tratados com protetor, a hipótese de que eles seriam menos predados não foi confirmada, o que levou ao levantamento de teorias para justificar o resultado.

Corroborando a hipótese contrária a deste estudo, ao comparar as taxas de predação por hora entre diferentes tratamentos (Figura 2), é possível observar que ninhos submetidos ao tratamento com protetor solar sofreram de uma maior taxa de predação no decorrer das horas em comparação àqueles tratados apenas com creme.

Assim, este presente estudo no cerrado da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) mostrou que o bloqueio da reflexão UV de ovos não reduz a taxa de predação dos ninhos, um claro contraste ao resultado obtido por Yang, em 2015.

Yang e seus colaboradores realizaram seu estudo em meio de uma floresta tropical, bioma de características diferentes ao Cerrado, o que poderia explicar as diferenças observadas.

Além disso, o bloqueador utilizado por Yang se tratava de um bloqueador de luz ultravioleta à base de pó, com fator de 100%, enquanto neste estudo foi empregado o uso de protetor solar comum, de fator 50, encontrado em qualquer mercearia. A diferença na taxa de reflexão oferecida pelo bloqueador comum poderia ter permitido que predadores ainda fossem capazes de identificar os ovos nos ninhos por meio da reflexão UV.

Ademais, diferentes filtros solares possuem diferentes eficácias, podendo influenciar diretamente no tempo de exposição ao sol, sendo que quanto maior o fator, maior o tempo de exposição sem que haja perda de sua função. Quando esse tempo acaba, é necessário uma nova aplicação, o que não foi possível no estudo e, por consequência, pode ter levado os ovos a serem expostos depois de um certo tempo, atrapalhando o resultado (Flor et al, 2007).

A ocorrência de chuva durante os períodos de coleta também poderia ter sido um dos fatores responsáveis pela indiferença quanto à predação. No entanto, durante as verificações pontuais dos ninhos, foi observado que os ovos ainda apresentavam cobertura de filtro solar, bem como de creme hidratante, o que nos permite descartar a chuva como um fator determinante nos resultados.

Outro ponto a ser considerado foi o N amostral. Yang e seus colaboradores (2015), empregaram 116 ovos, enquanto que o presente estudo fez uso de apenas 40 ovos, 76 a menos (40 < 116).

O chamado “efeito de borda”, no qual o ambiente pode sofrer influências do ambiente externo, de ações humanas etc., também foi considerado como um fator para os resultados obtidos, porém,os ninhos foram posicionados entre 10 e 15 m da borda da vegetação, o que efetivamente anularia o seu efeito no decorrer do estudo.

A distância entre os ninhos também poderia ter influenciado nos resultados, isso porque um animal poderia avistar ninhos próximos, facilitando o encontro dos ovos e alterando os resultados. Para evitar isso, Yang posicionou seus ninhos a uma distância de 30 m entre cada um, enquanto que em nosso estudo a distância utilizada foi de três metros.

Não obstante, o olfato dos animais também poderia ter influenciado, mas a aplicação do creme, em teoria, deveria ter atrapalhado esse mecanismo de forrageio, ocultando o cheiro dos ovos e tornando mais difícil a sua descoberta por parte de predadores. Todavia, a ação das chuvas e o cheiro dos ovos predados poderiam ter anulado essa precaução, permitindo aos animais que usam do olfato encontrar os ninhos.

A distribuição normal dos dados, em conjunto das observações realizadas acima e durante a execução do estudo, nos levam a concluir que, sob as condições realizadas, a redução do UV refletido por ovos não exerce nenhuma diferença quanto à sua taxa de predação, mas futuros estudos são necessários para corroborar essa conclusão. Alterações na metodologia, como o N amostral empregado, a distância entre os ninhos, período de execução mais longo e durante uma época mais seca do ano são sugestões oferecidas para confirmar ou contestar o presente estudo.

Agradecimentos

Agradecemos o Prof. Dr. Hugo Sarmento por ter disponibilizado os ninhos utilizados no estudo e, em conjunto com a Tutora Marianne Paduin, pelo auxílio durante a elaboração deste trabalho. Agradecemos também o Prof. Dr. Reinaldo José de Castro e o Prof. Dr. Alberto Carvalho Peret, que ajudaram na realização das análises e interpretação dos dados.

Referências

Avile´s JM, Soler JJ, Pérez-Contreras T (2006) Dark nests and egg colour in birds: a possible functional role of ultraviolet reflectance in egg detectability. Proc R Soc LondB 273:2821–2829.

Bennett, A. T. D., & Cuthill, I. C. (1994). Ultraviolet vision in birds: What is its function? Vision Research, vol. 34, n. 11, pg. 1471–1478. DOI: https://doi.org/10.1016/0042-6989(94)90149-X

Gates, J.E. e L.W.Gysel.1978. Avian nest dispersion and fledging success infield- forest ecotones. Ecology 59:871-883

Lyra-Neves, R. M., Oliveira, M. A., Telino-Júnior, W. R. e Santos, E. M. 2007. Comportamentos interespecíficos entre Callithrix jacchus (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae) e algumas aves de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. Rev. Brasil. Zool. 24(3): 709–716

Marini. k. e Melo. C. (1998). Predators of Quail Eggs, and the Evidence of the Remains: Implications for Nest Predation Studies. The Condor, vol. 100, n. 2, pg. 395–399. DOI:10.2307/1370284

Mayfield, H. 1961. Nesting success calculated from exposure. The Wilson Bulletin, 73: 255-261

Miranda, G. H. B. and Faria, D. S. 2001. Ecological aspects of black-pincelled marmoset (Callithrix penicillata) in the cerradão and dense cerrado of the Brazilian Central Plateau. Braz. J. Biol. 61(3): 397–404

Stuart C. Chuch , Annabel L S. L. Merrison (2001) Avian ultraviolet vision and frequency dependent seed preferences.

Richard J (2009) Ultraviolet (UV) light perception by birds: a review. Vet Med 54:351–359

Wilcove DS (1985) Nest Predation in Forest Tracts and the Decline of Migratory Songbirds. Ecology, vol. 66, n. 4, pg. 1211-1214. DOI: https://doi.org/10.2307/1939174

Yang, C., Wang, J. & Liang, W. (2015) Blocking of ultraviolet reflectance on bird eggs reduces nest predation by aerial predators. J Ornithol, vol. 157, n. 1, pg. 43–47. DOI: https://doi.org/10.1007/s10336-015-1243-0

Flor, J., Davolos, M. R., & Correa, M. A. (2007). PROTETORES SOLARES. In *Quim. Nova* (Vol. 30, Issue 1).

EFEITO DA INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS NA DIETA DE GASTRÓPODES AQUÁTICOS DA FAMÍLIA AMPULLARIIDAE SOBRE SUA PREFERÊNCIA ALIMENTAR

Bianca Claro Mafra de Oliveira, Bianca Oliveira Pessa, Giovana de Paula Cabelo, Maria Júlia Carniatto, Pamela dos Santos de Oliveira, Renan Moreira Leite

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

A introdução de espécies exóticas pode gerar danos à biodiversidade nativa, visto que elas apresentam vantagens em relação às nativas, principalmente devido à falta de predadores em potencial. Deste modo, há necessidade de buscar meios para combater a elevada proliferação destas espécies. Este trabalho teve como objetivo avaliar a possibilidade de inserção do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*), planta exótica no Brasil, na dieta de indivíduos do gênero *Pomacea* (família Ampullariidae) em um ambiente controlado, e sua preferência alimentar diante da oferta desta e macrófitas aquáticas nativas. Os indivíduos foram divididos em dois grupos que passaram quinze dias sendo ambientados com as plantas utilizadas no estudo. Na ambientação, a um dos grupos foi ofertada apenas a planta exótica *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo), e ao outro grupo somente às plantas nativas *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes* (alface-d'água e aguapé, respectivamente). Durante a etapa de avaliação da preferência alimentar, todas as plantas foram simultaneamente ofertadas aos indivíduos. Para avaliar o consumo de cada planta durante um período de 9h, as plantas foram pesadas. Ao término dos testes, observou-se que os indivíduos não consumiram o lírio-do-brejo. Portanto, foi possível concluir que animais do gênero *Pomacea* não possuem potencial para serem usados como controle na disseminação do lírio-do-brejo, visto que mesmo com a inserção da planta em sua dieta, os indivíduos ainda optaram pelas nativas que fazem parte da sua dieta comumente.

Introdução

Os caramujos do gênero *Pomacea* (Ampullariidae) são invertebrados que possuem distribuição original em regiões tropicais e subtropicais da América do Sul. São comuns em ambientes lênticos, como áreas inundáveis, corpos d'água rasos, córregos ou ainda áreas com abundante presença de macrófitas e matéria orgânica (Martín *et al.,* 2001). As ampulárias atuam como recurso alimentar para uma ampla variedade de aves, répteis e peixes.

O comportamento, principalmente alimentar, desse gênero tem instigado maiores estudos devido ao seu potencial invasor,

sendo um táxon com alta dispesibilidade e fácil colonização de ambientes (Martín & Estebenet, 2002). Em relação à sua alimentação em ecossistemas naturais, esses animais são considerados generalistas, se alimentando em grande parte de macrófitas aquáticas (Mendonça & Santos, 2002). Além disso, também depositam seus ovos na vegetação (Abílio *et al.,* 2006).

A Alface D'Água (*Pistia stratiotes*) e a Aguapé (*Eichhornia crassipes*) são macrófitas aquáticas nativas da América do Sul (Thomaz et al., 1999; Malavolta et al., 1989), enquanto o Lírio-do-Brejo (*Hedychium coronarium*), por sua vez, é uma macrófita aquática oriunda da Ásia Tropical, considerada, no Brasil, uma espécie exótica invasora, introduzida pela ação humana (Kissmann & Groth 1991; Madeira et al.2007).

A introdução de uma espécie para além de sua área de distribuição natural estabelece um problema para a biodiversidade nativa, podendo resultar em modificações no habitat, alterando a dinâmica e a estrutura das comunidades, causando danos na biodiversidade (Cox, 1999; Jekins, 2003). Além disso, espécies exóticas apresentam vantagens fitofisiológicas em relação às espécies nativas do mesmo ambiente (LIMA, 2003).

O potencial de uma macrófita aquática se tornar invasora geralmente é maior que a de uma planta terrestre, em virtude de sua dispersão no meio aquático ser facilitada (Sculthorpe 1967; Barrat-Segretain 1996). No caso do Lírio-do-Brejo, é considerada planta daninha, uma vez que seu rápido crescimento e disseminação vem substituindo a vegetação original (Instituto Hórus, 2016).

Para conter esse processo de bioinvasão, uma técnica eficiente é o controle biológico, que consiste na utilização de organismos que se alimentam de espécies invasoras (Fernandes *et al*., 2015). Estudos envolvendo a utilização de macroinvertebrados do gênero *Pomacea* como biocontrole de espécies exóticas invasoras são escassos, portanto é necessário haver avaliações envolvendo o potencial destes indivíduos como controle biológico, visto que a invasão de habitats por novas espécies vêm sendo recorrente e causando prejuízos ao ecossistema.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de inserção de *Hedychium coronarium* como um novo item na dieta dos organismos da família Ampullariidae e seu efeito potencial sobre a preferência alimentar desses animais frente à oferta alimentar em um ambiente controlado. Desse modo, testou-se o potencial desses macroinvertebrados como biocontrole da espécie exótica *Hedychium coronarium* e espera-se que a preferência alimentar esteja diretamente relacionada com hábitos adquiridos, de modo que a introdução de

plantas exóticas em sua dieta possa diminuir sua preferência alimentar por espécies nativas a favor do consumo das plantas exóticas introduzidas.

Materiais e Métodos

O modelo de estudo trata-se da espécie *Pomacea canaliculata*, um gastrópode da família Ampullariidae. Os indivíduos foram obtidos por meio de compra em uma loja de artigos para pesca, criados em cativeiro durante todo o ciclo de vida, alimentado com detritos e alface. Durante o estudo, foram acondicionados em aquários e ambientados com a nova alimentação.

Para a análise da introdução e da preferência alimentar foi realizado um experimento em duas etapas, com ao todo, 20 organismos adultos. Para estes indivíduos, dois grupos de plantas foram oferecidos: (1) contendo as duas espécies de plantas nativas, sendo elas a Alface D'Água (*Pistia stratiotes*) e Aguapé (*Eichhornia azurea*); e (2) contendo uma espécie de planta exótica, o Lírio-do-Brejo (*Hedychium coronarium*).

As plantas foram coletadas nas dependências da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) - Campus São Carlos. Ademais, essas plantas foram previamente preparadas para estarem limpas e secas (utilizando uma centrífuga comum de cozinha), e as 3g iniciais foram pesadas com o auxílio de uma balança de cozinha.

A primeira parte do experimento foi realizada em um período de 15 dias, na qual introduzimos as espécies de plantas na dieta dos organismos. Os 20 indivíduos foram divididos em dois grupos de 10 e separados em dois aquários: o Grupo I sendo alimentado com as duas espécies de plantas nativas e o Grupo II a espécie de planta exótica.

Após os 15 dias, na segunda parte do experimento, foi analisada a preferência alimentar da espécie *Pomacea canaliculata.* Os indivíduos foram deixados em jejum por 48 horas, e em seguida todas as espécies de plantas foram oferecidas ao mesmo tempo. Essa etapa teve a duração total de 9 horas, de modo que as plantas foram pesadas antes da oferta e também a cada 3 horas, realizando assim três ciclos.

Além disso, a segunda etapa do experimento incluiu cinco repetições para cada grupo, cada uma tendo dois indivíduos do mesmo grupo colocados em uma bandeja contendo os alimentos ofertados, sendo este 3g de cada uma das três espécies de plantas. Esta divisão foi utilizada para uma melhor avaliação do consumo de cada planta, visando definir qual a preferência alimentar dos indivíduos com base nas espécies ofertadas.

Os valores de consumo obtidos foram então utilizados para se calcular o índice de Ivlev para cada planta, conforme a fórmula: $IEI = (r_i-n_i)/(r_i+n_i)$, onde r_i = porcentagem da planta i na dieta dos organismos e n_i = porcentagem da planta i no ambiente.

Utilizou-se então do teste de Shapiro-Wilk para determinar se a distribuição dos valores do índice de Ivlev seguiam distribuição normal. Após se confirmar que eles não possuíam distribuição normal, se utilizou dos teste de Kruskal-Wallis e do teste *post-hoc* de Wilcoxon Pareado, para se determinar se havia diferença significativa entre os grupos a um nível de significância de 5%.

Resultados

Os dados obtidos a partir do peso das folhas e a partir da área das folhas apresentaram forte correlação (Figura 1). Desse modo, as análises seguintes foram realizadas somente com os pesos das folhas.

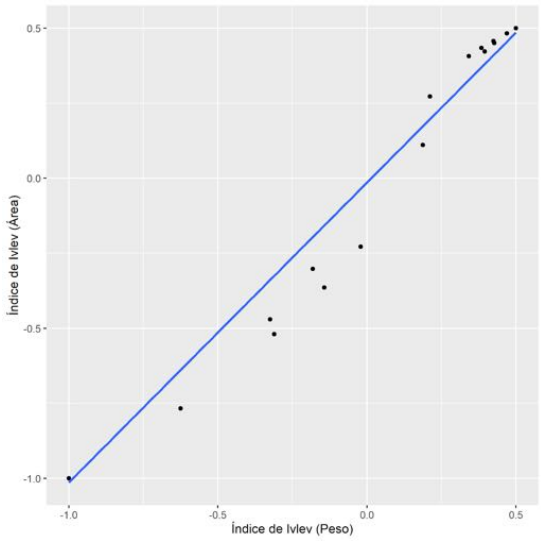


Figura 1. Correlação entre peso e área das folhas. r^2 = 99,6%. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em relação à quantidade consumida pelos indivíduos ao longo do tempo, não houve consumo nas primeiras 3h do experimento e as quantidades consumidas na segunda medição (após 6h) e na terceira medição (após 9h) não apresentaram diferença significativa a um nível de significância de 5% (Figura 2).

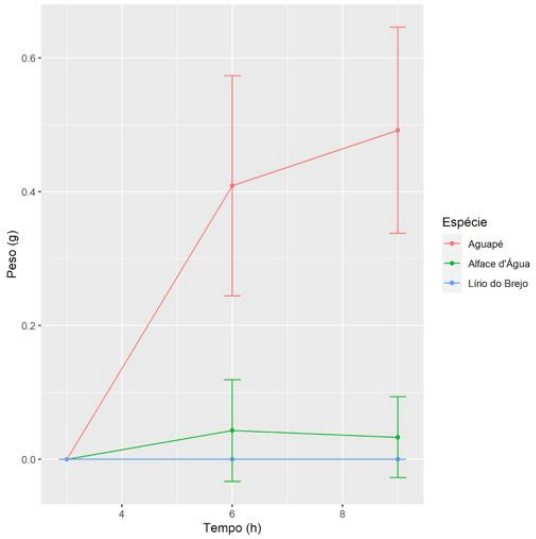


Figura 2. Consumo de cada espécie de planta ao longo do tempo. As barras de erro representam o desvio padrão. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os indivíduos de *Pomacea canaliculata* apresentam preferência alimentar nítida pela Aguapé (*Eichhornia azurea*) e rejeição pela Alface d'Água (*Pistia stratiotes*) e pelo Lírio-do-Brejo (*Hedychium coronarium*) (Figura 3). Porém, as ampulárias ainda consumiram uma pequena quantidade de Alface d'Água, em contraste com o Lírio do Brejo, que não foi consumido. Não houve,

porém, diferença significativa entre o índice de Ivlev para as plantas entre os grupos I e II do experimento, assim como entre os diferentes tempos.

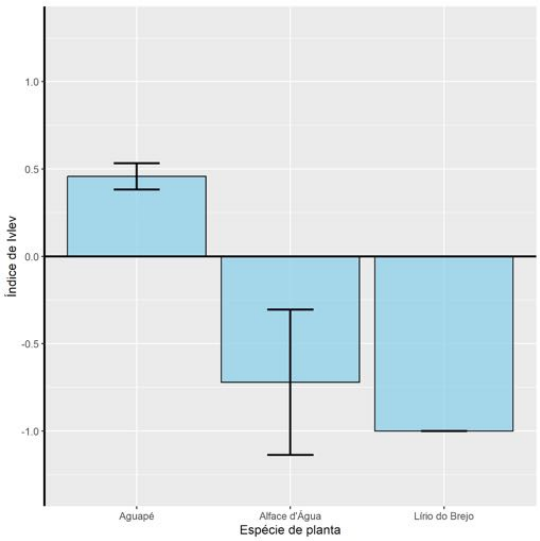


Figura 3. Valores médios do Índice de Ivlev para cada espécie de planta. As barras de erro representam o desvio padrão. Os 3 valores apresentaram diferença significativa entre si a um nível de significância de 5%. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Discussão

Conforme observado, os organismos deste estudo apresentam evidente preferência alimentar pela Aguapé (*Eichhornia azurea*) em relação à Alface d'Água (*Pistia stratiotes*). Estudos preliminares sugerem que espécies de macroinvertebrados apresentam preferência por plantas com alto teor de nitrogênio e baixa concentração de fenólicos nos tecidos, como visto em espécies do mesmo gênero do Aguapé (Wong et al., 2010; Qiu et al., 2011).

Além disso, os resultados demonstram que ambas espécies nativas foram consumidas em detrimento do Lírio-do-Brejo (*Hedychium coronarium*) que não foi consumido em nenhuma quantidade. De acordo com Suresh (2010) um fator a ser considerado é a presença de diterpenos no rizoma do Lírio-do-Brejo. Os diterpenos são metabólitos secundários produzidos pelos vegetais, que possuem atividade citotóxica moderada. As espécies vegetais, como o caso do Lírio-do-Brejo, utilizam esses compostos secundários como mecanismo de defesa e armazenam essas substâncias de forma atóxica, evitando, assim, a autotoxicidade (Jiancai Li *et al*., 2021).

A ausência de predação em relação ao Lírio-do-Brejo também pode ser elucidada em razão dos fatores antinutricionais, compostos frequentes em matéria vegetal, e que interferem negativamente na digestibilidade da planta (Benevides *et al.,* 2011). Kaushal (2012) aponta que, dentre esses fatores, os taninos são os mais frequentes e, além de reduzirem a digestibilidade, podem causar lesões ao sistema digestivo.

A partir dos dados obtidos é possível afirmar que existe uma preferência alimentar dos indivíduos de *Pomacea canaliculata* por espécies de Aguapé (*Eichhornia azurea*). Desse modo, a introdução da espécie exótica

Hedychium coronarium na sua dieta não diminui sua preferência alimentar por espécies nativas. Devido à carência de informações na literatura sobre a utilização de organismos *Pomacea canaliculata*, como meio de biocontrole para espécies vegetais exóticas, fica evidente a necessidade de serem coletados dados adicionais.

Com base nesses resultados, conclui-se que, apesar de em um ecossistema natural, esses animais serem considerados generalistas, se alimentando majoritariamente de macrófitas aquáticas (Mendonça & Santos, 2002), em um ambiente controlado estes indivíduos não se mostraram aptos a inserção de uma nova espécie em sua dieta.

O efeito da inserção do Lírio-do-Brejo (*Hedychium coronarium*) sobre a preferência alimentar desses animais é ineficaz. Desse modo, afirma-se que indivíduos de *Pomacea canaliculata* não possuem potencial como biocontrole da espécie exótica *Hedychium coronarium*. Constata-se que, nesse estudo, a preferência alimentar não está diretamente relacionada com hábitos adquiridos, de modo que a introdução de plantas exóticas em sua dieta não reduz a sua preferência alimentar por espécies de plantas nativas.

Agradecimentos

Agradecemos a nossa tutora Mariane Paduin Ferreira, pela disponibilidade e atenção em nos orientar e ao Prof. Dr. Hugo Sarmento por seu auxílio na idealização e execução do projeto, assim como nas análises estatísticas. Agradecemos também aos técnicos do DEBE (Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva), Luiz Aparecido Joaquim pela disponibilidade com o auxílio da coleta das espécies de plantas utilizadas neste trabalho, e a Dra. Carla Andréa Leite, do laboratório de Microbiologia, pelo auxílio com a organização das análises. Agradecemos também ao Prof. Dr. Alberto Carvalho Peret pela paciência e prontidão para ensinar e ajudar na realização das análises estatísticas. Ademais, agradecemos a Profa. Dra. Odete Rocha, por ceder o aquário utilizado; ao Prof. Dr. Hugo Sarmento, Prof. Dra. Carolina Reigada Montoya e a Prof. Dra. Mirna Helena Regali Seleghim pelas bandejas emprestadas para a realização das análises.

Referências

ABÍLIO, P. *et al*. **Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita Eichhornia crassipes de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Paraíba, v. suplementar, n. 1, p. 165-178, jun./2006. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/500/50009916.pdf. Acesso em: 8 jan. 2023

BARRAT-SEGRETAIN, M.H.. **Strategies of reproduction, dispersion, and competition in river plants: a review.** Vegetatio 123: 13–37. 1996.

BRASIL, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade e de Pesquisa e Conservação do

Cerrado. **Guia de Orientação Para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais.** Brasilia - BSB, 2019. 136 p. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/EEI/Guia_de_Manejo_de_EEI_em_UC_v3.pdf. Acesso em: jan/ 2023.

BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. **Fatores antinutricionais em alimentos: revisão.** Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.

BRENDONCK, L., *et al.,* 2003. **The impact of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in a eutrophic subtropical impoundment (Lake Chivero, Zimbabwe). II**. Species diversity. *Archiv für Hydrobiologie*, vol. 158, no. 3, p. 389-405. http://dx.doi.org/10.1127/0003-9136/2003/0158-0389

CHAVES, Flávia Guimarães; ALVES, M. A. S. **Teoria do Forrageamento Ótimo: Premissas e Críticas em Estudos com Aves.** Oecologia Australis, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 369-380, jan./2010. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/84ad/0e60ec023362973d5a334983f160e6d808e1.pdf. Acesso em: 12 jan. 2023.

COX G.W. (1999) **Alien species in North American and Hawaii.** (DC): Island Press, Washington.

DIAS, Atarissis Morais et al. **Macroinvertebrados bentônicos associados á macrófitas aquáticas em um trecho do Rio Mossoró, Mossoró, RN.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 5, p. 38, 2012.

ESTEBENET, A.L.; MARTÍN, P.R. **Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae): life-history traits and their plasticity.** Biocell, v.26, n.1, p.83-89, 2002.

FERNANDES *et al*. **Ocorrência de Plantas Não Nativas e Exótica em Áreas Restauradas de Campos Rupestres.** Planta Daninha, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 463-482, mar./2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pd/a/YVvh8tKppK6rCw7QQvGv5fH/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 22 jan. 2023.

FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M.; NERING, I. S. **Utilização de recursos alimentares presentes no ambiente antrópico pelo caramujo gigante africano Achatina fulica Bowdich, 1822: subsídios para o manejo.** Bioikos - Título não-corrente, *[S. l.]*, v. 22, n. 2, 2012. Disponível em: https://periodicos.puc-campinas.edu.br/bioikos/article/view/736. Acesso em: 05 jan. 2023.

IRGANG, B.E. & GASTAL JR, C.V.S. 1996. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Botânica/UFRGS, 290 pg

JENKINS, M. (2003) **Prospects for Biodiversity.** Science, 302, 1175-1177

KAUSHAL, P.; KUMAR, V.; SHARMA, H. K. **Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (Colocasia esculenta), rice (Oryza sativa) flour, pigeonpea (Cajanus cajan) flour and their blends.** LWT - Food Science and Technology, Amsterdam, v. 48, p. 59-68, 2012.

KISSMANN, K.G., GROTH, D. 1991. **Plantas infestantes e nocivas.** São Paulo: Basf Brasileira, p. 590-593.

LÓPEZ-VAN OOSTEROM, M. V.; OCON, C. S.; FERREIRA, A. C.; RODRIGUES-CAPÍTULO, A. **The diet of Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae) in its native habitat based on gut content and stable isotopes analysis.** Intropica, *[S. l.]*, v. 11, n. 1, p. 73–83, 2016. Disponível em: https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/1864. Acesso em: 22 jan. 2023.

MADEIRA, Paul T. *et al.* **The origin of Hydrilla verticillata recently discovered at a South African dam.** Aquatic Botany, v. 87, n. 2, p. 176-180, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFÓS, 1989,201p.

MARTÍN, Pablo R.; ESTEBENET, A.l.. **Interpopulation variation in life-history traits of Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae) in southwestern Buenos Aires Province, Argentina.** Malacologia, Argentina, v. 44, n. 1, p. 153-163, jan./2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286759892_Interpopulation_variation_in_life-history_traits_of_Pomacea_canaliculata_Gastropoda_Ampullariidae_in_southwestern_Buenos_Aires_Province_Argentina. Acesso em: 9 jan. 2023

MARTÍN, Pablo R.; ESTEBENET, A.l.; CAZZANIGA, Nestor J.. **Factors affecting the distribution of Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae) along its southernmost natural limit.** Malacologia, Argentina, v. 43, n. 1, p. 13-23, jan./2001.

MENDONÇA *et al*. **Metabolismo Respiratório do Molusco Anfíbio Pomacea lineata (Spix, 1827): Influência da Condição Alimentar no Consumo de Oxigênio do Animal Total e De Seu Músculo Radular.** HOLOS Environment, Araras, v. 2, n. 2, p. 208-219, nov./2002. Disponível em: https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/1211/1074. Acesso em: 28 dez. 2022.

PADIAL, AA., BINI, LM. and THOMAZ, SM., 2008. **The study of aquatic macrophytes in Neotropics: a scientometrical view of the main trends and gaps.** *Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, no. 4 (suplemento), p. 1051-1059.

PAHANG, K.T. P. N. *et al.,* **Feeding ecology and food preferences of Carcinoscorpius rotundicauda collected from the Pahang nesting grounds.** Sains Malaysiana, v. 41, n. 7, p. 855-861, 2012.

POMPÊO, Marcelo. **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas.** Oecologia brasiliensis, v. 12, n. 3, p. 5, 2008.

QIU, J.W. *et al.,*. 2011. **Consumption, survival and growth in the invasive freshwater snail Pomacea canaliculata: does food freshness matter?.** Journal of Molluscan Studies 77: 189–195.

SCIENCE. **Controlled hydroxylations of diterpenoids allow for plant chemical defense without autotoxicity**. Disponível em: https://www.science.org/doi/10.1126/science.abe4713. Acesso em: 20 mar. 2023.

SCULTHORPE, C.D. **The Biology of Aquatic Vascular Plants.** Edward Arnold Publishers, London, 1967.

SEUFFERT, Maria E.; MARTÍN, Pablo R.. **Distribution of the apple snail Pomacea canaliculata in Pampean streams (Argentina) at different spatial scales.** LIMNOLOGICA, Alemanha, v. 43, n. 2, p. 91-99, mar./2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0075

951112000333#aep-abstract-id8. Acesso em: 20 dez. 2022.

SILVA, C. V.; HENRY, R. **Aquatic macroinvertebrates associated with Eichhornia azurea (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil).** Brazilian Journal of Biology, v. 73, p. 149-162, 2013.

SURESH, G.; REDDY, P. P.; BABU, K. S.; SHAIK, T. B.; KALIVENDI, S. V. **Two new cytotoxic labdane diterpenes from the rhizomes of Hedychium coronarium.** Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, Oxford, v. 20, p. 7544–7548, 2010.

STRIPARI, N. de L.; HENRY, R. **The invertebrate colonization during decomposition of Eichhornia azurea Kunth in a lateral lake in the mouth zone of Paranapanema River into Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil).** Brazilian Journal of Biology, v. 62, p. 293-310, 2002.

TANAKA, K. *et al*. **Density-dependent growth and reproduction of the apple snail, Pomacea canaliculata: a density manipulation experiment in a paddy field.** Population Ecology, Japão, v. 41, n. 3, p. 253-262, jun./1999. Disponível em: https://esj-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1007/s101440050029. Acesso em: 8 jan. 2023.

TESSIER, C., CATTANEO, A., PINEL-ALLOUL, B., GALANTI, G. and MORABITO, G., 2004. **Biomass, composition and size structure of invertebrate communities associated to different types of aquatic vegetation during summer in Lago di Candia (Italy).** Journal of Limnology, vol. 63, no. 2, p. 190-198. http://dx.doi.org/10.4081/jlimnol.2004.190

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios.** Acta Limnologica Brasiliensia, Rio Claro, v. 10, n. 1, p. 103-116, jan./mar. 1998.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M.; SOUZA, M.C.; KITA, K.K. & CAMARGO, A.F.M. **Aquatic macrophytes of Itaipu Reservoir, Brazil: survey of species and ecological considerations.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 42, p. 15-22, 1999.

TRINDADE, Claudio Rossano Trindade et al. **Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do Campus Carreiros-FURG, Rio Grande, RS.** 2010.

WONG, P.K., Liang, Y.A.N., Liu, N.Y. and Qiu, J.W. 2010. **Palatability of macrophytes to the invasive freshwater snail Pomacea canaliculata: differential effects of multiple plant traits.** Freshwater Biology 55: 2023–2031.

FORMAÇÃO DE AGREGADOS DE *SYNECHOCOCCUS* SP. EM RESPOSTA AO CONTATO INDIRETO COM O PREDADOR *CERIODAPHNIA SILVESTRII*

Hiago Freire Oliveira, Isabela Giacomeli de Deus, Israel Cassiano de Oliveira, Jacqueline Vieira Gardellin, Príncia Grejo Setti & Vítor Hugo Palomo Pinheiro.

Tutores
Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo
O grupo das picocianobactérias compreende diminutos procariontes fotossintetizantes pelágicos distribuídos ao redor de todo o mundo, sendo as do gênero *Synechococcus* umas das mais abundantes tanto em água doce quanto marinha. Investigações recentes desenvolvidas em uma lagoa hipereutrófica nos pampas argentinos identificaram uma espécie de *Synechococcus* que forma agregados quando em contato com a água onde predadores de diferentes linhagens evolutivas estiveram presentes, achado que traz importantes implicações para o entendimento das teias tróficas aquáticas. Esses estudos abriram novas questões sobre se diferentes predadores produzem ou não sinais químicos semelhantes e se as picocianobactérias desenvolveram mecanismos de detecção específicos ou generalizados. Neste trabalho avaliamos se a referida espécie de *Synechococcus* mantém a resposta de agregação se exposta a supostos infoquímicos de *Ceriodaphnia silvestrii*, um cladócero sem registro de ocorrência na lagoa hábitat da alga, portanto um predador com o qual não ocorreu contato prévio.

Introdução
As picocianobactérias são organismos pelágicos distribuídos ao redor de todo o mundo e bastante comuns no plâncton de água doce e marinho (HUBER *et al.*, 2017; OSPINA-SERNA *et al.*, 2020), sendo as cianobactérias do gênero *Synechococcus* dominantes nesses meios aquáticos (PARTENSKY *et al.*, 1999; HAYASHI *et al.*, 2011). Sua distribuição cosmopolita coloca esse grupo numa posição de grande importância biogeoquímica e ecológica nos ambientes que ocupa, o qual tem sido cada vez mais estudado para o entendimento dos pré-requisitos genéticos e a evolução da fotoautotrofia (CROSBIE *et al.*, 2003).

Morfologicamente, as *Picocyanobacteria* costumam ser encontradas em formas unicelulares, bicelulares ou imersas em uma camada mucilaginosa, constituindo colônias e microcolônias (HUBER *et al.*, 2017). Todas essas formas podem coexistir no ambiente natural, conforme observado em ambientes como lagos rasos hipereutróficos (HUBER *et al.*, 2017).

Pouco ainda se sabe sobre a existência ou não de diferenças morfológicas entre as células de formas unicelulares, bicelulares e coloniais, bem como acerca do mecanismo de agregação e das implicações ecológicas e moleculares por trás dessas variações fenotípicas. Entretanto, os fatores que levam a essas formas de agregação têm sido testados, e foi recentemente demonstrado que a ocorrência de fenótipos coloniais pode ser induzida principalmente como uma resposta à pressão predatória, junto às condições luminosas na coluna d'água, ratificando a influência das condições ambientais sobre tais tipos de expressão fenotípica (OSPINA-SERNA *et al.*, 2020).

Testes recentes realizados por Ospina-Serna *et al.* (2020) demonstraram respostas de agregação em *Synechococcus* sp. ocorrendo mesmo sem o contato direto com o cladócero predador *Bosmina huaroniensis*, indicando que tal fenômeno pode ser induzido simplesmente pela presença de supostos vestígios químicos do predador na água. No entanto, os resultados fornecidos por esse estudo "abrem novas questões sobre se

diferentes predadores produzem os mesmos infoquímicos ou se, durante a história evolutiva, as picocianobactérias desenvolveram diferentes capacidades de detectá-los" (OSPINA-SERNA *et al.*, 2020).

Além disso, como a linhagem de *Synechococcus* sp. e os predadores utilizados no experimento foram isolados do mesmo corpo d'água (lagoa de Chascomús, Argentina), é provável que esta população de picocianobactérias tenha desenvolvido um mecanismo de defesa específico contra a comunidade local de predadores, isto é, uma estratégia para detectar os infoquímicos com os quais teve contato ao longo de sua história evolutiva particular naquela lagoa. Para testar a hipótese de que o mecanismo de defesa não é específico, pode-se reproduzir os procedimentos empregados no estudo referido, substituindo o predador por outro exótico.

Ceriodaphnia é um gênero de microcrustáceos cladóceros reconhecidamente representativo das espécies de zooplâncton e amplamente utilizados em ensaios ecotoxicológicos para a avaliação da qualidade da água (ABNT, 2017). Esse microrganismo, comum no Brasil, é um importante predador em vários micro-habitats aquáticos e não foi identificado na lagoa de Chascomús pelo grupo de estudos de Ospina-Serna et. al (2020). Levando isso em consideração, é possível que a resposta de agregação mucilaginosa de Synechococcus sp. não se efetive sob contato indireto com ceriodaphnia silvestrii, exibindo especificidade quanto aos sinais químicos de um determinado predador.

O objetivo do presente estudo foi analisar se há resposta comportamental de *Synechococcus* sp., via agregação mucilaginosa, quando exposto a supostos sinais químicos do predador *Ceriodaphnia silvestrii*, baseando-se nos procedimentos realizados por Ospina-Serna *et al.* (2020). Nesse contexto, a finalidade é avaliar se há uma resposta, específica ou não, de agregação a um infoquímico.

Materiais e métodos

Este estudo foi realizado em triplicata. Para análise do modelo presa-predador, foi utilizada cepa de *Synechococcus* sp e água de cultivo de 72h de *Ceriodaphnia silvestrii.* Cabe aqui ressaltar que ambos cultivos utilizados não são axênicos.

O cultivo de *Synechococcus* sp. é mantido em meio WC (GUILLARD; LORENZEN, 1972), sob luz quente de lâmpada fluorescente com intensidade aproximada de 50 µmol de fótons s^{-1} m^{-2}, num ciclo de 12:12 h (claro:escuro), a 23±1°C. Os indivíduos de *C. silvestrii* são mantidos em água reconstituída, sempre com abundância inicial de 70 indivíduos por litro, a 25 °C, sob luz fria de lâmpada fluorescente com intensidade de 800 lux num ciclo 12h:12h (claro: escuro) e alimentados com a clorofícea *Raphidocelis subcapitata*. Para livrar a água reconstituída dos animais e obter apenas o meio condicionado com infoquímicos, filtrou-se a água de um cultivo de 72h, com abundância inicial de ~$1.5x10^3$ indivíduos por mL, através de um filtro de fibra de vidro GF/F (Whatman) de 25 mm de diâmetro acoplado a uma seringa de plástico. O filtro foi previamente tratado em mufla a 450 °C durante 4 horas, a fim de eliminar qualquer contaminação por substâncias orgânicas.

Os ensaios de exposição indireta foram realizados em *falcons* de 15 mL de capacidade acondicionados em incubadoras BOD (Ethik Technology, modelos 411FPD) na temperatura de 24±0,2 °C e iluminação de fita LED de cor quente, em fotoperíodo de 12:12 h (claro: escuro). A intensidade luminosa foi de 180±20 µmol fótons s^{-1} m^{-2} e a concentração inicial de partículas (isto é, o conjunto de unicelulares, duplas e agregados) foi de $2,5.10^5$, determinada por citometria de fluxo (mais detalhes adiante).

Este trabalho contou com dois controles, além do tratamento. O primeiro controle (CA) foi feito com 8 mL de cultivo da picocianobactéria em meio WC (GUILLARD; LORENZEN, 1972), sem qualquer alteração. Esse controle permitiu analisar o

comportamento do organismo estudado quando não ameaçado. O segundo Controle (CB) foi feito com 6 mL de cultivo de *Synechococcus* sp. em meio WC junto a 2 mL de água reconstituída (ABNT, 2017). Com esse segundo controle foi possível analisar o comportamento da alga frente à alteração química do meio de cultivo. Para o tratamento com infoquímicos (Q) 6 mL de cultivo de *Synechococcus* sp. em meio WC foi posto junto a 2 mL de água reconstituída condicionada.

Imediatamente após a exposição (0h) e após 24h e 48h de exposição, uma amostra dos cultivos foi analisada em um citômetro de fluxo (FACSCalibur™, BD Biosciences), equipado com um laser azul (488 nm) de argônio ionizado de 15 mW. Foram utilizados o parâmetro SSC-H (dispersão lateral) para medir o tamanho das partículas e o parâmetro FL3-H (fluorescência vermelha, de clorofila) para distinguir as picocianobactérias das bactérias heterotróficas.

Os dados fornecidos pela citometria de fluxo foram processados no software FlowJo (BD Biosciences), permitindo verificar a presença, a concentração e o tamanho das formas não-agregadas (unicelulares e bicelulares) e agregadas de *Synechococcus* sp. através da aplicação de um modelo sobre os citogramas (Figura 1).

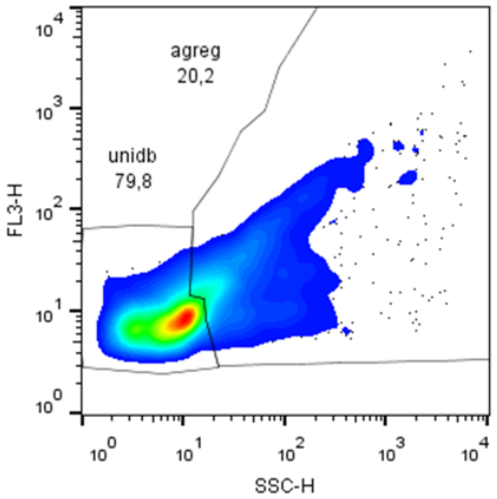


Figura 1. Modelo aplicado sobre o citograma de uma amostra. unidb: não-agregado (unicelular + bicelular); agreg: agregado.

Para validar a interpretação do modelo, examinaram-se duas amostras do tratamento Q e uma amostra de cada controle por microscopia de epifluorescência. Ao final do experimento, os cultivos foram fixados com solução de formol 4% e mantidas a -80°C até a análise em microscopia de epifluorescência. Para confecção das lâminas, 3 mL de cada amostra foram filtrados por uma membrana de PCTE 0,2 µm de 47 mm de diâmetro (GVS 1215612, Poretics™), em um aparato de filtração acoplado a uma bomba, em baixa pressão. Cada amostra foi analisada sob microscopia de epifluorescência (Zeiss axioplan 2- Alemanha) excitadas em luz azul (488 nm). Foram escolhidos 10 campos aleatórios e realizada a contagem do número de unidades uni e bicelulares, consideradas não-agregadas, e de unidades constituídas por três ou mais células, consideradas agregadas (Figura 2).

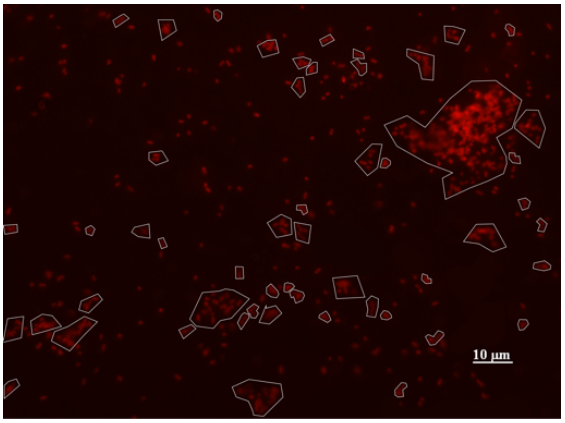


Figura 2. Fotografia do cultivo filtrado de *Synechococcus* sp. em microscopia de epifluorescência. Agregados estão destacados pelo contorno branco.

uma vez atestada normalidade por teste de Shapiro-Wilk.

Para a manipulação e tratamento das tabelas, foram utilizadas as bibliotecas *pandas* e *numpy*. Para o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, ANOVA one-way, Tukey HSD e regressões foi utilizado o módulo *stats* da biblioteca *scipy*. O teste t para verificação de diferenças significativas entre elas foi implementado localmente. A plotagem foi feita com *seaborn e matplotlib*. Todas as bibliotecas estão disponíveis para a linguagem de programação Python. O código completo da análise está disponível em: github.com/freireoliveira/behavioral-ecology

Tabela 1 – Equações das retas de regressão e valores de R^2 associados.

	Não-agregado		Agregado	
	Equação	R^2	Equação	R^2
CA	y = 1208,23x + 246707,28	0,381	y = -348,18x + 107439,7	0,419
CB	y = 1763,473x + 160439,16	0,735	y = -269,17x + 64879,2	0,305
Q	y = 647,6x + 189830,07	0,345	y = -765,2x + 84588,88	0,792

Com os dados em mãos, aplicou-se um modelo de regressão linear aos dados de concentração de formas agregadas e não-agregadas para cada tratamento. Com as equações lineares definidas, foi possível comparar as taxas de alteração da concentração de cada morfologia em função do tempo. Isso foi feito por meio da aplicação de um teste t aos modelos de regressão, segundo descrito por Cohen *et al.* (2003). Foram feitas comparações entre cada controle e o tratamento, totalizando duas análises comparativas.

Por fim, foram somadas as unidades de cada morfologia (agregado + não-agregado) em cada triplicata em cada tempo. Então, foram comparadas as concentrações totais em cada tempo por meio de ANOVA, com a aplicação do teste de Tukey HSD (*post–hoc)*,

Resultados

Os gráficos obtidos pelos modelos de regressão linear (Figura 3) comparam o padrão de alteração de concentração das classes agregado e não-agregado, estimando unidade/mL em cada hora. A Figura 3 revela que, em todas as situações, a concentração de agregados diminuiu e a concentração de não-agregados aumentou. Um olhar mais atento aos coeficientes angulares das retas (Tabela 1) revela que a taxa de aumento do número de não-agregados é quase metade daquela nos controles, enquanto que a taxa de redução do número de agregados em Q é quase o dobro daquela nos controles.

A comparação dos *slopes* das regressões, por teste t (COHEN *et al.*, 2003), forneceram os seguintes resultados para agregados:

- Q-CA: t=1,947, p=0,191
- Q-CB: t=2,087, p=0,172
- CA-CB: t=0.226 p=0,842.

E para não-agregados:

- Q-CA: t=0.833, p=0,493
- Q-CB: t=2,132, p=0,166
- CA-CB: t=0,785, p= 0,515.

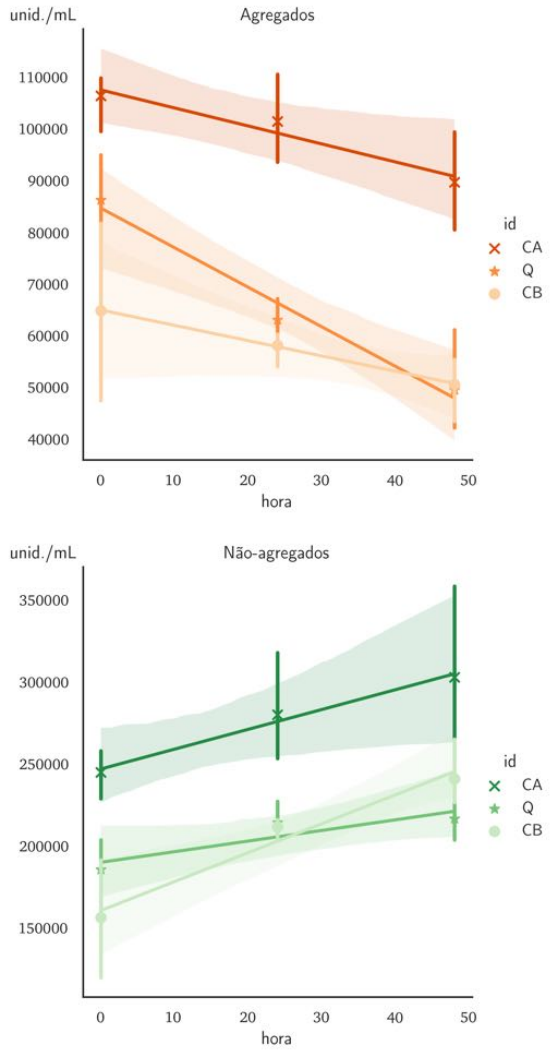


Figura 3. Gráficos da regressão linear de cada morfologia em unidades.mL^{-1}.h^{-1}. Cada ponto representa a média das tréplicas; as barras, o erro padrão da distribuição das tréplicas; e o sombreado indica o intervalo de confiança da regressão (95%, dois desvios-padrão). a) gráfico da regressão de agregados; b) gráfico da regressão de não-agregados

Em relação às razões entre agregados e não-agregados, observou-se uma diminuição dos valores ao longo do tempo, para os controles e o tratamento (Figura 4). O teste de Tukey, em 0h, demonstrou uma diferença significativa entre Q-CA (p=0,026) e Q-CB (p=0,002). Em 24h, foi observado uma diferença significativa entre CA-CB (p=0,009) e Q-CA (p=0,029). E em 48h, foi observada diferença significativa entre CA-CB (p=0,025).

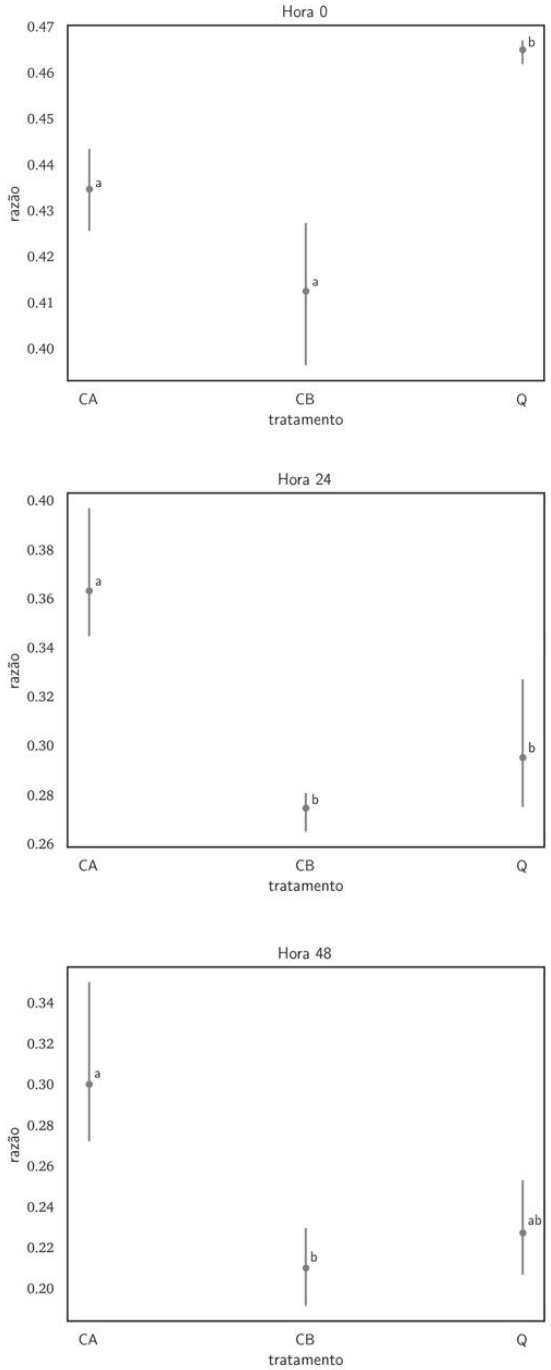


Figura 4. Gráficos das razões entre agregados e não agregados para controles e tratamento em cada tempo, com três pontos (cada ponto

representa a média das triplicatas realizadas para controles e tratamento) com seus respectivos intervalos de confiança (95%, dois desvios-padrão). Letras denotam grupos estatisticamente diferentes.

No que diz respeito às concentrações totais, observou-se aumento das concentrações nos controles, mas não no tratamento (Figura 5). Apesar desses indícios, é importante enfatizar que análise de variância não apontou diferença significativa entre os tempos em nenhum dos tratamentos (CA: p=0,530; CB: p=0,110; Q: p=0,892).

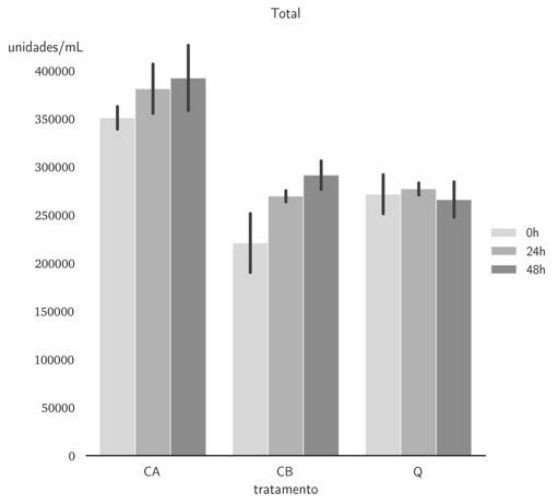


Figura 5. Gráfico das concentrações totais em cada tempo agrupadas em controles e tratamento. A barra representa o acumulado médio das triplicatas com seus respectivos intervalos de confiança (95%, dois desvios-padrão).

Discussão

Retomando a hipótese proposta, esperava-se que, se a detecção do infoquímico não ocorresse de forma específica, em decorrência do contato ao longo de sua própria história evolutiva, a exposição indireta de *Synechococcus* sp. a *C. silvestrii* desencadearia a resposta de agregação – o que não foi constatado. Em outras palavras, é provável que o infoquímico de *B. huaroniensis* seja diferente do infoquímico de *C. silvestrii* pois, caso contrário, a população de *Synechococcus* sp. se agregaria para se defender de ambos predadores. Sendo um novo infoquímico, a picocianobactéria não possui a maquinaria celular adequada para detectá-lo e desencadear a formação de colônias.

Por outro lado, curiosamente, o contato indireto com *C. silvestrii* promoveu a diminuição mais acentuada no número de agregados e aumento mais sutil do número de não-agregados, uma resposta diametralmente oposta àquela observada nos experimentos de Ospina-Serna *et al*. (2020). Aqui é importante mencionar que o mecanismo de agregação dessa espécie de *Synechococcus* sp. não é conhecido – não se sabe se as colônias se formam a partir da multiplicação de uma única célula-mãe ou a partir da aderência entre várias unidades unicelulares – e tampouco se sabe se é capaz de "desagregar" (formas unicelulares se originando a partir de colônias). Assim, em primeiro momento, não é possível estabelecer se o aumento observado no número de não-agregados, acompanhado do decréscimo de agregados, é consequência de uma desintegração de colônias ou da proliferação de formas uni e bicelulares.

No que diz respeito ao decréscimo das razões com o tempo, tendo em vista os coeficientes angulares obtidos com as regressões para controles e tratamento, pode-se afirmar que tal decréscimo se dá por dois motivos: tanto o aumento na concentração de não agregados quanto a diminuição da concentração de agregados, porém a importância de cada um desses fatores variou nos grupos. No caso dos controles, a razão diminui principalmente pelo crescimento da concentração de não-agregados, o qual ocorre em uma taxa superior ao decréscimo da concentração de agregados (CA 1208x : -348x, CB 1763x : -296x), ou seja, o crescimento se dá em uma ordem de grandeza acima que o decréscimo. Já no caso do tratamento, as taxas de crescimento de não agregados e decrescimento de agregados estão na mesma ordem de grandeza (Q 642x : -765x), ou seja, ambos contribuem para a diminuição da razão. Desse modo, a taxa de crescimento da

concentração de não-agregados foi um fator mais relevante para a diminuição da razão nos controles. Por outro lado, a taxa de decréscimo de concentração de agregados no tratamento tem mais efeito sobre a razão do que nos controles, indicando um comportamento potencialmente destoante dos controles (pois não foi constatada diferença significativa).

Nesse contexto, examinar as informações de concentração total de partículas (figura 5) pode ser esclarecedor. Caso fosse verificada uma redução geral, poderia ser atribuída uma taxa de mortalidade aumentada para todas as morfologias de *Synechococcus* sp. No entanto, nota-se que as concentrações se mantêm estatisticamente iguais com o passar do tempo. Dessa forma, uma explicação plausível para a resposta observada seria a mudança na composição morfológica da população, ou seja, um possível desmembramento de pequenos agregados em formas uni e bicelulares – acompanhada de uma taxa de mortalidade equiparável, o que produz a estabilidade observada no número total de unidades (figura 5). Isso faz sentido tendo em vista que a citometria de fluxo não consegue detectar grandes colônias (como uma bem maior que 10µm presente na figura 2). Portanto, os agregados detectados são menores e, ao se desfazerem (reduzirem pela metade), produzem novas células e/ou duplas (que dobraram em quantidade). Outro dado que pode corroborar essa ideia é a rápida transição da razão em Q de 0.4649 (0h) para 0.2269 (48h), uma redução pela metade. Apesar de o mesmo acontecer em CB, esse evento pode ser explicado pelo expressivo aumento de não-agregados.

Entretanto, por que os agregados de *Synechococcus* sp. estariam se desmanchando em contato indireto com *C. silvestrii*? Este cladócero é eficiente em predar bactérias e o ultraplâncton (HESSEN, 1985; BOGDAN; GILBERT, 1984). Portanto, formas coloniais teriam vantagem adaptativa sobre formas uni ou bicelulares frente à predação, e desagregar-se nesse cenário representaria uma maladaptação. Sendo assim, podemos interpretar a desagregação como uma estratégia de otimização da predação ao invés de uma estratégia defensiva da presa, ou seja, o estímulo à desagregação seria um processo empregado pelo zooplâncton a fim de obter alimento mais facilmente. Esse estímulo poderia ser efetuado pelo próprio infoquímico ou outra substância co-ocorrente.

Novamente, a origem e a natureza de tais infoquímicos e o mecanismo celular de detecção e resposta de agregação permanecem um desafio para a pesquisa científica, e investigações nesse sentido serão bastante valiosas.

Conclui-se que a hipótese nula não foi falseada, isto é, não foi possível encontrar evidências para se afirmar que a resposta de agregação de *Synechococcus* sp. a *B. huaroniensis* não é específica. Em adição, pode-se afirmar que *Synechococcus* sp. apresentou um comportamento de provável desagregação com a exposição a infoquímicos (aproximadamente o dobro dos controles). Por fim, é possível concluir que cladóceros provavelmente apresentam dois sistemas químicos distintos reconhecíveis por *Synechococcus*: um indutor de desagregação e outro indutor de "imunidade" à desagregação, embora não exatamente idênticos entre os grupos, o que permitiria a corrida armamentista como a observada entre *Synechococcus* e *B. huaroniensis*.

Agradecimentos

Aos pesquisadores Cínthia Bruno de Abreu e Renan Castelhano Gebara, que cederam gentilmente *Ceriodaphnia silvestrii*, mantidos no Laboratório de Plâncton, do Departamento de Hidrobiologia da UFSCar.

À Profa. Drª. Inessa Lacativa Bagatin que cedeu gentilmente a Cepa de *Synechococcus* sp. mantida pelo Laboratório de Ficologia, do Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), sob o número de registro CCMA-UFSCar 712.

Agradecimentos especiais ao Prof. Dr Hugo Sarmento, o qual acompanhou e ajudou no desenvolvimento do projeto em questão.

Referências

ABNT. Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com Ceriodaphnia spp (Crustacea, Cladocera) Aquatic ecotoxicology — Chronic toxicity — Test method with Ceriodaphnia spp (Crustacea, Cladocera). **ABNT NBR BRASILEIRA**, 20 pp**.** Disponível em:<https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/joaquimgoncalvesmachadoneto/nbr13373-2017-toxic-cronica-ceriodaphnia.pdf>.

BOGDAN, K. G.; GILBERT, J. J. Body size and food size in freshwater zooplankton. Proceedings of the National Academy of Sciences, [s. l.], v. 81, n. 20, p. 6427–6431, 1984. Disponível em: <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.81.20.6427>.

COHEN, J., COHEN, P., WEST, S.G., AIKEN, L.S. (2003). Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences (3rd edition). Mahwah, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

CROSBIE, N. D.; PÖCKL, M.; WEISSE, T. Rapid establishment of clonal isolates of freshwater autotrophic picoplankton by single-cell and single-colony sorting. **Journal of Microbiological Methods**, [s. l.], v. 55, n. 2, p. 361–370, 2003. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167701203001672>. Acesso em: 3 jan. 2023.

HAYASHI, S.; ITOH, K.; SUYAMA, K. Growth of the Cyanobacterium Synechococcus leopoliensis CCAP1405/1 on Agar Media in the Presence of Heterotrophic Bacteria. **Microbes and Environments**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 120–127, 2011. Disponível em: <http://www.jstage.jst.go.jp/article/jsme2/26/2/26_ME10193/_article>. Acesso em: 11 jan. 2023.

HESSEN, D. O. Filtering Structures and Particle Size Selection in Coexisting Cladocera. Oecologia, v. 66, n. 3, p. 368–372, 1985. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4217638>.

HUBER, P.; DIOVISALVI, N.; FERRARO, M.; METZ, S.; LAGOMARSINO, L.; LLAMES, M. E.; ROYO-LLOCH, M.; BUSTINGORRY, J.; ESCARAY, R.; ACINAS, S. G.; GASOL, J. M.; UNREIN, F. Phenotypic plasticity in freshwater picocyanobacteria. **Environmental Microbiology**. v. 19, n. 3, p. 1120–1133, 2017.

OSPINA-SERNA, J.; HUBER, P.; ODRIOZOLA, M.; FERMANI, P.; UNREIN, F. Picocyanobacteria aggregation as a response to predation pressure: direct contact is not necessary. **FEMS Microbiology Ecology**. V. 96, 2020.

PARTENSKY, F.; BLANCHOT, J.; VAULOT, D. Differential distribution and ecology of Prochlorococcus and Synechococcus in oceanic waters: A review. **Bull. Inst. Oceanogr**. v. 19, p. 457–475, 1999. Disponível em: <https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-02/010019788.pdf>. Acesso em 11 jan. 2023.

PALATABILIDADE E O CRIPTISMO COMO ADAPTAÇÕES DE DEFESA E A ASSOCIAÇÃO COM A FORMAÇÃO DE IMAGEM DE BUSCA EM AVES

Carolina Targon Tiberio, Denilson Barbosa de Araújo, Isabella da Silva Pinto, Michelen Alcino de Mello

Tutores: Mariane Paduin Ferreira e Hugo Sarmento

Resumo

O comportamento alimentar nas aves é estabelecido por diversos fatores, sendo estudado no presente trabalho a palatabilidade e a formação da imagem de busca. Com base em entendimentos sobre a preferência alimentar das aves, este projeto se propôs a determinar se o criptismo e a impalatabilidade são adaptações de defesa eficientes. Foram utilizados 48 indivíduos de *Gallus domesticus* submetidos de forma aleatória a quatro tratamentos, sendo eles: críptico palatável, críptico impalatável, conspícuo palatável e conspícuo impalatável. O número de bicadas pelo tempo foi computado em gráficos pelo *software* Sigma Plot 11. Constatou-se que os alimentos crípticos foram percebidos mais tardiamente que os conspícuos e também apresentaram, assim como os alimentos impalatáveis, menos bicadas, evidenciando o criptismo e a impalatabilidade como importantes adaptações de defesa.

Introdução

Para avaliar o comportamento animal é preciso utilizar alguns parâmetros que sejam familiares ao comportamento do mesmo na natureza. A palatabilidade pode ser definida como uma característica dos alimentos que estimulam o comportamento de deglutição nos animais (HEADY, 1964). As aves aparentemente decidem ingerir os alimentos que bicam por meio das células táteis na boca, baseando-se na refletividade e no sabor, mesmo que possuam um número baixo de papilas gustativas (NEVES, 2014). Neste sentido, parece razoável tornar a palatabilidade um parâmetro para medir seu comportamento alimentar.

A formação de uma imagem de busca também parece ser um dos principais fatores que determinam o forrageio das aves. O tamanho do alimento, conspicuidade, quantidade disponível e a palatabilidade fazem parte do *hall* de variáveis que uma ave deve analisar para decidir bicar ou não sua presa. Isso demonstra uma ação de peneiramento altamente seletiva dos estímulos visuais na retina das aves, considerando que vivem em ambientes altamente complexos visualmente (TINBERGEN, 1960). Apesar disso, como exatamente ocorre, a prospecção e a qualificação desses estímulos pelos centros neurais ainda é desconhecido.

Predadores sem respostas inatas a sinais de alerta precisam aprender a associar o sinal de alerta (estímulo condicionado) com a falta de palatabilidade (estímulo incondicionado) durante encontros com presas aposemáticas (Järvi *et al*., 1981; Apesar de domesticados, os frangos de granja não parecem ter perdido suas habilidades de forrageio. Cardoso, 1997; Exnerová *et al*., 2007). Para serem eficazes, os sinais aposemáticos devem acelerar o aprendizado para evitar, prevenir ou retardar o esquecimento e facilitar o reconhecimento preciso da presa (Ruxton *et al.*, 2004).

Poulton (1890) cunhou o termo “coloração aposemática” ou de advertência para descrever o fenômeno presente em borboletas e outros insetos intragáveis que geralmente apresentam cores vivas e contrastantes. Essas cores podem sinalizar algo desagradável ou perigoso para os predadores. Vários estudos realizados nas últimas décadas confirmam que as espécies pouco palatáveis - aquelas com coloração em tons de vermelho, amarelo, laranja e preto - são mais facilmente detectadas, identificadas e lembradas pelos predadores em comparação com as presas com coloração críptica (Ruxton *et al*., 2004; Mappes *et al*., 2005).

Animais aposemáticos utilizam sinais conspícuos para anunciar seus mecanismos de defesa aos predadores (Poulton, 1890; Ruxton *et al.*, 2004). Alguns predadores possuem tendências inatas contra esses sinais, como cores e odores específicos por ser uma estratégia evolutivamente estável (Smith, 1975; Schuler e Hesse, 1985; Roper, 1990; Rowe e Guilford, 1996).

Geralmente, borboletas palatáveis que não imitam os modelos intragáveis apresentam uma coloração críptica (Cott, 1940; Edmunds, 1974).

O termo críptico foi utilizado por Poulton (1890) para descrever as cores pretendidas para "realizar a camuflagem". Cott (1940) utiliza o termo "aparência críptica" para se referir às "alterações na estrutura, cor, padrão e comportamento". A definição dos termos criptismo e críptico por Edmunds (1974) é em relação à incapacidade de predadores detectarem suas presas.

Este trabalho, portanto, avaliou a compensabilidade do criptismo e da impalatabilidade como adaptações de defesa no comportamento animal em relação à formação da imagem de busca associada à palatabilidade dos frangos de corte (*G. domesticus*) em um experimento simples em cativeiro utilizando alimentos crípticos, conspícuos e alimentos palatáveis e impalatáveis, verificando o número de bicadas dos filhotes pelo tempo.

Materiais e métodos

A coleta de dados foi realizada em uma granja localizada no município de Guatapará. Foram utilizados 48 indivíduos na idade de 12 semanas, submetidos aleatoriamente e em duplas a 4 tratamentos distintos: críptico palatável, críptico impalatável, conspícuo palatável e conspícuo impalatável. Segundo Dawkins (1971), os pintinhos só se alimentam aos pares, por isso eles foram separados em duplas.

Para a realização do experimento, foi utilizado como alimento o milho em formato de quirera. Na preparação da arena de testes foi utilizada uma caixa organizadora de 45 L, onde o fundo foi coberto por uma folha de EVA na cor verde. Nas folhas de EVA também foram coladas pedras decorativas de aquário na cor verde, com tamanho próximo dos grãos de quirera, com a intenção de dificultar a formação da imagem de busca na ave. A preparação da alimentação que seria dada aos pintinhos se deu tingindo a quirera coloração conspícua utilizando um corante alimentício vermelho para destacar o alimento do fundo verde, mas sem alterar o sabor, somente a coloração dos grãos. Os grãos de coloração críptica foram tingidos de verde com a mesma finalidade. Para preparar os grãos impalatáveis, uma parte das quireras crípticas e conspícuas foram mergulhadas em água tônica, a fim de adquirir sabor amargo a partir da quinina presente nessa substância.

Logo após, cada porção de grão foi disposta na arena de teste separadamente para a realização de seu determinado tratamento.

A coleta de dados foi realizada segundo a metodologia de animal focal, a qual consiste na observação de um indivíduo, dupla ou ninhada em relação a um determinado comportamento por um tempo pré-estabelecido (CASTRO, 2010). Neste trabalho foram observados e contabilizados os comportamentos de bicada nos grãos de quirera dos respectivos tratamentos, durante 10 minutos, em seis repetições de cada tratamento. Portanto, cada dupla foi observada por 10 minutos, onde cada bicada nos grãos foi contabilizada com auxílio de um *software* de autoria própria feito em linguagem *Python* para marcação que contabilizava cada bicada em relação ao tempo exato em segundos em que ela ocorreu.

Os resultados foram plotados em gráficos de frequência de bicadas em relação ao tempo no programa SigmaPlot 11.0, onde a partir da inclusão dos dados foram gerados gráficos comparativos nos quais podemos observar a diferença do número de bicadas em função do tempo em segundos entre cada tratamento.

Resultados

Avaliando os resultados em relação ao criptismo e conspicuidade, podemos observar nos gráficos 1 e 2 que o alimento conspícuo obteve a atenção dos animais mais rapidamente e apresentou um número total de bicadas maior que o alimento críptico, independente da palatabilidade.

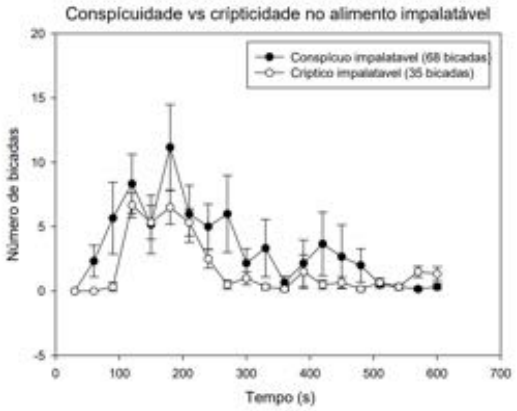


Gráfico 1: Comparação gráfica do número de bicadas em grãos impalatáveis conspícuos (em preto) e crípticos (em branco). Fonte: elaborado pelos autores.

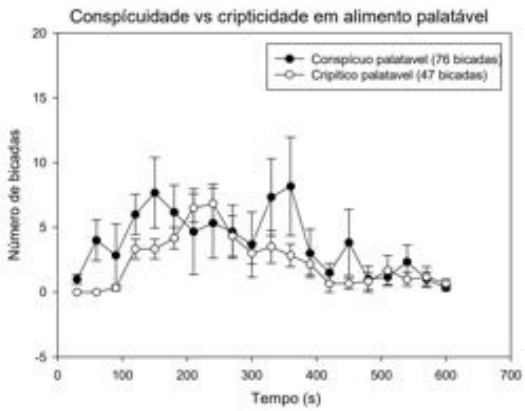


Gráfico 2: Comparação gráfica do número de bicadas em grãos palatáveis conspícuos (em preto) e crípticos (em branco). Fonte: elaborado pelos autores.

Ao analisar os dados em relação à palatabilidade, o gráfico 3 não demonstra haver uma diferença evidente entre o interesse das aves por alimentos palatáveis e impalatáveis. Porém, ao observar o gráfico 4, fica evidente a preferência alimentar das aves por alimentos palatáveis em detrimento aos impalatáveis, pois, mesmo que estes tenham sido percebidos simultaneamente, apresentaram uma queda significativa após alguns minutos, enquanto o alimento palatável apresentou um ligeiro aumento na frequência de bicadas.

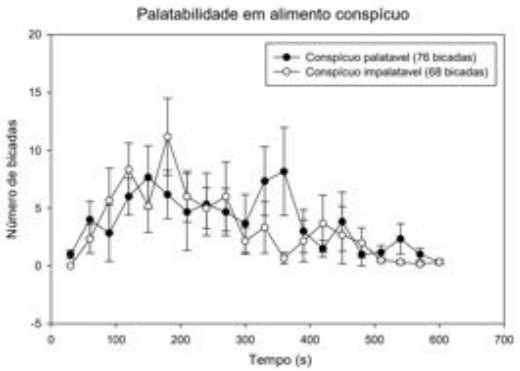


Gráfico 3: Comparação gráfica do número de bicadas em grãos conspícuos palatáveis (em preto) e impalatáveis (em branco). Fonte: elaborado pelos autores.

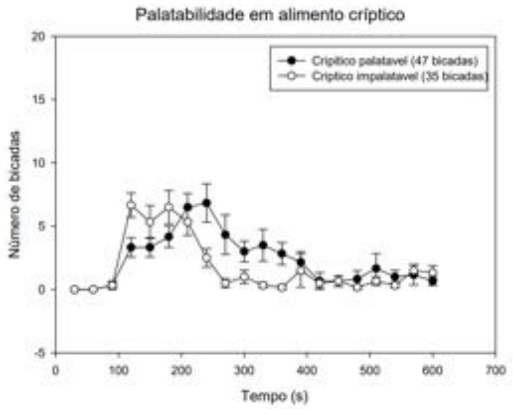


Gráfico 4: Comparação gráfica do número de bicadas em grãos crípticos palatáveis (em preto) e impalatáveis (em branco). Fonte: elaborado pelos autores.

A partir da visualização do gráfico 5, inferimos que o tratamento conspícuo impalatável foi percebido mais cedo e obteve um número de bicadas total maior que o tratamento críptico palatável.

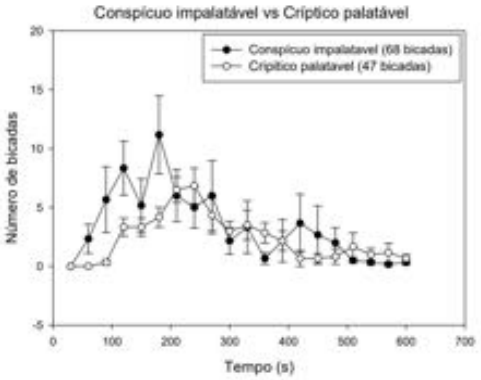


Gráfico 5: Comparação gráfica do número de bicadas em grãos conspícuos

impalatáveis (em preto) e grãos crípticos palatáveis (em branco). Fonte: elaborado pelos autores.

Já o gráfico 6 demonstrou que o tratamento críptico impalatável, além de apresentar menores valores totais de bicadas entre todos os tratamentos, foi percebido posteriormente em relação ao tratamento conspícuo palatável.

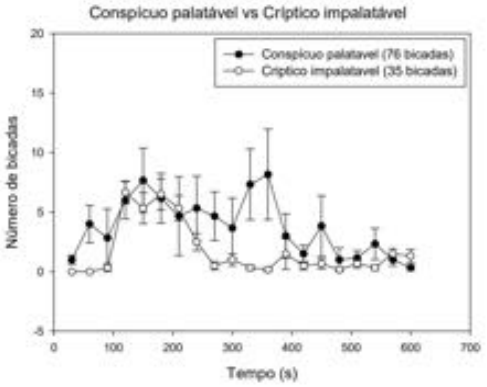


Gráfico 6: Comparação gráfica do número de bicadas em grãos conspícuos palatáveis (em preto) e grãos crípticos impalatáveis (em branco). Fonte: elaborado pelos autores.

Discussão

Os resultados apresentados pelos gráficos 1 e 2 confirmam a hipótese de que alimentos crípticos são predados mais lentamente e em menor escala que os alimentos conspícuos. Tal afirmação evidencia o criptismo como uma importante adaptação de defesa contra predadores, a fim de dificultar o reconhecimento e a detecção da presa no ambiente (MARTIN, 2009). Assim como evidenciado pelo experimento de Tinbergen (1960) que confirmou a maior eficácia do reconhecimento de presas conspícuas no meio ao facilitar a formação da imagem de busca do predador e, portanto, a predação da presa. Entretanto, a cripticidade em uma presa dificulta a formação dessa imagem, impactando negativamente nos índices de predação, como evidenciado pelos nossos dados.

Ainda que o gráfico 3 não forneça dados suficientes, os resultados presentes no gráfico 4 corroboram a hipótese da influência da impalatabilidade sobre o número de bicadas das aves. Associando esse número à taxa de predação de determinada espécie, fica claro que a presença de substâncias impalatáveis na presa diminui a incidência de predação. Tal afirmação reforça a importância deste fator como sistema de defesa em várias espécies animais. Nas aves, a presença de substâncias amargas como a quinina age diretamente na sua preferência alimentar, as quais preferem alimentos doces e proteicos (CHEEKE, 1983). Em próximas pesquisas pode-se avaliar se as aves apresentam algum mecanismo de aprendizado em relação aos sinais de alerta que o alimento apresenta.

Os dados do gráfico 5 salientam ainda a disparidade entre a utilização da impalatabilidade como estratégia defensiva em relação ao criptismo. Podemos visualizar uma diferença de 30% no número de bicadas nos grãos crípticos (68 bicadas) em relação aos grãos impalatáveis (47 bicadas), apontando a possibilidade da superioridade do criptismo em relação à impalatabilidade como estratégia defensiva contra a predação, porém, carecendo de estudos comparativos na área.

Ademais, o gráfico de número 6 demonstra que a associação da impalatabilidade e do criptismo como estratégias conjuntas de defesa obtêm em conjunto melhores resultados contra a predação, em comparação ao uso destes sistemas de defesa isoladamente.

Portanto, podemos concluir que as hipóteses iniciais de que alimentos crípticos seriam mais difíceis de serem encontrados e menos bicados, e a hipótese de que os alimentos palatáveis seriam mais ingeridos do que os impalatáveis, foram corroboradas pelos resultados obtidos.

As informações aqui relatadas demonstram que o criptismo e a conspicuidade são fatores relevantes na formação da imagem de busca das aves e influenciam na sua preferência alimentar.

Neste contexto, tanto o criptismo quanto a impalatabilidade são sistemas de defesa eficazes usados por organismos para evitar a predação, visto que o criptismo permite camuflagem no ambiente, enquanto a impalatabilidade faz com que as potenciais presas se tornem desagradáveis ou tóxicas aos predadores. Neste caso conclui-se que pode ocorrer uma relação de corrida

armamentista evolutiva do tipo "presa-predador", onde pode ocorrer uma evolução mútua dos dois, pois um aumento nos "armamentos evolutivos" de um dos extremos faz com que o outro também aumente em resposta.
Ambos os sistemas evoluem em resposta à pressão seletiva da predação e conseguem reduzir a taxa de predação em suas populações. Entretanto, a eficácia desses sistemas de defesa pode variar dependendo do ambiente e da presença ou ausência de predadores específicos.

Agradecimentos

Agradecemos ao proprietário da fazenda em Guatapará, que nos cedeu os animais para a realização do trabalho, ao professor Hugo Sarmento e à tutora Mariane Paduin Ferreira.

Referências

CHEEKE, P. R.; POWLEY, J. S.; NAKAUE, H. S.; and ARSCOTT, G. H.. Feed preference responses of several avian species fed alfalfa meal, high- and low-saponin alfalfa, and quinine sulfate. **Canadian Journal of Animal Science.** 63(3): 707-710. 1983 https://doi.org/10.4141/cjas83-080

CARDOSO, MÁRCIO ZIKÁN. Testing chemical defence based on pyrrolizidine alkaloids. **Animal behaviour**, v. 54, n. 4, p. 985-991, 1997.

CASTRO, C. S. S. **PESQUISA COM PRIMATAS EM AMBIENTE NATURAL: TÉCNICAS PARA COLETA DE DADOS ECOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS**. Natal: [s.n.].

COTT, Hugh B. Adaptive coloration in animals. 1940.

DAWKINS, M. Perceptual changes in chicks: Another look at the 'search image' concept. **Animal Behaviour**, v. 19, n. 3, p. 566–574, 1 ago. 1971.

EDMUNDS, Malcolm. **Defence in animals: a survey of anti-predator defences**. Longman Publishing Group, 1974.

EXNEROVÁ, Alice *et al.* Avoidance of aposematic prey in European tits (Paridae): learned or innate?. **Behavioral Ecology**, v. 18, n. 1, p. 148-156, 2007.

HEADY, H. F. Palatability of Herbage and Animal Preference. **Journal of Range Management**, v. 17, n. 2, p. 76, mar. 1964.

JÄRVI, Torbjörn; SILLÉN-TULLBERG, Birgitta; WIKLUND, Christer. The cost of being aposematic. An experimental study of predation on larvae of Papilio machaon by the great tit Parus major. **Oikos**, p. 267-272, 1981.

MAPPES, Johanna; MARPLES, Nicola; ENDLER, John A. The complex business of survival by aposematism. **Trends in ecology & evolution**, v. 20, n. 11, p. 598-603, 2005.

MARTIN, S., SAMI, M., 2009. Animal camouflage: current issues and new perspectives. Phil. Trans. R. Soc. B364423–427. http://doi.org/10.1098/rstb.2008.0217

NEVES, D. P.; BANHAZI, T. M.; NÄÄS, I. A. Feeding behaviour of broiler chickens: A review on the biomechanical characteristics. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, v. 16, n. 2, p. 1–16, 2014.

POULTON, Edward Bagnall. **The colours of animals: their meaning and use, especially considered in the case of insects**. D. Appleton, 1890.

ROPER, T. J. Responses of domestic chicks to artificially coloured insect prey: effects of previous experience and background colour. **Animal Behaviour**, v. 39, n. 3, p. 466-473, 1990.

ROWE, Candy; GUILFORD, Tim. Hidden colour aversions in domestic chicks triggered by pyrazine odours of insect warning displays. **Nature**, v. 383, p. 520-522, 1996.

RUXTON, G. D.; SHERRATT, T. N.; SPEED, M. P. Avoiding attack: the evolutionary ecology of crypsis, warning signals and mimicry 2004Oxford University Press. **New York, NY**.

SCHULER, Werner; HESSE, Elke. On the function of warning coloration: a black and yellow pattern inhibits prey-attack by naive domestic chicks. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 16, p. 249-255, 1985.

SMITH, Susan M. Innate recognition of coral snake pattern by a possible avian predator. **Science**, v. 187, n. 4178, p. 759-760, 1975.

STEVENS, M., & Merilaita, S. (2009). Animal camouflage: current issues and new perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 364(1516), 423–427. doi:10.1098/rstb.2008.0217

TINBERGEN, L. THE NATURAL CONTROL OF INSECTS IN PINEWOODS. **Archives neerlandaises de zoologie**, v. 13, n. 3, p. 265–343, 1960.

EXISTE DIFERENÇA NA SELEÇÃO DE HÁBITAT ENTRE ESPÉCIES DE ABELHAS URBANAS NA UFSCAR?

Ana Eliza Rizziolli Martins, Emanuel Vitor Ferreira dos Santos, Gabriel Devecchi de Souza, Julia Perera Nociti, Thais Fernanda Carlos

Tutores: Mariane Paduin Ferreira e Hugo Sarmento

Resumo

Visto que as florestas originais que abrigam abelhas nativas sem ferrão estão sendo degradadas e ocupadas, é de grande importância que análises da distribuição destes organismos se intensifiquem, uma vez que a antropomorfização do ambiente natural afeta negativamente a polinização por reduzir o número de polinizadores disponíveis (FIERRO et al., 2012). Por isso, estudos são cada vez mais relevantes pela necessidade de otimização dos programas de conservação para o manejo de abelhas em ambientes urbanos e naturais. Este trabalho tem como objetivo entender o comportamento de seleção de habitat em relação à escolha do local de nidificação das espécies de indivíduos da espécie *Partamona helleri* e *Tetragonisca angustula.* Doravante, com base nos dados coletados e nos testes estatísticos avaliados, observa-se que somente a altura apresentou diferenças significativas para a seleção do habitat. A temperatura não apresentou diferença significativa. A diferença indicada pela altura mostra a necessidade de mais estudos para a compreensão da disparidade desse comportamento entre essas abelhas.

Introdução

Os meliponíneos, popularmente conhecidos como abelhas 'sem ferrão', formam o grupo das abelhas nativas que possuem apenas ferrão vestigial, devido ao seu tamanho reduzido e sua falta de funcionalidade para defesa. As abelhas deste grupo são eussociais, devido à formação de ninhos perenes com uma única fêmea fértil e ativa, a rainha, muitas operárias e machos reprodutivos (MICHENER, 1974). Cada espécie varia amplamente seus comportamentos, como a quantidade de enxameamento, locais de nidificação, estrutura dos discos de criação e melgueiras, dentre outros comportamentos e estruturas (LAPIDGE; OLDROYD; SPIVAK, 2002). A espécie *Tetragonisca angustula* (popularmente chamada de jataí), por exemplo, constroem ninhos dentro de cavidades pré-condicionadas por outros animais ou intempéries ambientais em árvores, solo ou construções humanas. Já a espécie *Partamona helleri* (popularmente chamada de boca de sapo), constrói seus ninhos externamente ao substrato, fixos em árvores, rochas ou, até mesmo em construções humanas. Cada espécie de abelha possui uma entrada característica para dentro da colmeia, como os pitos finos e alongados em *T. angustula* ou as grandes entradas expostas e em forma de boca de sapo das *P. helleri* (BATISTA e RAMALHO, 2003).

O objetivo deste trabalho foi investigar se existe diferença na seleção de habitat entre as espécies de abelhas *Partamona helleri* e *Tetragonisca angustula* analisando se variáveis como temperatura, altura e substrato são fatores que influenciam a escolha dos locais de nidificação (IWAMA, 1977).

Há a hipótese de que as abelhas nidificam com maior frequência em substratos artificiais, visto que conseguem reter a temperatura de forma mais eficiente que os substratos naturais, somado pela possível ausência desses substratos naturais em condições ideais para nidificação (IWAMA, 1977). Além disso, a distribuição de hymenoptera no ambiente pode e deve ser avaliada não só horizontalmente, mas também verticalmente. A estratificação vertical indica variação não só das abelhas, e pode estar relacionada a variação de temperatura, composição alimentar, faunística e ambiental que geram novos microclimas, portanto, comportamentos distintos em relação à altura de nidificação em espécies diferentes (MORATO, 2001).

O presente estudo analisou a distribuição de ninhos das duas espécies de abelhas no campus da Universidade Federal

de São Carlos (UFSCar), e em quais substratos estes estavam fixados, avaliando a influência da altura e temperatura na escolha do local de nidificação.

Materiais e métodos

As colmeias de abelhas foram identificadas por meio de uma busca extensiva em áreas semi urbanas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), com auxílio de aplicativos de geolocalização (Figura 1).

A aferência de temperatura foi feita por meio de um termômetro digital a laser com tecnologia infravermelho da marca Mestek, modelo IR03A. A emissividade ajustável do aparelho nos permitiu padronizar a coleta. Os valores de emissividade (ε) para os diferentes substratos são: Concreto 0,95; Ferro 0,70; Madeira 0,93; Tijolo 0,97. A aferência foi realizada nos intervalos de 11h às 13h e 15h às 17h, ao longo de quatro dias consecutivos. Também foi registrado a altura da entrada da colméia em relação ao solo, para tal, foi utilizado trena.

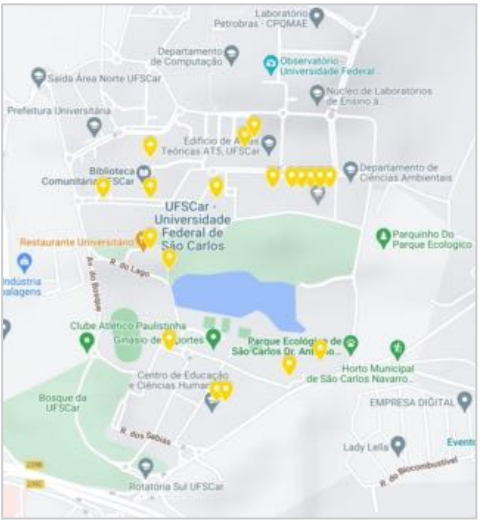
Para análise dos resultados obtidos, foi utilizado o software SigmaPlot versão 11.0, que permite testar estatisticamente os dados coletados e posteriormente elaborar gráficos para comunicação dos resultados encontrados.

A normalidade dos dados foi averiguada pelo teste estatístico Shapiro Wilk, disponibilizado no software SigmaPlot, e com base nos resultados obtidos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para avaliação da variância.

Resultados

Com base nas colméias localizadas, foi plotado um mapa (Figura 1) indicando a posição dos dezenove ninhos de abelhas que serviram como fonte de dados para o artigo, é importante ressaltar que dentre todos os ninhos identificados, doze deles se encontravam em concreto, um dos substratos artificiais, sendo seis colmeias para cada uma das espécies utilizadas no estudo, a distribuição dos ninhos de abelhas por substrato pode ser observada na Figura 2.

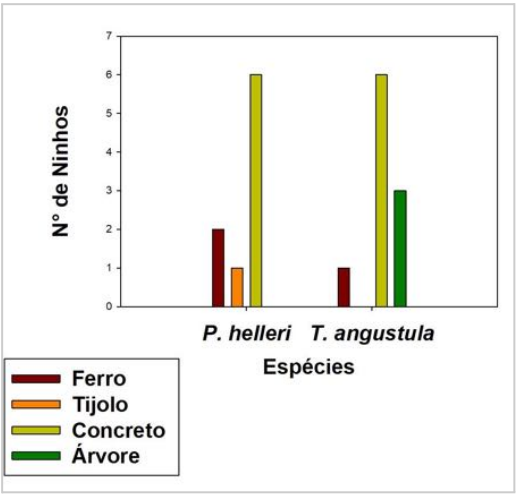
Figura 1: Distribuição das espécies de abelhas na área do campus da UFSCar



*Pontos em amarelos indicam a localização das colônias amostradas.

Fonte: Google Earth, adaptado (2023).

Figura 2: Distribuição dos ninhos das diferentes espécies de abelhas por substrato.

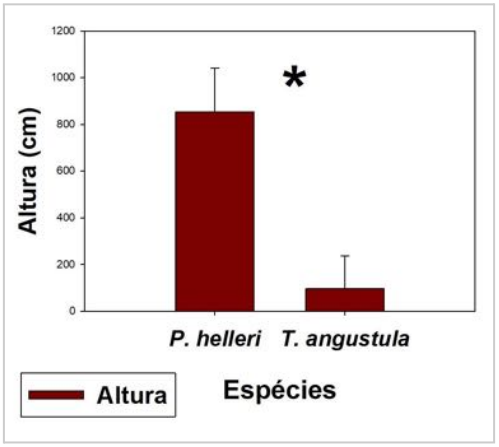


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os testes T para os dados de temperatura indicaram não haver uma distribuição normal (P=<0,001). Conforme os resultados do teste não paramétrico Kruskal-Wallis, as diferenças nos valores medianos entre os grupos tratados (temperaturas coletadas pela manhã e pela tarde em 4 dias consecutivos) não são grandes o suficiente para desconsiderar que a diferença se deva à variabilidade de uma amostragem aleatória. Sendo assim, não há diferença significativa entre as temperaturas dos ninhos das espécies do gênero *Partamona* e *Tetragonisca* (teste de Kruskal-Wallis: P=0,552)

A variação das alturas dos ninhos coletados das espécies de abelhas do gênero *Partamona* e *Tetragonisca* é indicada no gráfico da Figura 3, mostrando uma diferença significativa entre os dois grupos. De modo geral, a altura das abelhas *Partamona helleri* foi acima de 6 metros chegando até 13 metros de altura, enquanto que os indivíduos da espécie *Tetragonisca angustula* foram do nível do chão (0 metros) até 4,2 metros. Obteve-se com o teste de normalidade um valor de P de 0,012, indicando que a distribuição não é normal. O teste não paramétrico seguido pelo teste de normalidade foi o Kruskal-Wallis, indicando uma diferença significativa entre as duas espécies (P=<0,001).

Figura 3: Altura dos ninhos das diferentes espécies de abelhas no campus da UFSCar.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Discussão

Diversos fatores podem estar influenciando a ocorrência de espécies de abelhas-sem-ferrão em ambientes antropizados, destacando-se: fatores ecológicos, como disponibilidade de locais adequados para nidificação e oferta de recursos tróficos; fatores relacionados à própria distribuição geográfica de cada espécie e fatores filogenéticos inerentes a cada espécie de abelha-sem-ferrão. A alteração ou a perda dos substratos específicos, que algumas espécies requerem para nidificar, podem ocasionar consequências, como a diminuição de algumas espécies e a proliferação de outras que conseguem se manter em ambientes com algum grau de perturbação (CANE, 2001). O sucesso de espécies de abelhas-sem-ferrão que nidificam apenas em cavidades pré-existentes, em ambientes urbanos, deve-se, principalmente, à capacidade de ajustarem-se às novas ofertas de locais para nidificação. Nesse estudo, *T. angustula* e *P. helleri* foram encontradas nidificando em diversas cavidades artificiais, principalmente em cimento. Evidências indicam que algumas características são responsáveis pela capacidade de colonizar e sobreviver em ambientes urbanos, como: (1) maior flexibilidade com relação à fonte de alimento (IMPERATRIZ-FONSECA et al. 1984; PIVA, 1994); (2) sofisticada estratégia de defesa, em que grupos de abelhas guardam e atacam os intrusos quando ameaçados (JORDÃO, 1998) e (3) hábito de nidificação bastante diversificado. A existência de cavidades pré-existentes artificiais no Campus da UFSCar, representadas principalmente por muros de cimento, e a presença de vastas áreas verdes heterogêneas, como jardins, praças e fragmento de cerrado, parecem estar favorecendo a manutenção das populações dessas espécies de Meliponinae. Por não terem sido encontradas relações entre a temperatura, o tipo de substrato e a altura, acreditamos que o número amostral tenha sido insuficiente.

Entretanto, a espécie *P. helleri,* possui um comportamento muito mais agressivo na defesa de seus ninhos em relação a *T. angustula* (WILLE e MICHENER, 1973; MICHENER, 1974) que apresenta comportamento dócil frente a presença de outros indivíduos, defendendo seus ninhos apenas contra outras espécies de abelhas-sem-ferrão (GRÜTER et al, 2011; GRÜTER et al, 2012). Ao se depararem com grandes invasores as jataís se retraem para dentro no ninho como forma de defesa (NATES-PARRA e CEPEDA, 1983), portanto, especula-se que um dos fatores que influenciam na diferença entre as alturas dos ninhos é a composição faunística, uma vez que ela pode representar invasores potenciais, como o ser humano e outros animais, enquanto, *P. helleri* utiliza da técnica de construção de ninhos em locais mais altos para evitar contato, o que explicaria também este comportamento mais agressivo ao defender o ninho.

A diferença significativa na altura entre as espécies é confirmada por outros trabalhos, devido às diferenças na composição florística e faunística, sendo possível observar diferentes atividades de himenópteros em diferentes estratos verticais (MORATO, 2001; ROUBIK et al., 1982). Deste modo, mais estudos para essas variações devem ser realizados para entender as nuances quanto a essas alturas divergentes. A composição faunística deve ser relevante, por exemplo, para grupos de vespas, uma vez que o ciclo reprodutivo envolve predação de aranhas, baratas, coleópteros, dentre outros animais que também variam por altura. Para as abelhas, a presença de outros animais pode representar possíveis invasores, tais como as formigas e outros tipos de dípteros, justificando assim a variação de estratificação de acordo com a espécie (TURNBULL, 1973; MORATO, 2001; AMORIM et al., 2022; CAMPOS et al., 2008). De forma semelhante, algumas abelhas podem escolher habitats de estratos elevados devido à preferência por flores disponíveis no dossel. Além disso, estudos podem ser direcionados para os microhabitats formados em estratos elevados (MORATO, 2001) devido a presença de maior ou menor umidade, luz solar direta para o condicionamento do ninho, estabilidade em relação a ventos fortes em estratos baixos, representando fatores importantes para a distribuição espacial de abelhas-sem-ferrão.

Se essas forem variáveis relevantes para a escolha do local de nidificação, é possível direcionar estratégias para acolher diferentes espécies de abelhas-sem-ferrão que tem seus habitats ameaçados de modo a melhorar seu desenvolvimento em ambientes controlados e em colônias artificiais, de modo a disponibilizar recursos e condições favoráveis em zonas antropizadas. Tais iniciativas podem contribuir para o aumento de variabilidade genética em abelhas, que sofrem sérios desafios quanto à depressão por endogamia (MORITZ, 2015).

Conclusão

Os estudos indicaram haver diferença da escolha do local de nidificação entre as espécies apresentadas. A altura nos indica que outros fatores devem influenciar tal discrepância, uma vez que a temperatura e os substratos não conseguiram explicar as diferenças comportamentais de seleção de habitat. A avaliação da composição florística, faunística e ambiental devem ser estudados para entender quais outros tipos de variação no ambiente influenciam esse comportamento.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente aos nossos colegas de trabalho, a nossa tutora Mariane Paduin Ferreira e nosso docente Hugo Sarmento pela contribuição significativa para o nosso aprendizado e pelo empenho em ofertar a disciplina para nos tornar profissionais competentes e completos no exercício da Biologia.

Referências

BALDOCK KC, GODDARD MA, HICKS DM, et al. Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. Proc Biol Sci. 2015 Mar 22;282(1803):20142849. doi: 10.1098/rspb.2014.2849.

BARRETO, L.S., TEIXEIRA, A.F.R. Manejo Avançado e Conservação de Meliponíneos. Congresso Brasileiro de Apicultura. Aracaju, Sergipe, Brasil, v. 1. 2006.

BATISTA, Milson A.; RAMALHO, Mauro; SOARES, Ademilson EE. Nesting sites and abundance of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) in heterogeneous habitats of the Atlantic Rain Forest, Bahia, Brazil. Lundiana: International Journal of Biodiversity, v. 4, n. 1, p. 19-23, 2003.

CAMPOS, Ricardo I. et al. Estratificação vertical de formigas em Cerrado strictu sensu no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. Iheringia. Série Zoologia, v. 98, p. 311-316, 2008.

CANE,J. H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? Conservation Ecology, [s.l.], v. 5, n. 1.

COLLADO, Miguel Á., SOL, Daniel, BARTOMEUS, Ignasi. Bees use anthropogenic habitats despite strong natural habitat preferences. Diversity and Distributions, v. 25, i. 6, p. 924-935. 2019. https://doi-org.ez31.periodicos.capes.gov.br/10.1111/ddi.12899.

DA SILVA CORREIA, Francisco Cildomar et al. Abundância, Distribuição Espacial de Ninhos de Abelhas Sem Ferrão (Apidae: Meliponini) e Espécies Vegetais Utilizadas para Nidificação em um Fragmento de Floresta Secundária em Rio Branco, Acre. EntomoBrasilis, v. 9, n. 3, p. 163-168, 2016.

DE SOUZA AMORIM, Dalton et al. Vertical stratification of insect abundance and species

richness in an Amazonian tropical forest. Scientific reports, v. 12, n. 1, p. 1734, 2022.

FERRARI, A., POLIDORI, C. How city traits affect taxonomic and functional diversity of urban wild bee communities: insights from a worldwide analysis. Apidologie 53, 46 (2022). https://doi-org.ez31.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s13592-022-00950-5.

FIERRO, M. M. et al. Effect of biotic factors on the spatial distribution of stingless bees (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in fragmented neotropical habitats. Neotropical Entomology, v. 41, n. 2, p. 95-104, 2012.

GRÜTER, C., M. KÄRCHER, & F.L. RATNIEKS. 2011. The natural history of nest defence in a stingless bee, Tetragonisca angustula (Latreille) (Hymenoptera: Apidae), with two distinct types of entrance guards. Neotropical Entomology 40(1): 55–61.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLENERT-GIOVANNINI, A.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; RAMALHO. M. Hábitos de coleta de Tetragonisca angustula angustula Latreille (Apidae, Meliponina). Bol. Zool. Univ. S. Paulo, SP., São Paulo, SP, v. 8, p.115-131, 1984.

IWAMA, Satoko. A influência de fatores climáticos na atividade externa de Tetragonisca angustula (APIDAE, MELIPONINAE). Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP), n. 2, p. 189-201, 1977.

JORDÃO, M. C. Quando você menos espera, elas estão aí: Jataís. Belo Horizonte, MG: Alvorada, 1998, 56 p.

LAPIDGE, Keryn L.; OLDROYD, Benjamin P.; SPIVAK, Marla. Seven suggestive quantitative trait loci influence hygienic behavior of honey bees. Naturwissenschaften, v. 89, p. 565-568, 2002.

LESSI, Bruno Flório; BATAGHIN, Fernando Antonio; PIRES, José Salatiel Rodrigues. Diversity and distribution of trees on the Federal University of São Carlos campus, Brazil: implications for conservation and management. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 12, n. 1, p. 92-104, 2017.

MICHENER, C.D. 1974. The Social Behavior of the Bees: A Comparative Study. Harvard University Press; Cambridge, Massachusetts; xii+404 pp.

MORATO, Elder Ferreira. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. Revista Brasileira de Zoologia, v. 18, p. 737-747, 2001.

MORITZ, Robin FA. The origin of inbreeding depression in honeybees. Bee World, v. 67, n. 4, p. 157-163, 1986.

NATES-PARRA, G., & O. CEPEDA. 1983. Comportamiento defensivo en algunas especies de meliponinos colombianos (Hymenoptera: Meliponinae). Boletín del Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia 1(5): 65–82.

ROUBIK, David W. Stingless bee nesting biology. Apidologie, v. 37, n. 2, p. 124-143, 2006. https://doi.org/10.1051/apido:2006026.

ROUBIK, David W. et al. Stratum, tree, and flower selection by tropical bees: implications for the reproductive biology of outcrossing Cochlospermum vitifolium in Panama. Ecology, v. 63, n. 3, p. 712-720, 1982.

SOUZA, V. C., LORENZI, Harri. Chave de Identificação: para as principais famílias de angiospermas nativas e cultivadas do Brasil. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, 2007.

TURNBULL, A. L. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). Annual review of entomology, v. 18, n. 1, p. 305-348, 1973.

WILLE, A., & C.D. MICHENER. 1973. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera, Apidae). Revista de Biología Tropical 21(Suplemento 1): 1–278.

FORRAGEAMENTO DO SANHAÇO-CINZENTO (*Thraupis sayaca*) EM COMEDOUROS

Beatriz Botega, Fernanda Piratelli, Ingrid Galiano, Lucas Antunes e Thaynara Rennó

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

Estudos relacionados ao aposematismo são de extrema relevância para a Ecologia Comportamental, uma vez que contribuem para entender diversas relações inter e intraespecíficas. O sanhaço-cinzento (*Thraupis sayaca*), uma espécie frugívora e com importante capacidade de dispersar sementes, trata-se de um interessante objeto de estudo, visto que fatores que influenciam seu comportamento são de grande interesse para a biologia da conservação. Neste trabalho, investigamos como padrões aposemáticos influenciam no comportamento de forrageamento do sanhaço, através da oferta de bananas normais e bananas listradas ("aposemáticas") em localidades distintas. Nossos resultados apontam que não há diferenças significativas tanto no número de bicadas entre bananas listradas e não-listradas quanto no tempo de forrageamento das diferentes localidades.

Introdução

A sobrevivência e a reprodução dos animais dependem da possibilidade de obter energia. Para adquirir energia e ter capacidade de executar outros comportamentos, os animais desenvolvem estratégias específicas que permitem a obtenção de alimento, o que envolve encontrar, capturar, engolir e combater os mecanismos de defesa da presa; esse conjunto de estratégias é chamado de "forrageamento" (POUGH et al 2008).

Durante o forrageamento, o predador precisa tomar decisões para que o custo energético envolvido na procura, captura e manipulação da presa seja inferior aos ganhos energéticos resultantes da alimentação. Relacionado a isso, sabendo que a aptidão é uma função de energia adquirida por unidade de tempo, a teoria do forrageamento ótimo pressupõe a maximização na aptidão do indivíduo, a qual pode ser atingida pela taxa de ingestão líquida do alimento (ALCOCK, 2005).

Em contrapartida, a presa utilizas seus mecanismos primários de defesa,morfológicos (i.g., coloração críptica e conspícua) e comportamentais (i.g., construção de abrigo, alimentação em grupo), para evitar o contato inicial direto com o predador (SMILANICH; DYER; GENTRY, 2009). Além disso, a presa pode contar também com mecanismos de defesa secundários ao ser detectada ou atacada, como por exemplo cerdas, espinhos e defesas químicas (SMILANICH; DYER; GENTRY, 2009).

O aposematismo é um exemplo de mecanismo composto por defesa primária, caso da coloração conspícua, e secundária, onde o animal apresenta algum atributo que o torna impalatável, tóxico ou desagradável para o predador. Plowright e Owen (1980) apresentam uma relação que ilustra bem essa estratégia, onde aves predadoras aprendem por experiência prévia a evitar abelhas fêmeas ao associar o padrão de cor com picadas doloridas

O sanhaço-cinzento (*Thraupis sayaca*), pertence à família Thraupidae e é um dos pássaros mais numerosos do Brasil oriental (SICK, 1997). Classificada como uma ave frugívora, apresenta uma dieta "super generalista" devido a interação com uma vasta variedade de frutas e formação de redes mutualísticas planta-frugívora em suas comunidades (JORDANO et al., 2003 apud PIZO, 2007). A espécie carrega uma

importância ecológica significativa na dispersão de sementes em áreas urbanas e habitats degradados, contribuindo para a estabilidade da biodiversidade das plantas desses locais (PIZO, 2007). Neste sentido, o sanhaço-cinzento caracteriza-se como um interessante objeto para o estudo da influência de colorações aposemáticas.

O presente estudo teve como objetivo observar o comportamento de forrageamento e a preferência alimentar do sanhaço-cinzento e se este comportamento se altera a partir da oferta de alimentos com cores aposemáticas. Nesse sentido, perguntamos: A estratégia alimentar do sanhaço-cinzento evita a predação de frutos que apresentam coloração aposemática? A partir dessa pergunta, hipotetizamos que colorações aposemáticas semelhantes a de abelhas (Apis mellifera) são um sinal de alerta para o sanhaço e, nesse sentido, predizemos que a ave evitaria predar bananas com coloração "aposemática" (listras) quando comparado a bananas com coloração normal.

Material e métodos

A coleta de dados foi realizada em cinco pontos distintos: Leme-SP (A), no ponto 1 da Estação Experimental de Itirapina (B), ponto 2 da Estação Experimental de Itirapina (C) e em São Carlos no Bairro Vila Brasília (D). Destes, apenas três registraram a presença do sanhaço-cinzento (A, B e C, respectivamente), enquanto no último ocorreram espécies como bem-te-vi, pardal e saíra-amarela.

A fim de investigar o comportamento de forrageamento frente à oferta de alimentos aposemáticos, foram colocadas duas bananas em cada comedouro. Uma banana de aspecto normal (não listrada) e a outra com listras pretas (feitas com guache) simulando a coloração padrão de uma abelha (*Apis mellifera).*

Figura 1. Sanhaço-cinzento no comedouro da Estação Experimental de Itirapina (Registro obtido em armadilha fotográfica).

Com o intuito de garantir que a espécie em análise tenha sido a responsável pela bicada nos alimentos, foi utilizada uma armadilha fotográfica para aperfeiçoar a observação do comportamento. Além disso, as seguintes variáveis foram contabilizadas: tempo de forrageamento (período em que o animal permaneceu no comedouro) e frequência de bicadas (quantidade de bicadas em cada banana). Os comedouros foram observados pela metodologia de observação focal durante 3 dias, no período da manhã e ao entardecer (horário de maior atividade do sanhaço-cinzento), com auxílio da armadilha fotográfica. Os vídeos capturados pela armadilha fotográfica foram analisados, onde contabilizamos as frequências de forrageamento e de bicadas nas bananas não listrada e listrada.

Os dados foram utilizados para análise estatísticas utilizando o *software* Sigmaplot (Systat Software). Foi realizado o teste de normalidade da distribuição dos dados, utilizando o teste t pareado para comparação das frequências de bicadas das bananas não listradas e das bananas listradas; além do teste de variância ANOVA para análise do tempo de forrageamento nos locais A, B e C.

Resultados

Os resultados estavam dentro do teste de normalidade de Shapiro Wilk, pois apresentou P = 0,552. Portanto, utilizamos o teste estatístico teste t pareado que não identificou diferenças significativas nos valores das médias entre os grupos de tratamento, ou seja, não há diferenças entre o número de bicadas de sanhaço-cinzento em bananas normais e bananas listradas (Fig. 2), possivelmente as mudanças ocorreram devido ao acaso.

Tabela 1. Tempo de forrageamento (t), frequência de bicadas na banana normal (fbn) e frequência de bicadas na banana listrada nos diferentes locais (fbl).

local	t (s)	fbn	fbl
A	95	30	0
B	51	1	17
C	112	16	13

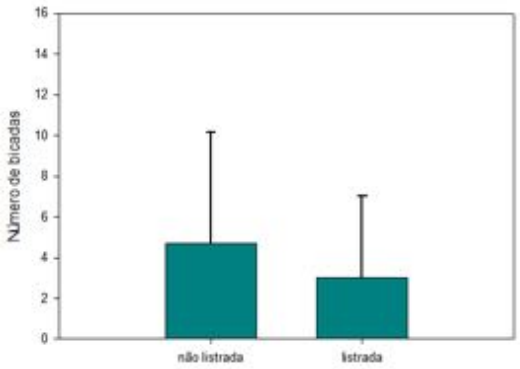


Figura 2. Diferença no número de bicadas na banana não listrada e na banana listrada.

Em relação ao tempo de forrageamento utilizamos o teste ANOVA, no qual constatou-se que a diferença nos valores médios entre os grupos de tratamento demonstra que não há diferença estatisticamente significativa entre os locais A, B e C (Fig. 3).

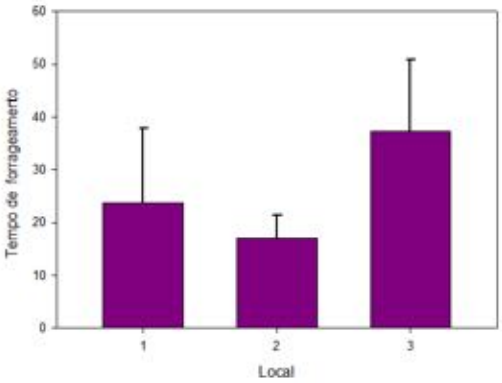


Figura 3. Tempo de forrageamento do sanhaço-cinzento nos três locais de análise: 1 (A), 2 (B) e 3 (C).

Discussão

De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que não houve diferenças significativas na frequência de bicadas na banana não listrada e na banana listrada. Esse fato, possivelmente, está associado aos comportamentos aprendidos no decorrer de sua vida, além de que, a visão das aves é altamente especializada (CARVALHO *et al*, 2018).

Esperava-se que o sanhaço-cinzento evitaria a banana listrada, por esta simular a coloração de uma abelha, entretanto a ave não a reconheceu como uma ameaça.

Isso pode ter ocorrido devido a acuidade visual refinada desses animais, uma vez que as aves utilizam dos sentidos como visão, audição e olfato, muitas vezes combinam os três para perceber e distinguir o que as ameaça (MOTTA-JUNIOR *et al*, 2008), portanto, reconheceram a banana como alimento, não a comparando com uma abelha da espécie *Apis mellifera,* a qual possui ferrão e é altamente tóxica para aves pequenas.

Outra possibilidade são os comportamentos aprendidos, que diferente dos inatos, depende de uma experiência prévia ou de algum tipo de aprendizagem, ampliando assim a flexibilidade comportamental. Para alguns autores, como Garcia (1978), não há uma dicotomia entre comportamento inato e comportamento aprendido. O comportamento inato ou instintivo pode sofrer influências ambientais, assim como um comportamento aprendido pode ter influências genéticas (GARCIA, 1978).

Outra questão é que não houve diferenças estatisticamente significativas em relação ao tempo de forrageamento nos distintos locais.

Foi interessante observar o comportamento agonístico intra-específico no comedouro, uma vez que, as espécies não compartilhavam os alimentos presentes, mas consumiam, um de cada vez, os diferentes tipos de bananas.

Por fim, o baixo número amostral também pode não explicar o real padrão de comportamento dos animais da espécie escolhida para o trabalho, uma vez que com um número amostral maior, as diferenças entre bicadas em banana normal e banana listrada podem ser significativas.

Vale ressaltar que há diversas questões a respeito do forrageamento em aves e de como reconhecem suas ameaças, por isso, outros estudos são necessários para o entendimento da preferência alimentar da espécie e sua relação com presas aposemáticas.

Agradecimentos

Agradecemos o Prof. Dr. Hugo Sarmento por todo conhecimento passado e pela oportunidade de desenvolver esse trabalho. Agradecemos também a tutora Mariane Paduin pelo acompanhamento e orientação durante toda a pesquisa, à Estação Experimental de Itirapina por nos emprestar a armadilha fotográfica para o registo das observações e ao pai da integrante Fernanda, pela paciência ao encontrar o melhor local que atraísse a ave e instalar as câmeras no ponto A.

Referências

ALCOCK, J. Animal Behavior: An Evolutionary Approach 8th edSunderland (MA) Sinauer. 2005.

BERTO, B.; BALTHAZAR, Liana; FLAUSINO, Walter; LOPES, Carlos. New isosporoid coccidian parasites of sayaca tanager, Thraupis sayaca, from South America. **Acta Parasitologica**, v. 54, n. 2, p. 90-94, 2009.

CARVALHO, C. M. D., RODARTE-ALMEIDA, A. C. D. V., SANTANA, M. I. S., GALERA, P. D. Avian ophthalmic peculiarities. **Ciência Rural**, 2018

CHAVES, F. G.; ALVES, M. A. S. Teoria do forrageamento ótimo: premissas e críticas em estudos com aves. **CEP**, v. 20550, p. 011, 2010.

GARCIA, F. L. Etologia: uma definição dos objetivos. **Semina: Ciências Agrárias**, *[S. l.]*, v. 1, n. 2, p. 19–22, 1978. DOI: 10.5433/1679-0359.1978v1n2p19. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/5775. Acesso em: 26 mar. 2023.

KIKUCHI, D. W. et al. Why aren't warning signals everywhere? On the prevalence of aposematism and mimicry in communities. **Biological Reviews**, v. 96, n. 6, p. 2446-2460, 2021.

MOTTA-JUNIOR, J. C.; GRANZINOLLI, M. A. M.;; DEVELEY, P. F. Aves da estação ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 207-227, 2008.

PIZO, M. A. Frugivoria por Aves em Áreas Degradadas do Brasil. **Dispersão de sementes**. p. 615, 2007.

PLOWRIGHT, R. C.; OWEN, Robin E. The evolutionary significance of bumble bee color patterns: a mimetic interpretation. **Evolution**, p. 622-637, 1980.

POUGH, F.H, JANIS, C.M. & HEISER, J.B. 2008. A vida dos vertebrados (4 edição). Atheneu, São Paulo. 750p.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. 2. ed. **Brasília: Editora UnB**, 1997.

SMILANICH, A. M.; DYER, L. A.; GENTRY, G. L. The insect immune response and other putative defenses as effective predictors of parasitism. **Ecology**, v. 90, n. 6, p. 1434-1440, 2009.

INFLUÊNCIAS AO COMPORTAMENTO ESTEREOTIPADO DOS URSOS-DE-ÓCULOS (*TREMARCTOS ORNATUS*) DO PESC

Antônio Vicente Gomes da Silva, Daniela Piassi da Silva, Larissa Rodrigues Zacharias, Millena Cristina Cerachi da Silva, Rafael Fernandes Barduzzi Lopes

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

O comportamento estereotipado em animais em cativeiro é um tema de grande preocupação para zoológicos e centros de conservação, uma vez que demonstra ações repetitivas e involuntárias dos animais que muitas vezes podem indicar estresse e tédio. No caso das ursas-de-óculos do Parque Ecológico de São Carlos (PESC), esse comportamento é monitorado e bem conhecido, sendo aplicados enriquecimentos ambientais para diminuir essas ações. No entanto, ainda não se sabe com certeza o motivo principal que desencadeou o comportamento estereotipado dessas ursas. Nesse sentido, neste artigo hipotetizou-se uma possível interferência dos visitantes para a frequência dessas estereotipias, sendo realizadas observações com a formulação de etogramas para o monitoramento. Foi identificado, porém, que os visitantes não afetam a frequência desses comportamentos, mas que o período do dia pode influenciar, com possível relação a uma ansiedade relacionada à alimentação e os horários dos tratos das ursas. Isso pode ajudar o PESC e outros lugares a identificar possíveis atividades pontuais de enriquecimento para auxiliar estes animais e diminuir seus comportamentos estereotipados.

Introdução

1.1- Biologia do Urso de óculos.

O urso de óculos, também conhecido como urso andino (*Tremarctos ornatus*) é uma espécie endêmica dos Andes e o único representante da família Ursidae na América do Sul (MASLAK, R., Sergiel, A., & HILL, S. P. 2013). Os ursos de óculos são diurnos e, diferente de outras espécies, não hibernam. Possuem uma densa pelagem de cor preta e marrom, alguns indivíduos com uma pelagem mais avermelhada já foram identificados. O nome "Urso de Óculos" se deve a outra característica física desses animais, já que padrões faciais de marcas brancas e amarelas estão presentes ao redor dos olhos, fazendo com que pareça que estão usando óculos. Os machos são geralmente um terço maiores que as fêmeas, apresentando essa característica principal de dimorfismo sexual (PEYTON, 1980).

O urso-de-óculos é um animal onívoro, entretanto a matéria vegetal consiste em até 90% da dieta, em particular as bromélias duras e fibrosas, palmeiras e bambus. Apesar de se alimentarem o ano todo dessas espécies de plantas fibrosas, eles também dependem de frutas e outros itens alimentares mais nutritivos, como cascas de árvores, roedores, pássaros e insetos para obter os nutrientes necessários para sobreviver (GARCÍA-RANGEL, 2012).

São principalmente terrestres, porém desenvolveram um estilo de vida arbóreo, que lhes permite mais acesso à alimentação, descanso e fuga. Vivem em uma ampla gama de altitudes (~200 - 4.750 metros) e são encontrados em praticamente todas as florestas ao longo das cordilheiras andinas da Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e partes da Argentina (SALESA, M.J et al, 2006; MACDONALD, D.W, 2007).

Devido a expansão agrícola por meio de reformas agrárias e um aumento considerável nas práticas agrícolas, como queimadas, cortes, plantações de monocultura, entre outros, o habitat e consequentemente a população dos ursos de óculos foi altamente afetada. Outro fator muito importante para a redução populacional, é a caça furtiva da espécie devido ao comércio ilegal ou pela invasão

dos animais em terras cultivadas (PEYTON et al, 1998; SERVHEEN, Christopher; HERRERO, Stephen; PEYTON, Bernard,1999; RODRIGUEZ, A., DELIBES, 2003; FIGUEROA, J., STUCCHI, M, 2009).

1.2 - PESC e sua importância para conservação das espécies.

O Parque Ecológico de São Carlos (PESC) foi fundado em 1976, o espaço conta com uma área de 72 hectares divididos entre o plantel e a área de preservação de vegetação nativa, onde nasce o manancial do espraiado, que abastece parte da cidade. O PESC possui como proposta a ideia de trabalhar apenas com a fauna Sul-Americana e além da visitação comum, o parque também promove uma série de atividades de educação ambiental. No plantel estão divididos entre 89 recintos, 110 espécies, das quais pelo menos 21 fazem parte de um *studbook.*

Parques ecológicos como o PESC, além de zoológicos e aquários, tratam-se de organizações que possuem o potencial de desempenhar um papel fundamental para a conservação da biodiversidade, através da conscientização, da educação ambiental, da manutenção e reprodução de espécies ameaçadas e do desenvolvimento de pesquisas. Outro papel importante dessas instituições é a contribuição com o sistema de base de dados sobre as espécies mantidas em cativeiro (PRITCHARD et al, 2012).

Um exemplo de base de dados é o studbook - um registro do histórico de cada animal de uma determinada espécie vivendo sob cuidados humanos (*ex situ*) em uma região. Cada grupo de indivíduos é considerado como uma população única e o objetivo dessa documentação é aperfeiçoar o manejo de cada indivíduo e a manutenção do grupo, através de uma reprodução que visa manter a variabilidade genética (AZA, 2023).

Considerado como vulnerável pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da IUCN, o urso-de-óculos (*Tremarctos ornatus*) é uma das espécies que possui um studbook como uma das ações para a conservação da mesma. A Tábata e a Paula, objetos de estudo dessa pesquisa, fazem parte da prole de um casal reprodutor de muito sucesso do studbook Latino-Americano, Jabu e Princesa (CORRÊA, 2014).

1.3 - Comportamentos estereotipados em animais em cativeiro.

Comportamentos estereotipados consistem em movimentos repetitivos, considerados não naturais, e que não apresentam uma função fisiológica aparente para o animal (MONTAUDOUIN e LE PAPE, 2004). É muito comum, em animais mantidos em cativeiro, observar a ocorrência de comportamentos estereotipados e as causas destes podem estar relacionadas ao estresse e ao tédio, principalmente (CLUBB e MASON, 2007).

Os ursos apresentam frequências consideravelmente altas de comportamentos estereotipados, e essa frequência pode estar relacionada com o fato de que esses animais são bastante ativos em seu habitat natural, se deslocam por longas distâncias forrageando em busca de alimentos, em cativeiro, sua área de procura é significativamente diminuída (VICKERY e MASON, 2005). Isso pode explicar o comportamento mais comum entre esses animais que é o pacing, o andar por um mesmo caminho no recinto repetidas vezes (CLUBB e MASON, 2007).

Em muitos zoológicos, é comum utilizar algumas ferramentas que buscam diminuir a frequência desses comportamentos, e a principal delas é o Enriquecimento Ambiental. O Enriquecimento Ambiental consiste em atividades desenvolvidas pelos cuidadores dos animais para estimular comportamentos cognitivos, sensoriais, sociais, alimentares ou físicos nos animais em cativeiro, apresentando novidades na rotina que podem diminuir o estresse e o tédio nesses indivíduos. Entretanto, estudos apontam que raramente os enriquecimentos resultam em uma melhora significativa desses comportamentos, isso por conta da forma como são aplicados, pois em muitos casos são aplicadas apenas atividades pontuais que não consideram a causa da estereotipia, e, se houver negligência e uma má estruturação, essas atividades podem ter efeito contrário e acabar aumentando o

nível de estresse nos animais (MONTAUDOUIN e LE PAPE, 2004).

As razões pelas quais animais em cativeiro apresentam esses comportamentos repetitivos ainda não é bem definida, mas há algumas possibilidades e principalmente situações que fazem com que as estereotipias aumentem de frequência. A má organização dos recintos, que podem não estar em um tamanho adequado ou serem mal ambientados, é uma das hipóteses, principalmente para animais como ursos que são bastante ativos (CLUBB e MASON, 2007). Outro fator a ser considerado é a presença de visitantes, que pode acabar aumentando o estresse aos animais, assim como prendê-los na área de cambiamento durante a noite (MONTAUDOUIN e LE PAPE, 2004).

As ursas de óculos do Parque Ecológico de São Carlos (PESC) apresentam algumas estereotipias características, que já foram observadas e catalogadas pelos funcionários do parque, são elas: o pacing, o giro de cabeça completo, giro de cabeça curto, giro de corpo e o giro de cabeça sequenciado. Esses comportamentos são frequentes, e entre as duas ursas há diferenças relacionadas à qual estereotipia e frequência isso ocorre, mas de maneira geral as duas apresentam esses comportamentos em momentos variados, e em lugares específicos do recinto, como no primeiro nível do recinto, próximo ao vidro, onde ficam os visitantes e próximo a parede lateral do recinto.

O PESC recebe visitantes em todos os seus dias de funcionamento, menos nas segunda-feiras, com frequência maior aos finais de semana, e pensando que o recinto das ursas de óculos apresenta uma boa visualização pelos visitantes, a presença dos mesmos pode influenciar na frequência em que as ursas realizam os comportamentos estereotipados. Dessa forma, a pergunta deste artigo se orienta em: A presença de visitantes influencia no comportamento estereotipado dos ursos-de-óculos (*Tremarctos ornatus*) do PESC?

Nossa hipótese inicial é de que a presença de visitantes afeta a frequência das estereotipias. Em contraposição, nossa hipótese nula é de que a presença ou não desses visitantes é irrelevante para a frequência do comportamento estereotipado.

O objetivo geral deste projeto é identificar a frequência dos comportamentos estereotipados dos ursos-de-óculos (*Tremarctos ornatus*) do PESC na presença de poucos e muitos visitantes.

Mais detalhadamente, apresentamos dois objetivos específicos para esse projeto, sendo os mesmos compreender possíveis influências aos comportamentos estereotipados dos ursos de óculos do PESC e reconhecer os padrões de comportamentos estereotipados de cada urso de óculos do PESC.

Materiais e métodos

Para alcançar nossos objetivos, realizamos o monitoramento das duas fêmeas de urso-de-óculos em cativeiro no Parque Ecológico de São Carlos, nomeadas como “Tabata” e “Paula” pelos funcionários do parque. Realizamos esse monitoramento por meio da produção de um etograma para análise e marcação da frequência dos comportamentos estereotipados dos dois indivíduos, observando-os no recinto.

O recinto dos ursos-de-óculos consiste em uma área de 800 m², com laterais abertas e protegidas por vidros e cercas elétricas. O ambiente possui um lago, cachoeiras e rochas artificiais, além de uma plataforma de madeira de três andares. O recinto é dividido em três níveis. O primeiro nível é o mais próximo ao vidro de observação do público onde está situado o lago que é cheio através da água da cachoeira que fica entre o primeiro e segundo nível. Neste primeiro nível os animais podem beber e se refrescar. No segundo nível fica a plataforma de três andares, onde estimula-se o comportamento arborícola dos animais, além de algumas rochas artificiais e troncos grandes de madeira. No terceiro nível ficam mais alguns troncos para escalada e um segundo lago e cachoeira, um pouco menores.

O etograma foi produzido pelos alunos responsáveis pelo projeto, baseado em um etograma que já é utilizado pelos funcionários do PESC para esses indivíduos e em modelos observados em outras referências (MALASK e HILL, 2013) e

(RENNER e LUSSIER, 2002). Foram categorizadas quatro tipos de estereotipias: “giro de cabeça curto”; “giro de cabeça longo”; “giro de cabeça sequenciado”; “giro de corpo”. As observações foram realizadas em dias e horários estratégicos, para que fosse possível testar a influência ou não da quantidade de visitantes e do período do dia na frequência dos comportamentos estereotipados. Os monitoramentos ocorreram às terça-feiras (dia em que o parque recebe menos visitantes) e aos domingos (dia em que o parque recebe mais visitantes) das 8h às 10h da manhã e das 14h às 16h da tarde (4 horas de observação por dia). Consideramos como grupos pequenos de visitantes aqueles que atingiam de 1 à 15 pessoas em frente ao recinto, e como grupos grandes aqueles que somavam mais de 15 pessoas.

Após 5 semanas, somou-se 36 horas de observação. Foram feitas 16 horas de observação com grupos pequenos de visitante e 20 horas com grupos grandes. No total, observamos os indivíduos por 18 horas no período da manhã e 18 horas no período da tarde. O monitoramento foi realizado presencialmente, em duplas, para que cada pesquisador observasse um indivíduo. Todos os autores preencheram o etograma com auxílio de uma planilha, no local.

Após a compilação dos dados coletados, estes foram analisados no programa SigmaPlot. Fizemos inicialmente, para cada comparação para a par, o Teste de Normalidade de Shapiro–Wilk e o teste de homogeneidade de variâncias. Nos casos de distribuição não-normal ou de variância não-homogênea (os quais foram encontrados em todas as comparações), realizamos o teste não-paramétrico de Mann-Whitney para comparar os grupos.

Resultados

Os resultados obtidos demonstram quais variáveis provavelmente influenciam a frequência dos comportamentos estereotipados, além de indicarem se indivíduos diferentes possuem frequências dissimilares (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de p resultantes de testes de Mann-Whitney para frequências de comportamentos estereotipados em diferentes tratamentos.

	Fgcc	Fgcl	Fgcs	Fgc	Ft
períodos	p=0.063	p=0.211	p=0.146	p=0.019 *	p=0.031 *
visitantes	p=0.832	p=0.485	p=0.870	p=0.244	p<0.603
indivíduos	p=0.021 *	p<0.001 *	p<0.001 *	p=0.002 *	p=0.074

Fgcc - Frequência de giro de cabeça curto. Fgcl - Frequência de giro de cabeça longo. Fgcs - Frequência de giro de cabeça sequenciado. Fgc - Frequência de giro de corpo. Ft - Frequência total de estereotipias.

O período do dia (manhã / tarde) teve influência significativa na frequência do comportamento giro de cabeça curto e para o total de estereotipias. Estes foram realizados com maior frequência no período da tarde (Figuras 1 e 2). Outras estereotipias não apresentaram uma diferença significativa nas suas frequências entre os períodos. A presença de visitantes (poucos / muitos) não afetou a frequência das estereotipias.

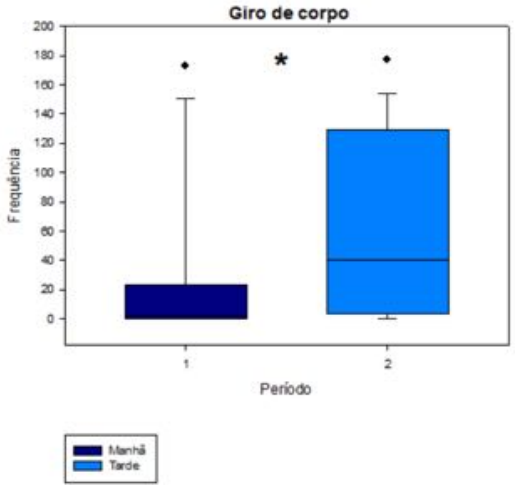


Figura 1. Boxplot das frequências da estereotipia giro de corpo para diferentes indivíduos. Diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, p=0.002*.

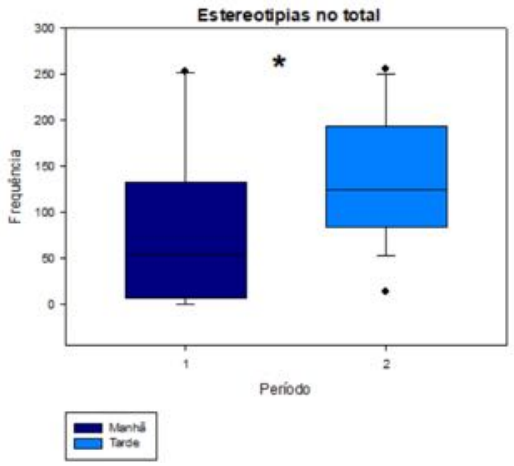


Figura 2. Boxplot das frequências das estereotipias no total para diferentes períodos do dia. Diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, p=0.031*.

Nossas análises também confirmaram que os indivíduos apresentam padrões de estereotipias distintos, com diferenças significativas na frequência dos comportamentos. Para os comportamentos giro de cabeça longo e giro de cabeça sequenciado, o indivíduo "Tabata" apresentou uma frequência maior (Figuras 4 e 5). Já para os comportamentos giro de cabeça curto e giro de corpo, a maior frequência foi observada para o indivíduo "Paula" (Figuras 3 e 6). Por fim, apesar de apresentarem padrões distintos, os indivíduos possuem uma frequência semelhante das estereotipias de maneira geral (p=0.074).

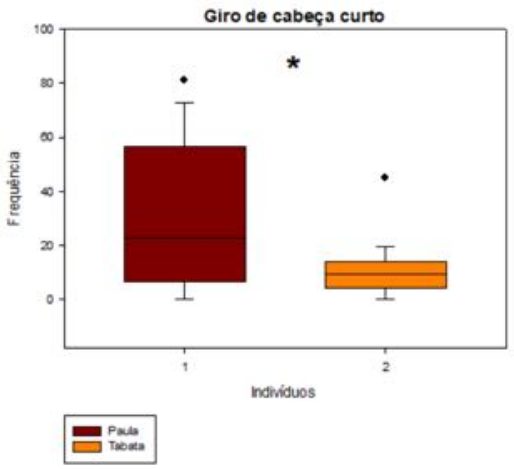


Figura 3. Boxplot das frequências da estereotipia giro de cabeça curto para diferentes indivíduos. Diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, p=0.021*.

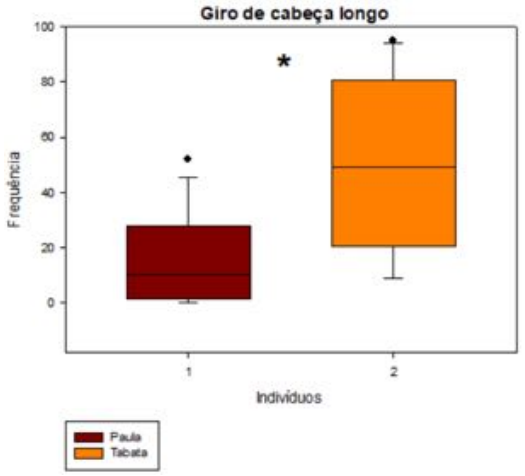


Figura 4. Boxplot das frequências da estereotipia giro de cabeça longo para diferentes indivíduos. Diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, p<0.001*.

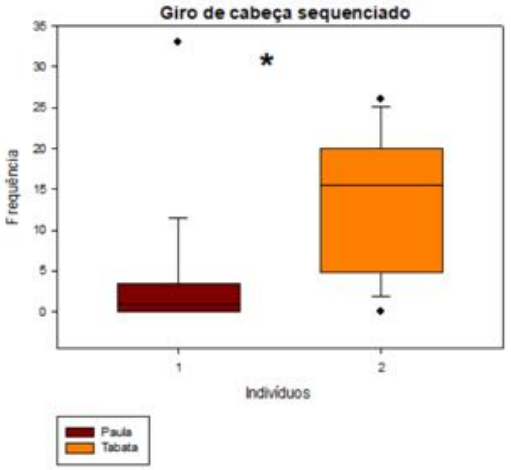


Figura 5. Boxplot das frequências da estereotipia giro de cabeça sequenciado para diferentes indivíduos. Diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, p<0.001*.

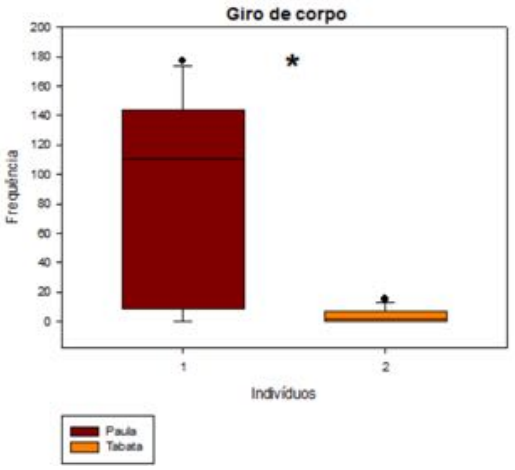


Figura 6. Boxplot das frequências da estereotipia giro de corpo para diferentes períodos do dia. Diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, p=0.019*.

Discussão

Com os resultados obtidos, é possível esclarecer, então, que a presença de visitantes não altera de forma significativa a frequência com que as estereotipias ocorrem para os indivíduos Paula e Tabata, refutando a primeira hipótese do que imaginamos que poderia afetar seus comportamentos.

Em estudos realizados com ursos de óculos em um zoológico municipal de Curitiba (PR), houve uma influência significativa dos visitantes para o aumento da frequência das estereotipias nestes animais. Entretanto, isso ocorreu por causa da proximidade que o recinto possuía com os visitantes, sendo possível oferecer alimentos aos ursos de uma forma muito mais frequente e acessível, o que fazia com que os mesmos ficassem mais agitados ao ver algum visitante, esperando em troca os alimentos (NOGA, 2010).

Entretanto, o recinto dos ursos de óculos no PESC oferece menos acesso direto dos visitantes com os animais, o que impede que os mesmos joguem alimentos ou outras coisas para as ursas, fazendo com que dessa forma elas fiquem menos agitadas com a presença de visitantes, também é importante considerar que esses indivíduos nasceram no PESC e estão habituadas ao público. Portanto, os resultados obtidos no estudo mencionado acima, estão provavelmente mais relacionados com a interação que os visitantes possuem com os animais, do que com a sua presença em si.

As diferentes frequências e padrões de estereotipias encontradas entre os indivíduos podem indicar fatores individuais, como o temperamento comportamental, que atua fortemente em animais que são relacionados e convivem em cativeiro no mesmo ambiente e sob as mesmas condições, entretanto apresentando comportamentos diferentes, sendo relacionado, então, ao comportamento ecológico natural de cada indivíduo da espécie (VICKERY e MASON, 2003).

Um dos fatores para a alteração da frequência com que as ursas realizam os comportamentos estereotipados diz respeito ao período do dia: durante o período da tarde houve uma diferença significativa nas estereotipias totais, do que no período da manhã. Esse tipo de comportamento pode estar relacionado a alimentação e o horário em que as ursas recebem o trato. No caso do PESC, os períodos de alimentação ocorrem às 7h da manhã, antes do parque abrir, e o trato consiste em ração, e no final da tarde, por volta das 16h e o trato consiste em frutas. Esse comportamento pode refletir em uma maior agitação por parte das ursas no período vespertino por indicar uma preferência alimentar e a possível fome, sendo intensificadas na parte da tarde (MONTAUDOUIN e LE PAPE, 2004).

Em estudos realizados para observar a frequência de comportamentos estereotipados em ursos cativos, foi possível observar o pico das estereotipias momentos antes de ocorrer a alimentação, apresentando então essa correlação entre o período do dia e o aumento da frequência (VICKERY e MASON, 2003).

Apesar de estar relacionado, a causa desse aumento pode também não ser necessariamente apenas a fome, uma vez que na natureza os ursos não apresentam uma única alimentação no dia, e forrageiam quase todo o tempo, o que também pode ser expresso no caso desses comportamentos, em uma situação de gasto de energia no forrageamento à procura de alimentos (MONTAUDOUIN e LE PAPE, 2004).

Concluímos então, a partir dos resultados analisados, que a presença de visitantes não possui influência significativa nos comportamentos estereotipados dos Ursos de Óculos do PESC, visto que frequência das estereotipias observadas com poucos ou muitos visitantes praticamente não mudou.

No entanto, a diferença na frequência das estereotipias com relação ao período do dia, pode, possivelmente, estar relacionada ao horário do trato, indicando uma impaciência relacionada à fome ou à preferência alimentar (VICKERY e MASON, 2003).

O comportamento estereotipado pode ter sua causa em múltiplos fatores e cabe uma observação mais detalhada e mais longa para uma análise mais concreta. Será realizada uma devolutiva deste artigo e dos resultados encontrados para o PESC, uma vez que o mesmo nos autorizou e também nos ajudou durante esse processo, e com

estes dados será possível realizar enriquecimentos ou atividades mais objetivas para a melhora das estereotipias e da qualidade de vida das ursas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Parque Ecológico de São Carlos (PESC) por permitir a realização deste estudo e aos profissionais que ali trabalham pelas informações trocadas e pela atenção. Agradecemos também aos revisores e ao professor Hugo Sarmento e à monitora Mariane Paduin pelas adições feitas ao trabalho.

Referências

ASSOCIATION OF ZOOS AND AQUARIUMS (2023). AZA Regional Studbook Keeper Handbook. Association of Zoos and Aquariums, Silver Spring, MD.

CORREA, A. J. S; BARROS, E. M; LOPEZ, V. M; GUILLERMO-FERREIRA, R. Is item hiding a good enrichment strategy to reduce stereotypic behaviors and increase social interactions in captive female spectacled bears?, Journal of Veterinary Behavior, Volumes 55–56, Pages 7-11, 2022.

CORRÊA, Mariana Coletto. Efeito fundador em populações de cativeiro: o caso do urso de óculos (Tremarctos ornatus Cuvier, 1825) e seu significado para o manejo e futura conservação ex situ. 2014.

CLUBB, Ros; MASON, Georgia Jane. Natural behavioural biology as a risk factor in carnivore welfare: How analysing species differences could help zoos improve enclosures. Applied Animal Behaviour Science, v. 102, n. 3-4, p. 303-328, 2007.

DAVEY, Gareth. "Visitors' effects on the welfare of animals in the zoo: A review." *Journal of Applied Animal Welfare Science* 10.2 (2007): 169-183.

FIGUEROA, J., STUCCHI, M. El Oso Andino: alcances sobre su historia natural. Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad (AICB), Lima, Peru.2009.

GARCÍA-RANGEL, S. 2012. Andean bear Tremarctos ornatus natural history and conservation. Mammal Review 42(2):85–119.

HASHMI, Anita, and Matthew Sullivan. "The visitor effect in zoo-housed apes: The variable effect on behaviour of visitor number and noise." *Journal of Zoo and Aquarium Research* 8.4 (2020): 268-282.

MACDONALD, D.W. The Encyclopedia of Mammals, 3rd ed. Oxford Reference, Oxford University Press., ed. 2007.

MASLAK, R., Sergiel, A., & HILL, S. P. . Some aspects of locomotory stereotypies in spectacled bears (Tremarctos ornatus) and changes in behavior after relocation and dental treatment. Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research, 8, 335–34; (2013).

MONTAUDOUIN, S., & Le Pape, G. Comparison between 28 zoological parks: stereotypic and social behaviours of captive brown bears (Ursus arctos). Applied Animal Behaviour Science, 92(1-2), 129-141, 2005.

NOGA, Caroline Banach. Influência da visitação humana no comportamento de quatro espécies de mamíferos do zoológico municipal de Curitiba, Estado do Paraná. 2010.

PEYTON, B. Ecology, distribution, and food habits of Spectacled Bears, Tremarctos ornatus, in Peru. Journal of Mammalogy 614:639–652; 1980.

PEYTON, B., E. Yerena, D.I. Rumiz, J. Jorgenson, and J. Orejuela. Status of wild Andean bears and policies for their management. Ursus 10:87–100, 1998. Available at: http://www.bearbiology.com/fileadmin/tpl/Downloads/URSUS/Vol_10/Peyton_Yerena_Vol_10.pdf.

PRITCHARD, D., Fa, J., OLDFIELD, S., & HARROP, S. (2012). Bring the captive closer to the wild: Redefining the role of ex situ conservation. Oryx, 46(1), 18-23. doi:10.1017/S0030605310001766.

RENNER, Michael J., and Jennifer Plebani Lussier. "Environmental enrichment for the captive spectacled bear (Tremarctos ornatus)." Pharmacology Biochemistry and Behavior 73.1 (2002): 279-283.

RODRIGUEZ, A., DELIBES, M. Population fragmentation and extinction in the Iberian lynx. Biological Conservation 109:321–331, 2003.

SALESA, M.J., G. Siliceo, M. Anton, J. Abella, P. Montoya, and J. Morales. Anatomy of the 'false thumb' of Tremarctos ornatus (Carnivora, Ursidae, Tremarctinae): phylogenetic and functional implications. Estudios Geológicos 62(1):389–394. 2006.

SERVHEEN, Christopher; HERRERO, Stephen; PEYTON, Bernard. The Status Survey and Conservation Action Plan Bears . IUCN Red List of Threatened Species. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland. 1999.

VICKERY, S. S.; MASON, G. J. Behavioral persistence in captive bears: implications for reintroduction. Animal behavior research group, v. 14, n. 1, p. 35-43, 2003.

VICKERY, Sophie S.; MASON, Georgia J. Stereotypy and perseverative responding in caged bears: further data and analyses. Applied Animal Behaviour Science, v. 91, n. 3-4, p. 247-260, 2005.

CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DA UFSCAR SOBRE AS INTERAÇÕES ENTRE PRIMATAS DE PEQUENO PORTE E HUMANOS PRÉ E APÓS A APLICAÇÃO DE CARTILHA EDUCATIVA

Fernanda Oliveira Abel, Julia Montedioca Silva, Luana Fraccarolli, Paulo Henrique Bueno Bardelotte, Raquel Tolentino de Oliveira.

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

As interações entre humanos e animais silvestres têm crescido ao longo dos anos, decorrente do crescimento populacional e da invasão de regiões ambientais por humanos. Pensando nessa e em outras problemáticas, a Educação Ambiental (EA) procura, através de diversos métodos e práticas pedagógicas, a mudança de concepções que acarretam esses problemas. Visando essas adversidades, neste trabalho realizamos a análise de respostas obtidas em um formulário aplicado a 54 estudantes, divididos em dois grupos, A (controle) e B (tratamento), da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), sobre suas concepções acerca das frequentes interações entre primatas de pequeno porte e humanos que ocorrem no *campus* São Carlos. No decorrer da aplicação dos questionários, confeccionamos uma cartilha educacional para ser divulgada somente ao segundo grupo de voluntários. Ao final, foi observado que esse material didático contribui beneficamente para a construção de um entendimento, pautado na Educação Ambiental, sobre essas interações, promovendo a utilidade da aplicação de cartilhas educativas.

PALAVRAS-CHAVE: Interações; Educação Ambiental; Primatas pequeno porte .

Abstract

The interactions between humans and wild animals have been increasing over the years, due to population growth and the invasion of environmental regions by humans. Thinking about this and other problems, Environmental Education (EE) seeks, through various methods and pedagogical practices, to change the conceptions that might cause these problems. Aiming at these adversities, in this work we analyzed the answers obtained in an application form applied to 54 students, divided into two groups; A and B, from the Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), about their conceptions concerning the interactions between small-sized primates and humans that occur in the São Carlos campus. During the application of the questionnaires, we made an educational booklet to be distributed only to the second group of volunteers. At the end, it was observed that this material can contribute to the construction of knowledge, based on Environmental Education, about these interactions, promoting the usefulness of the application of educational booklets.

KEY-WORDS: Interactions; Environmental Education; small primate.

Introdução

Com o passar dos anos, a humanidade continua aumentando sua densidade populacional, desmatando florestas e destruindo habitats naturais de animais, de forma que uma sobreposição ecológica entre espécies seja forçada, e consequentemente, a interação entre humanos e animais silvestres aumentou. Algumas espécies de primatas, por exemplo, são altamente sociáveis e se adaptam facilmente à presença humana. Com isso, problemáticas ecológicas entre essas duas espécies podem ser criadas, por exemplo: a mudança de hábito alimentar dessas espécies, disseminação de doenças para humanos e primatas e, além disso, uma dependência de alimentação não ideal para os primatas (LEITE, *et al.,* 2011).

A interação entre essas duas espécies ocorre, normalmente, em locais mais afastados dos centros urbanos, que possuem maior vegetação, como parques e reservas ecológicas. De acordo com Sha *et al,* 2009, em Singapura, esse contato trouxe conflitos entre primatas e humanos. Além disso, têm ocorrido uma mudança comportamental desses animais que, tornaram-se mais agressivos e menos ansiosos na presença de

humanos (SANTOS, 2014). Em relação às doenças, os primatas podem transmitir inúmeros vírus como por exemplo o da herpes B para humanos, da mesma forma, humanos podem transmitir vírus como o da influenza e tuberculose para esses animais (FUENTES *et al.,* 2006).

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* São Carlos, é um exemplo de região na qual é promovida a interação entre espécies silvestres e humanos. Isso ocorre por conta da localização da universidade ser afastada do centro urbano da cidade, estando situada na rodovia próximo a vegetação do Cerrado, contando com a presença de bosques. Portanto, compreende o habitat de muitos animais silvestres locais, entre eles, pequenos primatas como o Sagui-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata).* O encontro com esses animais é comum, em especial no restaurante universitário.

Após dois anos de pandemia, em 2022, a UFSCar recebeu novos ingressos que, durante todo esse período, não frequentaram o *campus* de forma presencial. Nesse contexto, ao adentrarem na universidade, esses estudantes se depararam com a presença de espécies silvestres sem o adequado conhecimento ou informação sobre as diversas atitudes que podem acarretar em prejuízos ecológicos como, por exemplo, alimentar esses pequenos primatas nos arredores do restaurante. Portanto, a interação entre humanos e primatas tornou-se comum no *campus* de São Carlos e, consequentemente, todas as problemáticas envolvidas nesse convívio.

A Educação Ambiental permite a construção de valores e atitudes voltadas para a conservação do meio ambiente, ajudando a mudar o comportamento, valores, atitudes e a consciência ambiental dos indivíduos, o que leva a uma sociedade mais justa e preocupada com a crise socioambiental (LIMA, 2005). Diversas metodologias e práticas na EA podem ser adotadas para respaldar todos seus propósitos. Uma delas, é a utilização de cartilhas como material didático e de divulgação. Essas cartilhas são uma forma de transmitir o conhecimento acadêmico e científico para a população geral, com linguagem e métodos que facilitem a compreensão (ALVES, 2019).

Nesse sentido, nos questionamos se uma cartilha educacional poderia contribuir para a conscientização socioecológica sobre a interação adequada entre humanos e primatas de pequeno porte. Através da aplicação desse material com os frequentadores do restaurante universitário, gostaríamos de compreender suas concepções sobre essas interações entre humanos e primatas de pequeno porte na UFSCar. Além disso, buscamos conscientizar e contribuir para a disseminação de informações científicas sobre as espécies silvestres e a interação entre humanos e primatas de pequeno porte.

Materiais e métodos

Com o questionamento acerca da contribuição de uma cartilha educacional na melhoria das informações sobre as interações entre humanos e primatas de pequeno porte, convidamos 54 voluntários (divididos em dois grupos de 27 indivíduos) para responderem um questionário. Esses voluntários precisaram seguir tais requisitos:

- Ser estudante da UFSCar *campus* São Carlos;
- Ter tido algum contato com primatas de pequeno porte na UFSCar;
- Não ser estudante de Biologia ou Gestão Ambiental.

Assumimos que, estudantes de Ciências Biológicas e/ou Gestão e Análise Ambiental já possuíam um conhecimento amplo sobre essa interação, por isso, esse último requisito.

Os participantes não serão identificados ao longo deste trabalho e, concordaram com a utilização de suas respostas, sob a condição de suas identidades serem mantidas em sigilo.

Como citado anteriormente, o restaurante universitário está localizado em uma região chave, pois existe ampla circulação de estudantes e primatas de pequeno porte, por isso, escolhemos esse ambiente para a abordagem dos voluntários.

Separamos os voluntários em dois grupos: o grupo A (controle) e o grupo B. O primeiro grupo, respondeu ao formulário (anexo I) sem acesso à cartilha (anexo II). Já os

voluntários do grupo B, analisaram a cartilha e posteriormente, responderam ao questionário - com a ideia de que a leitura proporcionaria um conhecimento prévio sobre as interações entre humanos e primatas de pequeno porte. Essa etapa foi realizada em duas semanas, sendo que na primeira foi realizada a seleção do grupo A e, na segunda, a seleção do grupo B. O formulário em questão (anexo I), possuía questões dissertativas e objetivas, para uma análise mais aprofundada.

Entre a primeira seleção de grupos e a segunda, a cartilha educacional (anexo II) foi confeccionada, pensando em uma leitura dinâmica e rápida que, mesmo assim, passasse informações necessárias.

Ao final da coleta de dados, realizamos a análise dos gráficos gerados pela própria ferramenta de formulários (*Google Forms*) e, posteriormente, fizemos uma leitura reflexiva sobre as respostas dissertativas. As respostas feitas pelos integrantes do grupo A, formaram uma base inicial para a construção da cartilha educacional.

Resultados

Foram obtidas 54 respostas, sendo que 27 corresponderam ao grupo A ou controle e as outras 27 ao grupo B. (Informação já presente nos materiais e métodos)

Em ambos os grupos, quando questionados sobre terem ou não alimentado esses animais, 92,6% dos indivíduos responderam que "não". Em relação a verem terceiros alimentando os pequenos primatas, em média 46,2% responderam que "não" e, 53,7% que "sim".

Quando questionados se "é permitido/inofensivo alimentar esses animais?", 100% dos voluntários responderam que "não" e, quando questionados para justificarem a pergunta, as respostas foram diversas. Por exemplo, no grupo A tivemos:

- "Na natureza eles não tem humanos que ficam alimentando eles, tirando que nossa comida pode ser nociva a eles";
- "Na verdade depende, acho que dar uma fruta não seria necessariamente um problema…"
- "Não tenho conhecimento sobre o assunto, então acho que o ideal é não alimentar"

No grupo B, no qual, a cartilha educacional já havia sido aplicada, as respostas foram mais elaboradas, por exemplo:

- "Nenhum alimento deve ser oferecido aos pequenos primatas. Podemos transmitir doenças e colaborar negativamente com problemas que impactam diretamente na sua sobrevivência, por isso, sempre melhor nunca alimentá-los"
- "Existe uma série de riscos a saúde dos animais além da construção de uma confiança maior para com os humanos, o que não é apropriado especialmente em um espaço como o RU".

Da mesma forma que o questionamento sobre a alimentação, a pergunta relacionada a "acariciar ou tentar contato" com esses animais obteve, em ambos grupos, 96,3% de respostas negativas a essa tentativa de contato.

Em relação aos voluntários já terem ouvido ou não os pequenos primatas vocalizarem, em média 59,3% já ouviram e 40% não, em ambos os grupos. A próxima pergunta, questionava se os frequentadores "sabiam quais os motivos que levam a essas vocalizações" e o resultado foi o seguinte:

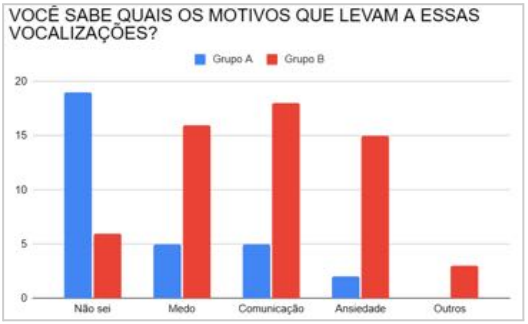


Figura 1. Comparação entre as respostas obtidas nos formulários. As respostas feitas pelo grupo A encontram-se em azul e as obtidas pelo grupo B, em vermelho.

Nota-se uma massiva mudança. O grupo A, quase que inteiramente não soube responder a pergunta, já o grupo B, possui uma diversidade maior de respostas.

A última pergunta consistiu em "você acha que existe consequências do contato entre humanos e esses animais?" e separava-se entre "primatas humanos" e "primatas não humanos"

As respostas obtidas, em relação às consequências para primatas humanos, foram:

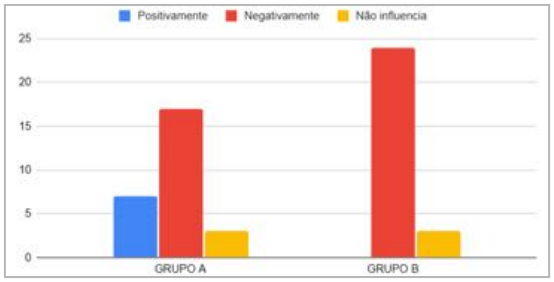


Figura 2. Comparação entre as respostas do grupo A e B sobre a pergunta "*você acha que existe consequências do contato entre humanos e esses animais*?", sendo que a imagem acima apresenta as respostas relacionadas às consequências aos primatas humanos.

Por outro lado, as respostas obtidas em relação às consequências para primatas não humanos foram:

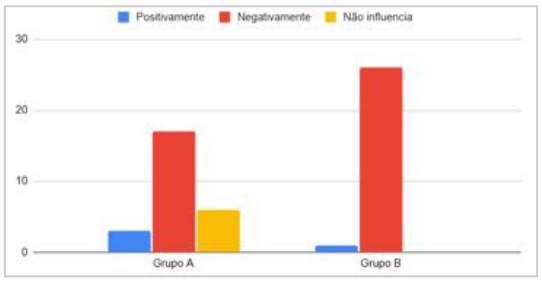


Figura 3. Comparação entre as respostas do grupo A e B sobre a pergunta "*você acha que existe consequências do contato entre humanos e esses animais*?", sendo que a imagem acima apresenta as respostas relacionadas às consequências aos primatas não humanos.

Comparando-se as respostas, nota-se que o grupo B, em sua maioria, entendeu como negativo, para ambas espécies, a ocorrência de contato. Já no grupo A, as respostas variaram entre consequências negativas ou nenhuma influência, com a presença de poucas respostas relacionando um benefício desse contato.

Para finalizar o questionário, pedimos que justificassem a resposta para a pergunta demonstrada acima. As respostas do grupo A foram mais gerais, por exemplo:

- "Desconheço a relação com outros primatas não humanos. Só sei que não posso alimentar os macaquinhos"
- "Creio que para os humanos não faria diferença…já para os primatas haveriam inúmeros malefícios"
- "Acho que para as pessoas é muito legal poder ter contato com animais, porém a maneira que esse contato é estabelecido pode estar fazendo mal aos mesmos"

As justificativas do grupo B, no entanto, mostraram-se mais específicas, por exemplo;

- "O contato pode gerar irritação nos animais, além de proliferar algumas doenças que afetam tanto nós quanto eles"
- "Primatas se acostumarem a receber comida perto do RU e adentrarem o espaço cada vez mais, causando contaminação…"
- "...o contato com seres humanos pode trazer consequências ao seu habitat e nicho ecológico, da mesma forma, humanos podem ser prejudicados pela transmissão de doenças entre as espécies"

Discussão

Sabemos que as interações entre humanos e outros primatas é perigosa porque a degradação e fragmentação dos habitats causadas por ações antrópicas empobrecem os ambientes ocupados por animais silvestres (ISABIYE-BAUSTA, LWANGA, 2008). Em ambos os grupos, as respostas sobre terem ou não alimentado e/ou acariciado os pequenos primatas demonstraram que a maioria dos voluntários não possuem esse comportamento, no entanto, muitos já presenciaram essa interação sendo feita por terceiros. A partir da análise das respostas do grupo A, observamos que, neste grupo existe uma consciência prévia sobre as problemáticas, porém, quando indagados a justificarem suas respostas, os reais motivos relacionados a essa prática danosa não conseguiram ser respondidos. Provavelmente isso se deve a falta de arcabouço teórico sobre o assunto, sendo que a maioria das respostas ficou no âmbito da transmissão de doenças - que é amplamente divulgada pela mídia. Por isso, a Educação Ambiental (EA), quando

contextualizada, por exemplo, através de materiais didáticos, desenvolve uma reflexão sobre as questões ambientais, de forma crítica (SILVIA, *et al. ,* 2017). Dessa forma, os indivíduos são capazes de fazer mais relações através de uma EA crítica, comparando por exemplo, a interação humana-primata de pequeno porte com a perda de nicho e habitat ecológico. Por isso, notamos que várias respostas apresentam essa confusão entre conteúdo formal e informal, no grupo A.

Outro ponto pertinente ainda na análise de respostas do grupo A, foi que, muitos acreditam que não é prejudicial alimentar esses primatas caso o alimento seja, por exemplo, uma fruta. No entanto, independentemente de julgarmos um alimento como mais nutritivo que outro, o animal é quem deve fazer essa escolha, como parte de seu próprio forrageio. Por isso, essas interações entre humanos e primatas "caracterizam uma interação não natural que modifica o estado 'natural' dos primatas" (BATISTA *et al.,* 2017).

Para o grupo A, a questão levantada sobre vocalização obteve, em sua maioria, respostas inconclusivas, isto é, não souberam informar os motivos que levam a vocalização desses animais. No entanto, alguns associaram ao medo e comunicação, por exemplo. A vocalização, contudo, pode ser para comunicar a fonte de alimentos, indicar a direção de locomoção do grupo, sinalizar sobre predadores, etc. (LISBOA, 2020). Para nós, era necessário que os indivíduos fizessem essa associação, por isso, na confecção da cartilha realizamos um material que explicasse o significado e quais os motivos para essas vocalizações.

Na análise das respostas do grupo B, percebemos que, embora antes da cartilha os voluntários já apresentassem alguma consciência da problemática, o documento permitiu maior embasamento, como se evidencia na seguinte resposta:

- "O ato de alimentar primatas pode ser nocivo tanto para humanos quanto para os próprios macacos, pois há risco de transmissão de doenças e a possibilidade desse alimento causar algum dano ao primata e dele se acostumar a receber comida de humanos"

Ou seja, as respostas do grupo A faziam referência aos pontos negativos da interação, no entanto, se tornaram mais desenvolvidas no grupo B, demonstrando a importância da divulgação científica. De acordo com Diniz e Ahlert, 2021, ainda existe uma noção de senso comum muito grande quando as pessoas são questionadas a respeito dos cuidados com o ambiente e mesmo da definição de Educação Ambiental.

Além dessa diferença citada, outras muito pertinentes, observadas entre os grupos A e B, foram relacionadas a vocalização e as consequências do contato entre humanos e pequenos primatas. Poucos indivíduos do grupo A demonstraram saber o significado de vocalização, mas os voluntários do grupo B - que tiveram acesso à uma cartilha que explica esse conceito - citaram muitas questões que envolvem a vocalização, como comunicação, ansiedade etc. Além disso, uma quantidade menor de indivíduos responderam que não sabiam tais motivos, demonstrando certo benefício na aplicação da cartilha.

Em relação às consequências do contato, as respostas do grupo A relacionaram, em sua maioria, as consequências negativas somente para os humanos. Por outro lado, o grupo B abordou os pontos negativos tanto para humanos quanto para os primatas de pequeno porte, na contramão da visão antropocêntrica que a aplicação da cartilha tenta desassociar.

Conclusão

A comparação e análise das respostas obtidas pelos formulários permitiu uma compreensão das concepções dos participantes, que evidenciaram uma certa consciência ambiental - ainda que, principalmente, no grupo A, essa consciência estava separada de um aporte teórico que, observamos ter sido promovido pela cartilha educacional ao analisarmos o segundo grupo.

Além disso, as respostas do primeiro grupo possibilitaram a construção de um material educativo que foi direcionado a partir de informações mais desconhecidas. Desta forma, após a aplicação da cartilha e posterior análise das respostas do grupo B, observou-se um caráter mais científico nas justificativas, compreendendo o papel de

conscientização e divulgação científica. Nesse sentido, evidencia-se a possibilidade dos materiais de educação ambiental como um ponto de partida para o desenvolvimento de uma necessária consciência socioambiental nos estudantes da UFSCar.

Agradecimentos

Agradecemos aos 54 voluntários que responderam aos formulários, ao professor Hugo Sarmento e à monitora Mariane Paduin.

Referências

AGUIAR, et al. "Risco De Transmissão Do Vírus Da Raiva Oriundo De Sagui (Callithrix Jacchus),Domiciliado E Semidomiciliado, Para O Homem Na Região Metropolitana De Fortaleza, Estado Do Ceará." Revista Da Sociedade Brasileira De Medicina Tropical 44.3 (2011): 356-63. Web.

ALVES, Raynon Joel Monteiro; GUTJAHR, Ana Lúcia Nunes; PONTES, Altem Nascimento. Processometodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicaçõesna sociedade. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 14, n. 2, p. 69-85, 2019.

BATISTA, Wallace Pinto *et al*. Relação entre humanos e primatas (Sapajus sp.) às margens do rio São Francisco, Nordeste, Brasil. Ethnoscientia, [*s. l.*], v. 2, 2017.

DINIZ, Antonio Marcos; AHLERT , Alvori. Educação Ambiental: prática docente na educação básica. REVISEA, [*s. l.*], v. 8, n. 1, p. 1-21, 2021.

FUENTES A. 2006. Human culture and monkey behavior: assessing the contexts of potentialpathogen transmission between macaques and humans. Am J Primatol 68:880–896.

GOMES Leite Da Silva, Maciara, and Valéria Sandra De Oliveira Costa. "Água, Conhecimento EAção Local." Revista Sergipana De Educação Ambiental 8.Especial (2021): 1-19. Web.

LIMA, Gleice Prado. "Educação Ambiental Crítica: Da Concepção à Prática." Revista Sergipana DeEducação Ambiental 2.1 (2015): 33-54. Web.

LISBOA, Carolina Almeida. O repertório vocal e o papel das vocalizações no forrageio social de macacos-prego do Cerrado (Sapajus libidinosus). Orientador: Prof. Dra. Ludmilla Moura de Souza Aguiar. 2020. 120 p. Dissertação (Mestre em Ecologia) - Universidade de Brasilia, Brasília, 2020.

RIBEIRO, De Albuquerque, Juliana, and Maria Adélia Borstelmann De Oliveira. "Common MarmosetsCallithrix Jacchus (Linnaeus, 1758) (Primates: Cebidae: Callitrichinae) in an Urban Mangrove:Behavioral Ecology and Environmental Influences." Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi.Ciências Naturais 15.3 (2020): 617-32. Web.

SABBATINI, G., Stammati, M., Tavares, M. C. H., Giuliani, M. V. & Visalberghi, E. (2006). Interactionsbetween humans and capuchin monkeys (Cebus libidinosus) in the Parque Nacional de Brasília,Brazil. Applied Animal Behaviour Science, 97, 272-283.

SANTOS, José Emiliano *et al*. Elaboração, aplicação, avaliação e validação do produto educacional: cartilha ambiental –resíduos sólidos no contexto da educação profissional e tecnológica. Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, [*s. l.*], v. 2, n. 21, p. 2-17, 2021.

SANTOS, Marina Nogueira dos; DUARTE, Marina Henriques Lage; YOUNG, Robert John.Behavioural and ecological aspects of black tufted-ear marmosets, Callithrix penicillata (Geoffroy,1812) (Primates: Callitrichidae) in a semi-urban environment. Rev. etol., São Paulo , v. 13, n. 1, p.,37-46, jun. 2014 . Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-28052014000100004&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 17 jan. 2023.

SHA, J.C.H., Gumert, M.D., Lee, B.P.Y.-H., Fuentes, A., Rajathurai, S., Chan,
S., Jones-Engel, L., 2009. Status of the long-tailed macaque Macaca fascicularis in Singapore and implications for management. Biodivers.Conserv. 18, 2909–2926.

ANEXO I. Quadro de perguntas realizadas nos dois formulários.

PERGUNTA	MODO DE RESPOSTA	OPÇÕES
Com qual frequência você tem contato com os primatas que circulam pela UFSCar?	Assinalar	A) nenhuma (nunca vi); A) nenhuma (nunca vi) b) Pouca (uma ou duas vezes) c) Razoável (três a cinco vezes) d) Muitas (mais de cinco vezes)
Você já alimentou algum desses animais?	Assinalar	A) Sim; B) Não.
Você já viu terceiros alimentando algum desses animais?	Assinalar	A) Sim; B) Não.
É permitido/inofensivo alimentar esses animais?	Assinalar	A) Sim; B) Não.
Justifique	Dissertar	-
Você já acariciou e/ou tentou contato com esses animais?	Assinalar	A) Sim; B) Não.
Você já presenciou terceiros acariciando e/ou tentando contato com esses animais?	Assinalar	A) Sim; B) Não.
Cite prós em alimentar e/ou acariciar esses animais.	Dissertar	-
Você já ouviu algum desses animais vocalizando (ruídos com a boca)?	Assinalar	A) Sim; B) Não.
Você sabe quais os motivos que levam a essas vocalizações?	Assinalar	A) Não sei B) Medo C) Comunicação D) Ansiedade E) Outros
Você acha que existe consequências do contato entre humanos e esses animais?	Assinalar	**Opções colunas:** Positivamente; negativamente ou não influência. **Opções de linha:** primatas não humanos ou humanos.
Explique sua resposta anterior, se possível dê exemplos.	Dissertar	-

ANEXO 2. Cartilha educacional, intitulada: "Encontrei um 'macaquinho' na UFSCar, o quê devo fazer?"

ENCONTREI UM "MACAQUINHO" PELA UFSCAR

O QUÊ DEVO FAZER?

Somos um grupo de estudantes da biologia da UFSCar. Através de um levantamento prévio por meio de um formulário online, selecionamos os principais questionamentos acerca da interação entre os pequenos primatas - muito comuns na UFSCar (São Carlos) - e nós, humanos. Nessa cartilha, esclarecemos as principais dúvidas.

O QUE SÃO ANIMAIS SILVESTRES?

Animais silvestres são aqueles que vivem na natureza e não possuem (ou não deveriam) contato com humanos. Quando são tirados da natureza ou realizam contatos frequentes com humanos, vários prejuízos são gerados para ambas espécies.

PODEMOS ACARICIAR OS PEQUENOS MACACOS?

Não! O contato físico com esses animais pode desencadear reações violentas dos mesmos e levar a ataques e a possível transmissão de doenças, que serão prejudiciais para os humanos e também para os primatas. Além disso, pode aumentar a confiança dos primatas em se aproximar de seres humanos, o que eleva os riscos de contaminações, de acidentes, e de consumo de alimentos inadequados.

EXISTE ALGUM 'ALIMENTO ADEQUADO' PARA DAR AOS PEQUENOS MACACOS?

NÃO. **Nenhum** alimento deve ser oferecido aos pequenos primatas. Além de transmitir doenças fatais para os macacos, eles podem desenvolver problemas como diabetes e obesidade que afetará sua sobrevivência na natureza. Muitas vezes alimentos são oferecidos com boas intenções, no entanto, são raríssimas as chances deles "passarem fome" na natureza e mesmo frutas podem ser letais. Portanto, opte por nunca alimentar-los.

ALIMENTAR OS PEQUENOS MACACOS DEIXA ELES 'PREGUIÇOSOS'?

Com consumo de alimentos antrópicos, as necessidades energéticas seriam atingidas mais rapidamente e a necessidade de procura por alimentos seria bem menor. Assim, os animais tendem a utilizar esse tempo descansando e socializando. Em outros estudos, surgiu a hipótese do aumento da socialização com humanos devido ao fato que as pessoas davam os alimentos a esses animais diretamente (na mão), assim, eles acabavam gastando tempo buscando e vigiando pessoas que possuíam alimento.

ESSA INTERAÇÃO PODE NOS CAUSAR DOENÇAS?

Sim! Nossos organismos e os desses animais possuem diferentes relações com patógenos como vírus e bactérias. Ao alimentar o animal com um pedaço de uma banana que você está comendo, por exemplo, você corre o risco de acabar sendo mordido por ele na hora de comer, o que pode acabar te transmitindo raiva. Além disso, também pode expor o primata a vírus como o do sarampo e o da tuberculose.

POR QUÊ E POR QUAIS MOTIVOS ESSES ANIMAIS EMITEM SONS?

Os sons emitidos por estes animais são chamados de vocalizações, sendo um importante canal de comunicação e expressão emocional em primatas não humanos. Diversos motivos podem levar os pequenos primatas a vocalizar, sendo os principalmente causados por medo, ansiedade, ou utilizados com o intuito de comunicar com seu grupo e/ou indivíduos da mesma espécie, como para indicar localização ou com intuitos reprodutivos.

FONTES: (FUENTES, *et al.*, 2006), (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PRIMATOLOGIA, 2020)

PREDADORES VISUALMENTE ORIENTADOS APRESENTAM MAIOR SUCESSO DE CAPTURA DE PRESAS DE LEPIDÓPTERA CRÍPTICAS OU CONSPÍCUAS?

Lucas Roquetti Guimarães Escalada[1], Mariah Polido[1], Renan Figueiredo[1], Tamires Santos[1]
[1] Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Universidade Federal de São Carlos.

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

A corrida armamentista entre predadores e presas pode gerar estratégias antagônicas pela busca por sobrevivência, como o criptismo e o aposematismo. A literatura aponta que a coloração aposemática confere maior vantagem às presas (Turner, 1975; Mathews 1977; Gittleman et al. 1980; Vasconcellos-Neto e Gonzaga, 2000), porém, não há consenso científico sobre essa estratégia ser mais eficiente. O presente trabalho buscou observar a predação de presas crípticas e conspícuas no bosque de pinus da Universidade Federal de São Carlos, a fim de aumentar os dados e experimentos sobre essa questão.

Nossos resultados demonstram que não há predação diferencial entre as colorações críptica, aposemática e controle no bosque de pinus da UFSCar.

Introdução

A predação é um modelo de relação ecológica na qual a presa é localizada, caçada, e morta em detrimento da nutrição de seu predador. A competência dos predadores em localizar as presas implica pressões seletivas intensas sobre os indivíduos potencialmente predados, conferindo a vantagem da sobrevivência e aumento do valor adaptativo daqueles que possuem traços ou atributos capazes de permitir a evasão ou impedir a predação. Além disso, atributos hereditários que conferem vantagens para evitar a predação podem ser transmitidos e dispersos na população através da seleção natural, fator que retribui pressões seletivas aos predadores (Alcock, 2011, pp. 183).

Esse modelo de coevolução entre predador e presa pode ser explicado através do conceito de corrida armamentista, ou 'coevolução antagônica'. Neste caso, ocorre uma escalada de adaptações e contra adaptações de mecanismos para superar os atributos do outro, e com isso, predar ou escapar.

No caso das borboletas (Insecta: Lepidoptera) a grande diversidade do grupo resultou em uma variedade de padrões comportamentais, de exploração de recursos e de variação de coloração. As asas desses insetos representam não somente adaptações para o voo, mas são fundamentais para a comunicação intra e interespecífica, desempenhando funções ecológicas necessárias para sua sobrevivência e aumento da aptidão (Silva, 2015).

No caso de comunicação interespecífica, padrões de coloração comunicam certas características importantes na defesa e anti predação à predadores visualmente orientados. Dentro dessa íntima relação entre predador e presa, dois padrões notáveis por conter estratégias evolutivas diferentes são apresentados na coloração de lepidópteros, que são o criptismo e o aposematismo.

Padrões crípticos de coloração podem ser definidos enquanto aqueles que se assemelham ao substrato, dificultando sua detecção, como espécies do gênero Hamadryas spp. (Nymphalidae). Essa adaptação, somada a comportamentos como a seleção assertiva do habitat e a orientação de pouso, podem ser compreendidos como uma estratégia anti detecção, capaz de frustrar predadores (Alcock, 2012, pp. 202). Além disso, ainda de acordo com Alcock (2012, pp. 203) essas adaptações se 'aproveitam de aspectos do sistema de processamento visual dos predadores' ou seja, forçam os custos da relação ecológica sobre os predadores, fazendo a manutenção da coevolução antagônica. Os predadores, por sua vez, poderão investir mais recursos no aprimoramento de seus sistemas visuais ou na adaptação de seus sistemas olfativos para aumentar suas taxas de captura.

Em contrapartida às estratégias que diminuem o risco de detecção, o outro

padrão de coloração que buscaremos investigar refere-se à coloração conspícua, que pode ser definida enquanto padrões que atraem a atenção dos predadores. Tais padrões muitas vezes refletem a impalatabilidade do organismo, como é o caso das borboletas-monarca (Nymphalidae: *Danaus plexippus*) que apresentam uma coloração laranja chamativa. Esses animais se alimentam de plantas tóxicas e incorporam a toxicidade em seus tecidos tornando sua predação desagradável e fazendo com que ocorra um aprendizado sobre este padrão por parte de seus predadores. O benefício associado não diz respeito ao indivíduo predado, porém, permite que indivíduos da mesma espécie aparentados consigam sobreviver e se reproduzir após o indivíduo predado perecer e inferir o aprendizado ao predador.

Turner (1975) e Mathews (1977) discutem sobre a maior probabilidade dos predadores de evitarem presas aposemáticas do que presas crípticas, sendo demonstrado experimentalmente por Gittleman et al. (1980) que o aprendizado dos predadores sobre a impalatabilidade é mais rápido quando as presas são conspícuas (Vasconcellos-Neto e Gonzaga, 2000).

Portanto, de acordo com essas considerações apontadas na literatura, o presente trabalho objetivou investigar o sucesso de sobrevivência - seja por anti detecção e sinalização de toxicidade e mimetismo - entre espécies crípticas e aposemáticas em relação a predadores visualmente orientados. Com base na literatura (Turner, 1975; Mathews 1977; Gittleman et al. 1980; Vasconcellos-Neto e Gonzaga, 2000) espera-se observar experimentalmente no Bosque de Pinus da Universidade Federal de São Carlos, que a taxa de predação seja maior sobre espécies crípticas em relação às espécies conspícuas.

Materiais e métodos

Com o objetivo de observarmos qual coloração apresenta maior sucesso em evitar, de acordo suas respectivas estratégias, a predação por animais visualmente orientados, primeiramente definimos o transecto no bosque de *Pinus* spp. localizado na região norte da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. O transecto seguiu trilha de aproximadamente 1 km de extensão, sendo delimitado pela marcação de 60 árvores, marcadas com fita adesiva e categorizadas entre 0 e 60. Dentre as árvores marcadas, 50 se encontravam no interior do bosque e 10 em pontos na margem, entre o interior do bosque e o reservatório do Monjolinho. As árvores foram selecionadas conforme os critérios de possuírem, pelo menos, 15 cm de diâmetro, estarem próximas o suficiente do trajeto estabelecido e possuírem cascas relativamente resistentes, para que fossem capazes de aguentar o peso do target com a larva.

Também anteriormente à realização da coleta de campo, elaboramos targets de representações dos padrões de coloração para simularmos as asas de diferentes tipos de lepidópteros, sendo: coloração aposemática (figura 01) coloração conspícua (figura 02) e coloração controle (figura 03). Os modelos de representação dos padrões de coloração (targets) foram impressos em papel revestido medindo 45mm x 30mm.

Figura. 01: Target aposemático (AP): Padrão de coloração aposemático, baseado em espécies das tribos Ithomiini (Danaine:Nymphalidae), Heliconiini e Acraeini (Heliconiinae: Nymphalidae)

Figura. 02: Target críptico (CR): Padrão de coloração críptico, baseado em espécies do gênero Hamadryas (Biblidinae: Nymphalidae) e reconhecidas por apresentarem criptismo associado à camuflagem (Young, 1974).

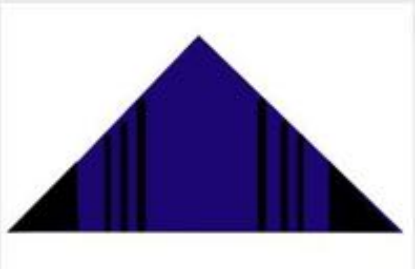


Figura 03: Target controle (CO): Padrão de coloração controle, baseado em espécies da família Riodinidae (Grote, 1895) e na hipótese do melanismo térmico, no qual a coloração está associada à termorregulação e a seleção sexual. (Clusella-Trullas, van Wyk, & Spotila, 2007).

Para representar as borboletas vivas e observar a predação no transecto escolhido, simulamos o corpo da borboleta com larvas de *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) vivas, adquiridas com um fornecedor online.

As borboletas simuladas foram pregadas com o alfinete e o target em árvores sorteadas previamente marcadas no transecto. Para a preparação dos simulacros, as larvas foram perfuradas em seu terceiro segmento abdominal com alfinetes e fixadas nos targets, de modo que permaneceram vivas. As larvas foram pregadas às árvores no primeiro momento da coleta, que ocorreu às 6h durante três dias. Para cada dia houveram três checagens de campo, às 6h, 12h e 17h.

Utilizamos o teste Qui-quadrado para comparar a distribuição dos eventos de predação visual nas diferentes amostras, a fim de avaliar se as amostras diferem significativamente quanto às proporções desses acontecimentos. Foi utilizado um α de 0,05

A análise foi feita considerando-se como variável explicativa o tipo de coloração e como variável resposta a presença ou ausência de coloração visual, ambas qualitativas.

Figura 04: Exemplo de larva *Tenebrio molitor* aderida à árvore com target.

Resultados

As taxas absolutas de predação para cada coloração foram contabilizadas, totalizando 8 eventos de predação visualmente orientados para colorações crípticas, 10 para colorações controle e 3 para colorações aposemáticas.

No entanto, a partir do teste Qui-Quadrado, obtivemos um valor de p de 0.089, que indica que não houve diferença significativa entre as taxas de predação das colorações críptica, controle e aposemática.

Tabela 1. Predação Visual

Coloração	não	sim	total
CR	22	08	30
CO	20	10	30
AP	27	03	30

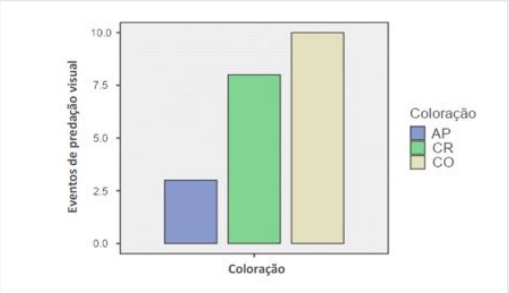


Figura 05: Taxas absolutas de predação para as colorações críptica (CR), aposemática (AP) e controle(CO).

Discussão

A pressão evolutiva da predação é, então, um mecanismo que implica grandes adaptações tanto aos predadores quanto às presas. Essa dinâmica entre aumento da habilidade predatória vs antipredatória caracteriza-se enquanto uma coevolução entre predador e presa, onde uma adaptação pode ser respondida com uma contradaptação. Alcock (2011, pp. 185) define a coevolução enquanto um tipo de evolução dependente da interação entre duas espécies, de modo que a aptidão dos membros é diretamente afetada por tal interação, com isso, mudanças ocorrem em resposta às pressões geradas pelas adaptações oriundas da seleção natural, a estabilidade evolutiva, segundo o autor, pode nunca ser alcançada nesses casos.

As corridas armamentistas refletem uma interface fenotípica cujos traços medeiam as interações entre predador e

presa, de modo que com o avanço da disputa essa interface pode vir a tornar-se cada vez mais exagerada, trazendo custos e alocações de recursos em trade-offs para cada espécie. Além disso, modelos teóricos demonstram que tais interações predador-presa não necessariamente escalonam cada vez mais, mas podem tornar-se uma dinâmica cíclica de perseguição (Brodie e Brodie Jr. 1998).

Dentro dessa lógica, comportamentos antipredação em resposta às adaptações dos predadores seguirão o modelo de adaptação e contra adaptação, variando as respostas dependendo dos indivíduos dentro dessa relação ecológica e de seus mecanismos, traços e caracteres, uma vez que todo comportamento terá custos e benefícios para o fitness, porém, a seleção irá operar favorecendo diretamente aqueles cujos benefícios superam os custos.

Experimentalmente, foi notório como não houve uma diferença considerável nas taxas de predação entre as diversas colorações testadas, apesar de toda a bibliografia consultada (Turner, 1975; Mathews 1977; Gittleman et al. 1980; Vasconcellos-Neto e Gonzaga, 2000).

Apesar das taxas absolutas, isto é, dos números totais representativos de que a predação por animais visualmente orientados ocorreu ou não ocorreu ter apresentado uma certa diferença entre as colorações, a análise pelo teste qui-quadrado mostra que essa diferença não foi significativa, ou seja, todas as colorações possuíam a mesma eficiência anti-predação quando comparadas entre si.

Isso pode ter ocorrido por diversos motivos no experimento realizado. Primeiramente, e talvez o mais importante, foi a presença de predação por animais não orientados visualmente, como formigas e vespas, que realizaram a maior parte da predação e, assim, fizeram com que a predação que ocorreu não fosse pelo objeto amostral sendo analisado. Isso fez com que a predação de determinadas larvas não estivesse mais disponível para os animais visualmente orientados e, assim, a diferença entre as colorações se tornaria cada vez menor.

Além disso, formigas são animais eussociais, com hábitos alimentares generalistas e com sua predação realizada em grupos (Cerdá & Dejean, 2011). Todas essas características contribuem para que esses animais tenham evoluído para otimizar o seu forrageamento, de acordo com a Teoria do Forrageamento Ótimo (MacArthur & Pianka, 1966). Desta forma, formigas teriam maximizado o benefício do forrageamento, dado que várias formigas operárias podem procurar itens alimentares diversificados pelo ambiente e, quando encontrados, se comunicam para que o manejo deste item alimentar seja pouco custoso. Isso foi observado em campo, dado que quando eram encontradas larvas de *T. molitor,* existiam diversas formigas aglomeradas na larva e outras se aproximando pelo tronco da árvore, mostrando uma alta cooperação no forrageio.

Ainda, outros fatores que possam ter contribuído para esses resultados foram a maneira como a metodologia foi aplicada. Tendo em vista que o trajeto foi realizado por apenas três dias e em um transecto relativamente pequeno e que, desta forma, não representa completamente o Bosque Pinus da UFSCar. Desta maneira, nossos resultados e análises não corroboram com a literatura, mas isso não significa que as colorações não são efetivas em seu papel evolutivo, mas sim que a unidade amostral analisada não reflete corretamente o universo amostral possível.

Conclusão

Dessa forma, concluímos que, de acordo com os dados coletados, a diferença entre a predação das larvas com coloração críptica e das aposemáticas não teve uma diferença significativa.

Portanto, em relação à pergunta inicial, os predadores visualmente orientados não mostraram taxas de predação melhores sobre colorações crípticas ou conspícuas. Isso pode levar a duas conclusões: a de que houveram poucos dados para serem analisados, devido ao número amostral; ou também devido a predação de animais não visualmente orientados, tais como as formigas e vespas levando a perda da disponibilidade do alimento para os animais visualmente orientados.

Agradecimentos

Agradecemos aos tutores pela oportunidade de elaboração deste trabalho.

Agradecemos ao PET-Biologia UFSCar pelo equipamento emprestado para a execução do trajeto.

Referências

CERDÁ, XIM; DEJEAN, A. (2011). Predation in the Hymenoptera: An Evolutionary Perspective. Predation by ants on Arthropods and other animals. 5-6

CLUSELLA-TRULLAS, S; VAN WYK, J. & SPOTILA J.R. (2007) Thermal melanism in ectotherms. Journal of Thermal Biology 32 (5), 235-245.

GITTLEMAN, J. L; HARVEY, P. H & GREENWOOD, P. J. (1980) The evolution of conspicuous coloration: some experiments in bad taste. Animal Behaviour, 879 - 899.

MATHEWS, C. K. (1977). Signal based frequency dependent defense strategies and the evolution of mimicry. The American Naturalist, 213:222.

OLIVEIRA, M. I. R. et al. (2022) Biologia de Hamadryas februa HUBNER 1823 (Lepidoptera: Nymphalidae) em um parque urbano da cidade do Rio de Janeiro. Revista Multidisciplinar em Educação e Meio Ambiente.

SILVA, L. N. S. (2020) Padrões ecológicos e diversidade de borboletas em Florestas Tropicais Secas. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Ecologia.

SILVA, A. O. (2015) Pistas visuais no reconhecimento intra e interespecífico em duas borboletas miméticas impalatáveis. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Ecologia.

TURNER, J. R.G. (1981). Adaptation and evolution in Heliconius: A defense of neodarwinism. Annual Review of Ecology and Systematics 12: 99–121.

TURNER J. R. G. (1975). A tale of two butterflies. Natural History, 84: 28-37.

VASCONCELLOS-NETO J. & GONZAGA, M. O. (2000). Evolução de padrões de coloração em artrópodes pp. 337 - 370, Ecologia e Comportamento de Insetos, PPGE - UFRJ, Rio de Janeiro.

SELETIVIDADE ALIMENTAR DE UM EXEMPLAR DA FAMÍLIA Chrysomelidae PARA DUAS ESPÉCIES (*S. lycocarpum* e *T. diversifolia*) DO CERRADO DA UFSCAR

Camila Reis, Flávio Daniel Lucyrio de Lima, Giuliano Stoppa Baviera, Julia Thomaz & Maria Clara Vergani Tristão

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

Compreender as características ecológicas de um grupo é fundamental para estratégias efetivas de conservação. A família Chrysomelidae é rica em diversidade e composta por cerca de 40.000 espécies de insetos herbívoros altamente especializados. Alguns fatores, como metabólitos primários e secundários, morfologia e disponibilidade dos vegetais, influenciam fortemente o estabelecimento das relações entre esses insetos e suas plantas hospedeiras. Neste estudo, a espécie de besouro escolhida foi coletada em uma área de Cerrado, um dos maiores biomas do Brasil, rico em fauna e flora. A espécie Solanum lycocarpum, conhecida como lobeira, é uma planta nativa abundante no Cerrado. Além disso, é comum encontrar espécies invasoras, como a Tithonia diversifolia, conhecida como margaridão, rica em terpenos que têm papel importante na defesa das plantas contra insetos herbívoros. O objetivo deste trabalho foi analisar a seletividade alimentar de uma espécie de besouro da família Chrysomelidae e sua preferência por diferentes espécies de plantas, incluindo a lobeira e o margaridão. 14 besouros foram coletados e mantidos em um insetário por dois dias para aclimatação e então foram individualizados em gaiolas plásticas e alimentados com dois discos de diferentes espécies vegetais. A área foliar de cada disco foi calculada a cada duas horas para avaliar as quantidades consumidas pelos insetos. Os resultados indicaram que os besouros apresentaram preferência pela lobeira em relação ao margaridão. Este estudo contribui para o entendimento da seletividade alimentar de besouros da família Chrysomelidae em relação a diferentes espécies de plantas, o que pode ser útil para estratégias de conservação da biodiversidade em áreas de Cerrado.

Introdução

Compreender características ecológicas de uma espécie, como distribuição geográfica e hábitos alimentares, se mostra um elemento chave para estratégias efetivas de conservação (Araujo & Williams, 2000; Thomas et al., 2008). A família Chrysomelidae é extremamente rica em diversidade, composta por cerca de 40.000 espécies de insetos, herbívoros em sua maioria, e altamente especializados. Os crisomelídeos podem se alimentar de raízes, folhas ou flores e podem estabelecer relações muito particulares com as plantas hospedeiras. Sabe-se que, alguns fatores como os metabólitos primários e secundários, a morfologia, a disponibilidade e a distribuição dos vegetais podem influenciar fortemente no estabelecimento dessas relações com os insetos herbívoros. Além disso, os insetos também precisam ser capazes de lidar com os mecanismos de defesa das plantas hospedeiras, precisam localizá-las e também assimilar os seus nutrientes (Fernandez & Hilker, 2007).

A espécie de besouro escolhida para este estudo foi coletada em uma área de Cerrado, que além de ser o segundo maior bioma do Brasil, é a savana mais rica em espécies do planeta. Além da grande diversidade de fauna, a flora do Cerrado também é extremamente diversificada. A família Solanaceae, muito presente neste bioma, é composta por mais de 3.000 espécies de plantas, sendo que o gênero *Solanum* representa sua maior diversidade (Pereira et al., 2019). A espécie *Solanum lycocarpum*, popularmente conhecida como

lobeira, é uma planta arbustiva, nativa e muito abundante em áreas de Cerrado (Elias et al., 2003).

Além da flora nativa, também é comum se deparar com espécies invasoras em áreas de Cerrado. Este é o caso da *Tithonia diversifolia*, conhecida popularmente como margaridão ou girassol-mexicano, que é uma espécie da família Asteraceae, também de porte arbustivo e que tem se espalhado e se estabelecido em áreas de Cerrado. Estudos mostram que o margaridão é uma planta rica em terpenos, incluindo as lactonas sesquiterpênicas, que possuem papel importante na defesa das plantas contra insetos herbívoros (Miranda, 2015).

Determinados insetos herbívoros, como *Diorhabda carinulata* (um besouro da família Chrysomelidae), podem atuar como controladores de plantas danosas para o ambiente, pois se reproduzem rapidamente e, em muitos casos, suas formas juvenis ocupam os mesmos nichos dos adultos (Gaffke, et al., 2020). Assim, neste trabalho, vamos analisar a seletividade alimentar de uma espécie de besouro da família Chrysomelidae e seu potencial para atuar como controlador de uma espécie invasora de áreas de Cerrado.

Materiais e métodos

Os besouros foram coletados em um galho de *S. lycocarpum*, em uma área de Cerrado, localizada dentro da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus São Carlos. Foram coletados 14 indivíduos (n=14). Após a coleta, os animais foram mantidos por dois dias em um insetário arborizado, com galhos, folhas e recipientes com água, com o objetivo de simular o ambiente natural. Durante o período de aclimatação, os animais foram alimentados com as duas espécies vegetais selecionadas para a realização do experimento, justamente para validar a aceitabilidade dos besouros pelas duas plantas.

Após o período de aclimatação, individualizamos os besouros em quinze "gaiolas" plásticas (repetições) com o fundo revestido por papel de filtro e algodão umedecido com água para evitar a perda de umidade (Oliveira, 2018).

Em cada gaiola foram oferecidos dois discos, um de cada espécie vegetal, com 2,5 centímetros de diâmetro. A cada intervalo de duas horas, a área foliar de cada disco foi calculada por meio do aplicativo LeafArea, para avaliar as quantidades consumidas de cada espécie de planta pelos insetos. Após um intervalo de 4 horas, os animais foram substituídos por novos indivíduos e todos os discos também foram substituídos por discos inteiros, para dar início a uma repetição do experimento, com o intuito de corroborar os dados. A ideia de disponibilizar as duas plantas ao mesmo tempo, permitiu que os animais pudessem escolher livremente o alimento de sua preferência (Oliveira, 2018). No total foram realizadas duas ofertas de alimentos, durante 4 horas cada, e um total de 8 horas de experimento.

Para a avaliação da existência ou não de seletividade será utilizado o índice de Ivlev (1961) foi aplicado, determinando assim a seletividade alimentar das espécies para cada item, seguindo esta fórmula:

$$E_i = r_i - p_i / r_i + p_i$$

Onde a seletividade para o item i (Ei) é determinada a partir do percentual da presa no estômago (ri) e do percentual da presa no ambiente (pi). O índice varia de -1,indicando seletividade negativa ao item, a +1, sendo este item ativamente predado como preferencial para a dieta.

Após a aplicação do índice, os dados serão analisados quanto à homogeneidade e normalidade. Caso os dados sejam paramétricos e homogêneos, os dados serão apresentados como média ± desvio padrão e será aplicado o teste ANOVA, considerando α =0,05. Em seguida, será realizado o teste t de Student para testar a hipótese de que os dados da variável resposta "consumo de folhagem das espécies *S. lycocarpum* e *T. diversifolia.*" seguem distribuição normal. Se o teste apontar que os dados não seguem distribuição normal ($p<0,05$) será aplicado uma análise não paramétrica por meio do teste de *Kruskal-Wallis* (p=0,05).

Resultados e discussão

Os resultados para o índice de Ivlev (1961) indicaram que a espécie de besouro escolheu se alimentar somente da lobeira (*Solanum lycocarpum*), que é nativa do Cerrado. O valor do índice para a espécie nativa (*Solanum lycocarpum*) foi positivo (0,33) e para a espécie invasora (*Tithonia diversifolia*) foi negativo (-1), como podemos ver na tabela abaixo:

Tabela 1. Índice de Ivlev para as duas espécies.

Espécies	Área Média (cm²)	Área Ivlev
Solanum lycocarpum	1,6525	0,33
Tithonia diversifolia	0	-1

Todas as análises foram feitas no programa R 3.3.0 (R Core Team, 2016). Os dados não passaram no teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*, Dessa forma, foi utilizado o teste *Kruskal-Wallis* para fazer a avaliação da análise não paramétrica.
O resultado da análise demonstrou que os besouros possuem uma nítida preferência pelos disco da planta do gênero *Solanum* (*p-valeu* = 4.238e-10).
Com os resultados da análise pode ser plotado gráfico de barras abaixo:

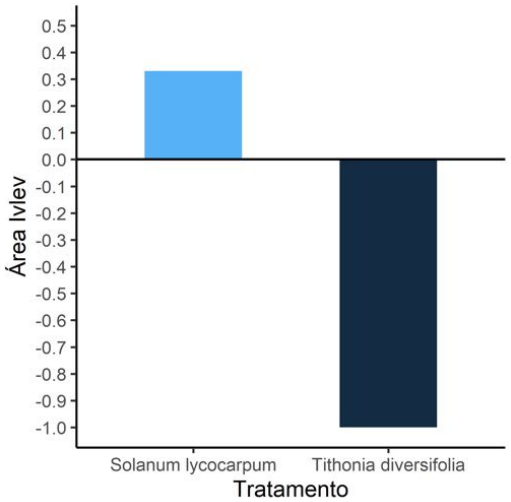


Figura 1. Valores do Índice de Ivlev para as duas espécies *S. lycocarpum* e *T. diversifolia.*

É provável que os besouros não tenham se alimentado da espécie invasora devido a sua composição química. A espécie *T. diversifolia* é rica em substâncias terpenóides, que atuam contra herbívoros. Alguns trabalhos mostram que o extrato desta espécie pode atuar contra pulgões, ácaros e besouros, podendo inibir a oviposição ou até mesmo causar a morte desses organismos (Kerebba et al. 2019). Dentre as substâncias presentes em *T. diversifolia*, algumas como tagitininas A, C e hispidulina possuem potencial repelente e anti-alimentar para os insetos (Kerebba et al. 2019). Assim, inferimos que os besouros da família Chrysomelidae utilizados no presente estudo, não possuem mecanismos para tolerar as substâncias tóxicas presentes nessa espécie vegetal. Logo, não podem atuar como controladores naturais da mesma.
Já a lobeira (*S. lycocarpum)*, por se tratar de uma espécie que não possui substâncias nocivas e por ser uma planta nativa do Cerrado, ambiente em que os indivíduos forrageiam, foi consumida como primeira opção. Isso pode mostrar que essa escolha pela *Solanum lycocarpum* seja um indicativo de que a preferência de insetos herbívoros por plantas nativas pode estar associada a um contexto evolutivo, já que essas plantas estabelecem uma coevolução com os herbívoros ao longo do tempo (Zunjarrao et al, 2020).

Conclusão

A partir dos resultados obtidos, podemos concluir que os besouros utilizados no experimento têm uma clara preferência alimentar por folhas de lobeira. Com base em revisões bibliográficas também podemos dizer que o fato dos insetos terem rejeitado a planta invasora, provavelmente se deve à presença de substâncias herbicidas em suas folhas.

Agradecimentos
Agradeço ao tutor Prof. Dr. Hugo Sarmento e também à tutora Mariane Paduin Ferreira, que sempre estiveram à disposição para nos auxiliar. Um agradecimento também ao Prof. Dr. Reinaldo José de Castro que nos auxiliou no uso do programa R e foi sempre muito prestativo. Por último gostaríamos de agradecer ao Departamento de Botânica onde os animais permaneceram durante o experimento, a Profa. Dra. Sarah Caroline

Ribeiro de Souza e ao seu aluno de doutorado Edgar, que nos acompanharam durante o período dos experimentos.

Referências

Araujo, M.B. & Williams, P.H. (2000). Selecting areas for species persistence using occurrence data. Biological Conservation, 96, 331–345.

de Jesus Oliveira, D., Silva, D. S., & Lhano, M. G. (2018). Hábito alimentar de Cornops frenatum frenatum (Marshall, 1836)(Orthoptera, Leptysminae) e aceitabilidade em relação a duas variedades de Heliconia sp. no Recôncavo da Bahia. MAGISTRA, 29(3/4), 356-363.

ELIAS, Sandra RM et al. Anatomia foliar em plantas jovens de Solanum lycocarpum A. St.-Hil.(Solanaceae). Brazilian Journal of Botany, v. 26, p. 169-174, 2003.

FERNANDEZ, Patricia; HILKER, Monika. Host plant location by Chrysomelidae. Basic and Applied Ecology, v. 8, n. 2, p. 97-116, 2007.

GAFFKE, Alexander M. et al. An herbivore-induced plant volatile from Saltcedar (Tamarix spp.) is repellent to Diorhabda carinulata (Coleoptera: Chrysomelidae). Environmental Entomology, v. 49, n. 5, p. 1063-1070, 2020.

Kerebba, N., et al. "Pesticidal activity of Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray and Tephrosia vogelii (Hook f.); phytochemical isolation and characterization: A review." *South African Journal of Botany* 121 (2019): 366-376.

Ivlev, V. S. Experimental Ecology of the Feeding of Fishes. New Haven: YaleUniversity Press, 1961

Miranda, M. A. F. M. (2015). Atividades biológicas de duas espécies de Myrsine L.(Primulaceae) e de Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray (Asteraceae).

Pereira, A. P. A., Angolini, C. F. F., Paulino, B. N., Lauretti, L. B. C., Orlando, E. A., Silva, J. G. S., ... &

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <https://www.R-project.org> (Acesso em 25/03/2023).

Shapiro, S. S. e M. B. Wilk (1965) An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). Biometrika Trust, London, v. 52, p. 591–609. 3/4 (Dec., 1965). Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2333709>. (Acesso em 25/03/2023).

Thomas, C.D., Bulman, C.R. & Wilson, R.J. (2008) Where within a geographic range do species survive best? A matter of scale. Insect Conservation and Ecology, 1, 2–8.

Zunjarrao, S. S., Tellis, M. B., Joshi, S. N., & Joshi, R. S. (2020). Plant-insect interaction: the saga of molecular coevolution. *Co-evolution of secondary metabolites*, 19-45.

TRILHA DOS ARTRÓPODES: JOGO DIDÁTICO SOBRE CONSCIENTIZAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

João Pedro Destro de Angelis, Julia Beatrice Schutzer, Pedro Gabriel e Silva Galvão.

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

Os Artrópodes são um dos maiores filos de animais e muito presentes nas nossas vidas, seja em interesse médico, econômico ou ecológico. No entanto, esses animais são estigmatizados devido a uma distorcida visão onde são encarados como pestes, de pouca importância e nocivos. Este trabalho visa a criação de um jogo com o objetivo de iniciar uma conscientização sobre tais animais, partindo de um ponto de vista onde ligamos seus comportamentos com sua importância ecológica. Conseguimos Observamos a viabilidade do jogo didático como ferramenta de aprendizado, apesar do pequeno número amostral que impossibilita a comparação completa entre os grupos testados:

Palavras-Chave: jogo didático, artrópodes

Introdução

Durante o presente trabalho elaboramos um jogo didático que explorasse o aprendizado da etologia: essa é a área das ciências que aborda e estuda os comportamentos animais, seres humanos, até os diminutos seres unicelulares em seus microambientes (LOREZ, 1995).

Optamos por abordar animais que sofrem de estigma em nossa sociedade, para que através de nossos esforços possamos desmistificar, explicar preconceitos, além de exaltar a importância deles em nossos ecossistemas, talvez até mesmo em nossas moradias, assim visando que esses sejam mais preservados e que se tomem os cuidados necessários ao lidar com eles.

Um bom exemplo é a aranha-armadeira (*Phoneutria spp.*), que apesar de ocupar uma função ecológica importantíssima como controladora de populações de invertebrados e até mesmo pequenos vertebrados (SANTANA, SILVA & OLIVEIRA, 2009), sendo um predador de topo de cadeia, necessita de certos cuidados quando encontrada em ambientes urbanos e em moradias. Devido a sua peçonha excepcional, esse animal está envolvido em diversos acidentes letais com humanos, por isso é importante que as pessoas consigam identificar esses indivíduos e como lidar com eles (VITAL BRASIL, 1986).

As mariposas são outro exemplo interessante que sofrem preconceito e superstições. São consideradas como "arautos de azar" e animais que podem nos cegar. No entanto, são inofensivos e extremamente importantes devido a polinização que efetuam, e em muitos casos são polinizadores exclusivos de plantas específicas (RECH & DE BRITO, 2012).

Os jogos didáticos são ferramentas auxiliares no processo de ensino-aprendizagem, pouquíssimo exploradas nos ambientes formais de ensino. Eles são dinâmicos e estimulam o desenvolvimento do raciocínio, a interpretação, tomada de decisões e resoluções de problemas, além da característica de ser motivadora e divertida (ALMEIDA, 2012).

Sendo assim, uma possível ferramenta de auxílio na desmistificação e conscientização acerca destes animais estigmatizados, proporcionando algum aprendizado sobre os comportamentos dos mesmos.

Materiais e métodos

O jogo de tabuleiro poderá ser jogado por quatro jogadores individuais ou quatro grupos e um Mestre de jogo ou Game Master (G.M.), onde os jogadores terão como objetivo usar as pistas administradas pelo Mestre a fim de descobrirem o animal secreto sorteado aleatoriamente a cada jogador/time.

A fim de obter as pistas, os jogadores deverão usar dados para sortear o número de casas avançadas. As casas se dividem em:

5.1. Neutra, uma casa que não possui propriedade especial;

5.2. Casa de pista nível um, onde o Mestre irá distribuir para os jogadores uma pista geral;;

5.3. Casa de pista nível dois, onde os jogadores receberão uma pista sobre o grupo que o animal pertence;

5.4. Casa de pista nível três, onde os jogadores receberão uma pista exclusiva do animal;

5.5. Casa de penalidade, onde o jogador receberá uma penalidade em relação a sua posição no tabuleiro;

5.6. Casa de ataque, onde o jogador receberá uma penalidade de ação de acordo com certas características de seu animal;

5.7. Casa de palpite, onde o jogador terá a chance de adivinhar seu animal.

Para usar a Casa de Palpite,os jogadores deverão possuir ao menos três dicas e quando errados deverão retornar ao início do tabuleiro.

Os animais representados dentro do jogo são: Escorpião-amarelo, Marimbondo, Aranha armadeira, Formiga, Mariposa, Centopéia, Lacraia, Barata e Taturana.

Escolhemos esses animais devido ao estigma presente na sociedade em relação a eles e também por sua importância ecológica muitas vezes relevada ou desconhecida pela população média.

Durante a confecção do jogo físico,utilizamos o programa *Adobe Photoshop* para confeccionar as ilustrações que estarão presentes tanto no tabuleiro quanto nas cartas de dica, sendo esses impressos em papel cartão/cartolina.

Para analisar quantitativamente a assimilação de conceitos propostos pelo jogo, utilizamos o Teste T dos estudantes (Students' T Test), comparando o desempenho entre o grupo controle e o testado através de formulários, aplicados antes e após a aprendizagem (SELVI & ÇOSAN, 2018).

Durante nossas pesquisas bibliográficas entramos em contato também com os métodos de avaliação de jogos GameFlow (SWEETSER & WYETH, 2006) e EGameFlow (FU et al., 2009), através do trabalho de Tsuda (TSUDA et. al, 2014). Trata-se de métodos de avaliação da efetividade dos jogos a partir da Teoria do Fluxo (CSIKSZENTMIHALYI, 1991), sendo o segundo uma adaptação para avaliação de jogos educacionais analisando a experiência do jogador.

Através desses métodos podemos avaliar diversos aspectos do jogo subdivididos em oito dimensões principais; Concentração, Desafios, Autonomia, Clareza dos Objetivos, Feedback, Interação Social e Melhoria do Conhecimento (FU et al., 2009).

A avaliação foi aplicada através de um questionário padronizado, onde as respostas devem variar de 1 a 7 de acordo com a experiência do jogador, para todos os participantes do jogo, após a finalização da atividade, visando assim colher informações relevantes às dimensões citadas no parágrafo acima.

As questões do questionário GameFlow são as seguintes:

Concentração

C1.A maioria das atividades do jogo estão relacionadas ao aprendizado

C2.Nenhuma distração da tarefa ocorreu

C3.De modo geral me mantenho concentrado no jogo

C4. Eu não me distraí das tarefas que deveria me concentrar

C5. Não fico ocupado com tarefas que pareçam não correlacionadas
C6. A carga de trabalho do jogo é adequada
Claridade do Objetivo
G1. Os objetivos do jogo foram apresentados no início do jogo.
G2. Os objetivos do jogo são apresentados de maneira clara
Feedback
F1. Eu recebi feedback do meu progresso neste jogo
F2. Eu recebi feedback imediato das minhas ações
F3. Eu sou notificado sobre novos eventos imediatamente
Desafio
H1. O jogo providencia dicas escritas para me auxiliar com desafios
H2. A dificuldade dos desafios aumenta conforme minhas habilidades aumentam
H3. O jogo providencia níveis diferentes de desafios para abarcar diferentes jogadores
Autonomia
A1. Eu sinto um senso de controle e impacto sobre o jogo
A2. Eu sei o próximo passo no jogo
A3. Eu sinto um senso de controle sobre o jogo.
Imersão
I1. Eu esqueço que o tempo está passando durante o jogo
I2. Eu perco noção do espaço a minha volta durante o jogo
I3. Eu esqueço dos meus problemas do dia durante o jogo
I4. Eu experiencio um senso de tempo alterado
I5. Eu me torno envolvido pelo jogo
I6. Eu me sinto emocionalmente envolvido no jogo
I7. Eu me sinto visceralmente envolvido no jogo
Interações Sociais
S1. Eu me sinto cooperativo com colegas de classe
S2. Eu colaboro fortemente com colegas de classe
S3. A cooperação no jogo auxilia o aprendizado
Melhoria do Conhecimento
K1. O jogo aumenta meu conhecimento
K2, Eu entendo o básico do conhecimento abordado
K3. Eu tento aplicar o conhecimento do jogo
K4. O jogo motiva o jogador a integrar o conhecimento abordado
K5. Eu quero saber mais sobre o conhecimento abordado

Os métodos citados chamaram a atenção devido à facilidade de aplicação por iniciantes, assim nos possibilitando obter informações cruciais sobre o sucesso da forma e proposta de nosso jogo, facilitando possíveis correções e otimizações em nosso material.

Para análise de dados utilizamos o programa *SigmaPlot* 11.0 e para confecção dos gráficos utilizamos o programa R! versão 4.2.1 (2011) e o software R! Studio versão 2022.12.0 Bild 353.

Resultados

O jogo foi aplicado em dois grupos de 8 pessoas. O primeiro grupo representa pessoas não familiarizadas com a área de estudos de ciências biológicas (1). O segundo grupo representa exclusivamente pessoas familiarizadas com o estudo de ciências biológicas (2).

Após a aplicação do jogo nos dois grupos, os participantes realizaram o questionário, que foi tratado utilizando o teste de Teste U de Mann-Whitney.

Na maioria das respostas não houve uma diferença estatística significativa entre os grupos, por falharem no teste de significância. Entretanto, três das questões apresentaram: Concentração C2 e C3 e Autonomia A2.

Tabela 1. C2 - Concentração

Grupo	N	Mediana	25%	75%
1	8	6,000	5,000	6,500
2	8	7,000	7,000	7,000

T=50,000, P(est)= 0,042, P(exact)=0,065
Mann-Whitney = 14,000

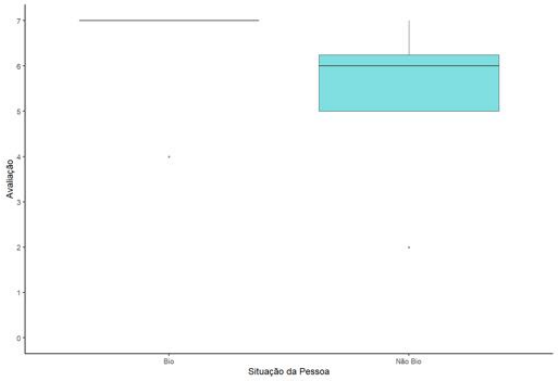


Figura 1: Comparação entre respostas de biólogos e não biólogos para a questão C2.

Tabela 2. C3. Concentração

Grupo	N	Mediana	25%	75%
1	8	5,000	5,000	6,000
2	8	7,000	6,500	7,000

T=46,000, P(est)= 0,016, P(exact)=0,021
Mann-Whitney = 17,000

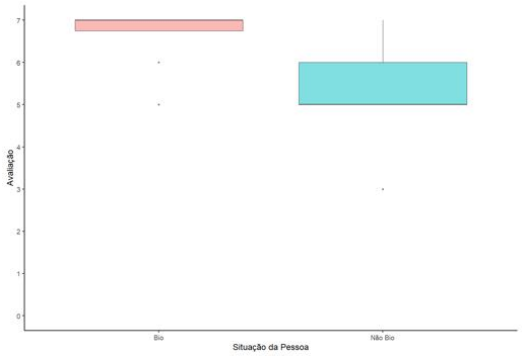


Figura 2: Comparação entre respostas de biólogos e não biólogos para a questão C3.

Tabela 3. - A2. Autonomia

Grupo	N	Mediana	25%	75%
1	8	7,000	7,000	7,000
2	8	5,000	2,000	7,000

T=88,000, P(est)= 0,013, P(exact)=0,038
Mann-Whitney = 12,000

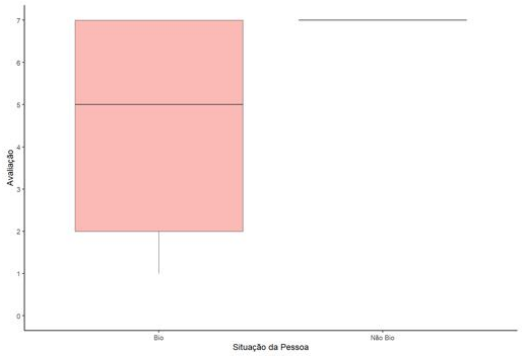


Figura 3: Comparação entre respostas de biólogos e não biólogos para a questão A2.

Os jogadores do grupo 2 (não biólogos) se distraíram mais durante o jogo que o grupo 1(biólogos), que manteve a concentração durante o jogo. Entretanto, o grupo 2 sentiu um menor senso de autonomia no sentido de saberem qual é o próximo passo no jogo.

Conclusão

Não obtivemos dados suficientes para encontrar uma diferença significativa entre os grupos. Isso se deu devido ao curto tempo de confecção do jogo, pequeno número de integrantes do grupo de trabalho e uma impossibilidade de levarmos e aplicarmos o jogo em mais participantes. No entanto, observamos a viabilidade do jogo didático como ferramenta de fomento do aprendizado. Os participantes do jogo demonstraram interesse significativo pelo tema abordado e os resultados do questionário corroboram para um interesse e investimento maior dos alunos no formato.

Devido às experiências obtidas, a hipótese do trabalho foi corroborada , demonstrando a importância e o potencial dos jogos como ferramenta didática no processo de ensino-aprendizagem de saberes científicos e seus diversos contextos.

Para que possamos obter dados mais concretos sobre a viabilidade do jogo como ferramenta educacional para etologia seria necessário o desenvolvimento de uma versão mais rebuscada do jogo e/ouuma aplicação em um pool amostral maior de participantes.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todos que participaram das aplicações do jogo, a tutora Mariane Paduin e ao professor Hugo.

Referências

ALMEIDA, A. C. F. de. Aprender jogando: jogos de estratégia e heurísticas de resolução de problemas. Práxis Educacional, v. 8, n. 12, p. 141-167, 2012

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CSIKSZENTMIHALYI, M.. Flow: The Psychology of Optimal Experience. Harper Perennial, New York.1990

FU, F. L.; SU, R. C.; YU, S. C. EGameFlow: a scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. In: Computers & Education. Elsevier Educational Research Programme. 2009.

LORENZ, Konrad. Os fundamentos da etologia. Unesp, 1995.

RECH, A. R., & DE BRITO, V. L. G. Mutualismos extremos de polinização: história natural e tendências evolutivas. Oecologia australis, 16(2), 297-310, 2012

SANTANA, D. J.; SILVA, ET da; OLIVEIRA, EF de. Predação de Dendropsophus elegans (Anura, Hylidae) por Phoneutria nigriventer (Araneae, Ctenidae) em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Boletim do museu de biologia Mello Leitão, v. 26, p. 59-65, 2009.

SAVI, R. et al. Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. Renote, v. 8, n. 3, 2010.

SELVI, M.; ÇOSAN, A. Ö. The Effect of Using Educational Games in Teaching Kingdoms of Living Things. Universal Journal of Educational Research, v. 6, n. 9, p. 2019-2028, 2018.

SWEETSER, P. WYETH, P. GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. Computer and Entertain. 3, 3 (July), 3-3, 2005

TSUDA, M et al. Análise de métodos de avaliação de jogos educacionais. Proceedings of XIII SBGames, p. 12-14, 2014.

VITAL BRAZIL, O. Farmacologia do canal do sódio: modo de ação de toxinas. Ciênc. cult.(São Paulo), p. 324-8, 1986.

QUANDO O PARASITA CANTA MAIS ALTO: UMA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO NIDOPARASITISMO POR CHUPIM *(MOLOTHRUS BONARIENSIS)* NA ALIMENTAÇÃO DE FILHOTES DE SABIÁ-BARRANCO (*TURDUS LEUCOMELAS*)

Bianca de Melo Rossi, Henrique Setem Schimidt, João Vítor Prado, Julia Aluísio Cossari, Lucas da Silva Ferreira.

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

RESUMO

Cerca de 1% das espécies de aves no mundo são consideradas nidoparasitas, parasita de ninhos que depositam os seus ovos em ninhos de outras espécies e dessa forma, garantem o sucesso reprodutivo da prole sem os custos do cuidado parental. Como resposta evolutiva às perdas causadas pelos parasitas, algumas espécies de hospedeiros apresentam estratégias antiparasitismo, que envolvem a detecção e rejeição dos ovos ou filhotes parasitas. O objetivo deste estudo foi identificar uma possível discriminação dos filhotes de chupim (*Molothrus bonariensis*), um nidoparasita, em eventos de alimentação dos filhotes pelo sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*). Os dados foram coletados através da observação de 32 ninhos não-parasitados e 24 ninhos parasitados pelo chupim. Os ninhos foram encontrados todos dentro do campus da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) no campus de São Carlos.

INTRODUÇÃO

Cuidado parental é uma estratégia reprodutiva que pode promover uma maior sobrevivência da prole, é um comportamento muito comum no grupo das aves. Entretanto, esses comportamentos que envolvem o cuidado parental, como a construção do ninho, a proteção dos ovos e dos filhotes, defesa de território, entre outros, requerem muito trabalho, e com trabalho, temos um maior gasto metabólico. O nidoparasitismo é um tipo de interação ecológica em que há a deposição da prole de uma espécie em ninhadas de outras espécies, evitando os custos energéticos do cuidado parental, podendo ser interespecífica (quando ocorre entre espécies diferentes) e intraespecífica (quando ocorre na mesma espécie).

Portanto, a espécie hospedeira fica encarregada de todo o cuidado parental, desde a construção do ninho, a incubação dos ovos até a independência dos filhotes. Essas espécies parasitas podem ser classificadas em duas diferentes categorias: específicas, que possuem apenas algumas espécies hospedeiras e; generalistas, que possuem grande número de espécies hospedeiras (Mermoz & Reboreda, 1996). Espécies parasitas também apresentam estratégias como oviposição rápida (normalmente anterior às espécies hospedeiras), desenvolvimento rápido dos filhotes e até destruição dos ovos do hospedeiro (FIORINI et al., 2019)

Os hospedeiros sofrem muitos prejuízos com essa relação ecológica, acarretando em uma diminuição do sucesso reprodutivo, que pode ocorrer de três maneiras

com relação às estratégias do parasita: na fase de ninhego, quando o filhote do parasita eclode e logo em seguida elimina os ovos da espécie hospedeira ou mata os demais filhotes presentes no ninho (LACK, 1968), quando o próprio indivíduo parasita ejeta ou fura os ovos da espécie hospedeira ao colocar seus ovos (DAVIES, 2010), ou quando o filhote do parasita não tem participação ativa na diminuição do número da prole, ou seja, ele eclode antes dos outros filhotes e é favorecido por ser maior e ser alimentado mais frequentemente (DAVIES, 2010).

Uma estratégia muito comum também, desenvolvida pelas espécies de aves nidoparasitas, é o mimetismo de ovos e plumagem, a fim de evitar o reconhecimento dos ovos e dos filhotes.

Alguns ninhos de pequenos hospedeiros foram observados por Hoover (2006) e notou-se que as ninhadas de um pequeno hospedeiro (*Protonotaria citrea*) que eram parasitadas por *Molothrus ater* acabavam possuindo maior número de indivíduos e, consequentemente, os pais precisavam oferecer maior cuidado parental para a manutenção dos filhotes, como o aumento na alimentação. Além disso, também foi notado que os ninhos de mesmo número de indivíduos que possuíam parasitas em sua composição recebiam maior quantidade de alimentação em relação aos ninhos não-parasitados.

Apesar disso, a grande pressão provocada pelo nidoparasitismo levou ao desenvolvimento, por parte de algumas espécies hospedeiras, de comportamentos associados à diminuição dos custos causados pelo parasita, como destruição de ovos pelas fêmeas da espécie hospedeira e aumento do cuidado parental com os seus filhotes (FIORINI et al., 2019). Também já foi observado que os indivíduos da espécie hospedeira podem prevenir o parasitismo reconhecendo a presença do parasita adulto em seu território. O comportamento do animal, portanto, pode ser agressivo a fim de impedir o acesso do parasita ao ninho (RANDS, 2012). Com isso, podemos dizer que o sucesso reprodutivo do nidoparasitismo depende não somente de como a espécie parasita seleciona seus hospedeiros, mas também como estes conseguem se defender.

Os chupins possuem comportamento de parasitas quando se trata de sua reprodução. Essas aves invadem os ninhos do hospedeiro e, assim como outros nidoparasitas, não apresentam nenhum tipo de cuidado parental, que é custoso. É uma espécie generalista, a qual parasita mais de 260 espécies na região Neotropical (LOWTHER, 2013) que variam em relação à massa corporal, o que pode afetar seu desenvolvimento e sobrevivência.

Detectar os ovos e ejetá-los para fora do ninho é um risco muito grande para o hospedeiro, considerando que o sistema cognitivo dessas aves não é tão complexo e que uma pequena falha nesse reconhecimento leva o indivíduo a eliminar a sua própria prole. Por essa razão, muitas das vítimas do chupim assumem os custos de ser um hospedeiro, criando os filhotes do parasita com sucesso (LOWTHER, 2013).

Nossas hipóteses estão associadas à maior frequências de alimentação dos filhotes

quando os ninhos de sabiá barranco são parasitados e com o presente estudo, pretendemos entender como o comportamento do sabiá-barranco é alterado perante a presença de filhotes dos parasitas (chupins), principalmente no que diz respeito ao cuidado parental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Espécies estudadas

Os sabiás-barranco são aves que possuem ampla distribuição geográfica em todo o território brasileiro, podendo ocupar locais com ou sem urbanização, dispersando sementes nos ambientes em que estão inseridos. Esses animais apresentam a sua época de reprodução entre as estações da primavera, em agosto, e o início do verão, em janeiro (Sick, 2001; Batisteli et al., 2020). É uma espécie sem dimorfismo sexual, é reconhecido pela sua cor marrom ferrugem nas asas, garganta esbranquiçada com estrias pardas e bico acinzentado. Constrói ninhos em forma de tigela em galhos, forquilhas, às vezes em barrancos e em construções urbanas como edifícios e casas.

Figura 1: sabiá-barranco adulto

O chupim é um passeriforme da família Icteridae de ampla distribuição nas Américas. Apresenta diversos nomes populares devido sua grande distribuição no Brasil, como azulão, pássaro preto, vira-bosta, negrinho, papa-arroz etc. É uma espécie muito frequente na região do Rio Grande do Sul por conta das plantações de arroz, onde o pássaro é considerado uma praga agrícola. Outra curiosidade no Rio Grande do Sul, é a denominação de "Chupim", ou “Chupinhar” a pessoas que se aproveitam da situação para tirar proveito de outras. Apresenta dimorfismo sexual que permite diferenciar o macho pela coloração preto-azulado e a fêmea pela coloração da plumagem marrom-escura. Seu período de reprodução se dá entre julho e dezembro, mas é após o acasalamento que se inicia a fase pela qual a espécie é mais conhecida, o nidoparasitismo.

Figura 2 - Macho e fêmea do Chupim.

Coleta de dados

A coleta de dados foi feita por meio da observação de ninhos de sabiás-barranco (*Turdus leucomelas*) parasitados com chupins (*Molothrus bonariensis*) e ninhos não parasitados dentro do território da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Com 645 hectares de extensão e 196 mil m² de área construída, o Campus São Carlos da

UFSCar está localizado a 235 km da capital do Estado de São Paulo, à beira da Rodovia Washington Luís, na antiga fazenda Trancham. A área não urbanizada do campus corresponde uma parte ao cultivo de eucalipto (222,73 ha, equivalente a 42,14% da área total do campus), à vegetação do cerrado (124,68 ha) e sub bosque de cerrado (93,84 ha).

A coleta e anotação dos dados ocorreu desde janeiro até fevereiro de 2023 em ninhos distribuídos por todo o campus por meio de etogramas durante o período de duas horas em cada observação nos ninhos. No total, foram realizadas 7 observações em 4 ninhos não-parasitados. Devido ao período da coleta de dados não ter coincidido com o período de maior reprodução das espécies observadas, os dados coletados eram insuficientes para a análise. Entretanto, recebemos a ajuda do pesquisador Augusto Batisteli que nos forneceu seus dados pessoais ainda não publicados para completar a execução do projeto. Seus dados constam de 29 observações em 26 ninhos não-parasitados, 24 observações em 24 ninhos parasitados, na qual todas as chegadas dos pássaros nos ninhos foram anotadas. Através da frequência de chegadas dos pais no ninho, podendo ser tanto a fêmea quanto o macho, nos indicou a frequência de alimentação nos ninhos parasitados e não parasitados. A chegada dos pais no ninho era sempre o comportamento que antecedia a alimentação do filhote.

Todas as observações constam de ninhos com filhotes, não foram coletados dados de ninhos com ovos.

Figura 3 : Sabiá-barranco adulta, em repouso

Os horários das observações e coleta de dados, ocorreram entre as 5:00 e 9:00 da manhã, variando conforme o dia da coleta, com início às 5:00 ou 6:00 da manhã. Todos os ninhos observados estavam localizados no alto de estruturas urbanas, para conseguir observar a presença de ovos ou filhotes no ninho, nós utilizamos um cabo de vassoura com um espelho. A imagem da figura 3 foi registrada com uma máquina fotográfica emprestada para fazer as observações.

Utilizando o software SigmaPlot, compilamos e analisamos as frequências de chegada para alimentação dos sabiás-barranco nos ninhos parasitados e não parasitados, elaborando um teste T, visto no “Gráfico 1” abaixo.

RESULTADOS

As análises de dados do nosso estudo apontam que, a taxa de alimentação variou entre os ninhos de sabiás-barranco parasitados e não parasitados: ninhos com os parasitas possuem maior frequência de visitas por partes dos pais.

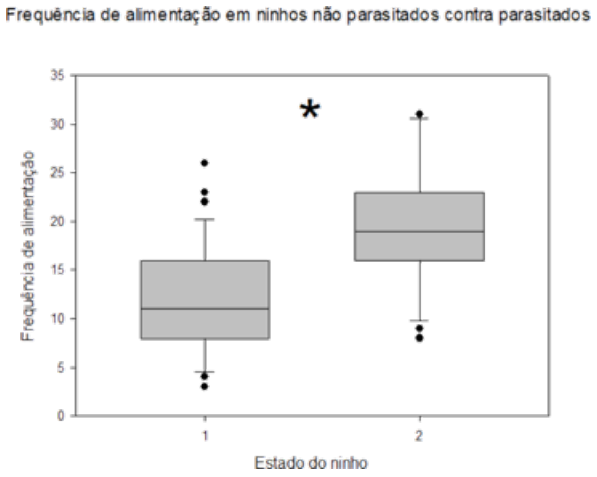


Gráfico 1. Gráfico de relação entre (1) ninhos não-parasitados e (2) parasitados. Dados em duas horas de observação e analisados pelo SigmaPlot com t-test. *diferença significativa entre os ninhos parasitados e não-parasitados (P = <0,05).

DISCUSSÃO

Os dados coletados correspondem ao comportamento parental dos sabiás adultos quanto a alimentação dos filhotes de ninhos parasitados e não parasitados, a fim de se observar um possível comportamento de discriminação dos filhotes de chupim em seu ninho durante a provisão de alimento. Entretanto, o que foi observado com a análise de dados foi justamente o contrário, os filhotes de chupim foram alimentados mais vezes e mais rapidamente que os filhotes de sabiá-barranco.

Assim como nossos resultados, a literatura também nos apontou o contrário do esperado. Nossa pesquisa teórica indicou que o cuidado parental da espécie hospedeira tende a aumentar quando o ninho está parasitado, alimentando mais vezes o filhote de chupim e os ninhos recebem visitas mais frequentes dos pais (FIORINI et al., 2019). Como o número de visitas é maior, assume-se que o cuidado parental demandado pelos ninhos parasitados por chupins também é aumentado.

Portanto, ocorre um aumento de aptidão (fitness) para o chupim, porque o mesmo está aproveitando os recursos do ninho do sabiá-barranco e a energia investida pelos pais hospedeiros na criação dos filhotes. Isso significa que o chupim pode investir mais energia em outras atividades, como a busca por alimento e a reprodução, enquanto seus filhotes estão sendo alimentados e cuidados. Além disso, ao usar ninhos de outras espécies, o chupim reduz a competição por recursos que ocorreria se construísse seu próprio ninho, tendo que disputar entre outros chupins e aves nas proximidades.

Entretanto, ocorre um efeito negativo para a espécie parasitada, os sabiás.Uma vez que os filhotes de chupins estão disputando alimento e atenção, que a princípio seria voltada para seus próprios filhotes. Em alguns casos, o chupim elimina os ovos ou filhotes do sabiá, o que diminui ainda mais a aptidão dos sabiás.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos todo o apoio que tivemos do docente e da tutora da disciplina de Ecologia Comportamental, nossos orientadores nesse trabalho, professor Hugo Sarmento e nossa tutora Mariane Paduin. Agradecemos especialmente o pesquisador Augusto Batisteli, que nos forneceu dados coletados por ele que foram de extrema importância para a execução do nosso projeto.

REFERÊNCIAS

Batisteli, Augusto Florisvaldo. A reutilização de ninhos por sabiás reduz a chance de parasitismo de Molothrus e permite a iniciação da reprodução.

Batisteli, Augusto Florisvaldo et al. Breeding biology of the Creamy-bellied Thrush (Turdus amaurochalinus) in southeast Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 55, n. 3, p. 233-241, 2020.

Batisteli, A. F., & Pizo, M. A. (2022). **The location of thrush nests on buildings affects the chance of cowbird parasitism: .** Ecosistemas, 31(1), 2196. https://doi.org/10.7818/ECOS.2196

DAVIES, N. Cuckoos, Cowbirds and Other Cheats. [s.l.] A&C Black, 2010.

FIORINI, V. D. et al. Obligate Brood Parasitism on Neotropical Birds. Behavioral Ecology of Neotropical Birds, p. 103–131, 2019.

HOOVER, J. P.; REETZ, M. J. **Brood parasitism increases provisioning rate, and reduces offspring recruitment and adult return rates, in a cowbird host.** Oecologia, v. 149, n. 1, p. 165–173, 26 abr. 2006.

LACK, D. Bird Migration and Natural Selection. Oikos, v. 19, n. 1, p. 1, 1968.

LOWTHER, P. E. Lists of victims and hosts of the parasitic cowbirds (Molothrus). Version Aug, v. 26, p. 2013, 2013.

Mermoz, M. E., & Reboreda, J. C. (1996). New Host for a Specialized Brood Parasite, the Screaming Cowbird. *The Condor*, *98*(3), 630–632. https://doi.org/10.2307/1369576

Myriam E. Mermoz, Juan C. Reboreda, New Host for a Specialized Brood Parasite, the Screaming Cowbird, The Condor, Volume 98, Issue 3, 1 August 1996, Pages 630–632, https://doi.org/10.2307/1369576

RANDS, S. A. Mobbing and sitting tight at the nest as methods of avoiding brood parasitism. Interface Focus, v. 2, n. 2, p. 217–225, 18 jan. 2012.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. 3rd ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro (RJ). 2001.

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO AGROTÓXICO FIPRONIL NAS INTERAÇÕES ENTRE PREDADORES E PRESAS DA BIOTA AQUÁTICA NEOTROPICAL

Kaue Leopoldo Ferraz Ruggiero

Tutores: Mariane Paduin, Hugo Sarmento e Adrislaine Mansano

Resumo

A economia brasileira é baseada na exportação de *commodities* agrícolas e entre elas a cana-de açúcar, que utiliza em sua monocultura o agrotóxico fipronil, sendo este, o material de estudo deste trabalho. Nos corpos d'água atribui-se a perda de insetos, principalmente, às atividades humanas ligadas a monocultura e uso de agrotóxicos. Em vista disso, efeitos negativos de doses subletais desse agrotóxico em organismos não-alvos do ecossistema aquático têm sido relatados por muitas pesquisas. Entretanto, poucos estudos analisaram os efeitos deste agrotóxico para a entomofauna aquática. Assim, este estudo avaliou os efeitos de doses subletais do agrotóxico fipronil no comportamento de natação e predação de duas família de predadores Neotropicais: Belostomatidae e Libellulidae. Para isso, após exposição dos predadores ao agrotóxico às concentrações ambientalmente relevantes, avaliou-se o comportamento de natação e de predação. Os resultados mostraram que, embora houvesse uma diminuição no consumo de presas total somente para os organismos da família Belostomatidae expostos a maior concentração testada do fipronil (500 µg/L), os indivíduos de ambas as famílias (Belostomatidae e Libellulidae) apresentaram mudanças na seletividade alimentar após exposição ao inseticida. A alteração significativa no comportamento natatório foi relatada apenas para os indivíduos da família Belostomatidae quando exposto a concentração de 500 µg/L. A diminuição da natação dos organismos pode ter sido decorrente do efeito neurotóxico do inseticida, causando hiperexcitação do sistema nervoso dos insetos. Além disso, evidenciamos a importância de mais estudos sobre eventos específicos entre indivíduos não-alvos afetados por agrotóxicos e suas possíveis implicações para o ecossistema.

Introdução

A relação presa-predador implicou em uma coevolução, no qual os predadores apresentaram diversas características comportamentais de caça, captura e mecanismos de consumo, enquanto as presas adotaram comportamentos de defesas, a fim de minimizar a predação (Peckarsky, 1992). Dessa forma, pode-se afirmar que a evolução de comportamentos predatórios se tornou uma força evolutiva, resultante do aspecto central desse comportamento: a morte da vítima (Bengston, 2002).

Holling (1961) apresenta, em sua revisão, aspectos que podem interferir no comportamento de insetos predadores, que são: densidade de presa e predador, características do ambiente, características da presa e características do predador. Em vista disso, um bom funcionamento dos principais parâmetros citados, tende a garantir a conservação de organismos com estratégia de predação (Holling, 1961) e, consequentemente, um bom funcionamento do ecossistema (Hammerschlag, 2019).

No entanto, a Era Antropocena tem ido em direção contrária à conservação de espécies de insetos e, dentre esses, insetos predadores, fator esse que tem causado o declínio global da entomofauna. No ecossistema aquático, dentre as ações antrópicas responsáveis pelo declínio de insetos estão, principalmente, as atividades agrícolas praticadas em grandes monoculturas (Sluijs, 2020). Esse fato deriva da exigência produtiva, que incentiva o uso de agrotóxicos, que após aplicados, chegam aos corpos d'água por diferentes formas de transporte, causando sua contaminação (Sanchez - Bayo e Wyckhuys, 2019; Sueyoshi et al. 2016).

Neste sentido, a produção de *commodities* agrícolas brasileiras têm favorecido a contaminação do ambiente aquático (Oliveira, 2015).

A agroexportação, após a adoção de *commodites*, tornou-se via importante para a economia brasileira, sendo que os principais produtos exportados são complexos de soja (39,5%), produtos florestais (15,21%) e complexos sucroalcooleiros (5,50%), no qual este último engloba os produtos finais da cana-de-açúcar. Na região Sudeste do país, o que mais é plantado e exportado são os complexos sucroalcooleiros (AGROSTAT, 2023), o que pode explicar a grande monocultura de cana de açúcar encontrada na região. No estado de São Paulo, especificamente, os ingredientes ativos mais usados na monocultura de cana-de-açúcar são os herbicidas 2,4-D, diuron, clomazone, MSMA, ethephon e o inseticida/formicida fipronil (2009-2015; IEA 2016).

Dentre os agrotóxicos, o fipronil foi selecionado neste estudo. Os efeitos negativos no comportamento de indivíduos das comunidades aquáticas já foram relatados, como por exemplo para anfípodes (*Hyallela meinerti*), em que se observou que a ação do inseticida afetou o comportamento de reprodução e natação (Pinto *et al*. 2021); para peixes tropicais, no qual, o efeito deste agrotóxico afetou a distância percorrida dos representantes *Danio rerio* (Moreira *et al*. 2020) e cladóceros da espécies *Daphnia magna*, que mostraram-se sensíveis para o inseticida, afetando o comportamento natatório e de alimentação dos indivíduos (Bownik e Szabelak, 2021).

Entretanto, ainda é escasso estudos para os insetos aquáticos, relatando a influência dos agrotóxicos sobre os comportamentos dos indivíduos deste importante grupo taxonômico. Dessa forma, faz-se necessária uma análise sobre como o agrotóxico fipronil afeta organismos da comunidade de insetos aquáticos e quais as consequências comportamentais. Assim, este estudo avaliou os efeitos de doses subletais do agrotóxico fipronil no comportamento de natação e predação de dois predadores Neotropicais: Belostomatidae e Libellulidae.

Materiais e métodos

A coleta dos organismos-teste ocorreu em uma área rural de São Carlos, denominada "Varjão" (21°56'11.6"S 47°53'44.3"N), mais especificamente, em uma lagoa localizada no interior dessa (21°54'18.0"S 47°52'18.9"N).

Foram selecionados 5 grupos de presas, sendo estas *Ceriodaphnia silvestrii*; *Chironomus sancticaroli*.; *Hyallela meinerti; S*trandesia *trispinosa* e *Allonais inaequalis*. Todas foram mantidas em cultivo no laboratório.

Para a aclimatação dos predadores, em laboratório, os indivíduos foram transferidos para os potes contendo 250 ml de água reconstituída e 250 ml de água ambiente. Após 24 horas, estes foram transferidos para novos recipientes com 500 ml de água reconstituída. Durante todo o período de aclimatação e testes, o recipiente dos libelulídeos recebeu oxigenação constante.

Durante todo o processo de aclimatação, todos os organismos-teste foram alimentados diariamente com presas do gênero *Artemia* sp. A alimentação se findou 24 horas antes do início dos testes.

Para o teste com Regent ® 800 WG (i.a. fipronil) foi preparada uma solução-estoque com 3,2 mg/L de fipronil (Moreira et al. 2020). Foram escolhidas 4 concentrações ambientalmente relevantes de solução teste, sendo elas: 25 µg/L, 125 µg/L, 250µg/L e 500 µg/L. Para cada concentração de solução teste foram realizadas 4 réplicas, mais o controle.

No término das 24 horas de exposição predador-agrotóxico, se sucedeu a exposição presa-predador, onde foram ofertadas para cada predador 5 indivíduos de cada um dos 5 grupos de presas, totalizando 25 presas por predador. A exposição presa-predador deu-se durante 24 horas, em 500 ml de água reconstituída em potes redondos e com fotoperíodo 12/12h.

Após exposição aos agrotóxicos e interação presa-predador, o teste de comportamento de natação dos organismos seguiu a metodologia realizada por Pinto et al. (2021) e Moreira (et al. 2019). Neste experimento, foram mensuradas as velocidades máximas (m/s). As análises de comportamento natatório foram realizadas através do software gratuito Kinovea 0.8.15 (https://www.kinovea.org).

As diferenças entre os grupos controles e tratamento foram verificadas por meio da análise de variância (ANOVA one-way). Comparações múltiplas post-hoc (teste de Dunnett) foram feitas quando os dados apresentaram distribuição normal e homogeneidade das variâncias. No caso de não normalidade, o teste não paramétrico Kruskal-Wallis foi utilizado e comparações múltiplas foram realizadas pelo método de Dunn. Essas análises foram feitas utilizando o software Statistica v 7.0. Em todos os testes estatísticos, as diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.
As análises de seletividade alimentar se deu pelo cálculo do índice de Ivlev, realizado pelo pacote "selectapref" disponibilizado pelo software Rstudio 1.4.1103.exe. O índice varia de -1 e 1, em que -1 representa itens rejeitados, 0 o item é considerado uma comida aleatória ou neutra e 1 indica uma preferência alimentar (Strauss, 1979). Para tal avaliação, ofertou-se 5 indivíduos de cada grupo de presas selecionadas. A exposição predador-presa deu-se durante 24h em fotoperíodo 12/12h a 25ºC.

Resultados

Comportamento natatório dos insetos expostos ao fipronil

Para os predadores representantes da família Belostomatidae expostos ao fipronil foram registradas velocidades máximas dentro do intervalo de 0 m/s e 0,41 m/s. Os indivíduos expostos às concentrações de 25 µg/L, 125 µg/L e 250 µg/L não apresentaram diferenças significativas no comportamento natatório quando comparados ao controle ($p > 0,05$). Entretanto, para os indivíduos expostos a concentração de 500 µg/L, houve uma diferença estatística em relação ao controle ($p < 0,05$), indicando uma diminuição da velocidade de natação dos indivíduos predadores (Figura 1).

Os predadores representantes da família Libellulidae apresentaram velocidades máximas dentro do intervalo de 0,01 m/s a 0,14 m/s após exposição ao fipronil. Não houve diferença no comportamento de natação dos indivíduos Libellulidae, uma vez que as velocidades máximas dos indivíduos não foram estatisticamente diferentes do controle ($p > 0,05$) (Figura 1).

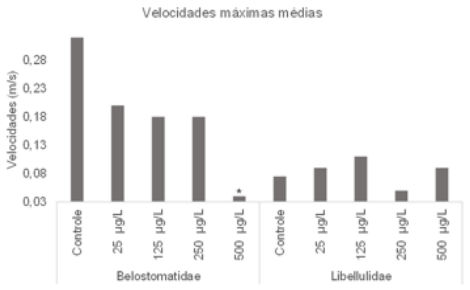


Figura 1: Velocidades máximas médias registradas para os dois predadores após exposição ao agrotóxico fipronil.

Comportamento de predação dos insetos expostos ao fipronil

O predador da família Belostomatidae apresentou uma maior taxa de consumo na concentração de 25 µg/L (70%), e a menor taxa de consumo em 500 µg/L (23%). Os insetos Belostomatidae expostos a concentração de 500 µg/L apresentaram uma taxa de predação menor do que os organismos do grupo controle ($p < 0,05$).
Para os predadores da familía Libellulidae, o maior consumo de presas foi relatado na concentração de 25 µg/L (67%) e o menor consumo em 250 µg/L (37%). A predação dos insetos Libellulidae expostos ao fipronil não apresentaram diferença significativa em relação ao controle ($p > 0,05$) (Figura 2).

Figura 2: Quantidade de presas consumidas registradas para os dois predadores após exposição ao agrotóxico fipronil e interação presa-predador.

A exposição predador-presa revelou, para os indivíduos da família Belostomatidae, uma mudança de hábito alimentar decorrente do aumento das concentrações de fipronil em que estes foram expostos. Para o controle, os indivíduos apresentaram uma preferência alimentar para as presas *Chironomus sancticaroli e Hyallela meinerti* (0,18 e 0,16) e para as presas *Ceriodaphnia silvestrii e Allonais inaequalis*, observou-se uma neutralidade (0,04 e 0,0), entretanto, para *Strandesia trispinosa*, não houve preferência alimentar (-0,86) (Tabela 1).

Já organismos expostos às concentrações de 125 µg/L, por sua vez, apresentaram uma mudança alimentar para a presa *C. silvestrii*, na qual, esta passou de uma preferência neutra para uma não preferência (-0,10). Na concentração de 250 µg/L, houve um aumento na rejeição do indivíduo *C. silvestrii*, alcançando um índice de -0,83. A maior mudança na seletividade alimentar ocorreu nos organismos expostos à maior concentração de fipronil (500 µg/L). Nesta concentração, os predadores apresentaram uma rejeição total a presa *C. silvestrii* (-1,00), passaram a rejeitar os quironomídeos (-0,21) e mantiveram a rejeição para a presa *S. trispinosa* (0,39). As oligoquetas, obtiveram um índice de 0,46 para seletividade alimentar, indicando um aumento na preferência alimentar, saindo, portanto, de uma presa neutra, para uma presa preferível (Tabela 1).

Os predadores da família Libellulidae, no controle, apresentaram preferência negativa para os indivíduos *C. silvestrii*, *H. meinerti* e *S. trispinosa* (-0,53; -0,42 e -0,17, respectivamente), enquanto que, para as presas *C. sancticaroli* (0,27) e *A. inaequalis* (0,30) houve uma preferência positiva.

Na concentração de 250 µg /L, ocorreu um aumento na recusa dos predadores para as presas *C. silvestrii* (-0,76), *C. sancticaroli* (-0,42) e *H. meinerti* (-0,19), enquanto que para *S. trispinosa* foi relatado uma neutralidade positiva (0,04) e para o oligoqueta *A. inaequalis*, a preferência se manteve positiva e com aumento do índice (0,46) (Tabela 1).

Na concentração mais alta (500 µg/L), observou-se a rejeição para as presas *C. silvestrii* (-0,83) e *C. sancticaroli* (-0,22), uma neutralidade para a presa *S.trispinosa* (0,0) e uma relação positiva para *H. meinerti* (0,18) e *A. inaequalis* (0,30) (Tabela 1).

Índice de seletividade alimentar (Ivlev)						
		C. silvestrii	*C. sancticaroli*	*H. meinerti*	*S. trispinosa*	*A. inaequalis*
Belostomatidae	Controle	0,04	0,18	0,16	-0,86	0,00
	25 µg/L	0,03	0,18	0,13	-0,87	0,07
	125 µg/L	-0,10	0,20	0,20	-0,79	0,02
	250 µg/L	-0,83	0,21	0,29	-0,29	0,00
	500 µg/L	-1,00	-0,21	0,16	-0,39	0,46
Libellulidae	Controle	-0,53	0,27	-0,42	-0,17	0,30
	25 µg/L	-0,39	0,12	0,06	-0,10	0,14
	125 µg/L	-0,26	-0,01	0,04	-0,12	0,22
	250 µg/L	-0,76	-0,42	-0,19	0,04	0,46
	500 µg/L	-0,83	-0,22	0,18	0,00	0,30

Tabela 1: Índice de seletividade alimentar (Ivlev) amostrado após a interação presa-predador.

Discussão

Para os insetos aquáticos da região Neotropical, no presente estudo, somente os da família Belostomatidae apresentaram, na maior concentração testada de fipronil (500 µg/L), mudanças no comportamento natatório. A redução da velocidade máxima da natação nestes organismos pode ser decorrente do efeito do agrotóxico fipronil no neurotransmissor ácido γ-aminobutírico (GABA) e seu desencadeamento neurotóxico (Ikeda et al. 2003).

O neurotransmissor GABA e sua função em sinapses inibitórias já é conhecida (Jorgensen, 2005). O comportamento de reflexo natatório nos organismos da família Belostomatidade, como descrito por Dingle (1961), é decorrente dos órgãos táteis nas pernas pterotorácicas, que por sua vez é responsável por iniciar respostas de contração e relaxamento em seus músculos, causando assim o seu deslocamento (Lauck, 1959). Diante do apresentado, a presença do complexo receptor GABA/benzodiazepina no tecido muscular

de invertebrados (Sattelle, 1990) pode indicar a possível causa para a diminuição do desempenho de velocidade máxima no estudo em questão.

O comportamento de predação apenas apresentou alteração para a última concentração de exposição testada (500 µg/L) aos organismos da família Belostomatidade. Propõe-se que a diminuição da taxa de predação e a diferença de seletividade alimentar reflete as mudanças e dificuldades do organismo na contração e relaxamento dos tecidos musculares. As presas são capturadas pelo organismo-teste por um estímulo visual e ingeridas por meio de estruturas morfológicas dependentes de contração e relaxamento dos músculos que as origina (Parsons, 1968; Cullen, 2009), que quando afetadas, dificultam na estratégia de caça do predador.

Para o predador da família Libellulidae, os resultados do presente estudo foram diferentes dos encontrados por Jinguji et al. (2018), no qual, foi relatado uma ação inibitória do fipronil no comportamento de alimentação de indivíduos da família Libellulidae. Mudanças comportamentais na natação também foram descritas para *Daphnia magna* quando expostas ao fipronil, com alteração na velocidade de natação e na distância percorrida destas (Bownik e Szabelak, 2021).

Com relação ao índice de seletividade alimentar de Ivlev, os predadores (Belostomatidae e Libellulidae) apresentaram uma mudança na seletividade alimentar nos dois testes realizados. Os resultados deste estudo sugerem que as diferenças no comportamento predatório são decorrentes de alterações nas características dos predadores (Holling, 1961).

Os representantes da família Belostomatidae foram muitas vezes descritos como predadores vorazes (Hoffman, 1924; Cullen, 2009). A captura da presa se dá por estímulos visuais, o qual é seguido por um prolongamento das pernas raptoriais e uma subsequente contração destas. O posterior consumo da presa se dá através do seu aparelho bucal, denominado rostro, que se apresenta curto e robusto (Cullen, 2009).

A família Libellulidae, por sua vez, apresenta uma estratégia comportamental passiva, comum a outras famílias do grupo dos Anisopteras (Folsom e Collins,1984). Esse comportamento faz com que os predadores possuam o hábito de esperar suas presas para o bote, sendo, portanto, o movimento das presas um fator importante para a localização da mesma pelo predador (Palácio-Rodrigues et al. 2020).

Em geral, estes predadores apresentam uma seletividade alimentar (Kecka e Boukal, 2012), em que a predação seletiva desempenha um importante papel no ecossistema, pois a não aleatoriedade da predação causa impactos relevantes nas presas, sendo estas, causadas pelo predador (Paine, 1966). Dessa forma, o estudo ecológico do forrageamento busca explicar a predação a partir da probabilidade de ataque e sucesso na captura como propõe Brechbul (2011), como também junto a isso, entender como o ambiente influencia a seletividade alimentar dos predadores.

Conclusão

Os resultados deste estudo mostraram um efeito negativo do agrotóxico fipronil no comportamento natatório e de predação de representantes da família Belostomatidae quando expostos à concentração de 500 µg/L do inseticida, uma concentração ambientalmente relevante. A diminuição do movimento de natação e alteração no forrageamento das presas provavelmente está relacionado ao modo de ação do inseticida, que age no neurotransmissor GABA.

Os dados de seletividade alimentar (índice de Ivlev) indicaram que os agrotóxicos induziram mudanças no comportamento predatório dos dois predadores, quando expostos ao inseticida fipronil. Estes resultados mostraram a importância em estudos que avaliem desfechos específicos, como estes, e suas consequências para o funcionamento do ecossistema.

Agradecimentos

Agradeço ao professor Hugo pela compreensão no desenvolvimento da matéria e pelos ensinamentos, a Mariane por todas ajudas e, especialmente, a Adrislaine, que foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

AGROSTAT BRASIL. Estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Brasília, DF: AgroStat. (2023).

Al-Badran AA, Fujiwara M & Mora MA. Effects of insecticides, fipronil and imidacloprid, on the growth, survival, and behavior of brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus*. PLoS ONE 14(10): e0223641. (2019). https://doi.org/10.1371/journal.pone.022364145.

Albuquerque, A.F. Ribeiro, J.S. Kummrow, F. Nogueira, A.J.A. Montagnerd, C.C. & Umbuzeiro, G.A. Pesticides in Brazilian freshwaters: A critical review. Environ. Sci. Process. Impacts **18**, 779-787. (2016).

Alves, H. F. Ecologia política e agricultura urbana na América Latina. *Cad. PROLAM/USP* **19**, 214–239 (2020).

Andrades, T. O. & Ganimi, R. N. Revolução Verde e a Apropriação Capitalista. *CES Rev.* **21**, 43–56 (2007).

Bay, E. C. Predator-prey aquatic insect. 441–453 (1974).

Blois, C. The larval diet of three anisopteran (Odonata) species. *Freshw. Biol.* **15**, 505–514 (1985).

Bownik, A. & Szabelak, A. Short-term effects of pesticide fipronil on behavioral and physiological endpoints of *Daphnia magna*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **28**, 33254–33264 (2021).

Brechbühl, R., Casas, J. & Bacher, S. Diet choice of a predator in the wild: overabundance of prey and missed opportunities along the prey capture sequence. *Ecosphere* **2**, art133 (2011).

Cullen, M. J. The biology of giant water bugs (Hemiptera: Belostomatidae) in Trinidad. *Proc. R. Entomol. Soc. London. Ser. A, Gen. Entomol.* **44**, 123–136 (1969).

da Conceição, A. A., Albertoni, E. F., Milesi, S. V. & Hepp, L. U. Influence of Anthropic Impacts on the Functional Structure of Aquatic Invertebrates in Subtropical Wetlands. *Wetlands* **40**, 2287–2296 (2020).

da Fonseca, M. B. *et al.* The 2,4-D herbicide effects on acetylcholinesterase activity and metabolic parameters of piava freshwater fish (Leporinus obtusidens). *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **69**, 416–420 (2008).

De Miranda, A. C., Moreira, J. C., De Carvalho, R. & Peres, F. Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. *Cienc. e Saude Coletiva* **12**, 7–14 (2007).

De Moraes, S. M. A. & Martins, R. C. A degradação social do trabalho e da natureza no contexto da monocultura canavieira paulista. *Sociologias* 196–240. (2010). doi:10.1590/s1517-45222010000200008.

Deacon, C., Samways, M. J. & Pryke, J. S. Aquatic insects decline in abundance and occupy low-quality artificial habitats to survive hydrological droughts. *Freshw. Biol.* **64**, 1643–1654 (2019).

Edgecombe, G. D. & Legg, D. A. Origins and early evolution of arthropods. *Palaeontology* **57**, 457–468 (2014).

Folsom, T. C. & Collins, N. C. The Diet and Foraging Behavior of the Larval Dragonfly Anax Junius (Aeshnidae), with an Assessment of the Role of Refuges and Prey Activity. *Oikos* **42**, 105 (1984).

Ghaffar, A. *et al.* Assessment of genotoxic and pathologic potentials of fipronil insecticide in Labeo rohita (Hamilton, 1822). *Toxin Rev.* **9543**, (2019).

Giacomo Baccarin, J., Alexandre de Oliveira, J. & Elisa Mardegan, G. Monocultura e concentração da terra: efeitos da expansão da cana-de-açúcar na estrutura fundiária do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Nera* **23**, 38–62 (2020).

Hammerschlag, N. *et al.* Ecosystem Function and Services of Aquatic Predators in the Anthropocene. *Trends Ecol. Evol.* **34**, 369–383 (2019).

Hershey, A. E., Lamberti, G. A., Chaloner, D. T. & Northington, R. M. Aquatic Insect Ecology. *Ecol. Classif. North Am. Freshw. Invertebr.* 659–694 (2010) doi:10.1016/B978-0-12-374855-3.00017-0.

Hoffman, W. E. Biological Notes on Lethocerus Americanus (Leidy). *Psyche (New York)* **31**, 175–183 (1924).

Holling, C. S. Principles of Insect Predation. *Annu. Rev. Entomol.* **6**, 163–182 (1961).

IEA – Instituto de Economia Agrícola. Banco de dados, São Paulo. (2016). Disponível em: www.iea.sp.gov.br/>. Acesso em: 20 agosto 2021.

Jinguji, H., Ohtsu, K., Ueda, T. & Goka, K. Effects of short-term, sublethal fipronil and its metabolite on dragonfly feeding activity. *PLoS One* **13**, 1–22 (2018).

Klecka, J. & Boukal, D. S. Who eats whom in a pool? a comparative study of prey selectivity by predatory aquatic insects. *PLoS One* **7**, (2012).

Kohler, S. L. & McPeek, M. A. Predation risk and the foraging behavior of competing stream insects. *Ecology* **70**, 1811–1825 (1989).

Labandeira, C. C. Insect mouthparts: Ascertaining the paleobiology of insect feeding strategies. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **28**, 153–193 (1997).

Monteiro, H. R. *et al.* Assessment of fipronil toxicity to the freshwater midge Chironomus riparius: Molecular, biochemical, and organismal responses. *Aquat. Toxicol.* **216**, 105292 (2019).

Moreira, Raquel Aparecida, et al. "Fipronil and 2, 4-D effects on tropical fish: Could avoidance response be explained by changes in swimming behavior and neurotransmission impairments?." *Chemosphere* 263 (2021): 127972.

Oliveira, A. U. De, Paulo, U. D. S. & Paulo, S. A mundialização do capital e a crise do neoliberalismo: o lugar mundial da agricultura brasileira. *A mundialização do Cap. e a Cris. do neoliberalismo o lugar Mund. da Agric. Bras.* **19**, 228–244 (2015).

Origuéla, C. F., Coca, E. L. de F. & Pereira, L. I. Compreendendo O Avanço Do Neoliberalismo Na Agricultura Através Do Debate Paradigmático. *Rev. Nera* 08–12 (2019) doi:10.47946/rnera.v0i46.6163.

Paine, R. T. Food web complexity and species diversity or latitudinal gradients in species diversity tend to Though longitudinal be well described in a zoogeographic sense , they also are poorly under- lies in the of major ecological interest . Their importance stood. *Am. Nat.* **100**, 65–75 (1966).

Palacino-Rodríguez, F., Rache-Rodríguez, L., Palacino, D. A. & Cordero-Rivera, A. Larval development and foraging behavior of *Erythrodiplax abjecta* (Rambur) (Anisoptera: Libellulidae) in captivity. *J. Asia. Pac. Entomol.* **23**, 1030–1040 (2020).

Park, K., Park, J., Kim, J. & Kwak, I. S. Biological and molecular responses of *Chironomus riparius* (Diptera, Chironomidae) to herbicide 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid). *Comp. Biochem. Physiol. - C Toxicol. Pharmacol.* **151**, 439–446 (2010).

Pinto, T. J. da S. et al. Impact of 2,4-D and fipronil on the tropical midge Chironomus sancticaroli (Diptera: Chironomidae). Ecotoxicology and Environmental Safety, 209, 111778. (2021). doi:10.1016/j.ecoenv.2020.111778 47.

Rigotto, R.M. Vasconcelos, D.P. & Rocha, M.M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. Cad. Saude Publica **30**, 1-3. (2014).

Rumschlag, S. L. *et al.* Consistent effects of pesticides on community structure and ecosystem function in freshwater systems. *Nat. Commun.* **11**, 1–9 (2020).

Sánchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K. A. G. Further evidence for a global decline of the entomofauna. *Austral Entomol.* **60**, 9–26 (2021).

Schoener, T. W. Theory of Feeding Strategies. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **2**, 369–404 (1971).
Terçariol, P. R. G. & Godinho, A. F. Behavioral effects of acute exposure to the insecticide fipronil. *Pestic. Biochem. Physiol.* **99**, 221–225 (2011).

van der Sluijs, J. P. Insect decline, an emerging global environmental risk. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* **46**, 39–42 (2020).

Wagner, D. L., Grames, E. M., Forister, M. L., Berenbaum, M. R. & Stopak, D. Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **118**, 1–10 (2021).
Wallace, J. B. & Webster, J. R. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annu. Rev. Entomol.* **41**, 115–139 (1996).

Weston, D. P., & Lydy, M. J. Toxicity of the Insecticide Fipronil and Its Degradates to Benthic Macroinvertebrates of Urban Streams. *Environmental Science & Technology, 48(2), 1290 - 1297.* doi:10.1021/es4045874. (2014).

Wooster, D. Predator impacts on stream benthic prey. *Oecologia* **99**, 7–15 (1994).

Zimmermann, C. Monocultura E Transgenia: Impactos Ambientais E. *Veredas do Direito* **6**, 79–100 (2009).

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA VISITAÇÃO SOBRE O COMPORTAMENTO DE UM GRUPO DE MACACOS-PREGO NO PARQUE ECOLÓGICO "DR. ANTONIO TEIXEIRA VIANNA", SÃO CARLOS-SP.

Maria José Dias Capo Bianco

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da problemática do estresse causado pela visitação em parques ecológicos e teve como objetivo avaliar o quanto o comportamento dos macacos-prego mantidos em cativeiro no parque ecológico de São Carlos tem sofrido alteração e se tornado distinto do que se encontra na natureza.

Para mensurar as diferenças comportamentais no macaco-prego os registros amostrais foram obtidos pelo método de varredura instantânea e após comparar com os registros obtidos em campo, foram encontradas diferenças estatísticas, o que sugere que esses primatas vêm sofrendo alterações em seu comportamento devido ao estresse da visitação constante.

Introdução

Com a crescente urbanização e a degradação de áreas verdes, os parques ecológicos são espaços necessários para manter ativo o vínculo entre o ser humano e a natureza. (Pereira & Oliveira, 2010)

O surgimento desses espaços de conservação remontam há muitos anos, tendo registros históricos que comprovam a existência de jardins ecológicos ainda na antiguidade. Os primeiros países a terem uma coleção de animais silvestres foram a Índia, a China e o Japão. (Menegazzi, 2003)

Já no Brasil, a primeira coleção de animais silvestres surgiu no ano de 1882, quando foi implantada uma coleção de espécimes representantes da fauna amazônica na cidade de Belém, no Pará, no Museu Emílio Goeldi. (Pires, 2012)

Inicialmente ao surgirem, as principais funções dos parques eram promover lazer para a população, além de saciar a curiosidade com relação aos animais silvestres. (Menegazzi, 2003)

Entretanto, nos dias atuais os zoológicos deixaram de ter esse caráter contemplativo, e passaram a exercer um papel importante na conservação de espécies e na pesquisa científica. (Diegues & Pagani, 2007)

Apesar de todos os benefícios oriundos dos jardins ecológicos, existem diversos fatores estressantes para os animais nesses locais, como as restrições de espaço, de convívio social e a presença constante de visitantes. (Pereira & Oliveira, 2010)

A fim de trazer melhorias aos animais mantidos em cativeiros, estudos etológicos se tornaram cada vez mais necessários. Definir os parâmetros naturais das espécies para assim comparar com os encontrados em cativeiro, é uma excelente maneira de mensurar os impactos que esses fatores estressantes exercem sobre o comportamento dos animais. (Guimarães, 2012)

O macaco-prego é um grupo de primatas neotropicais, que vivem em bandos de até 40 indivíduos. Eles são poligâmicos e apresentam dimorfismo sexual, sendo os machos maiores e mais escuros que as fêmeas. São animais diurnos, que apresentam como principal atividade o forrageamento.

Com relação a dieta são onívoros oportunistas, tendo como principal fonte de alimentação os materiais vegetais. (Rímoli, 2001)

O presente trabalho foi desenvolvido a partir dessa problemática cada vez mais abordada em trabalhos científicos: o estresse causado aos animais mantidos em cativeiro pela intensa e

frequente presença humana em parques ecológicos.

A hipótese é que devido ao fluxo contínuo de visitantes no parque ecológico de São Carlos, o padrão comportamental dos animais é alterado e se torna distinto do que se encontra na natureza.

Para tal, o objetivo deste trabalho foi avaliar o quanto o comportamento do macaco-prego mantido em cativeiro no parque ecológico de São Carlos, tem sofrido alterações devido a presença de visitantes.

Materiais e métodos

A coleta de dados foi realizada no Parque Ecológico "Dr. Antonio Teixeira Vianna" localizado na cidade de São Carlos, interior de São Paulo.

O grupo de estudo era composto por seis indivíduos adultos distribuídos em um recinto de 73 m².

Os registros comportamentais foram obtidos pelo método de amostragem instantânea ou scan sample. As amostras tiveram duração de 1 minuto a intervalos de 3 minutos.

Os dados foram coletados ao longo dos meses de fevereiro e março, por três dias seguidos na semana, sendo os dias mais frequentes de coleta as sextas, sábados e domingos. O período da coleta foi das 10 horas às 16 horas, devido ao horário de funcionamento do parque.

Ao todo foram registradas cinco categorias comportamentais, sendo elas: descanso, locomoção, alimentação, comportamento social e forrageamento.

Resultados

Ao final da coleta foram totalizados aproximadamente 20 horas de registro e aproximadamente 200 registros comportamentais do grupo de estudo.

Posteriormente, foram calculadas as porcentagens de cada categoria comportamental registrada e confeccionado um gráfico do orçamento geral de atividades dos animais mantidos em cativeiro no programa Excel(Figura 1).

Figura 1. Gráfico de orçamento geral de atividades do macaco-prego no Parque Ecológico de São Carlos-SP (Fevereiro a março de 2023).

Em seguida os dados obtidos foram comparados com os dados do estudo de Pinto (2006) que estudou um grupo de macacos-prego na natureza. (Figura 2)

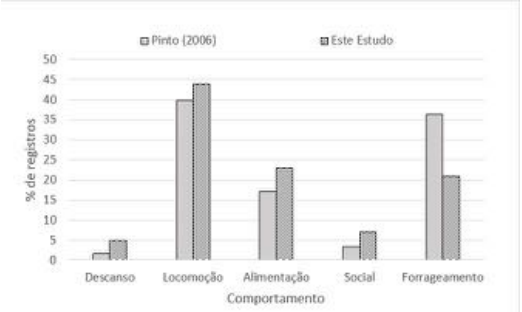


Figura 2. Comparação entre os orçamentos gerais obtidos em cativeiro (este estudo) e na natureza (Pinto, 2006) para macacos-prego.

Por fim foi utilizado o teste do Qui-quadrado de aderência, onde os dados obtidos por Pinto (2006) foram considerados como valores esperados e os dados coletados no presente estudo como os valores obtidos. O teste apontou uma diferença significativa entre os dois orçamentos. ($P<0,05$; gl=4; qui-quad.=0,004).

Os resultados obtidos sugerem que o comportamento dos animais mantidos em cativeiro está alterado em relação aos padrões encontrados na natureza.

Os animais do parque ecológico apresentaram menor tempo de forrageamento devido a falta de necessidade de buscar alimento em cativeiro.

Além disso apresentaram também maior tempo dedicado ao deslocamento, isso segundo a literatura pode ser explicado pelo estresse que a presença de visitantes causa nos animais.

Já o maior tempo dedicado à alimentação pode ser explicado pela grande quantidade de alimento oferecida diariamente no recinto desses animais.

E por fim, o maior tempo dedicado aos comportamentos sociais se deve a falta de necessidade de outros comportamentos, como o comportamento de forragear, com isso sobra mais tempo para que esses animais interajam entre si. Além disso, o espaço reduzido do recinto potencializa esse contato mais íntimo entre os animais. (Guimarães, 2012).

Conclusão

O presente estudo é um trabalho piloto, devido a quantidade de tempo aplicada ao mesmo ele não é conclusivo.

A parte disso, os resultados sugerem que os animais estudados estão sofrendo influência da presença de visitantes no seu comportamento

Dentre as medidas que podem ser tomadas para minimizar essa influência, podemos citar:

1. A diminuição dos dias de visitação;
2. Aplicação de medidas de enriquecimento ambiental;
3. Realização de um trabalho educativo com os visitantes.

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Hugo e a Mariane pela ajuda durante a execução do trabalho.

Agradeço a minha colega Jackeline pelas contribuições iniciais no projeto.

E por fim agradeço ao Parque Ecológico de São Carlos pelo apoio para a realização da pesquisa.

Referências

Diegues, S.; Pagani, M. I. O papel dos zoológicos paulistas na conservação ex-situ da diversidade biológica. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, 2007, Caxambu (MG). Anais... Caxambú, 2007.

Guimarães, J. S. 2012. Avaliação do impacto da visitação sobre o comportamento de duas espécies de primatas, o bugio ruivo Alouatta clamitans Cabrera, 1940 (Primates, Atelidae) e o macaco prego Sapajus nigritus Kerr, 1792 [Hill, 196] (Primates, Cebidae), no Zoológico Municipal de Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil. Pós Graduação.

Menegazzi, C. S. & Vaz A. 2000. O professor e o ensino de ciências no jardim zoológico. In: Coletânea do 7º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, São Paulo. 849 p.

Pereira, R. L. A., & Oliveira, M. A. B. D. (2010). Etograma do Eira barbara (Carnivora: Mustelidae) em cativeiro. *Revista de Etologia*, *9*(1), 45-57.

Pinto, M. C. M. (2006). Padrão comportamental de um grupo de macacos-prego (Cebus apella cay Illiger, 1815) no Parque Estadual Matas do Segredo, Campo Grande (MS).

Pires, Luiz Antonio da Silva. 2012. A história dos zoológicos. Disponível em www.szb.org.br.

Rímoli, José. 2001. Ecologia e comportamento de macacos-prego (Cebus apella nigritus, Goldfuss, 1809) na Estação Biológica de Caratinga (MG): implicações para a conservação de fragmentos de mata atlântica. Universidade Federal do Pará, Belém, 187 p.

VOAR VOAR, SUBIR SUBIR: DIFERENÇA ENTRE DISTÂNCIA INICIAL DE VOO DO *TURDUS LEUCOMELAS* DE VIDA LIVRE E DE CATIVEIRO

Letícia Fernanda Scarin, Maria Beatriz Magoci Dal Secco, Lucas Yuri Soares Koga

Tutores: Mariane Paduin e Hugo Sarmento

RESUMO

Para garantir a sobrevivência de um indivíduo durante a predação, evoluiu-se a fuga para reduzir as chances de sucesso do predador na captura da presa . Em aves, a fuga por voo não é constante, diversificando espécies em mais tolerantes e menos tolerantes devido a características presentes no nicho, habitat ou relacionados a habituação em centros urbanos. Recentes estudos comprovam a redução da Distância Inicial de Voo (*Flight Initial Distance*, FID). em pássaros urbanos comparados à rurais, por exemplo. Entretanto, ainda há falta de dados sobre espécies sul-americanas e dúvidas sobre a extrema redução da distância de fuga em pássaros de cativeiro ou parques ecológicos. Neste estudo comparamos estatisticamente a distância de fuga entre sábias-barranco (*Turdus leucomelas)* de cativeiro e de vida-livre. Coletamos no total 42 amostras de distâncias entre os dois locais e os analisamos estatisticamente. Os dados não seguiram uma distribuição normal (teste Shapiro-Wilk, P<0,050), mas apresentaram uma diferença estatística maior que o esperado (teste de Mann-Whitney, P=<0,001). Os sabiás-barranco de vida-livre apresentaram uma distância média relativamente maior às distâncias do sabiá de cativeiro, o que corrobora com estudos anteriores semelhantes que comparam indivíduos urbanos a ambientes naturais.

INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento demográfico, a ocupação humana e a grande demanda por recursos naturais está levando a redução de fragmentação de habitats, e consequentemente, ao decréscimo da biodiversidade (Tätte et al., 2018). Nos espaços urbanos as espécies podem se deparar com condições razoáveis, pois devido à proximidade do homem, há uma maior abundância de alimento, mudança de predadores e alterações espaciais do ambiente. Entretanto, devido justamente às perturbações antrópicas, os animais, como pássaros, podem presenciar efeitos adversos (e.g. poluição e espécies invasoras) que podem resultar em redução de seu *fitness* (Møller & Ibáñez-Álamo, 2012).

Além das diferenças de composição de um ambiente natural e urbano, os tipos de predadores influenciam no comportamento anti-predatório de aves. O maior grau de tolerância à perturbação urbana pode ser um dos principais fatores que indicam o sucesso na colonização nesses ambientes, isto está relacionado a maior aproximação das aves com os humanos, que possuem um comportamento de risco que poupa a sua energia na fuga em cidades (Morelli et al., 2018).

Para evitar a predação, os pássaros possuem vários comportamentos anti-predatórios, entre eles, a fuga por voo que pode ser mensurada através da Distância Inicial de Voo (*Flight Initial Distance,* FID, em inglês). A estratégia de fuga por voo pode ser influenciada pelo tipo de predador, a distância e a velocidade relativa entre presa e predador, a percepção (atenção) da presa e o estado da presa (Kalb, et al. 2019), até mesmo camuflagem (Møller, Liang & Samia, 2019).

O sabiá-barranco (*Turdus leucomelas* Vieillot, 1818) é uma ave do gênero *Turdus,* que pertence a aves comumente encontradas em habitats alterados no mundo, como o urbanizado. Essas aves são onívoras, alimentando-se principalmente de frutas e invertebrados, portanto ocupam amplos espaços para forrageamento (Gasperin & Pizo, 2009).

O sabiá é identificado pelo bico de cor preta, asas de cor ferruginosa que contrasta a cor cinzenta-oliváceo no topo de sua cabeça; na região esbranquiçada da garganta, o pássaro exibe estrias pardas. A

ave também possui uma ampla distribuição nas regiões tropicais, podendo ser encontrada em países como Venezuela, Bolívia, Guiana, Argentina, Paraguai e também em uma vasta área dos estados brasileiros (Sick, 1997).

A Distância Inicial de Voo (FID) é uma medida frequentemente usada para avaliar a resposta de medo das aves. A distância na qual o animal focal se move para evitar a aproximação de um observador humano é tratada como um indicador de ousadia e tolerância a perturbações (Weston et al., 2012).

Esta variação intraespecífica do FID já foi usada anteriormente para detectar a habituação à perturbação humana (Fleming & Bateman, 2017) sendo sugerida como uma ferramenta para apoiar a tomada de decisões de conservação (Weston et al. 2012) e para estudar mudanças no comportamento de medo devido a mudanças ambientais. Além disso, o FID deve refletir o risco de predação. Por exemplo, um FID mais longo, implicaria menor probabilidade de predação e um FID mais curto, maior probabilidade de predação (Møller, 2014).

As espécies modificam seu comportamento em resposta a mudanças ambientais para melhor evitar incompatibilidades evolutivas com possíveis consequências de aptidão (Sih, 2013). Devido às diferenças, muitas vezes, extremas entre ambientes urbanos e naturais, em geral, prevê-se que os animais em áreas urbanas se comportem de maneira distinta daqueles em áreas naturais (Hall et al., 2020).

Um fator importante para determinar o FID, está na experiência que a presa possui em relação ao predador, algo que pode apresentar grande diferença entre ambientes naturais e urbanos. Esse fator, demonstrado com o peixe-zebra, indica maior FID em indivíduos que já foram atacados por predadores no passado em relação aos que não foram (Dill, 1974).

Mudanças comportamentais em resposta à urbanização foram detectadas em muitos aspectos do comportamento animal, como mudanças no forrageamento, reprodução, comunicação e uso do habitat Lowry, Lill & Wong. 2013). A evitação precoce de ameaças desvia tempo e energia das atividades de forrageamento e reprodução, enquanto a evitação tardia pode resultar em um maior risco de predação (Lamanna & Martin, 2016).

Outros estudos com aves urbanas mostraram que estas tiveram FIDs mais curtos do que as populações rurais próximas quando abordados por um humano, o que pode ser considerado como um importante fator do comportamento anti-predador (Díaz et al., 2013). Dessa forma, um FID curto pode acabar conferindo uma vantagem em termos de distúrbios menores na redução do gasto de energia e que tais benefícios acabam se variando entre as latitudes devido às diferenças na abundância e composição da comunidade de predadores (Díaz et al., 2013).

Outra pesquisa aborda a resposta de fuga de 519 pombos em toda a cidade de Nova York e a sua relação com a paisagem, atividade humana e comunidade de predadores. A pesquisa corrobora com o encurtamento da distância de voo das aves em áreas com aumento da cobertura do solo urbano, o que demonstrou que o comportamento dos pombos selvagens varia com a urbanização, a atividade humana e os atributos ecológicos (Carlen, Li & Winchell, 2021).

Um estudo ao analisar as mudanças da Distância Inicial de Voo em paisagens e habitats com um colonizador urbano bem-sucedido, o peru australiano, encontrou FIDs significativamente mais curtos nas ruas, jardins e gramados, em comparação com reservas e parques nacionais, sugerindo que essas aves, em habitats mais modificados, têm uma resposta de medo reduzida à abordagem humana e são mais tolerantes à tal perturbação (Hall et al., 2020).

Dessa forma, percebe-se que a aproximação humana é uma fonte significativa de perturbação em ambientes urbanos e acaba atuando como um potencial risco de predação. Logo, responder à abordagem humana adequadamente, tornou-se um pré-requisito para a sobrevivência em ambientes urbanos (Hall et al., 2020).

O presente estudo visa responder se o sabiá-barranco, em reação à perturbação humana, exibirá uma resposta comportamental distinta de FID em área com maior movimentação humana do que outra área menos urbanizada. Também consiste ainda em identificar possíveis variáveis que interfiram no FID como forrageamento e luta, considerando que a coleta de dados foi realizada fora da época de reprodução do sabiá-barranco.

Previmos que o sabiá-barranco em áreas de vegetação natural, isto é, na área próxima ao Cerrado da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) teriam FIDs mais longos do que as aves em ambientes mais urbanizados, ao haver menor movimentação de indivíduos. Acreditamos que o FIDs dessas aves seja mais longo, do que aqueles presentes no aviário do Parque Ecológico de São Carlos (PESC), os quais recebem visitas mais constantemente de tratadores e visitantes.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em duas áreas periurbanas no município de São Carlos, no estado de São Paulo. Uma área *in cativa* situada no Parque Ecológico de São Carlos Dr. Antônio Teixeira Vianna (PESC) (-21.984296, -47.875268) e uma área próxima ao Cerrado situada no campus da Universidade Federal de São Carlos (UFScar).

Fig. 2. Área amostral próxima ao Cerrado da UFSCar.

Para medir o FID das aves, foi utilizada uma metodologia adaptada da de Blumstein (2003). Para isso, quando um pássaro é encontrado no chão, um único observador caminhava até ele em uma velocidade constante (aproximadamente 0,5 m/s) até que o pássaro alçasse voo. Posteriormente, foi feita uma medida da distância entre o observador e o local de início de voo (Distância Inicial de Voo) com o auxílio de uma trena de até 7,5 m, como pode ser visualizado na figura 1. Para avistar e identificar a ave, um binóculo foi usado como auxílio. Quando a abordagem se dava em direção a um bando, o FID registrado era da primeira ave que alçasse voo.

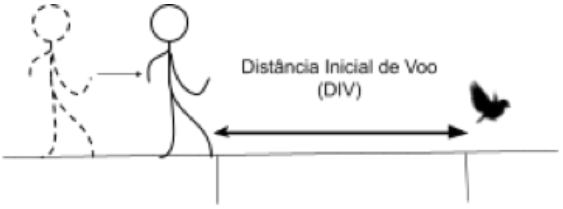


Fig. 1: Esquema de como ocorreu a medição da Distância Inicial de Voo.
Fonte: (Elaboração própria, 2023).

Optou-se pela abordagem dos pássaros ao solo para evitar a dessemelhança das variáveis de ameaça. Além disso, pode haver uma certa dificuldade para interpretar o comportamento da ave em um poleiro, se é relacionado à fuga ou não (Tätte et al., 2018).

Os dados coletados passaram por tratamentos estatísticos através do aplicativo SigmaPlot, executando o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, que indicou que a distribuição não foi paramétrica ou não normal (resultado do teste de normalidade - $P<0,050$), portanto, o teste de Mann-Whitney foi selecionado para comparação entre os grupos.

RESULTADOS

Verificamos uma diferença significativa entre os FIDs de sabiá-barranco de vida livre e os que estão em cativeiro (teste T de Mann-Whitney $P<0,001$).

Os sabiás-barranco de vida livre, próximos ao Cerrado da UFSCar, apresentaram FIDs maiores do que os sabiás-barranco do aviário do PESC (Fig.2).

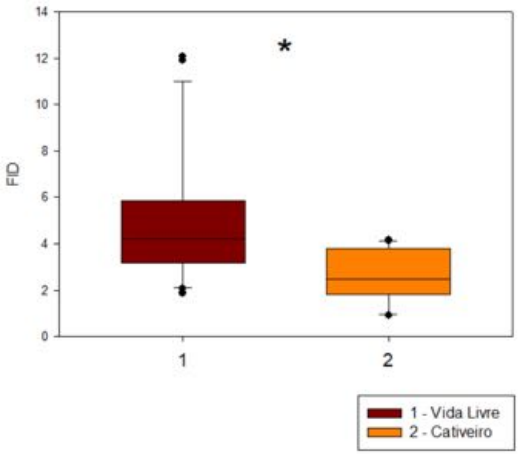


Fig. 3: 1) FID de sabiá-barranco de vida livre (áreas próximas ao Cerrado da UFSCar); 2) FID de sabiá-barranco de cativeiro (aviário do PESC). Asterisco (*) identifica diferença estatística significativa.

Observamos que os maiores FIDs para animais de vida livre foram obtidos em situações em que estavam forrageando em bando. Menores FIDs foram calculados em áreas com alta vegetação.

DISCUSSÃO

Observamos que os nossos resultados corroboram com nossas hipóteses iniciais de que os sabiás-barranco teriam um FID mais curto no aviário do PESC, área com maior perturbação humana, e FID mais longo em áreas próximas ao Cerrado da UFSCar, o qual teriam menor perturbação humana.

Conforme a literatura supracitada, respostas semelhantes de FID à nossa pesquisa foram encontradas (Carlen, Li & Winchell, 2021; Hall et al., 2020; Fleming & Bateman, 2017), no qual a perturbação humana interfere na resposta de medo das aves, sugerindo FIDs mais curtos em ambientes urbanizados do que áreas como reservas e parques nacionais (Hall et al., 2020; Carlen, Li & Winchell, 2021).

A bibliografia também mostrou que a aproximação humana acaba atuando como fonte de perturbação em ambientes urbanos (Hall et al., 2020). Por conta disso, uma possível explicação para o FID menor em ambientes mais urbanizados, como o aviário em nossa pesquisa, é que acabou se tornando um pré-requisito para a sobrevivência acostumar-se a essa presença humana, algo chamado de tolerância à perturbação urbana, um dos principais fatores que indicam o sucesso na colonização nesses ambientes, já que possuem um comportamento de risco que poupa a sua energia na fuga (Morelli et al., 2018; Hall et al., 2020).

Uma pesquisa que incorpora a diluição do risco e, até certo ponto, a detecção coletiva de predadores por meio da simulação de um modelo, mostrou que, em geral, a saída das aves se apresenta como um fenômeno contagioso, espalhando-se por todo o grupo, no qual fatores como o tamanho do bando e a dependência de informações sociais afetam fortemente o momento em que as aves decidem parar de se alimentar e voar, mesmo que na ausência de qualquer ataque de predador (Sirot, 2006). Isso poderia explicar porque encontramos maiores FIDs para sabiás-barranco de vida livre que estavam forrageando em bando, no qual o grupo pode fugir antes, apenas pelo fato de que o alto nível de vigilância do bando faz a ansiedade aumentar, acarretando na fuga.

Em circunstâncias nas quais o sabiá-barranco apresentava-se escondido na vegetação alta, observamos um FID menor. A vegetação é um típico abrigo de fuga contra a predação (Morelli, et. al, 2022), o que implica na diminuição à exposição do animal e dificulta sua detecção pelo predador, elementos que podem influenciar em suas decisões de fuga (Cooper Jr, 2010; Tätte et. al, 2018).

CONCLUSÃO

Concluímos com o presente estudo que os sabiás-barranco apresentaram diferença quanto ao FID em vida livre e em cativeiro. Por meio de dados estatísticos e análise de Mann-Whitney, P=<0,001) verificamos que essas diferenças são significativas, não paramétricas. Além disso, menores FIDs foram encontrados em cativeiro, enquanto maiores FIDs foram encontrados em sabiás-barranco de vida

livre, próximo ao Cerrado da UFSCar. Esses dados corroboram com outros trabalhos encontradas na literatura (Hall et al., 2020; Carlen, Li & Winchell, 2021), mostrando que a presença humana pode ser um aspecto de perturbação, interferindo no grau de tolerância das aves, se tornando um pré-requisito de sobrevivência acostumar-se a essa figura,, indicando o sucesso na colonização em tais ambientes ao poupar energia de fuga.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Dr. Hugo Sarmento por nos orientar, e à mestranda Mariana Paduin Ferreira por nos auxiliar e incentivar a compor essa pesquisa de campo e ao Parque Ecológico de São Carlos por contribuir e oferecer o espaço para nossos estudos. Agradecemos também à Universidade Federal de São Carlos por nos proporcionar essa oportunidade, em oferecer os espaços para a realização de tais pesquisas, e todo seu corpo docente, além da direção e administração retorquindo-nos em bons profissionais, e enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta, fica aqui o nosso muito obrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blumstein, DT. 2003. Flight-Initiation Distance in Birds Is Dependent on Intruder Starting Distance **Journal of Wildlife Management**, 67: 852-857.

Carlen, EJ, LI, R & Winchell, KM. 2021. Urbanization predicts flight initiation distance in feral pigeons (Columba livia) across New York City. **Animal Behaviour** 178: 229-245.

Cooper Jr, WE. 2010. Escape tactics and effects of perch height and habituation on flight initiation distance in two Jamaican anoles (Squamata: Polychrotidae). **Revista de Biologia Tropical** 58: 1199-1209.

Díaz, M, Møller, AP, Flensted-Jensen, E, Grim, T, Ibáñez-Álamo, JD, Jokimaki, J, Markó, G & Tryjanowski, P. 2013. The geography of fear: a latitudinal gradient in anti-predator escape distances of birds across Europe. **PLoS ONE** 8: e64634.

Dill, LM. 1974. The escape response of the zebra danio (Brachydanio rerio) II. The effect of experience. **Animal Behaviour** 22: 723-730.

Fleming, PA & Bateman, PW. 2017. Scavenging opportunities modulate escape responses over a small geographic scale. **Ethology 123**: 205–212.

Gasperin, G & Pizo, MA. 2009. Frugivory and habitat use by thrushes (Turdus spp.) in a suburban area in south Brazil. **Urban Ecosystems** v. 12: 425-436.

Hall, MJ, Burns, AL, Martin, JM & Hochuli, DF. 2020. Flight initiation distance changes across landscapes and habitats in a successful urban coloniser. **Urban Ecosyst 23**: 785–791.

Kalb, N, Anger, F & Randler, C. 2019. Flight initiation distance and escape behavior in the black redstart (*Phoenicurus ochruros*). **Ethology** 125: 430-438.

Lamanna, JÁ & Martin, TE. 2016. Costs of fear: behavioural and lifehistory responses to risk and their demographic consequences vary across species. **Ecology Letters** 19: 403–413.

Lowry, H, Lill, A & Wong, BBM. 2013. Behavioural responses of wildlife to urban environments. **Biological Reviews** 88: 537–549.

Møller, AP & Ibáñez-Álamo, JD. 2012. Escape behaviour of birds provides evidence of predation being involved in urbanization. **Animal Behaviour** 84: 341-348.

Møller, AP, Liang, W & Samia, DSM. 2019. Flight initiation distance, color and camouflage. **Current Zoology**, v. 65, n. 5, p. 535–540.

Møller, AP. 2014. Life history, predation and flight initiation distance in a migratory bird. **Journal of Evolutionary Biology** 27: 1105–1113.

Morelli, F, Mikula, P, Benedetti, Y, Bussière, R, Jerzak, L & Tryjanowski, P. 2018. Escape behaviour of birds in urban parks and cemeteries across Europe: Evidence of behavioural adaptation to human activity. **Science of the Total Environment** 631-632: 803-810.

Morelli, F, Mikula, P, Blumstein, DT, Díaz, M, Markó, G, Jokimäki,J, Kaisanlahti-Jokimäki, ML, Floigl, K, Zeid, FA, Siretckaia, A & Benedetti, Y. 2022. Flight initiation distance and refuge in urban birds. **Science of the Total Environment** 842:156939.

Sick, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 912 p.

Sih, Andrew. 2013. Understanding variation in behavioural responses to human-induced rapid environmental change: a conceptual overview. **Animal Behaviour** 85: 1077–1088.

Sirot, E. 2006. Social information, antipredatory vigilance and flight in bird flocks. **Animal Behaviour** 72: 373–382.

Tätte, K, Møller, AP & Mänd, R. 2018. Towards an integrated view of escape decisions in birds: relation between flight initiation distance and distance fled. **Animal Behaviour** 136: 75-86.

Weston, MA, Mcleod, EM, Blumstein, DT & Guay, PJ. 2012. A review of flight-initiation distances and their application to managing disturbance to Australian birds. **Meu** 112: 269-286.