

# Trabalhos práticos da diciplina de Ecologia Comportamental

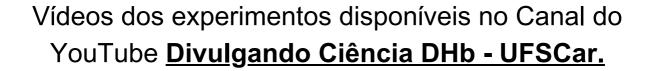
Turmas de Licenciatura e Bacharelado da Graduação em Ciências Biológicas

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

-2023-







### Professor Responsável

Prof. Hugo Sarmento

Organizador

Daniel G. Giongo

#### LISTA DE TRABALHOS

### ADAPTAÇÕES COMPORTAMENTAIS E ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS SINGULARES DE PERERECA MACACO (Pithecopus ayeaye) EM CAMPOS DE ALTITUDE

Luiz Guilherme Silvestrin, Nicole Peres Veronese Maiochi e Vinícius Goldmann Loureiro

# AMOR PROIBIDO: LÍRIO-DO-BREJO E O COMPORTAMENTO DE CAPIVARAS

Ana Clara Nery, Bruno Luiz Melo, Guilherme Nogueira, Laura Moraes, Rauany da Silva Pessoa

# AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO AGONÍSTICO DE BAGRES TROGLÓBIOS DO GÊNERO Aspidoras (SILURIFORMES: CALLICHTHYIDAE)

Gabrieli Seiscentos Cardenas, Júlia de Oliveira Martins, Laura Ferreira dos Santos, Ludmila Mendes Silva e Saulo Henrique Rodrigues

# EFEITO DA TEMPERATURA NO COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE LAMBARIS (Astyanax sp.)

Giovana Maffei Rodriguez, Giovana Viola Gulhote, Letícia Visciglia Minghini Pereira

# EFEITOS DE SUBSTÂNCIAS NÃO-CONVENCIONAIS NA MOTILIDADE DE ZOOPLÂNCTON (COPEPODA E CLADOCERA)

Ana Carolina Woord, Barbara Aparecida Souza da Silva, Julia Ghidelli, Julio Cesar Valerio Roncato e Mariannah Pravatti Barcellos de Oliveira

# ENTRE PATAS E AFETOS: A DINÂMICA DO CUIDADO PARENTAL DA ANTA-BRASILEIRA (TAPIRUS TERRESTRIS) EM CATIVEIRO

Emilly Leticia da Silva, Giovana Bernardes, Lívia Ferrari Ferreira, Maria Fernanda Castilho Zancheta, Raquel de Jesus Pinto de Faria Santos

### ESPELHO, ESPELHO MEU: IMPACTOS DE SUPERFÍCIES REFLETORAS NO COMPORTAMENTO DE LIBÉLULAS (ODONATA)

Ana Beatriz Pantoja Brasci, Jéssica Lembo da Silva, José Roberto da Cunha Neto, Julia Novais Anselmo de Queiroz

# MUTUM-DE-PENACHO (Crax fasciolata): UM TRIÂNGULO AMOROSO

André Nunes, Augusto Bauab, Daniel Lima, Tamara Gonçalves

#### OS OPILIÕES PREFEREM COMER O QUE SE MOVE!

Alex Castro dos Santos Morais, Angie Deyanira Torres Bermeo & Leonardo Lourenço Leme

# PREFERÊNCIA ALIMENTAR E CRIPTOCARNIVORIA EM MACACOS-ARANHA (Ateles) EM CATIVEIRO

Eloisa Hummer, Mariana Tardio Depintor, Melissa Akemi Watanabe Amaral, Rafael Araújo de Lemos, Théo de Freitas Neto

### ADAPTAÇÕES COMPORTAMENTAIS E ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS SINGULARES DE PERERECA MACACO (*Pithecopus ayeaye*) EM CAMPOS DE ALTITUDE

Luiz Guilherme Silvestrin, Nicole Peres Veronese Maiochi e Vinícius Goldmann Loureiro

Tutor: Hugo Sarmento

#### Resumo

A espécie Pithecopus ayeaye é um anfibio endêmico da ecorregião de campos de altitude no sudeste brasileiro, que se encontra ameaçada de extinção, em perigo crítico segundo a classificação da IUCN. Desse modo, é de extrema importância a sua conservação em seu habitat natural. O presente estudo visa investigar a existência de alguma relação entre estratégias reprodutivas e o ambiente em que o indivíduo está inserido. Para isso, coletamos dados nos campos de altitude, incluindo variáveis como estação do ano, temperatura, ocorrência de chuvas, características do corpo hídrico onde os ninhos foram encontrados, entre outras. Observamos uma forte associação entre o tamanho dos ninhos e a profundidade das poças de água, indicando uma seleção de habitats para reprodução de Pithecopus ayeaye ao ambiente aquático disponível, além do aumento na quantidade de ninhos durante o verão. Os resultados deste estudo destacam a seleção restrita dos locais de oviposição de Pithecopus ayeaye, e a importância da conservação das condições ambientais na ecologia reprodutiva dessa espécie. Essas descobertas contribuem para uma melhor compreensão das estratégias reprodutivas singulares desta espécie em seu habitat natural, e para uma melhor conservação ex-situ.

**Palavras-chave:** *Pithecopus ayeaye*, reprodução, comportamento, ninho, estratégia.

#### Introdução

Os campos de altitude no sudeste brasileiro (Figura 2.) representam uma ecorregião localizada em áreas de elevações, caracterizado pela presença de vegetação rasteira predominantemente composta por herbáceas e outras plantas de pequeno porte.

Este ambiente peculiar se destaca por suas características geomorfológicas e climáticas específicas.

Α **Pithecopus** ayeaye, também conhecida como perereca macaco perereca-de-folhagem-ayeaye, é uma espécie de anfibio anuro da família Phyllomedusidae, endêmica do Brasil, encontrada principalmente em áreas de altitude no sudeste do país, como os Campos de Altitude. Esta espécie é conhecida por sua coloração vibrante e padrões marcantes, que variam de tons de verde a amarelo, com manchas ou listras contrastantes ao longo do corpo, o que lhe confere uma camuflagem eficaz entre as folhagens (Baêta, D. et al. 2009.).



**Figura 1.** Um exemplar de *Pithecopus ayeaye* B. Lutz, 1966 da localidade tipo, Morro do Ferro, Poços de Caldas, MG. Fotografia por RAB, em Magalhães *et al.* (2017).

A coloração verde presente na espécie em questão desempenha um papel significativo em sua estratégia de camuflagem, contribuindo para sua adaptação e sobrevivência no ambiente natural. A variação nos tons de verde observada está diretamente relacionada ao nível de estresse experimentado pelo indivíduo, o qual pode ser influenciado por uma variedade de fatores ambientais, como a escassez de chuvas, as ações antrópicas e a competição por recursos territoriais. É notável

que, em situações de maior desconforto ou perturbação, a coloração verde das costas tende a se tornar mais escura. Adicionalmente, a região abdominal exibe tonalidades que variam entre o alaranjado e o avermelhado, apresentando detalhes mais escuros que são distintivos e únicos para cada exemplar. (Baêta, D. et al. 2009.).



**Figura 2.** Campos de Altitude em Poços de Caldas- MG, habitat natural de *Pithecopus aye aye*, por Heldt, R.

A Pithecopus ayeaye é uma espécie arbórea frequentemente associada a ambientes aquáticos, como poças temporárias de água formadas durante períodos de chuva. O período reprodutivo da espécie abrange as estações da primavera até o verão, referentes ao início das chuvas e maior disponibilidade hídrica. Essa relação pode representar a influência das estações do ano e o aumento dos ninhos, haja visto que a espécie procura corpos hídricos para realizar a oviposição. O Pithecopus ayeaye é conhecido por construir ninhos sobre folhas flutuantes ou próximas às águas, sendo estas folhas em sua maioria provenientes da família Melastomataceae (Magalhães, R. et al. 2017.).

Sua reprodução está intimamente ligada aos ambientes aquáticos, onde as fêmeas depositam seus ovos em folhas sobre a água, e os girinos se desenvolvem até a metamorfose (Magalhães, R. et al. 2017.). A partir disso, seria esperado poder atribuir uma relação entre o tamanho das poças escolhidas pelos indivíduos para a desova, e o tamanho dos ninhos. Isso seria observado como uma estratégia comportamental para garantia de maior sucesso reprodutivo, uma vez que

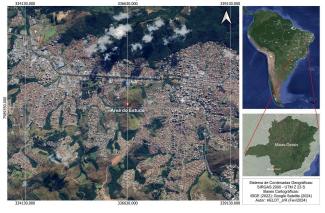
corpos hídricos maiores seriam capazes de armazenar e fornecer recursos para um maior volume de girinos.

Diante desse comportamento reprodutivo peculiar, em contraste com outros anuros, emergem os questionamentos centrais deste estudo, em relação às dimensões das poças com o tamanho dos ninhos, a estação do ano e a quantidade de ninhos e o formato do ninho.

#### Materiais e Métodos

O estudo foi conduzido na área de campos de altitude, localizada em Poços de Caldas, MG (21° 47′ 18″ S, 46° 33′ 45″ O; altitude: 1210 m). A pesquisa teve como foco a análise das estratégias reprodutivas de *Pithecopus ayeaye*, uma espécie de perereca endêmica.

Área de Estudo de ninhos de postura Phyllomedusa Pithecopus Aye-Aye em Poços de Caldas - MG



**Figura 3.** Caracterização da área de estudo de ninhos em Poços de Caldas- MG, por Heldt, R.

A coleta sistemática ocorreu nos dias 11 e 19 de novembro de 2023; 02 e 27 de dezembro de 2023; 05, 06 e 13 de janeiro de 2024, durante visitas aos locais de estudo. As variáveis consideradas foram:

- 1. Data da coleta;
- 2. Cidade/UF;
- 3. Localização (Coordenadas);
- 4. Estação do ano:
- 5. Tempo;
- 6. Temperatura;
- 7. Umidade relativa do ar;
- 8. Se houveram chuvas recentes;

- 9. Tipo de corpo hídrico onde o ninho foi encontrado;
- 10. Largura do corpo hídrico;
- 11. Profundidade do corpo hídrico;
- Altura do ninho em relação ao corpo hídrico;
- 13. Vegetação predominante;
- 14. Bioma;
- 15. Espécie de folha em que o ninho foi encontrado;
- 16. Tamanho do ninho;
- 17. Formato do ninho.

Para as atividades em campo, foram empregadas lanternas, galochas, celulares para registros fotográficos, uma trena e uma régua.

Para a obtenção de resultados que respondam à questão inicial, foram utilizados os seguintes testes estatísticos:

Primeiramente, foi realizado o teste de Componentes Principais (PCA), uma técnica estatística que nos permitiu explorar a estrutura de correlação entre as variáveis observadas. Por meio da análise de PCA, foi possível reduzir a dimensionalidade dos dados e identificar os principais parâmetros que influenciam a distribuição dos ninhos de *Pithecopus ayeaye* em relação aos fatores ambientais.

Além disso, empregamos o teste de Mann-Whitney, um teste não paramétrico utilizado para comparar a distribuição de duas amostras independentes. Este teste foi fundamental para avaliar se havia diferenças estatisticamente significativas na quantidade de ninhos de *Pithecopus ayeaye* em diferentes estações do ano.

Por fim, foi adicionada uma análise em formato de círculo, indicando a porcentagem de ninhos adaxiais, que são aqueles cuja folha é dobrada e fechada para cima após a desova, e os ninhos abaxiais, cuja folha é dobrada e fechada para baixo, abrigando os ovos.



**Figura 4.** Folha fechada na parte de cima, representando um ninho de tipo adaxial (Fonte: Heldt, R.).



**Figura 5.** Folha fechada na parte de baixo, representando um ninho de tipo abaxial (Fonte: Heldt, R.).

Em resumo, a escolha desses testes estatísticos foi fundamentada na necessidade de uma análise abrangente e rigorosa dos dados coletados.

#### Resultados

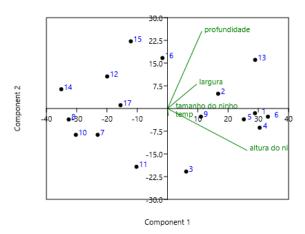
Considerando a homogeneidade identificada nas coletas em relação aos ambientes, corpos hídricos, vegetação e bioma, a análise estatística focou em variáveis específicas:

- → Estação do ano (Primavera/ Verão/ Outono/ Inverno);
- → Ocorrência de chuvas recentes (Sim/Não);

- → Dimensões das poças (profundidade e largura)
- → Tamanho do ninho;
- → Formato do ninho

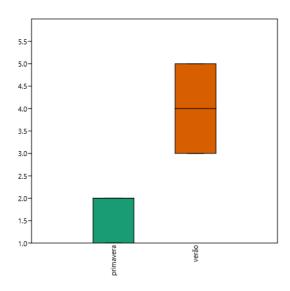
**Tabela 1.** Mínimo, máximo e média das variáveis: Temperatura, Largura, Profundidade, Altura do ninho, Tamanho do ninho.

	Mínimo	Máximo	Média
Temperatura	25°C	31°C	28°C
Largura	20cm	56cm	42cm
Profundidade	9cm	54cm	29cm
Altura do ninho	12cm	74cm	44cm
Tamanho do ninho	9cm	12.5cm	10.5cm



**Figura 6.** Análise de componentes principais (PCA) da distribuição dos ninhos de *Pithecopus ayeaye* de acordo com os parâmetros ambientais (Componente 1 explica 75% da variância, componente 2 explica 17% da variância).

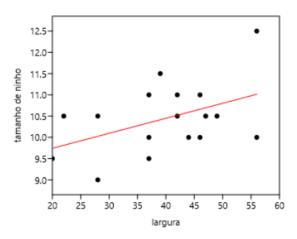
Ao analisar o gráfico PCA é possível perceber que os principais parâmetros para a distribuição dos dados são, eixo x: tamanho do ninho; eixo y: profundidade da poça. Com isso é possível explicar a distribuição dos dados no gráfico, onde pode-se notar uma relação entre o tamanho do ninho e a profundidade e largura da poça.



**Figura 7.** Quantidade de ninhos da *Pithecopus ayeaye* com a estação do ano (primavera e verão).

Os valores obtidos a partir do teste de Mann-Whitney, evidenciam uma comparação entre o número de ninhos encontrados em diferentes estações, resultando em: z= 1.7712 e P=0.0765.

Ao analisar o gráfico box-plot (Figura 7) é possível notar um claro aumento no número de ninhos com a estação do ano (verão). Porém ao realizar o teste de Mann-Whitney é mostrado que não há uma diferença significativa entre as duas estações estudadas (primavera e verão), isso pode ser devido ao menor número de amostras na primavera, a imprecisão nos dados pode ser atribuída a diversos fatores. Notadamente, o gráfico evidencia uma notável disparidade nas taxas de reprodução das estações, destacando um aumento significativo na reprodução da espécie Pithecopus ayeaye.

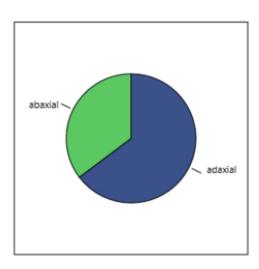


**Figura 8.** Relação entre o tamanho do ninho da *Pithecopus ayeaye* com a largura da poça (cm).

Os valores obtidos a partir da regressão, evidenciam uma comparação entre o tamanho dos ninhos observados em relação à largura das poças nas quais os ninhos foram encontrados. O resultado obtido foi t= 1.9523 e P=0.069.

Ao analisar a regressão entre a largura da poça com o tamanho dos ninhos, mesmo com o teste com um P>0,05. Acreditamos que isso também se trata do pouco número de amostras dos ninhos da *Pithecopus ayeaye*, pois o P quase representou um relação significativa entre a largura da poça com o tamanho dos ninhos encontrados, mostrando que quanto mais larga a poça, o ninho tende a ser maior também.





**Figura 9.** Porcentagem de ninhos no formato adaxial e abaxial.

Os ninhos no formato adaxial representam 64% do total, enquanto aqueles no formato abaxial representam 36%.

#### Discussão

também **Pithecopus** ayeaye, conhecida como perereca macaco perereca-de-folhagem-ayeaye, é uma espécie de anfibio anuro da família Phyllomedusidae, endêmica do Brasil, encontrada principalmente em áreas de altitude no sudeste do país, como os Campos de Altitude. Esta espécie é conhecida por sua coloração vibrante e padrões marcantes, que variam de tons de verde a amarelo, com manchas ou listras contrastantes ao longo do corpo, o que lhe confere uma camuflagem eficaz entre as folhagens (Baêta, D. et al. 2009.).

As análises iniciais desse estudo, indicam uma notável preferência da espécie pela espécie de folha Melastomataceae para realização das desovas. Essa descoberta destaca a importância de variáveis específicas na ecologia reprodutiva da espécie.

Uma das principais descobertas deste foi a identificação de padrões estudo comportamentais e reprodutivos específicos da Pithecopus ayeaye em relação aos fatores ambientais presentes nos Campos de Altitude. A análise de Componentes Principais (Figura 6) revelou uma associação significativa entre o tamanho dos ninhos e a profundidade das poças de água onde foram encontrados. Esta relação sugere que a espécie faz uso seletivo do ambiente aquático disponível para a construção de seus ninhos, possivelmente em resposta às demandas específicas do ciclo reprodutivo e por proporcionar melhores condições para a prole.

Além disso, o teste de Mann-Whitney (Figura 7) indicou uma tendência de aumento na quantidade de ninhos durante a estação do verão, embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa em relação à estação da primavera. Esta observação sugere

uma possível influência sazonal na atividade reprodutiva da *Pithecopus ayeaye*, com o verão proporcionando condições ambientais mais favoráveis para a reprodução, como uma maior disponibilidade de água devido às chuvas frequentes.

Embora os resultados da análise de regressão entre a largura das poças e o tamanho dos ninhos não tenham alcançado significância estatística, a tendência observada de ninhos maiores em poças mais largas sugere uma adaptação comportamental da *Pithecopus ayeaye* em relação à disponibilidade de recursos hídricos. Esta adaptação pode estar relacionada à otimização do ambiente de reprodução, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento dos ovos e girinos.

No contexto do título do estudo, os resultados corroboram a ideia de que essa espécie apresenta adaptações comportamentais específicas e estratégias reprodutivas singulares para sobreviver e reproduzir-se em um ambiente de altitude (Magalhães, R. et al. 2017.). A associação entre o tamanho dos ninhos e a profundidade das poças, juntamente com a influência sazonal na atividade reprodutiva, demonstra plasticidade a comportamental da espécie diante das variações ambientais.

#### Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos a Roosevelt Heldt Júnior pela colaboração no fornecimento de materiais disponíveis para pesquisas bibliográficas e pelo auxílio durante as coletas de amostras realizadas durante o período de execução do projeto.

Também expressamos nossa gratidão ao professor Hugo Sarmento pela sua tutoria e ajuda na obtenção e interpretação dos resultados obtidos neste trabalho.

#### Referências

Álavres, G. 2017. Sinais Acústicos e Visuais em *Pithecopus azureus* (Amphibia, Phyllomedusidae).

- Baêta, D. *et al.* 2009. *Phyllomedusa itacolomi* Caramaschi, Cruz & Feio, 2006, a junior synonym of *Phyllomedusa ayeaye* (B. Lutz, 1966) (Hylidae, Phyllomedusinae). Zootaxa Magnolia Press.
- Cardoso, A. 1986. Utilização de Recursos para Reprodução em Comunidades de Anuros no Sudeste do Brasil. Unicamp.
- Giaretta, A. *et al.* 2007. A new *Phyllomedusa Wagler* (Anura, Hylidae) with reticulated pattern on flanks from Southeastern Brazil.
- Magalhães, R. *et al.* 2017. Evolutionarily significant units of the critically endangered leaf frog *Pithecopus ayeaye* (Anura, Phyllomedusidae) are not effectively preserved by the Brazilian protected areas network. Ecology and Evolution. 2017;7:8812–8828.
- Santos, M.R. *et al.* 2017. Projeto de Ecologia sobre anuros (sapos, rãs e pererecas) do Morro do Ferro no Planalto de Poços de Caldas, financiado por instituição britânica, encontra espécie alvo. Instituto Federal do Sul de Minas Gerais.

### AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO AGONÍSTICO DE BAGRES TROGLÓBIOS DO GÊNERO Aspidoras (SILURIFORMES: CALLICHTHYIDAE)

Gabrieli Seiscentos Cardenas, Júlia de Oliveira Martins, Laura Ferreira dos Santos, Ludmila Mendes Silva e Saulo Henrique Rodrigues

Tutores: Maria Elina Bichuette e Hugo Sarmento

#### Resumo

O ambiente subterrâneo, como cavernas, são ecossistemas com características únicos específicas, exigindo adaptações fenotípicas em animais conhecidos como troglomorfismos. A escassez de recursos alimentares ambientes limita nesses abundância e diversidade de espécies e reflete nos comportamentos agressivos (agonísticos) dos animais devido à competição. Peixes troglóbios, como os da família Callichthyidae, tem poucos registros na literatura em relação a tais comportamentos. Para estudar comportamento agonístico da espécie troglóbia recentemente descoberta (Aspidoras mephisto), foram realizados experimentos em aquários confrontando dois coespecíficos de tamanho similar, comparando a frequência de comportamentos com a espécie epígea (Aspidoras albater). Observamos que a espécie troglóbia apresentou comportamentos agonísticos atenuados em comparação a espécie epígea (controle). Desta forma, inferimos redução desses que a comportamentos pode estar relacionada a fatores ambientais, como a disponibilidade de alimento suficiente para suprir a demanda metabólica da comunidade cavernícola. Essas descobertas contribuem para o conhecimento científico, expandindo a compreensão sobre a fauna subterrânea ainda pouco explorada, especialmente por ser o primeiro relato do comportamento de A. mephisto.

#### Introdução

O ambiente subterrâneo, como as cavernas, são ecossistemas com configuração ecológica única e são caracterizados por espécies com adaptações exclusivas (Mammola, 2019). A principal característica de qualquer ambiente subterrâneo é a ausência de luz, que pode atingir, no máximo, áreas com conexão com o ambiente epígeo (fora da caverna) (Culver, Pipan, 2014). Devido a isso, o ambiente apresenta um microclima estável, com alta umidade, temperatura constante (Lunghi et al., 2015) e baixa matéria orgânica disponível (ausência de fotossíntese) (Culver, Pipan, 2019). A entrada de alimento se dá majoritariamente por locais de contato com a superfície, tornando os recursos alimentares escassos (Barzaghi et al., 2017).

A escassez de recursos, portanto, se torna um fator limitante dentro desses ambientes e está intimamente relacionada com a redução da abundância e diversidade de espécies (Manenti et al., 2020). Além disso, a colonização de ambientes subterrâneos exige adaptações fenotípicas essenciais. As mais comuns são a perda ou redução de olhos e da pigmentação (Lunghi et al., 2014), mas o alongamento de apêndices corporais, aumento de estoque de gordura e superexpressão dos sistemas sensoriais também são relevantes (Gonzalez et al., 2017; Lunghi et al., 2014). Essas características são chamadas troglomorfismos e animais que as apresentam troglóbios são chamados de (Trajano, Bichuette, 2006). Há uma grande diversidade de espécies cavernícolas, mas o grande destaque está nos peixes, principalmente por serem fáceis modelos de estudo.

De forma geral, os peixes troglóbios são competidores afincos e devido a isso podem ter comportamento social variável. De acordo com Brown, Laland e Krause (2006), pode-se

definir comportamento social como um padrão no comportamento de um animal que surge ao ser estimulado por outro da mesma espécie. Existem variações nesse comportamento, como é o caso do agonístico, foco deste está relacionado trabalho, que comportamentos agressivos (luta, ameaça, fuga, submissão e dominância) (Barratt, 2001). Em peixes troglóbios, se comparado aos epígeos (aqueles que vivem no meio externo à caverna), observa-se que o comportamento agonístico pode aumentar, principalmente devido à falta de recurso, competição por parceiros sexuais e defesa territorial (Parzefall, Trajano, 2010). Também é importante frisar que a morfologia pode estar atrelada a esse comportamento. A forma e tamanho corporal podem influenciar o nado e o tempo, principalmente, para defender território e obter alimento, assim como cores distintas podem aumentar (aparentemente) o tamanho e força do peixe (Swain, Holtby, 1989).

Atualmente, 21 espécies de peixes são reconhecidas como troglóbias Carvalho, 2017) e há pouco registro de algumas famílias com espécies classificadas na literatura. Um exemplo é a família Callichthyidae (Siluriformes). Os Siluriformes têm como representantes os bagres, um grupo monofilético formado por peixes com sinapomorfias características, como ausência de escamas e espinhos na nadadeira dorsal e peitoral (Malabarba, Malabarba, 2020). Dentre as famílias dessa ordem, a Callichthyidae se destaca pelos membros respiradores de ar (intestino) com corpo coberto por duas fileiras (bagres blindados), de placas ósseas relativamente pequenos e normalmente forrageadores de fundo (Reis, 1998). O segundo gênero com maior número de espécies é o Aspidoras, que se distingue dos demais pela presença de duas fontanelas cranianas (posterior no parieto-supraoccipital e a anterior entre os frontais), uma sinapomorfia exclusiva do gênero (Nijssen, Isbrücker, 1976). Com base nos pontos tratados até aqui, portanto, o presente trabalho de pesquisa estudou duas espécies de peixes do gênero Aspidoras quanto aos seus comportamentos agonísticos. Os indivíduos modelos foram Aspidoras albater (epígea) e uma espécie recentemente descoberta/descrita no Brasil, nomeada Aspidoras mephisto (hipógea/troglóbia) (Tencatt, Bichuette, 2017). Vale ressaltar que se trata da primeira espécie da família Callichthyidae na América do Sul a ser considerada troglóbia e este foi o primeiro trabalho comportamental envolvendo-a. Além disso, acreditamos que, assim como observado por Trajano (1991), os bagres de caverna apresentariam um comportamento agressivo devido ao ambiente ao qual condicionados (pouco recurso alimentar). Assim, era esperado que o tamanho dos indivíduos tivesse uma relação direta com o comportamento de submissão e dominância, indivíduos maiores modo que OS conseguirão mais facilmente subjugar seus oponentes.

#### Materiais e métodos

experimentos foram realizados Laboratório de Estudos Subterrâneos (LES) do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva (DEBE) da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, sob orientação da professora Maria Elina Bichuette e Hugo Sarmento, contando com prévia aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal (Biotério **CIUCA** 10903713810). metodologia utilizada foi baseada em Rantin e Bichuette (2018), com adaptações.

#### Local de Coleta e Aclimatação

Os peixes troglóbios da espécie *A. mephisto* foram anteriormente coletados no Sistema de Cavernas Anésio-Russão (Alto do Tocantins, GO, Brasil) e transportados ao laboratório em jarros com tampa, próprios para coleta. Neste local, os animais permaneceram de 1 a 2 dias nos recipientes e posteriormente foram transferidos a um aquário que continha água

potável previamente esterilizada e neutralizada com compostos biológicos e químicos. Além disso, o produto AquaSafe® também foi utilizado para neutralizar substâncias como cloro, cloraminas e metais pesados. A fim de simular o habitat cavernícola, o fundo do aquário foi forrado com pedras calcárias e o calcário puro foi adicionado na água, só então os peixes troglóbios foram colocados no aquário e posteriormente mantidos no escuro com oxigenação monitorada. Após um período de oito meses de aclimatação, os animais foram liberados para utilização em pesquisas gerais. Os bagres das espécies A. mephisto (Tencatt, Bichuette, 2017) e A. albater Isbrücker, 1976) estão sendo (Nijssen, mantidos em aquários individuais no LES.

Pareamentos Intraespecíficos e Condições Experimentais

Considerando a aclimatação prévia dos indivíduos a seus respectivos aquários de manutenção, o aquário de experimentação foi projetado para manter as mesmas condições físico-químicas da água dos aquários de manutenção para as duas espécies. Assim, foi utilizado um aquário de 40 litros, com aeração constante e com fundo recoberto com pedras calcárias, mas sem a presença de tocas. Os valores de temperatura e pH foram coletados diariamente utilizando um phmetro de bolso com compensação automática de temperatura (Kasvi®), para garantir que o ambiente de experimentação fosse mantido aproximadamente 24°C e pH 8.0, e a luminosidade foi medida com o auxílio de um luxímetro (Instrutherm®), mantida a 72 lux.

Os testes comportamentais foram realizados durante duas semanas no período da manhã. Para a espécie *A. mephisto*, que foi a primeira do experimento, o maior indivíduo do aquário foi mantido em todos os pareamentos para interagir com indivíduos diferentes. Inicialmente, os peixes foram selecionados e transferidos, ao mesmo tempo, para o aquário de experimentação, com auxílio de rede pulsar. Durante o experimento, a aeração do aquário

foi cessada para evitar quaisquer interferências nas observações. Foi utilizado o método ad libitum (Altmann, 1973) para as análises do comportamento, com o intuito de descrever apenas interações agonísticas hierárquicas, mas também comportamentos de evitação patrulha. Como padrão, consideramos que a dominância seria estabelecida no momento em que o indivíduo submisso investisse pela última vez contra o oponente (Rantin, Bichuette, 2018).

As interações foram filmadas com uma câmera digital (Sony®) a uma distância de 15 cm do aquário durante 2 horas, com ou sem o estabelecimento de dominância, para elaboração do etograma. Ao final de cada observação, foi possível medir indiretamente o comprimento-padrão (C.P.) dos indivíduos nos momentos em que eles se posicionavam próximos das laterais do aquário por tempo suficiente para aproximar o paquímetro digital (Digimess®) e realizar a medida pelo lado de fora do aquário. Esta forma de medir, ainda que menos precisa, foi uma alternativa viável ao manejo dos animais para realizar a medida fora d'água, o que geraria um alto estresse para os animais.

Após as observações com A. mephisto, o aquário de experimentação passou por um período de quatro dias sem utilização, para evitar a presença de substâncias que pudessem interferir no comportamento dos peixes da outra espécie. Assim, os pareamentos com A. seguiram o mesmo albater protocolo experimental, com a diferença de que nenhum indivíduo foi mantido nos pareamentos, de modo que a cada rodada um conjunto diferente de dois peixes era testado. No total, foram esquematizados 5 pareamentos de cada espécie, totalizando 12 indivíduos.

#### Análise dos Dados

Os comportamentos percebidos durante as observações foram descritos em um etograma (Anexo 1). A soma e a frequência dos comportamentos agonísticos foi calculada para

cada pareamento. Para cada uma das espécies, foi calculada a frequência e a média dos comportamentos agonísticos e de evitação. O Teste t (software SigmaPlot 11.0) foi utilizado para avaliar a existência de diferença estatística significativa (p < 0,05) entre a frequência de comportamentos agonísticos de *A. mephisto* e *A. albater*. O Teste t também foi utilizado para avaliar se o tamanho dos indivíduos nos pareamentos de *A. mephisto* eram estatisticamente diferentes.

#### Resultados

A partir da observação das gravações para cada um dos 10 pareamentos (5 para A. mephisto e 5 para A. albater) e análise do etograma produzido (Anexo 1), considerados como comportamentos agonísticos os seguintes: "Surto natatório"; "Empurrão ventral"; "Golpe frontal"; "Perseguição"; "Perseguição mútua"; "Fuga"; "Evitação"; Ascensão"; "Passar ou nadar por cima"; "Passar ou nadar por baixo"; "Tentativa de passar por cima"; "Tentativa de passar por baixo"; "Beliscão"; "Empurrão"; "Apoiar a cabeça"; "Engalfinhamento"; "Ocupação" e "Passar raspando". Dentre estes. relacionados à evitação, ou seja, quando um dos oponentes evita o confronto direto, foram: "Surto natatório"; "Fuga"; "Evitação" "Ascensão". frequências As dos comportamentos por indivíduo e sua descrição encontra-se no etograma no Anexo 1.

A Tabela 1 mostra os resultados da somatória da ocorrência de comportamentos agonísticos por pareamento, sendo "H1", "H2", "H3", "H4" e "H5" os ocorridos entre A. mephisto (hipogeo) e "E1", "E2", "E3", "E4" e "E5" ocorridos entre A. albater (epígeo). Em tais pareamentos também houve ocorrência de comportamentos considerados "não agonísticos" que estão evidenciados no Etograma (Anexo 1) e computados somados aos agonísticos na Tabela 1 como "Somatório dos comportamentos totais". São "Ronda"; "Parado"; "Pular"; "Mergulho ao fundo"; "Nado onda"; "Nado ré" e "Tentativa de cavar buraco". Na mesma tabela a frequência de tais comportamentos em porcentagem.

**Tabela 1.** Somatório e frequência em porcentagem dos comportamentos agonísticos por pareamento

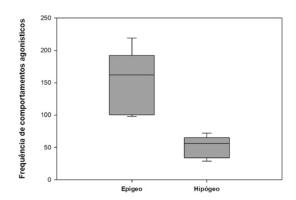
Pares	$\Sigma$ dos comp. agonísticos	$\Sigma$ dos comp. totais	% Freq. de comp. agonísticos
H1	78	115	67,80%
H2	39	88	44,30%
НЗ	29	68	42,60%
H4	58	150	38,60%
Н5	56	108	51,80%
E1	103	136	75,70%
E2	219	234	93,50%
Е3	166	186	89,50%
E4	98	118	83%
E5	162	190	85,20%

Os resultados revelaram que a somatória das frequências dos comportamentos agonísticos entre as espécies A. albater (epígea) e A. mephisto (hipógea) é diferente. A média e desvio padrão da somatória para A. albater foi de  $149,6 \pm 50,2$ , enquanto para A. mephisto foi de  $52 \pm 18,8$ , conforme mostrado na **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Frequência e média dos comportamentos agonísticos por espécie

Espécie	Freq. dos comp. agonísticos	Média dos comp. agonísticos
A. mephisto	49,10%	52,0 ± 18,8
A. albater	86,50%	$149,6 \pm 50,2$

A análise estatística indicou uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos (t = -4.172, p < 0.05), destacando a variabilidade nos comportamentos agonísticos entre as duas espécies (Figura 1). Assim, podemos afirmar que os indivíduos epígeos (A. albater) maior apresentam uma frequência comportamentos agonísticos (86,50%) comparados aos hipógeos (49,10%). Não houve diferença significativa entre o tamanho dos indivíduos pareados (t = 19.7, p > 0.05) e, portanto, não há relação entre o tamanho e comportamentos agonísticos neste caso.



**Figura 1:** Frequência de comportamentos agonísticos entre *A. albater* (epígeo) e *A. mephisto* (hipógeo) (t = -4.172, p<0.05).

A espécie *A. mephisto* mostra comportamentos agonísticos de evitação pouco mais frequentes que *A. albater* conforme Tabela 3. Indicando que a espécie hipógea evita mais o confronto se comparada a epígea.

**Tabela 3.** Somatório e frequência de comportamentos agonísticos de evitação por espécie

Espécie	Σ Comp. de evitação	% Freq. de comp. de evitação
A. mephisto	157	29,60%
A.albater	199	23,0%

#### Discussão

Embora OS resultados observados não inicial, sustentem nossa hipótese comportamentos agonísticos das duas espécies se assemelham aos resultados encontrados na literatura. Ambas as espécies apresentam repertório de comportamentos agonísticos, mas existe diferença entre elas. Observamos que os comportamentos agressivos de A. mephisto são de baixa frequência, com máxima de 254 ocorrências (49,10%) e os indivíduos se dispersam rapidamente sem embate constante. Por outro comportamentos de evitação (e.x. ascensão, parado, fuga, evitação e outros) têm ocorrência menor (157, 29.60%), mas são duradouros. É devido a isso que os indivíduos de A. mephisto foram considerados não agressivos em nosso estudo. Outras espécies troglóbias, como Astyanax mexicanus (Espinasa; Yamamoto; Jeffery, 2005), Poecilia sphenops (Parzefall, 1969) e Amblyopsis rosae (Bechler, 1983) já foram descritas como pouco agressivas e com comportamento agonístico atenuado e/ou não

existente, corroborando com nosso resultado. entretanto, que mesmo não Ressaltamos, descrevemos agressiva, um novo comportamento ("ocupação") que pode estar relacionado com o territorialismo. contrapartida, a frequência de comportamentos agressivos em A. albater é maior (86,50%) e, portanto, foi considerada agressiva devido ao tempo de embate ser elevado (Anexo 1). Esse tipo de comportamento também é visto em outras espécies hipógeas como Glaphyropoma spinosum e Copionodon spp. 2019) e Pimelodella kronei Bichuette, (Trajano, 1991), que são conhecidas pela agressividade e territorialismo.

Vários comportamentos observados no estudo, como "golpe frontal", presente ventral", "perseguição", "empurrão "perseguição mútua", "passar ou nadar por cima", "passar por baixo", "beliscão", "apoiar "empurrão", a cabeca" "engalfinhamento", foram também relatados por Rantin e Bichuette (2018). No entanto, novos comportamentos foram descritos ("parado", onda", "nado "nado "ocupação" e "tentativa de cavar buraco"). Existe uma dificuldade em encontrar os motivos pelo qual espécies troglóbias apresentam comportamentos agonísticos reduzidos ou aparentemente inexistentes, visto que é esperado uma maior competição em ambientes subterrâneos devido à baixa disponibilidade de alimento (Manenti et al., 2020). Bechler (1983) hipotetiza que a perda ou redução da agressividade em espécies troglóbias pode estar relacionada com uma oferta de alimento suficiente para suprir a demanda metabólica de um indivíduo, mesmo que seja escassa. Para ele, neste caso, o alimento não seria a força motriz dos comportamentos agonísticos. Outra hipótese é a formulada por Parzefall (1981), que pontua a pressão evolutiva atuando contra a agressão dentro do ambiente subterrâneo. De certa forma, ambas hipóteses podem explicar o comportamento observado em A. mephisto. De acordo com Tencatt e Bichuette (2017), o sistema de cavernas Anésio-Russão, local onde o animal foi encontrado, é capaz de fornecer alimento e abrigo à população de *A. mephisto* através da grande quantidade de raízes submersas que apresenta. Desta forma, podemos supor que a pressão evolutiva não favorece a agressão no ambiente, devido a disponibilidade de alimento e abrigo ser suficiente para toda população.

Além disso, de acordo com Rantin e Bichuette (2018), os indivíduos podem apresentar certos comportamentos agonísticos devido manutenção de um comportamento ancestral ou aquisição de novos. Assim, duas situações poderiam ocorrer: 1) um ancestral epígeo putativo já apresentava comportamentos agonísticos vivendo em um ambiente semelhante subterrâneo (baixa ao disponibilidade alimentar e restrição espacial): ou 2) o epígeo vivia em ambiente não restritivo e ao ser isolado em ambiente subterrâneo se comportar passa a agressivamente para competir por espaço e recurso alimentar. Nesse contexto, apesar de não sabermos exatamente onde A. mephisto está na filogenia do gênero, podemos supor que devido a disponibilidade de recursos no ambiente natural de A. mephisto (cavernas Anésio-Russão), as características comportamentais de seu ancestral, independentemente de quais fossem, poderiam ser atenuadas ou perdidas.

Em espécies hipógeas, o comprimento total corporal e sexo também são fatores centrais influenciam nos comportamentos que agressivos (Maldonado et al., 2020). Segundo Trajano (1991) e Parzefall e Trajano (2010), hierarquias em troglóbios são comumente impostas através de comportamentos agressivos de um indivíduo maior, que normalmente será o macho dominante e terá acesso às fêmeas. Por outro lado, Rantin e Bichuette (2018) observaram, por exemplo, que indivíduos menores de Glaphyropoma spinosum eram capazes de subjugar e estabelecer a dominância. Deste modo, devido ao fato da espécie A. mephisto não apresentar dimorfismo sexual e diferença significativa no comprimento total corporal, não podemos afirmar que o indivíduo maior, mantido em todos os pareamentos, era de fato um macho dominante, o que pode ter influenciado os comportamentos observados. Além disso, indivíduos adultos podem apresentar comportamentos agonísticos intensos e os mais jovens não, como é o caso de Rhamdia enfurnada, de modo que o fator motriz para o comportamento agonístico seria simplesmente intolerância do convívio coespecífico (Bichuette, Trajano, 2005). Por fim, Adams, Burr e Warren (2020) observaram pouco ou nenhum comportamento agonístico em peixes hipógeos ambliopsídeos que foram mantidos em laboratório, o que evidencia a importância de considerar também a aclimatação dos indivíduos utilizados no estudo ao biotério.

Concluímos que a espécie hipógea A. mephisto comportamentos apresenta agonísticos reduzidos em comparação com a espécie epígea A. albater, o que pode ser reflexo de fatores ambientais do habitat natural destes animais, como a disponibilidade de alimento que, ainda que reduzida, é suficiente para suprir a demanda energética da população. Deste modo, possivelmente comportamentos agressivos desta espécie hipógea foram evolutivamente não favorecidos, tornando-se reduzidos inexistentes. Por se tratar de uma nova espécie, foi possível descrever um amplo repertório comportamental em A. mephisto, envolvendo também comportamentos territorialistas e de evitação. Assim, nosso estudo pode contribuir de forma significativa para o conhecimento científico, expandindo a compreensão sobre a fauna subterrânea ainda pouco explorada.

#### Agradecimentos

Ao Laboratório de Estudos Subterrâneos (LES), à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Elina Bichuette e ao Prof Dr Hugo Sarmento.

#### Referências

- Adams, G.; Burr, B.; Warren, M. Amblyopsidae: Cavefishes. Characidae To Poeciliidae, V. 2, P. 281-321, 2020
- Altmann, J. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour, v. 49, p. 27-267. 1974
- Barratt, E. S. Agonistic Behavior. International Encyclopedia Of The Social & Behavioral Sciences, P. 326–329, 2001.
- Barzaghi, B., Ficetola, G. F., Pennati, R., And Manenti, R. (2017). Biphasic Predators Provide Biomass Subsidies In Small Freshwater Habitats: A Case Study Of Spring And Cave Pools. Freshw. Biol. 62, 1637–1644.
- Bechler, D. L. The Evolution Of Agonistic Behavior In Amblyopsid Fishes. Behavioral Ecology And Sociobiology, V. 12, N. 1, P. 35–42, 1983.
- Brown, C.; Laland, K. N.; Krause, J. Fish Cognition And Behavior.
- Bichuette, M.E., And Trajano, E. 2005. A New Cave Species Of Rhamdia (Siluriformes: Heptaperidae) From Serra Do Ramalho, Northeastern Brazil, With Notes On Ecology And Behavior. Neotropical Ichthyology 3(4): 587-595.
- Culver, D. C., And Pipan, T. (2014). Shallow Subterranean Habitats: Ecology, Evolution, And Conservation. Oxford: Oxford University Press.
- Culver, D. C., And Pipan, T. (2019). The Biology Of Caves And Other Subterranean Habitats. Oxford: Oxford University Press.
- Espinasa, L.; Yamamoto, Y.; Jeffery, W. R. Non-Optical Releasers For Aggressive Behavior In Blind And Blinded Astyanax (Teleostei, Characidae). Behavioural Processes, V. 70, N. 2, P. 144–148, Set. 2005.
- Gonzalez, B. C., Worsaae, K., Fontaneto, D., And Martínez, A. (2017). Anophthalmia And Elongation Of Body Appendages In Cave Scale Worms (Annelida: Aphroditiformia). Zool. Scr. 47, 106–121.
- Luiz Roberto Malabarba; Maria Claudia Malabarba. Phylogeny And Classification Of Neotropical Fish. Elsevier Ebooks, P. 1–19, 1 Jan. 2020.
- Lunghi, E., Manenti, R., And Ficetola, G. F. (2014). Do Cave Features Affect Underground Habitat Exploitation By Non-Troglobite Species? Acta Oecol. 55, 29–35. Lunghi, E., Manenti, R., And Ficetola, G. F. (2015). Seasonal Variation In Microhabitat Of Salamanders: Environmental Variation Or Shift Of Habitat Selection? Peerj 3:E1122.
- Maldonado, E. Et Al. Subterranean Life: Behavior, Metabolic, And Some Other Adaptations Of Astyanax Cavefish. Journal Of Experimental Zoology Part B:

- Molecular And Developmental Evolution, V. 334, N. 7-8, P. 463-473, 28 Abr. 2020.
- Mammola, S. (2019). Finding Answers In The Dark: Caves As Models In Ecology Fifty Years After Poulson And White. Ecography 42, 1331–1351.
- Manenti, R., Melotto, A., Guillaume, O. Et Al. Switching From Mesopredator To Apex Predator: How Do Responses Vary In Amphibians Adapted To Cave Living? Behav Ecol Sociobiol 74, 126 (2020).
- Nijssen H, Isbrücker Ijh. The South American Plated Catfish Genus Aspidoras R. Von Ihering, 1907, With Descriptions Of Nine New Species From Brazil (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae). Bijdr Dierkd. 1976; 46(1):107–31.
- Parzefall, J. "Changement Of Behaviour During The Evolution Of Cave Animals." Memoirs Of Biospeology 8.1 (1982): 55-62.
- Parzefall, J. Zur Vergleichenden Ethologie Verschiedener Mollienesia-Arten Einschliesslich Einer Höhlenform Von M. Sphenops. Behaviour, V. 33, N. 1-2, P. 1–37, 1 Jan. 1969.
- Parzefall J.; Trajano, E. Behavioral Patterns In Subterranean Fishes. Science Publishers Ebooks, P. 81–114, 20 Maio 2010.
- Rantin, B. & Bichuette, M. E. Territoriality And Agonistic Behavior Of Subterranean Copionodontinae Catfish (Siluriformes: Trichomycteridae) From Brazil. Acta Ethol Springer.
- Reis, R. E. Anatomy And Phylogenetic Analysis Of The Neotropical Callichthyid Catfishes (Ostariophysi, Siluriformes). Zoological Journal Of The Linnean Society, V. 124, N. 2, P. 105–168, Out. 1998.
- Swain, D. P.; Holtby, L. B. Differences In Morphology And Behavior Between Juvenile Coho Salmon (Oncorhynchus Kisutch) Rearing In A Lake And In Its Tributary Stream. Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences, V. 46, N. 8, P. 1406–1414, 1 Ago. 1989.
- Tencatt, L. F. C.; Maria Elina Bichuette. Aspidoras Mephisto, New Species: The First Troglobitic Callichthyidae (Teleostei: Siluriformes) From South America. Plos One, V. 12, N. 3, P. E0171309–E0171309, 1 Mar. 2017.
- Trajano, E. The Agonistic Behaviour Of Pimelodella Kronei, A Troglobitic Catfish From Southeastern Brazil (Siluriformes, Pimelodidae). Behavioural Processes, V. 23, N. 2, P. 113–124, 1 Mar. 1991.
- Trajano, E.; Bichuette, M. E. Biologia Subterrânea: Introdução. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2006. V. 1
- Trajano, E.; De Carvalho, M. R. Towards A Biologically Meaningful Classification Of Subterranean Organisms: A Critical Analysis Of The Schiner-Racovitza System

- From A Historical Perspective, Difficulties Of Its Application And Implications For Conservation. Subterranean Biology, V. 22, P. 1–26, 28 Fev. 2017.
- Zar, J. H. Biostatistical Analysis. New Jersey: Prentice-Hall International, 662 P. 1996

## EFEITO DA TEMPERATURA NO COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE LAMBARIS (Astyanax sp.)

Giovana Maffei Rodriguez, Giovana Viola Gulhote, Letícia Visciglia Minghini Pereira

**Tutor:** Hugo Sarmento

#### Resumo

As mudanças climáticas decorrentes do aumento dos gases do efeito estufa, como o aumento da temperatura, têm um efeito direto na aptidão dos organismos. Os ambientes aquáticos, por serem um dos mais sensíveis às mudanças de temperatura, serão os primeiros a apresentar as consequências das mudanças climáticas. Tal fenômeno pode afetar diversos processos vitais de peixes, alterar seu metabolismo, interferir em sua alimentação e em sua sobrevivência. Isso se dá pois esses organismos são ectotérmicos, ou seja, suas funções fisiológicas são dependentes da temperatura e existe um limite letal até o qual o metabolismo basal desses animais suporta. Dessa forma, o objeto deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura na alimentação de indivíduos do gênero Astyanax sp., pertencente à família Characidae, que são peixes de água doce de pequeno porte conhecidos popularmente como "lambaris". Cinco peixes foram mantidos a temperatura próxima a do ambiente natural (24°C), e outros cinco condicionados a uma temperatura mais elevada (29°C). Não observamos mudanças significativas na taxa de ingestão em temperaturas elevadas. O manuseio dos animais nas condições de cativeiro pode ter influenciado comportamento. Além disso, o aumento de temperatura pode interferir em outras variáveis as quais não foram avaliadas durante a pesquisa. Dessa forma, são necessários estudos mais aprofundados sobre o efeito da temperatura no comportamento alimentar de peixes.

#### Introdução

As mudanças climáticas definitivamente afetam a temperatura de oceanos, rios e lagos, fator que, consequentemente, impacta na sobrevivência aquática. O aquecimento global é a causa do aumento de temperatura das águas e alteração dos regimes de chuvas e padrões de correntes e nível do mar. Para animais aquáticos ectotérmicos, as funções fisiológicas dependem das condições térmicas. O aumento da temperatura das águas afeta diretamente o metabolismo dos peixes (Filho, 2022), aumento da taxa respiratória e os requerimentos nutricionais. A taxa metabólica de

todos os organismos ectotérmicos depende da temperatura.

O metabolismo basal dos peixes normalmente aumenta proporcionalmente à temperatura da água, em direção ao limite letal, até se conformar ao limite de van't Hoff (Aguilar, et al, 2017). Nesse contexto, os ecossistemas aquáticos serão os primeiros a refletir os impactos das mudanças climáticas. Já existem regiões no Brasil, como na Amazônia, que o aumento de temperatura chega a tornar as condições letais para os peixes. Esses peixes são afetados até mesmo pelas elevações de temperatura nos dias mais quentes, ou seja, um aumento de 1 ou 2 graus pode causar a morte de cardumes inteiros. Com a água mais quente, a aceleração do metabolismo e a redução do oxigênio dissolvido afetariam diretamente os animais.

Os peixes neotropicais de água doce podem ser encontrados da América do Sul ao sul da América do Norte (Albert JS, Reis RE, 2011). Esses peixes representam 71 famílias organizadas em dois principais os Characiformes e os grupos, Siluriformes (Reis RE, Kullander SO, Ferraris C., 2003). Os characiformes representam o grupo mais diversificado, com uma variedade de formas e tamanhos corporais, sendo a família mais diversa dessa ordem a Characidae, que atinge cerca de 1100 espécies reconhecidas (Eschmeyer W, Fong D.). É importante ressaltar que os Characidae são uma família de peixes neotropicais com vários problemas taxonômicos, dentre eles, o gênero Astvanax Baird & Girard, 1854. Esse gênero, apesar de ser rico na diversidade de espécies, provavelmente não representa uma entidade monofilética (Weitzman & Malabarba, 1998). Muitas espécies de Astyanax são atualmente identificadas em nível de gênero (Pie MR et al.). As espécies nominais atualmente atribuídas a Astvanax provavelmente não representam uma entidade monofilética (Weitzman & Malabarba, 1998).

A descrição atual de *Astyanax* é estabelecida com base na combinação de atributos propostos por Eigenmann (1917). Essas características, contudo, são compartilhadas entre os gêneros de Characidae e incluem duas fileiras de dentes pré-maxilares, cinco dentes na série pré-maxilar interna, linha lateral completa, presença de nadadeira adiposa e nadadeira caudal desprovida de escamas. As

espécies de Astyanax apresentam uma elevada complexidade de identificação de suas espécies, devido à plasticidade fenotípica de caracteres morfológicos utilizados para determinação de espécies, resultando em erros de identificação (Bertaco et al, 2006).

Nesse contexto, esse projeto tem como modelo de estudo o representante mais comum conhecido do gênero Astyanax, o lambari, que possui mais de 300 espécies conhecidas no Brasil, e é um peixe de pequeno porte, cujo tamanho varia de 10 a 20 cm, de corpo prateado e nadadeiras coloridas. O animal, também conhecido como sardinha de água doce, possui corpo alongado e boca pequena, capaz de atingir alta velocidade de natação. O lambari é um animal onívoro (da Silva, 2015), se alimentando de flores, frutos, pequenos crustáceos, insetos e detritos. fontes de alimentos geralmente encontrados à margem de seu habitat natural, sendo considerado, devido aos seus vastos hábitos alimentares, que inclui até mesmo a desova de peixes maiores, o maior predador dos rios. São peixes encontrados, na maioria das vezes, em águas rasas, em busca de alimento trazido pela correnteza, ou, em períodos de cheia, em matas inundadas. O estudo de seus hábitos alimentares, influenciados pelo aumento da temperatura, tem como objetivo avaliar os impactos das mudanças climáticas no comportamento alimentar de peixes de água doce. Com isso, este trabalho tem como objetivo caracterizar o comportamento alimentar por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas distintas. A hipótese, então, é de que, conforme haja o aumento na temperatura, os peixes apresentam maior apetite devido ao seu alto metabolismo e demanda energética.

#### Materiais e métodos

Para realização do experimento, inicialmente, os animais foram coletados usando a pesca elétrica no rio Monjolinho localizado no campus sede da Universidade Federal de São Carlos e depositados em um balde fundo preenchido por água doce do próprio rio. Dezesseis lambaris foram coletados e levados para o laboratório do Departamento de Hidrobiologia da UFSCar. Os animais foram colocados em um aquário grande com oxigenação constante preparados previamente. O tempo de aclimatação foi de dois dias, mantendo os animais em jejum durante esse período. Para iniciar o procedimento experimental foram escolhidos 10 peixes de tamanhos similares. Cada animal foi pesado em uma balança de precisão, colocado em um recipiente e pesando-os em uma balança de

precisão, e realocados em aquários individuais dispostos lado a lado dentro do laboratório. Os peixes sob aumento de temperatura foram colocados em aquários com a temperatura regulada por um termômetro elétrico a aproximadamente 29°C, enquanto os peixes controle foram colocados em aquários com a temperatura equivalente à do laboratório (24°C mantidos por ar condicionado).

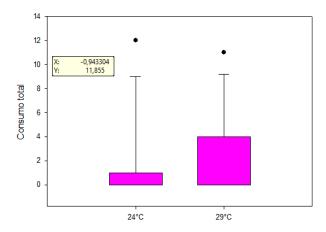
O experimento foi realizado em três dias, duas vezes por dia, uma vez pela manhã e outra à tarde, com 7 horas de intervalo entre cada medição. Cada peixe foi alimentado com, no mínimo, 5 unidades de ração (conforme a demanda, mais ração era colocada para a alimentação) e permaneceram em observação por uma hora, em cada período, sendo anotado o momento em que cada peixe iniciou e terminou sua alimentação. Após os três dias de observação, os animais foram devolvidos ao lago da mesma forma como foram coletados; uma amostra de água foi colocada em um balde, os peixes foram depositados nesse balde e devolvidos ao lago.

A avaliação do consumo alimentar foi realizada contabilizando a quantidade de ração ingerida por unidade de ração ofertada.

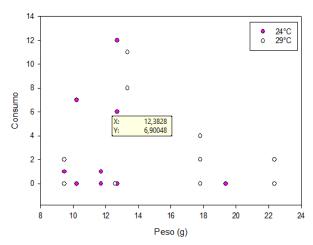
#### Resultados

A partir dos resultados obtidos no experimento e após a realização das análises estatísticas, conclui-se que a alimentação dos lambaris não foi afetada de maneira significativa pela mudança de temperatura. Ao realizar o Teste T de Student, os valores estatísticos obtidos não apresentaram distribuição normal (p<0,050), já que os valores estavam muito distantes da média, como observado na Figura 1. Assim, foi realizado o Teste de Mann-Whitney, em que a diferenca encontrada nos valores medianos entre os dois grupos avaliados não é grande o suficiente para excluir a possibilidade de que a diferença seja resultado da variabilidade da amostragem aleatória, demonstrando que não há diferença estatisticamente significativa (p = 0.482).

A figura 2 indica que o consumo de ração não se mostrou proporcional ao peso de cada um dos peixes, pois muitos indivíduos destoaram da média calculada.



**Figura 1**: Consumo total de ração em cada grupo. Teste de Mann-Whitney, não há diferença estatisticamente significativa (P = 0,482).



**Figura 2**: Consumo total de ração de cada peixe em função do peso dos indivíduos a diferentes regimes de temperatura (n = 10).

#### Discussão

A partir da análise estatística dos dados experimentais, os valores foram considerados insuficientes para fornecer diferenças significativas que sustentam a hipótese de que o aumento da temperatura levou ao aumento da alimentação dos peixes.

Assim, compreende-se que os peixes, sob as situações às quais foram submetidos, não sofreram impactos na alimentação, como consequência da diferença de temperatura. Porém, ao notar o intervalo do Gráfico Boxplot (Fig.1), encontra-se uma variabilidade muito alta. Dito isso, pode-se atribuir, parcialmente, a esses resultados, a influência da falta de dimensão amostral. Isso significa que a distância dos valores individuais da média encontrada pode ser consequência da baixa

quantidade de indivíduos para repetição do tratamento.

Então, para podermos atribuir conclusões para o todo, a amostra utilizada precisa ser representativa da população e, para isso, precisa ser retirada de forma aleatória para que todos os membros tenham chances iguais de serem escolhidos (Andrade, 2021). Com isso, a dimensão amostral foi insuficiente para avaliar diferenças significativas entre a taxa de consumo dos peixes controle e sob tratamento (temperatura elevada).

Esses fatores se somam ainda à heterogeneidade genética da população amostral, já que embora os lambaris coletados pertenciam ao mesmo gênero (*Astyanax* sp.), as espécies podem ter variado, dificultando uma avaliação mais coerente dos experimentos (Liversage K. et al, 2017).

O experimento avaliou o mesmo organismo ao longo do tempo, mantendo-se as condições de controle e de aumento de temperatura para avaliar o comportamento alimentar dos peixes nessas condições (Kang, et al, 2019). Mas isso gera estresse, que pode ter causado um comportamento diferente do esperado. Além disso, a manipulação dos peixes, desde a pesca elétrica até o deslocamento para o laboratório, onde foram colocados em um aquário coletivo para então serem pesados e realocados em aquários individuais, pode ter afetado o comportamento dos animais (Shishis, et al, 2023).

Os peixes sob aumento de temperatura foram colocados em aquários com a temperatura regulada por um termômetro a aproximadamente 29°C, enquanto os peixes controle foram colocados em aquários com a temperatura equivalente à do laboratório (24°C mantidos por ar condicionado). Esse processo como um todo pode ter contribuído para uma situação de estresse capaz de interferir na qualidade da alimentação desses animais (da Silva-Pinto, et al., 2020). Isso pôde ser observado ao registrar o comportamento desses peixes, como, por exemplo, alta propensão a brigas, inquietação frequente, tentativas de fuga (pular do aquário) e, até mesmo, falta de apetite ou recusa do alimento.

#### Agradecimentos

Agradecemos ao Departamento de Hidrobiologia por ter disponibilizado os aquários e o espaço para realização do estudo e, em conjunto com o professor Hugo Sarmento, pelo direcionamento durante a realização da pesquisa e ensinamentos que nos permitiram apresentar um melhor desempenho no processo acadêmico durante a disciplina de Ecologia Comportamental e como

profissional de biologia. Agradecemos também ao técnico Alexandre Kannebley de Oliveira que nos deu suporte e contribuiu para a elaboração do projeto e conhecimento sobre a área.

#### Referências

- Aguilar, F. A. A., Cruz, T. M. P. D., Mourão, G. B., & Cyrino, J. E. P. (2017). Water temperature, body mass and fasting heat production of pacu (Piaractus mesopotamicus). Anais Da Academia Brasileira De Ciências, 89(2), 1305–1312.
- Albert JS, Reis RE. Historical biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. Los Angeles: University of California Press, Berkeley;2011.
- Andrade C. The Inconvenient Truth About Convenience and Purposive Samples. Indian Journal of Psychological Medicine. 2021;43(1):86-88. doi:10.1177/0253717620977000
- Barbosa, L. A. Leis de Escala Alométricas para as Taxas Metabólicas Interespecíficas e para Cadeias Alimentares. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, março, 2007.
- Bertaco, V. A.; Lucena, C. A. S. de . Two new species of Astyanax (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from eastern Brazil, with a synopsis of the Astyanax scabripinnis species complex. Neotropical Ichthyology, v. 4, n. 1, p. 53–60, jan. 2006.
- Clarke, Andrew; Johnston, Nadine M. Scaling of metabolic rate with body mass and temperature in teleost fish. Journal of animal ecology, v. 68, n. 5, p. 893-905, 1999.
- da Silva-Pinto T, Silveira MM, de Souza JF, Moreira ALP, Vieira EA, Longo GO, Luchiari AC. Damselfish face climate change: Impact of temperature and habitat structure on agonistic behavior. PLoS One. 2020 Jun 30;15(6):e0235389. doi: 10.1371/journal.pone.0235389. PMID: 32603347; PMCID: PMC7326182.
- da Silva, D. A; Pessoa, E. K. R; da Costa, S. A. G. L.;
- Chellappa, N. T.; Chellappa, S. Ecologia alimentar de Astyanax lacustris (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa
- do Piató, Assu, Rio Grande do Norte, Brasil. Biota Amazônia Open Journal System. 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v2n1 p74-82
- Eigenmann, C. H. 1917. The American Characidae. Part 1. Memoirs of Museum of Comparative Zoology, 43:1-102.
- Eschmeyer W, Fong D. Species by family/ subfamily. Catalog of Fishes. 2016; electronic version (accessed 8 February 2016).
- Filho, F. de F. F. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO METABOLISMO DOS PEIXES. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Rio Verde, Rio Verde GO, agosto de 2022.
- Kang X, Hajek B, Wu F, Hanzawa Y. Time series experimental design under one-shot sampling: The importance of

- condition diversity. PLoS One. 2019 Oct 31;14(10):e0224577. doi: 10.1371/journal.pone.0224577. PMID: 31671126; PMCID: PMC6822768.
- Koberstein, T. C. R. D., Carneiro, D. J., & Urbinati, E. C. (2008). Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas. DOI: 10.4025/actascianimsci.v26i3.1802. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 26(3), 339-344.
- Lindmark M, Audzijonyte A, Blanchard JL, Gårdmark A. Temperature impacts on fish physiology and resource abundance lead to faster growth but smaller fish sizes and yields under warming. Glob Chang Biol. 2022 Nov;28(21):6239-6253. doi: 10.1111/gcb.16341. Epub 2022 Aug 11. PMID: 35822557; PMCID: PMC9804230.
- Reis RE, Kullander SO, Ferraris C. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America (CLOFFSCA). Porto Alegre (RS): EDIPUCRS; 2003.
- Rodrigues, A. P. O., Bergamin, G. T., & Santos, V. R. V. dos. Piscicultura de água doce Multiplicando conhecimentos. Nutrição e Alimentação de Peixes, cap.6.
- Rossini BC, Oliveira CAM, Melo FAGd, Bertaco VdA, Astarloa JMDd, et al. (2016) Highlighting *Astyanax* Species Diversity through DNA Barcoding. PLOS ONE 11(12): e0167203. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167203.
- Liversage K, Nurkse K, Kotta J, Järv L. Environmental heterogeneity associated with European perch (Perca fluviatilis) predation on invasive round goby (Neogobius melanostomus). Mar Environ Res. 2017 Dec;132:132-139. doi: 10.1016/j.marenvres.2017.10.017. Epub 2017 Nov 2. PMID: 29132920.

# Efeitos de substâncias não-convencionais na motilidade de zooplâncton (Copepoda e Cladocera)

Ana Carolina Woord; Barbara Aparecida Souza da Silva; Julia Ghidelli; Julio Cesar Valerio Roncato e Mariannah Pravatti Barcellos de Oliveira

**Tutores:** Hugo Sarmento e Gilmar Perbiche Neves.

#### Resumo

A comunidade zooplanctônica tem um papel crucial na dinâmica de ecossistemas aquáticos, participando de processos como o fluxo de energia e a ciclagem de nutrientes. Dessa forma, muitos estudos abordam a sistemática, morfologia e ecologia desses organismos. No entanto, a coleta, identificação e contagem feita nesses trabalhos enfrentam desafios devido à alta motilidade da maioria dos organismos zooplanctônicos. O método tradicionalmente utilizado para reduzir a mobilidade desses indivíduos é a água com gás. Entretanto, esse método apresenta problemas como não estar sempre disponível, e com o passar do tempo, a perda do gás. Esse estudo propõe o uso de substâncias não convencionais, como óleo de cravo e extrato de Maracugina(r), como método alternativo aumentando a durabilidade do efeito. Foram avaliadas as diferentes respostas de mobilidade do zooplâncton ao espectro de diluição das estudadas, chegando a uma substâncias diluição ideal de 50x da dose letal (41.6  $\mu L.ml^{-1}$ de água destilada). Nessa concentração, os organismos reduziram sua movimentação, permitindo procedimentos como a identificação e contagem. Portanto, as análises conduzidas ofereceram perspectiva inovadora, representando, não apenas uma abordagem mais acessível, mas também a otimização de futuras pesquisas taxonômicas relacionadas a invertebrados aquáticos, considerando significativa importância ecológica destas espécies.

#### Introdução

A comunidade zooplanctônica abrange um grande grupo de animais de diferentes categorias sistemáticas (protozoários, invertebrados, etc.) que estão unidos por compartilharem a coluna d'água como seu habitat principal (Duarte e Silva, 2008). Segundo Omori e Ikeda (1992), existem 40.000 aproximadamente espécies zooplâncton. Esses organismos apresentam um papel crucial na dinâmica de ecossistemas aquáticos, principalmente em processos como o fluxo de energia através da cadeia trófica e a ciclagem de nutrientes (Esteves, 1998).

O interesse dos cientistas pela comunidade zooplanctônica não é algo novo, e inúmeros trabalhos vêm sendo realizados abordando aspectos como a sistemática, a biologia e a ecofisiologia desses organismos.

Almeida-Prado (1963) e Lopes (2007) são exemplos de importantes estudos brasileiros envolvendo zooplâncton. No entanto, esses trabalhos enfrentam algumas dificuldades envolvendo etapas, como a coleta, identificação e a quantificação. Isso se dá porque, apesar de grande parte desses organismos não serem capazes de nadar, alguns grupos de zooplâncton apresentam apêndices que permitem a realização de movimentos de remo ou rotatórios, como os Copépodes (Esteves, 1998). Essa movimentação dificulta a análise morfológica, identificação e contagem, procedimentos realizados em microscópios ópticos e lupas.

Dessa forma, vêm-se buscando alternativas para diminuir a mobilidade desses organismos sem causar sua mortalidade. Os estudos ligados à ecofisiologia requerem a fixação do

zooplâncton sem usar fontes de calor ou substâncias químicas. Já pesquisas de caráter bioquímico e toxicológico, utilizam o rápido congelamento seguido de liofilização (Silveira e Queiroz, 2006). Outra alternativa para diminuir a mobilidade desses organismos é a utilização de água com gás após a coleta, como realizado por De Oliveira et al. (2008). Portanto, a principal finalidade da pesquisa aqui apresentada foi buscar substâncias não convencionais capazes de diminuir mobilidade do zooplâncton, facilitando procedimentos como a identificação e a contagem e garantindo a qualidade dos estudos envolvendo esses organismos. Além disso, a utilização dessas substâncias facilita a realização de estudos, visto que são compostos com valor comercial acessível e facilmente encontrados.

Umas das alternativas utilizadas foi o medicamento Maracugina, composto de princípios ativos vegetais, reconhecidamente neurossedativos, como a *Passiflora alata Ait*. Por ser um medicamento de uso antrópico, a Maracugina é facilmente encontrada em farmácias, apresentando uma ação levemente sedativa.

Outra alternativa proposta foi o óleo de cravo, um produto natural obtido por destilação do extrato de cravo-da-índia, e facilmente encontrado no mercado e farmácias de manipulação. Esse óleo mostrou-se interessante pois já vem sendo utilizado como anestésico alternativo em estudos com peixes (Inoue e Moraes, 2007).

#### Materiais e métodos

A coleta dos organismos foi realizada na estufa do Departamento de Hidrobiologia (DHb) da UFSCar utilizando uma rede de plâncton de 20 mm e potes de plástico, nos quais os indivíduos foram armazenados e transportados até o Laboratório de Plâncton (LP), pertencente ao mesmo departamento. Posteriormente. foi feita uma triagem. utilizando um microscópio óptico e uma lupa, para amostragem dos espécimes e de seu comportamento locomotor padrão.

Após delineamento amostral, foi conduzido um experimento de exposição das amostras às substâncias-alvo (maracugina e óleo de cravo) e à substância controle (água gaseificada) em diferentes concentrações: inicialmente, em concentração de 0,25 mL da substância em 6 mL de água destilada como um limite máximo e 0,012mL/6mL (com as soluções diluídas em 10%, 20%, 50% e 100%, respectivamente), assim criando uma escala de diluição para os ensaios. Após os testes de concentração, foram realizados testes de tempo de exposição utilizando a concentração do óleo de cravo. Os tempos utilizados foram de 15 segundos, 30 segundos, 1 minuto e 1 minuto e 30 segundos. Todos os testes foram realizados em cinco replicatas, com a quantidade de um indivíduo por placa/lâmina.

As alterações na mobilidade das amostras foram documentadas por meio de equipamentos de vídeo disponibilizados pelo Laboratório de Plâncton. Diante da impossibilidade de medir a velocidade do deslocamento dos indivíduos, ou de avaliar a sua distância percorrida, foi desenvolvida uma escala qualitativa para registrar o nível de mobilidade. Essa escala vai de "um" até "quatro" (Tab. 1).

**Tabela 1.** Escala qualitativa do nível de mobilidade do zooplâncton.

Padrão de movimento		
Imóvel		
Movimentos internos		
Movimento dos apêndices		
Movimento total		

#### Resultados

#### Testes de concentração

Inicialmente utilizamos a concentração de 0,25mL do óleo de cravo para 6mL de água destilada (41,6 µL.ml<sup>-1</sup>). No entanto, durante a separação do zooplâncton para a análise no microscópio, notou-se que essa concentração é muito elevada, sendo letal para todos os indivíduos. Assim, esta concentração foi reduzida para 33,3 μL.ml<sup>-1</sup>, permitindo observar que os Cladóceros analisados não haviam sido mortos instantaneamente, mas apresentavam redução uma movimentação. Por outro lado, os Copépodes expostos à mesma concentração se mostraram muito sensíveis, e em sua maioria foram mortos instantaneamente. Isso levantou o questionamento se haveria diferença entre resistência ao tratamento entre Copépodes e Cladóceros.



**Figura 1** - Padrão de movimento de Zooplâncton em função da concentração de óleo de cravo. Categorias de padrões de mobilidade (Tab.1), sendo 1 = Imóveis, 2 = Movimentos internos, 3 = Movimentos dos apêndices, 4 = Movimentação Total. No estágio 3, foi observado um padrão de movimento semelhante ao controle de água com gás. DL = Dose Letal (41,6 μL.ml<sup>-1</sup>), concentração de óleo de cravo na qual ambos os indivíduos ficaram imóveis. Acima da diluição de 50X, sobre a DL, os indivíduos apresentaram um padrão de movimento normal de nado. O n=6 para cada grupo.

Ainda, foi realizada uma concentração mais reduzida, 25,0 μL.ml<sup>-1</sup>, tentando recuperar a mobilidade dos Copépodes. Observou-se que esses organismos não eram mais mortos

diretamente, mas ainda mantinham um padrão de mobilidade apenas interno e muito leve.

Assim, para que os indivíduos dos dois grupos fossem expostos igualmente ao óleo de cravo, foram feitas 5 diluições da concentração letal (41,6 μL.ml<sup>-1</sup>), sendo elas 10x, 20x, 50x, 100x, 500x. Posteriormente, analisando o seu padrão de mobilidade seguindo a escala qualitativa de 1-4, buscou-se analisar se existiria uma diferença entre as sensibilidades dos organismos aos tratamentos. A concentração ideal foi aquela na qual a movimentação dos indivíduos foi semelhante à analisada no controle de água com gás, nos vídeos (Observado no ponto 3 da Fig. 1). As diluições de 10X foram descartadas, pois os Copépodes apresentaram imobilidade, enquanto Cladóceros apresentaram um padrão normal de movimentação, o que nos levou a supor a possibilidade de uma maior resistência ao tratamento por parte desses indivíduos. Porém, ao analisar as diluições de 20X ambos grupos apresentaram padrões de movimentação de apêndice, o que seria um decaimento da capacidade de movimentação de Cladóceros da diluição de 10X (movimentos totais). Assim supôs-se que o analisado na diluição de explicado 10X pode ser por metabolização mais tardia por parte dos Cladóceros. Além disso, nas diluições de 100X e 500X ambos os grupos mostraram um padrão total de mobilidade, o que não é o objetivo de análise do presente projeto. Dessa forma a diluição de 50X foi escolhida como a concentração ideal para realização dos testes de tempo.

#### Testes de tempo

Para os testes de tempo foram analisados indivíduos de forma singular (um por placa). Após serem triados e separados em um recipiente com água destilada, eles foram depositados na lamínula e sobre eles foi adicionada uma gota da solução de óleo de cravo 50X com a pipeta de Pasteur. Depois, foram levados diretamente ao microscópio óptico cronometrou-se os 4 tempos pré-estabelecidos.

Inicialmente os indivíduos mostraram um padrão de mobilidade semelhante aos do teste de concentração (com movimentação de apêndices), que se manteve até entre 30 segundos e 1 minuto. Após o período de 1 minuto 1min30seg os indivíduos até mostraram padrões de mobilidade discretos (2 apenas "movimentos internos"), sendo possível sua "fixação" na lamínula e facilitando a observação das suas estruturas e assim sua classificação (Fig. 2).

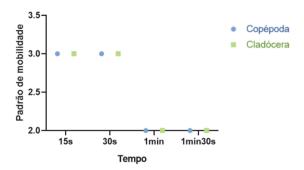


Figura 2. Padrão de movimento de Zooplâncton em função do tempo de exposição ao óleo de cravo. Categorias de padrões de mobilidade, 2 = Movimentos internos, 3 = Movimentos dos apêndices. É possível analisar uma diferença rápida nos padrões de movimentação a partir do tempo de 1min quando comparado aos anteriores, e esse padrão foi sustentado até o nosso último tempo de análise. Assim, ambos os indivíduos tiveram um decaimento esperado na movimentação, o que facilitaria a observação em processos de triagem para classificação. O n=5 para cada grupo.

#### Discussão

O planejamento inicial que previa a avaliação da maracugina foi descartado nos primeiros testes de exposição, pois a coloração alaranjada típica do fármaco impossibilitou a visualização morfológica dos espécimes e não apresentou indícios de atuação metabólica. A maracugina atuou formando um meio opaco alaranjado mesmo em baixas concentrações, não sendo possível estruturar um limiar de controle adequado a escala qualitativa do nível de mobilidade das amostras (Tab. 1), e inviabilizando estudos comparativos.

Assim, os estudos performados utilizaram apenas o óleo de cravo como substância não-convencional. Os resultados mostraram que, diante de diferentes concentrações, os organismos apresentaram de curvas sensibilidade distintas. Indivíduos pertencentes a ordem Copepoda se mostraram mais sensíveis à exposição ao óleo de cravo quando comparados a indivíduos Cladóceros na mesma concentração, sendo os últimos executar movimentos capazes de dos apêndices e movimento interno com evidente comparativamente facilidade. (Fig. Pesquisas recentes na área de ecotoxicologia, conduzidos a fim de validar a utilização de organismos-modelo Copépodes como experimentos de exposição a tóxicos, mostram que os mesmos tendem a ser mais sensíveis a contaminantes que outras espécies invertebrados marinhos, como gênero-modelo Daphnia (Ordem: Cladocera) (Kulkarni, 2013). Tais resultados, performados inseticidas, herbicidas substâncias, indicam uma elucidação coerente para os dados observados no presente estudo. A movimentação dos apêndices e de partes internas dos espécimes foram observadas e mensuradas (Tab. 1), conclusivamente mostrando que após 1 minuto é possível performar triagens para estudos taxonômicos sem interferência de deformidades na estrutura morfológica interna e externa do organismo, além de não apresentar morte imediata. Também foi possível alcançar tempos correspondentes tanto para Copépodes quanto para Cladóceros em uma, também idêntica,

Portanto, as análises conduzidas com o óleo de cravo ofereceram uma perspectiva inovadora sobre a sensibilidade das duas ordens alvo, Cladocera e Copepoda. A utilização do óleo de cravo não apenas representa uma abordagem mais acessível, mas também possibilita a otimização de futuras pesquisas taxonômicas relacionadas a invertebrados aquáticos, considerando a significativa importância ecológica destas espécies.

concentração (Fig. 2).

#### **Agradecimentos:**

Agradecemos ao Prof. Dr. Hugo Sarmento pela orientação e auxílio na realização do projeto. Também gostaríamos de agradecer ao Prof. Dr. Gilmar Perbiche Neves e à Profa. Dra. Lívia Maria Fusari por disponibilizar a lupa, o microscópio e os aparelhos de vídeo. Por fim, também agradecemos à Profa. Dra. Maria da Graça Melão por disponibilizar as estufas, e ao técnico do Laboratório de Plânctons, Fábio Lourenço, por ajudar nas coletas.

#### Referências

- COELHO-BOTELHO, M.J. Métodos de contagem e identificação do zooplâncton de água doce. 2008.
- DE OLIVEIRA, C.B. et al. Zooplâncton em córregos sob diferentes impactos na bacia do rio preto, Brasil. 2008.
- DUARTE, A.L.; SILVA, A.R. Conhecendo o zooplâncton. 2008.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. Interciência, 1998.
- INOUE, L.A.K.A.; MORAES, G. Óleo de cravo: um anestésico alternativo para o manejo de peixes. 2007.
- KULKARNI, D., Gergs, A., Hommen, U. *et al.* A plea for the use of copepods in freshwater ecotoxicology. *Environ Sci Pollut Res* 20, 75–85 (2013). https://doi.org/10.1007/s11356-012-1117-4
- LOPES, R.M. Marine zooplankton studies in Brazil: a brief evaluation and perspectives. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 79, p. 369-379, 2007.
- SILVEIRA, M.P. e QUEIROZ, J.F. Amostragem de água para análises biológicas. 2006.
- OMORI, M.; IKEDA, T. Methods in Marine Plankton Ecology. Malabar, FL: Krieger Publishing Co., 1992.

### ENTRE PATAS E AFETOS: A DINÂMICA DO CUIDADO PARENTAL DA ANTA-BRASILEIRA (*TAPIRUS TERRESTRIS*) EM CATIVEIRO

Emilly Leticia da Silva, Giovana Bernardes, Lívia Ferrari Ferreira, Maria Fernanda Castilho Zancheta, Raquel de Jesus Pinto de Faria Santos

#### Resumo

O cuidado parental, presente na maioria dos mamíferos, definido como qualquer comportamento que aumente a aptidão e a chance de sobrevivência da prole, gerando um custo aos genitores. A anta-brasileira (Tapirus terrestris), espécie enquadrada na categoria "Vulnerável" pela IUCN, é considerada engenheira de ecossistema, pela sua contribuição na dispersão de sementes. Porém, existe uma escassez de trabalhos sobre o cuidado parental da espécie. O objetivo deste estudo é analisar o comportamento de cuidado parental de antas em cativeiro em diferentes períodos do dia e em diferentes contextos sociais. Observamos uma maior frequência comportamentos entre o filhote e a progenitora, porém, a presença do progenitor causou uma diminuição desses comportamentos. Na presença materna, foram observadas poucas interações entre irmãos. Também observamos uma diminuição do tempo de amamentação e nosso modelo matemático indicou o desmame em aproximadamente seis meses de idade. Dessa forma, este trabalho contribui para o conhecimento dos comportamentos sociais e de cuidado parental da espécie Tapirus terrestris em cativeiro. Além de abrir caminhos para outras análises comportamentais dessa espécie, contribui para a conservação da espécie.

#### Introdução

Os ecossistemas referem-se a unidades funcionais que compreendem todos os organismos vivos presentes em uma determinada localidade e sua interação com a porção abiótica, ou seja, o ambiente físico no qual estão inseridos (Odum, 2001). Além de apresentarem processos complexos para a manutenção de sua funcionalidade, como o fluxo energético e o ciclo de materiais (Odum, 2001), também variam nas dimensões de tempo e espaço, apresentando dinamicidade. Com isso, existem animais chamados de engenheiros ecológicos que desempenham um papel de destaque na manutenção desses processos, sendo capazes de alterar significativamente seu entorno, seja pela criação de novos nichos ou pela alteração na disponibilidade de recursos. Podendo ser uma peça-chave para a conservação e a restauração desses ecossistemas (Losapio et al, 2023).

A exemplo de engenheiros ecológicos estão as antas, o objeto de estudo do presente trabalho. A anta-brasileira (Tapirus terrestris), pertencente à família Tapiridae e à ordem Perissodactyla (Medici et al. 2012) é conhecida como o maior herbívoro terrestre da América do Sul (Ruiz-García et al, 2016), estando presente em quase todos os biomas brasileiros, como a Amazônia, o Cerrado, a Mata Atlântica, o Pantanal e os Pampas (De Souza Gonçalves et al, 2023), e preferindo viver em locais associados a corpos d'água permanentes (Medici et al, 2012). Tapirus terrestris apresenta um papel ecológico de grande importância na dispersão de sementes em florestas neotropicais (Guzman et al, 2023), pois esses animais consomem grandes quantidades de frutas e excretam uma ampla variedade de sementes intactas (Tobler et al. 2010). contribuindo para a germinação e o estabelecimento de novas comunidades de plantas (Guzman et al, 2023).

No entanto, apesar da espécie T. terrestris ser uma chave importante nos ecossistemas onde se encontra, nos últimos 30 anos houve uma redução de cerca de 30% de sua população, cujo os principais fatores são a perda de habitat, a caça ilegal, os atropelamentos e a competição por pastagens (Guzman et al, 2023). Com isso, ainda segundo Guzman et al, a anta-brasileira está incluída na categoria "Vulnerável" na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Aliada a essas estatísticas, a anta-brasileira apresenta um baixo potencial reprodutivo e um período de gestação muito longo, gerando apenas um único filhote por gestação, sendo aspectos que tornam a espécie mais propensa a extinções locais por conta de alterações ambientais e a diminuição da densidade populacional (Medici et al, 2012). Sendo inconcebível e contrastante a esse cenário, uma notável escassez de dados e informações acerca da espécie T. terrestris, incluindo estudos sobre sua dieta, distribuição espacial e temporal, interações intraespecíficas e parâmetros reprodutivos (Ferreguetti et al. 2017), que poderiam representar informações valiosas para a sua continuidade.

Ademais, de acordo com o exposto, a conservação *ex situ* dessas espécies, ou seja, fora do seu habitat natural, geralmente realizada em cativeiros,

demonstra ser uma aliada. Esses espaços de conservação, a exemplo do Parque Ecológico de São Carlos "Dr. Antônio Teixeira Vianna" (PESC), tem como prerrogativa envolver a comunidade e os visitantes em projetos que visam a educação ambiental, gerando uma maior visibilidade para estas pautas, bem como proporcionar a conservação de espécies, através do manejo e reintrodução das que foram resgatadas. Adicionalmente, é preciso ressaltar a presença dos estudos genéticos para promover a reprodução, levando a um aumento de exemplares no ambiente natural, aumentando as chances de continuidade das espécies (Brito, 2000). Outra peça importante para sua conservação está diretamente ligada ao fitness da espécie. Sendo uma estratégia de adaptação evolutiva, o cuidado parental está presente em alguns grupos de animais e se relaciona diretamente ao aumento da sobrevivência da prole desde sua geração até após o nascimento (Alcock, 2011). Desse modo, esse tipo de comportamento pode ser apresentado tanto pelo progenitor quanto pela progenitora, entretanto, é mais recorrentemente esboçado pelas fêmeas, especialmente em mamíferos (Alcock, 2011). Nesse caso, o conhecimento sobre os aspectos do cuidado parental, direcionados ao filhote, pode contribuir para que os cativeiros realizem uma melhor adaptação e organização nesse período crítico para o sucesso da espécie.

Em relação a T. terrestris, não há, até o momento, informações em relação a como se dá o cuidado parental nessa espécie. Entretanto, partindo de indícios presentes em análises anteriores, de que se trata de animais com uma estratégia reprodutiva referente a poliginia ou a poligâmia, e de possíveis territorialistas durante o cuidado parental, em seu habitat natural (Pinho et al, 2014). Também aliado ao conhecimento de que seria mais energeticamente custoso para um macho poligâmico atuar no cuidado parental e na busca por novas parceiras (Alcock, 2011), é possível levantar algumas hipóteses. Espera-se observar uma maior relação de cuidado entre mãe e filhote; assim como reações protetivas, por parte da mãe, em situações com outros indivíduos e com recursos em disputa. Além disso, prevê-se uma tendência de decaimento dos comportamentos enquadrados em cuidado parental, devido ao avançar da idade do filhote e o aumento de sua autonomia.

Assim, os objetivos do presente estudo são: (1) identificar e descrever como se dão os comportamentos relacionados ao cuidado parental da anta-brasileira (*Tapirus terrestris*) em cativeiro e (2) analisar as variações nos comportamentos da progenitora e do filhote em diferentes períodos do

dia e em diferentes contextos sociais. Para tal, foram realizadas observações e análises gráficas acerca dos comportamentos considerados como cuidado parental das antas residentes do PESC. Sendo, a execução deste trabalho, justificada pela potencial importância desse tipo conhecimento para a adequação da conservação de uma espécie atualmente vulnerável e essencial para o regimento do ecossistema ao qual pertence.

#### Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada no Parque Ecológico de São Carlos "Dr. Antônio Teixeira Vianna" (PESC), localizado no município de São Carlos, interior do estado de São Paulo, apresentando 72 hectares e contendo aproximadamente 102 espécies distintas. O recinto onde se encontram em cativeiro os indivíduos de *Tapirus terrestris* a serem analisados contém um lago raso de aproximadamente 2.600  $m^2$  e conta com a presença de espécies de marrecos, cisnes negros e patos.



Figura 1. Fotografia do recinto das antas no Parque Ecológico de São Carlos "Dr. Antônio Teixeira Vianna".

No PESC estão presentes quatro indivíduos de anta-brasileira, nomeados como: Anita (fêmea, mãe), Bob (macho, pai), Porpeta (fêmea, primogênita) e Agostinho (macho, filhote). Ao

longo de grande parte deste estudo, permaneceram presentes no recinto Anita, Agostinho e Porpeta; uma vez que Bob foi mantido separado do grupo para evitar a endogamia e seguir o Plano de Manejo elaborado pelos profissionais do PESC. Porém, próximo ao final das coletas de dados, a primogênita foi transferida para outra cidade, a fim de que seja reintroduzida na natureza. Com isso, Bob passou a ser mantido no recinto juntamente com Anita e Agostinho. Ainda, também durante a fase final das coletas, a progenitora, Anita, faleceu devido a uma inflamação do peritônio.

Em um momento inicial, considerado piloto, foi realizada uma amostragem "Ad libitum", que consiste em registrar qualquer comportamento apresentado pelas antas-brasileiras presentes no recinto, a fim de promover uma familiarização com as expressões dessa espécie e selecionar as que se relacionam ao cuidado parental (Martin; Bateson, 2007). A partir disso, foi elaborado um etograma (Tabela 1) que inclui os comportamentos definidos e seus aspectos relevantes, como a frequência, a direção e a duração. Assim, após essa estruturação, o grupo de animais-alvo foi observado de acordo com o método animal focal, em que a coletânea dos comportamentos é realizada com cada indivíduo em foco (Martin; Bateson, 2007), com o auxílio de um cronômetro e do etograma elaborado em questão, considerando sempre o filhote Agostinho e o relacionamento dos outros indivíduos em relação a ele.

As análises referentes ao cuidado parental desta espécie ocorreram entre os meses de novembro de 2023 e janeiro de 2024, em dois períodos distintos, matutino e vespertino, seguindo o padrão de 4 horas em cada dia de observação. Assim, totalizaram-se aproximadamente 60 horas de análises coletadas. Por fim, com os resultados obtidos, foram realizados três tipos de representações gráficas: (1) a construção de gráficos de barras por categorias pela plataforma do Google Planilhas, a fim de obter dados descritivos em relação aos comportamentos; (2) um gráfico de dispersão com curva de tendência para a análise da amamentação, por meio do programa LabPlot; e (3) a montagem de redes de interações, no programa Cytoscape, contendo as direções e as intensidades dos comportamentos sociais.

Tabela 1. Etograma da espécie *Tapirus terrestris* em cativeiro elaborado durante o estudo.

Categoria Comportamenta	Comportamento
	Deitar em contato físico com outro indivíduo
	Deitar próximo mas sem contato físico
	com outro indivíduo
	Cheirar outro indivíduo
	Lamber outro indivíduo
	Esfregar-se em outro indivíduo
	Próximo ao ventre
Social Afiliativo	Farejar o ambiente
	Tentativa de amamentar
	Amamentar
	Trotar
	Caminhar com outro indivíduo
	Caminhar sozinho
	Parado em pé
	Chamado
	Natação
	Afastar outro indivíduo
	Ar pela boca ou tosse
	Bocejar
Agonístico	Vocalizar
	Mostrar os dentes
	Morder o ar
	Fugir de outro indivíduo
	Tentativa de pegar comida da
	boca de outro indivíduo
	Forragear com outro indivíduo
Alimentar	Forragear Sozinho
	Hidratação
	Comer

#### Resultados

Como citado anteriormente, foram construídos gráficos de barras que representam a frequência com que as antas do recinto realizaram determinados tipos de comportamentos. Tais comportamentos foram divididos em três principais categorias: social afiliativo, agonístico e alimentar. No gráfico que demonstra os comportamentos sociais afiliativos (Figura 2), que fortalecem os laços entre os indivíduos, é possível observar que a maioria dos comportamentos foram realizados por e Agostinho, principalmente aqueles relacionados ao contato físico. Os comportamentos agonísticos mostraram-se menos recorrentes em relação a outros. Entretanto, como mostra o gráfico (Figura 4), dentre os comportamentos mais observados, a maior parte deles partiu do filhote. O gráfico de comportamento alimentar (Figura 3) retrata uma grande capacidade exploratória e interação com o meio por parte do Agostinho, que demonstrou alta frequência no comportamento de forrageio. A progenitora, Anita, mostrou grande frequência também nos comportamentos de hidratação e alimentação, o que nos permite relacionar tal fato à amamentação, atividade de alta demanda energética e metabólica.

#### Comportamentos Sociais Afiliativos

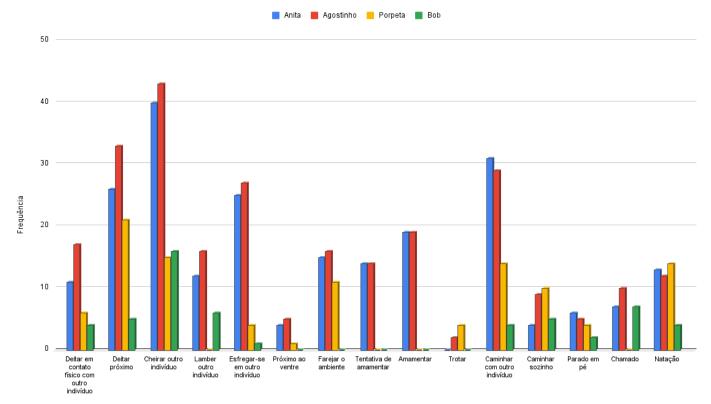


Figura 2: Frequência dos comportamentos sociais afiliativos exibidos pelas antas presentes no recinto.

### Comportamentos Alimentares

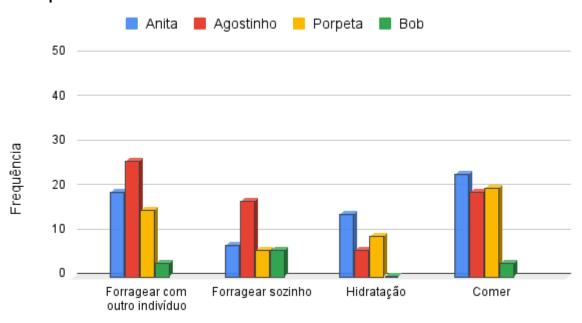


Figura 3: Frequência dos comportamentos alimentares exibidos pelas antas presentes no recinto.

#### Comportamentos Agonísticos

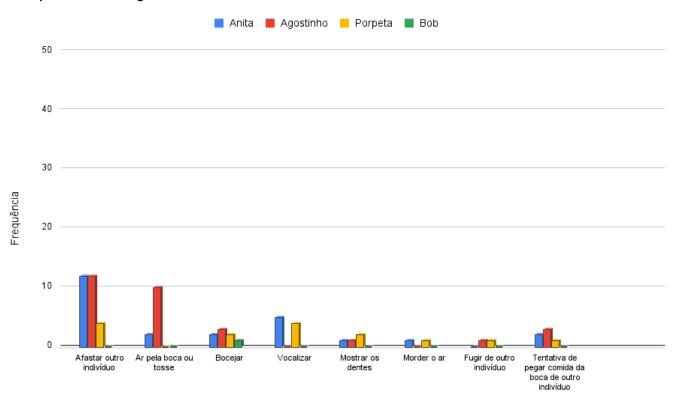


Figura 4: Frequência dos comportamentos agonísticos presentes nas antas do recinto. Já no caso do gráfico de dispersão com curva de tendência (Figura 5), como já havia sido minutos. Na origem, o hipotetizado, há um claro decaimento no tempo de amamentação, do filhote, em relação aos dias corridos em que foram realizadas as observações.  $modulada por T_A(t) = t$ 

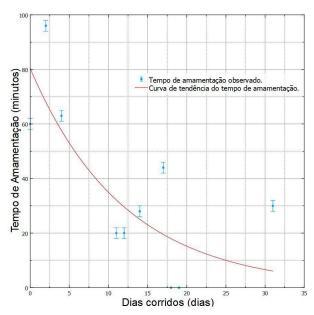


Figura 5. Tempo de amamentação ao longo dos dias de observação. Os pontos, em azul, representam o tempo de amamentação no dia observado, com as barras de erro que representam a incerteza

associada à marcação do tempo, sendo esta de 2 minutos. Na origem, o filhote tinha 3 meses de idade. A curva de tendência, em vermelho, modulada por  $T_A(t)=80,38e$ , que indica o desmame aos 6 meses de idade.

A modelagem matemática, que foi capaz de descrever mais fielmente os dados coletados, se refere ao decaimento exponencial. Ou seja, a diminuição no tempo de amamentação é mais sutil nos períodos iniciais de vida do filhote, mas sofre uma diminuição mais acentuada no avançar de sua idade, caminhando para o desmame. Em que se foi possível chegar a essa modelagem, a partir de dois postulados inferidos de acordo com a organização dos dados, sendo eles:

- 1. O tempo de amamentação decresce ao decorrer dos dias.
- A taxa com que o tempo de amamentação decresce é proporcional apenas a ele mesmo.

Assim, ao realizar a matematização dos postulados anteriores, se obtém a seguinte expressão:

$$\frac{dT_A}{dt} = (-b).T_A$$

$$\int \frac{1}{T_A} dT_A = \int (-b) dt$$

$$\ln T_A = (-b) \cdot t + c$$

$$e^{\ln T_A} = e^{(-b) \cdot t + c}$$

$$T_A = e^{(-b) \cdot t} \cdot e^{c}$$

$$T_A = a \cdot e^{(-b) \cdot t}$$

Em que  $T_A$  se refere ao tempo de amamentação, b se refere a constante de proporcionalidade e t se refere aos dias corridos.

Dito isso, levando em conta a expressão demonstrada, o cenário da amamentação foi ajustado por meio do programa. Em que se teve a obtenção da equação final, com as suas devidas constantes, da curva exponencial:

$$T_A(t) = 80,38e^{-0.083t}$$

Em que  $T_A$  se refere ao tempo de amamentação, em minutos e t se refere ao número de dias corridos. Assim, com a equação, e denominando um tempo de amamentação próximo de zero ( $T_A = 0, 1$  minutos) temos que o desmame irá ocorrer aos 6 meses de idade do filhote.

Além disso, foram construídas quatro redes distintas de interações. Sendo que duas dessas redes, ilustram o relacionamento entre Anita, Agostinho e Porpeta, no período matutino e vespertino, separadamente. No caso das demais redes, uma delas ilustra o relacionamento entre Anita, Agostinho e Bob, e a outra, somente entre Agostinho e Bob; nos períodos vespertino e matutino, respectivamente. De maneira que a direção da seta, também descreve a direção do comportamento, partindo da fonte para o alvo. E espessura, indica a intensidade comportamento. Sendo essa intensidade equivalente a soma das frequências dos comportamentos sociais executados pelos indivíduos, em que, para fins de melhores observações gráficas, foi utilizado a escala 1:10 para os valores das frequências.

Nas redes em que estão presentes Anita, Agostinho e Porpeta, é possível observar uma maior intensidade nos comportamentos compartilhados entre progenitora e filhote. Sendo este fato mais explícito no período matutino (Figura 6), em relação ao vespertino (Figura 7). A Porpeta apresenta uma menor frequência de interações, em que, na maior parte delas, cumpre o papel de alvo

para os comportamentos agonísticos realizados por Anita, de acordo com o analisado pelas autoras durante as observações.

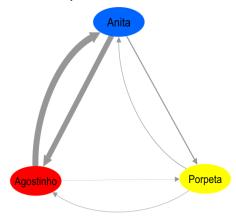


Figura 6. Rede de interações dos comportamentos sociais estabelecidos entre Anita, Agostinho e Porpeta, no período matutino. Em que cada seta representa a direção e a frequência de cada comportamento.

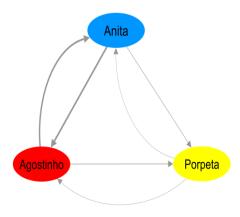


Figura 7. Rede de interações com os comportamentos sociais estabelecidos entre Anita, Agostinho e Porpeta, no período vespertino. Em que cada seta representa a direção e a frequência de cada comportamento.

Já no caso da rede em que estão presentes Anita, Agostinho e Bob, é possível observar uma diminuição significativa na intensidade das interações entre mãe e filhote (Figura 8), em relação às redes anteriores. Sendo descrito intensidades similares para os comportamentos estabelecidos entre os três indivíduos.

Para a rede que conta somente com a presença de Agostinho e Bob, é observável intensidades quase que equivalentes para os comportamentos, partindo de ambos os indivíduos (Figura 9).

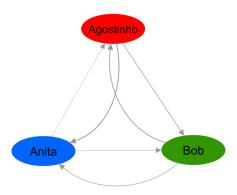


Figura 8. Rede de interações com os comportamentos sociais estabelecidos entre Anita, Agostinho e Bob, no período vespertino. Em que cada seta representa a direção e a frequência de cada comportamento.

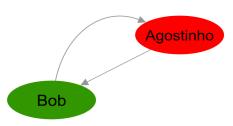


Figura 9. Rede de interações com os comportamentos sociais estabelecidos entre Agostinho e Bob, no período matutino. Em que cada seta representa a direção e a frequência de cada comportamento.

#### Discussão

Conforme observado, as maiores interações sociais foram realizadas entre a progenitora e o filhote, tanto no período matutino quanto vespertino, sendo quase equivalente a direção do comportamento. Entretanto, quando o pai estava presente no recinto, houve um decréscimo na frequência com que Agostinho e Anita interagiram, havendo uma queda significativa de busca pelo filhote por parte da progenitora. A primogênita, Porpeta, representou uma baixa influência em relação à dinâmica com o filhote.

De acordo com o gráfico da Figura 2, onde estão evidenciados os comportamentos sociais afiliativos, Anita e Agostinho foram os principais agentes – ou alvos – na maioria das situações, assim como foi hipotetizado. Dentre as interações mais frequentes é possível destacar: cheirar outro indivíduo; deitar próximo de outro indivíduo; caminhar com outro indivíduo; e esfregar-se em outro indivíduo, respectivamente. Pode ser possível que esses comportamentos citados desempenhem um papel de comunicação entre progenitora e filhote, reforçando

o vínculo afetivo e garantindo a manutenção de requisitos importantes para a sobrevivência da prole 1991), (Clutton-Brock, como 0 termorregulação, do reconhecimento por feromônios, da alimentação e do aprendizado. De maneira que, em mamíferos, esse papel de destaque da progenitora no cuidado parental é passível de ser explicado por fatores neuroendócrinos (Sartório; Vieira, 2001). Uma vez que, durante a gravidez e o processo do parto, a fêmea sofre a influência de diversas regulações hormonais, como é o caso da atuação do hormônio ocitocina, responsáveis pela modulação dos comportamentos maternos. E, em adicional, reforco hormonal exercido, posteriormente, pela presença próxima do filhote, estendendo essa relação de cuidado. Além disso, nesse grupo de animais, que possuem fecundação interna, a fêmea destina uma maior quantidade de recursos para a produção de seus gametas, em relação ao macho, de modo que sua reprodução é mais lenta. Sendo assim, a tendência é de que a fêmea invista mais tempo e energia no cuidado da prole, para que se tenha uma maior garantia de sobrevivência desta e, consequentemente, taxas de sucesso reprodutivo equivalentes às do macho (Krebs, 2012).

Já no caso do declínio na frequência sofrida pelos comportamentos compartilhados entre Anita e Agostinho, na presença do progenitor (Figura 9), esse poderia ser relacionado a uma possível divisão dos cuidados. Pois, é reconhecido, em estudos anteriores, que a presença da fêmea genitora é capaz de moldar a resposta paterna, mesmo que em menores proporções, sendo mais influente do que a presença dos próprios filhotes (Sartorio; Vieira, 2001). Isso no caso de espécies que apresentam a participação do macho no cuidado da prole, o que poderia reforçar, neste caso, a poliginia como possível mecanismo de reprodução dessa espécie (Pinho et al, 2014), uma vez que, o macho, com a certeza de que seja sua prole, participaria do cuidado parental como estratégia de aumento da sua aptidão (Krebs, 2012). Porém, é importante ressaltar que não foram obtidos dados suficientes para corroborar a atuação de Bob, devido a sua presença limitada. Assim, o decaimento no cuidado exercido pela progenitora, também poderia ser descrito de acordo com o avançar da idade de Agostinho, que pode estar próximo de sua independência.

Em relação a Porpeta, também filha de Anita, essa não apresentou influências significativas nas relações diretas de cuidado com o filhote. Entretanto, é observável que foi alvo de comportamentos agonísticos provenientes da Anita, principalmente quando se aproximava de Agostinho. Este fato pode estar relacionado a indícios de que os indivíduos de *T. terrestris*, possuem uma demarcação de território relacionada ao período de cuidado parental e provavelmente não apresentam formação de grupos de cooperação por parte de indivíduos aparentados do mesmo sexo (Pinho *et al*, 2014).

No caso do comportamento de amamentação, este sofreu uma queda exponencial, em sua frequência (Figura 5), ao longo das observações realizadas. De maneira que, utilizando-se da equação que modela matematicamente a curva que descreve essa tendência, é possível estimar a idade em que ocorreria o desmame do filhote. Uma vez que, seguindo os postulados citados anteriormente, e assumindo que em determinado momento o tempo de amamentação será ínfimo ao ponto de ser descrito como um desmame, se chega a tal previsão. Assim, como a coleta de dados foi iniciada em um momento que o filhote apresentava 3 meses, assume-se que ele deveria sofrer o desmame com, aproximadamente, 6 meses de idade. Sendo necessário ressaltar que, a previsão e a equação, descreve somente um cenário em que sejam levadas em consideração as mesmas variáveis utilizadas neste presente estudo e é ainda muito simplificada. Se enquadrando, desse modo, em uma modelagem inicial, da qual outras análises poderão partir e acrescentar novas variáveis, como o peso e a temperatura, que serão capazes de tornar essa previsão mais assertiva.

Portanto, este estudo demonstra alguns dados iniciais referentes aos comportamentos de cuidado parental, e de como podem ser influenciados, em Tapirus terrestris, sendo uma área pouco explorada até o presente momento. Vale destacar que esse foi um estudo com os indivíduos em condição de cativeiro, e não necessariamente se aplica para indivíduos da mesma espécie em habitat natural. Diante disso, foi possível observar um vínculo de maior intensidade entre progenitora e filhote, nesse período, e medidas protetivas desempenhadas pela fêmea, na presença de indivíduos da mesma espécie, em relação a sua prole. Além da possibilidade do macho genitor desempenhar um papel de cuidado, em menor intensidade. E a montagem de modelos que, com futuros ajustes, podem auxiliar na previsão do tempo de amamentação necessário, sendo de extrema importância para a adequação dos planos de manejo em Parques Ecológicos. Assim, abrindo caminho para que novas análises avancem e contribuam para o melhor entendimento sobre os indivíduos dessa

espécie, e, consequentemente, para medidas de proteção mais adaptadas a eles.

#### Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, ao professor Hugo Sarmento por nos ensinar e encorajar-nos durante o projeto. Também agradecemos a todos os tratadores e funcionários do PESC, em especial ao Augusto Bauab, que nos auxiliaram de forma valiosa com seus conhecimentos profissionais acerca dos indivíduos estudados. Agradecemos também por todo tipo de confiança em nós depositada para realizarmos esse estudo.

#### Referências

- Alcock, John. Comportamento animal: uma abordagem evolutiva. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- Avaliação do risco de extinção da anta brasileira. Brasil: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, v. 3, 27 jan. 2012. Anual. Número Temático: Avaliação do Estado de Conservação dos Ungulados.
- Brito, Maria Cecília Wey. Unidades de Conservação: intenções e resultados. São Paulo Annablume: Fapesp 2000. 230p. ISBN 85 7419 112 4.
- Clutton-Brock, Tim H. The evolution of parental care. Princeton University Press, 1991.
- De Góes, Cleber Gustavo. Dispersão de sementes pela anta brasileira Tapirus terrestris (Linnaeus, 1758) em paisagem fragmentada na Mata Atlântica. 2016.
- De Souza Gonçalves, Thamirys et al. Tick and flea infestations in captive Tapirus terrestris and Tapirus kabomani (Perissodactyla: Tapiridae) in the Brazilian Amazon. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 14, n. 6, p. 102234, 2023.
- Ferreguetti, Átilla C.; TOMÁS, Walfrido M.; BERGALLO, Helena G. Density, occupancy, and detectability of lowland tapirs, Tapirus terrestris, in Vale Natural Reserve, southeastern Brazil. Journal of Mammalogy, v. 98, n. 1, p. 114-123, 2017.
- Gilmore, Maurine. Tapir behavior: An examination of activity patterns, mother-young interactions, spatial use, and environmental effects in captivity on two species (Tapirus indicus and Tapirus bairdii). Oklahoma State University, 2007.
- Guzman, Betty K. et al. Predicting potential distribution and identifying priority areas for conservation of the lowland tapir (Tapirus terrestris) in Peruvian Amazon. Journal for Nature Conservation, v. 73, p. 126397, 2023.
- Krebs, J. R.; Davies, N. B. & West, S. A. 2012. An Introduction to Behavioural Ecology. 4th ed. Wiley-Blackwell. Oxford, UK.
- Losapio, Gianalberto et al. Monitoring and modelling the effects of ecosystem engineers on ecosystem functioning. Functional Ecology, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1365-2435.14315. Acesso em: 08 nov. 2023.

- Martin, Paul; Bateson, Patrick. Measuring Behaviour: An Introductory Guide. 3. ed. [S. 1.]: Cambridge University Press, 2007. ISBN 978-0-521-53563-2.
- Medici, Emília Patrícia *et al.* Avaliação do risco de extinção da anta brasileira Tapirus terrestris Linnaeus, 1758, no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 2, n. 1, p. 103-116, 2012.
- Odum, Eugene P. Fundamentos de Ecologia. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. ISBN 972310158X.
- Pinho, Gabriela M. *et al.* Kinship and social behavior of lowland tapirs (Tapirus terrestris) in a central Amazon landscape. PLoS One, v. 9, n. 3, p. e92507, 2014. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0092507. Acesso em: 30 out. 2023.
- Ruiz-Garcia, Manuel *et al.* Phylogeography and spatial structure of the lowland tapir (Tapirus terrestris, Perissodactyla: Tapiridae) in South America. Mitochondrial DNA Part A, v. 27, n. 4, p. 2334-2342, 2016.
- Sartório, R. & Vieira, M. L. Análise histórica e perspectivas atuais no estudo do comportamento parental em animais. Revista de Etologia, v. 3, n. 2, p. 119–128, 2001.
- Tobler, Mathias W. *et al.* Frugivory and seed dispersal by the lowland tapir Tapirus terrestris in the Peruvian Amazon. Biotropica, v. 42, n. 2, p. 215-222, 2010.
- Wey, Tina *et al.* Social network analysis of animal behavior: a promising tool for the study of sociality. Animal Behaviour, v. 75, n. 2, p. 333-344, 2008.

# ESPELHO, ESPELHO MEU: IMPACTOS DE SUPERFÍCIES REFLETORAS NO COMPORTAMENTO DE LIBÉLULAS (ODONATA)

Ana Beatriz Pantoja Brasci, Jéssica Lembo da Silva, José Roberto da Cunha Neto, Julia Novais Anselmo de Queiroz

**Tutor:** Hugo Sarmento

# Resumo

É conhecido que as libélulas, insetos da ordem Odonata apresentam diversos comportamentos relacionados a corpos d'água, como caça, cópula e oviposição. No entanto, pouco sobre os mecanismos sabe sensoriais responsáveis pela atração desses insetos a espelhos d'água. Este trabalho buscou compreender o impacto de superfícies refletoras artificiais no comportamento de libélulas a partir de observações e análise da sua interação com espelhos posicionados perto de um lago, com e sem exposição direta ao sol. Nossos resultados mostram que, tanto superfícies refletoras naturais quanto artificiais. influenciam diretamente nos comportamentos destes insetos, mas a luz polarizada refletida pela exposição direta do espelho ao sol parece ser o principal estímulo responsável por sua atração. Podemos concluir que o mecanismo sensorial responsável pela atração das libélulas pelos corpos de água está de alguma maneira relacionado com a visão. A simulação de um falso corpo d'água pode levar à perda de inteiras desses animais, causando ninhadas impactos ecológicos para toda a comunidade local.

**Palavras-chave:** Odonata; libélula; donzelinha; comportamento; reflexo.

#### Introdução

Dentro do imaginário popular, os insetos são muitas vezes vistos como asquerosos, sujos e até perigosos, atraindo uma atenção pejorativa ao grupo. Porém. a ordem das libélulas. Odonata. conquista a atenção das pessoas pelo seu elaborado voo, além do colorido brilho de suas asas. Além de chamativas, um dos fósseis mais antigos dentre os insetos é um Protodonata, ancestral de seu grupo, cuja familiaridade foi descrita justamente pelo memorável formato de suas asas. Seus restos possuem cerca de 365 milhões de anos, no período em que houve uma explosão de diversidade dentro dos Arthropoda, no geral, o Carbonífero Superior (Corbet, 1999). Já dentro da ordem Odonata, o integrante mais antigo é um pequeno Zygoptera de 250 milhões de anos, do período Permiano Inferior (Corbet. 1999). Atualmente, existem subordens viventes em Odonata: os Anisoptera e os

Zygoptera. O primeiro grupo é caracterizado pelas asas posteriores maiores que as anteriores, enquanto o segundo possui dimensões semelhantes entre os anexos (Souza; Costa; Oldrini, 2007).

Para os ecólogos, principalmente aqueles que estudam impactos ambientais, as libélulas convêm ótimos bioindicadores de impactos ambientais, já que possuem um ciclo de vida aquático quando ninfas e terrestre quando adultas, portanto sofrendo os efeitos da ação antrópica em ambos ambientes (Mendoza-Penagos; Calvão; Juen, 2021). Assim, espécies de Odonata menos tolerantes sofrerão os impactos mais cedo, gerando um relativo aumento na população das espécies mais generalistas (Rodrigues *et al.*, 2016).

Outra função desses animais é a de controle biológico, já que são caçadores. Alguns possuem o hábito de se empoleirar na vegetação, em uma estratégia "senta e espera", enquanto outros voam constantemente em busca de suas presas. Independentemente do método, sua ferramenta principal para encontrar presas é a visão (Olberg, 2012). Seus olhos são compostos por pequenos omatídeos, cavidades com células sensíveis à luz. Em insetos, normalmente, quanto maior o número dessas unidades, mais acurada é a visão, e libélulas podem chegar em até 10000 omatídeos por olho (Brusca et al., 2007). Os campos de visão se sobrepõem, formando um campo de visão globular (Olberg, 2012), ideal para a detecção do movimento de presas e parceiros (Brusca et al., 2007). Ainda assim, há indícios de que a luz polarizada seja um auxílio na orientação de alguns Odonata. Inclusive, a maioria dos insetos tem a capacidade de "enxergar" a luz ultravioleta (Brusca et al., 2007). Esse sentido também é usado para encontrar locais para sobrevivência e reprodução. Como as ninfas são quase exclusivamente aquáticas, além de pouco móveis, corpos d'água são preferência para esses grupos. Ainda assim, há variação dentre as espécies em relação ao local de oviposição e à proximidade do corpo d'água, vegetação local e outros fatores (Corbet, 1999). Dessa forma, é possível que algumas características dos corpos d'água, como sua reflexão, sejam usadas para a decisão do local de oviposição ou navegação, além de outros comportamentos.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar o impacto da variável da reflexão da superfície d'água no comportamento de Odonata a partir da inserção de superfícies refletoras artificiais em seu habitat.

#### Materiais e métodos

Para a realização da pesquisa, foi selecionada a região do lago do Horto Municipal de São Carlos Navarro de Andrade, em São Carlos, São Paulo (-21.9871607879554 S, -47.87560838835549 O), mais especificamente sua margem, em torno de 1 metro de distância do corpo d'água.



Figura 1. Exemplo da disposição do espelho em relação ao lago.

Os objetos que possibilitaram a simulação de uma superfície aquática foram espelhos, ambos de 60 cm x 125 cm, dispostos próximos à margem do corpo d'água. Esses espelhos foram dispostos na horizontal e na vertical, com o objetivo de simular a lâmina d'água e o encontro com outro indivíduo, respectivamente. Assim, a observação do lago se deu em área similar à área dos espelhos. Para o registro, papel e caneta foram usados. Plantas e próximos foram colocados objetos superfícies, para que a discrepância com o corpo d'água natural não fosse tanta. Necessariamente, todos os dias de observação foram escolhidos pela plena presença de luz e baixa presença de nuvens, para garantir o não enviesamento dos resultados por variáveis do clima.



Figura 2. Exemplo da disposição de plantas próximas no espelho, possibilitando píeres e simulando as plantas da margem do lago.

Os registros comportamentais iniciais foram obtidos a partir de observações entre os dias 30 de novembro e 01 de dezembro de 2023. Foi utilizada a metodologia ad libitum, que consiste no registro não sistemático e fora de intervalos temporais no qual são anotados todos os comportamentos relevantes observados (Del-Claro, 2010). Assim, os comportamentos do grupo foram anotados a partir do que foi considerado relevante dos comportamentos de diferentes Odonata no lago. A partir disso, com o auxílio do livro Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata (Corbet, 1999), foi criada uma uma tabela de comportamento padrão: o etograma (Tabela 1). Variações deste nos momentos em que os espelhos Estiveram posicionados possibilitaram a verificação de influência ou não das superfícies refletoras no comportamento dos indivíduos. As observações aconteceram entre as 10h da manhã e às 15h da tarde, já que o período de maior atividade das Odonata é nos momentos mais quentes do dia (Corbet, 1999).

A partir do etograma inicial, o experimento seguiu duas frentes. A primeira, de viés naturalista, buscou notar se haveria a interação entre os animais e o espelho e se haveria alguma mudança perceptível nos padrões e frequências das interações observadas no lago. A segunda, idealizada após a percepção de uma interação diferencial em espelhos em plena luz e em sombra, buscou colocar à prova essa percepção empírica, avaliando a interação diferencial entre ambas superfícies refletoras.

Entre os dias 18 de dezembro de 2023 e 24 de janeiro de 2024 ocorreram observações para ambas as frentes do experimento, variando de duas a três horas de observação por dia.

Em seguida, com os dados em mãos, foi necessário realizar um teste T para se ter noção se os valores obtidos em ambas as análises foram estatisticamente significativos, ou seja, se a diferença vista nas médias dos resultados de frequência de comportamentos no lago e no espelho (experimento 1) e entre o espelho iluminado e na sombra (experimento 2). Para essa análise de dados, o *software SigmaPlot* 11.0 foi utilizado.

Por último, uma análise de correlação e causalidade foi feita, avaliando com base nos resultados obtidos e referências usadas se há ou não interferência no comportamento de Odonata na presença de superfícies refletoras.

### Resultados

Após as primeiras observações, com o auxílio já comentado de referências, os comportamentos foram divididos em três categorias: sociais, repouso e de rasantes. Cada uma delas sendo afetada diferentemente pela presença de superfícies refletoras

Interações comuns entre as libélulas observadas eram contatos diretos entre os animais, que normalmente ficam com suas extremidades anteriores próximas, realizando movimentos de *up-and-down* (sobe-e-desce), acima da superfície observada (Corbet, 1999). A medida para uma interação curta foi de até 10 segundos, mas é interessante ressaltar que foram vistas interações desse tipo de quase dois minutos, tanto acima da água quanto do espelho.

Os dois comportamentos de repouso, margem e píer, foram diferenciados pela posição em relação à superfície refletora. No caso, os chamados píeres eram folhas e superfícies que possibilitavam que o animal ficasse posicionado sobre a água ou espelho, comum na busca por presas. Os grandes olhos compostos das Odonata, assim como de outros artrópodes, possibilitam um amplo campo de visão o que é geralmente relacionado a predadores ativos (Brusca *et al.*, 2007) que comumente esperam possíveis presas passarem, como mosquitos, vespas e besouros, para então alcançá-las no voo, capturá-las e então voltar ao repouso (Corbet, 1999).

As margens, por sua vez, foram contabilizadas em repousos em até 50 centímetros da superfície analisada. Essa estimativa foi contabilizada após as observações iniciais, visto que poucas vezes um indivíduo deslocava-se para mais longe. Tanto para os píeres quanto para as margens, apenas uma frequência foi contabilizada nos casos de troca de posição ou rápido retorno para o ponto.



Figura 3. Comportamento de píer. A folha deve estar sobre a superficie refletora (lago ou espelho). Ilustração: Jéssica Lembo da Silva.

Após as primeiras 5 horas de observações do lago e 5 horas no espelho, o seguinte etograma foi confeccionado:

Tabela 1. Frequência de comportamentos observados no lago e no espelho. O teste-t realizado com 6 graus de liberdade, ultrapassa o valor crítico com um P=0,012, demonstrando que há uma diferença estatisticamente significativa entre tratamentos.

Comportamento	Lago	Espelho
Interações Longas (I.L.)	12	7
Interações Curtas (I.C.)	29	21
Territorialidade (T)	16	9
Cópula (C)	4	2
Píer (P)	40	38
Margem (M)	37	35
Interações com a	27	14
superficie (I.S.)		

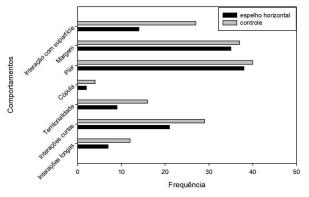


Figura 4. Frequência de comportamentos no lago (cinza) e no espelho (preto).

Há uma evidente menor quantidade de comportamentos percebidos nos espelhos do que no controle (no lago). Há uma diminuição média de 31,65% dos comportamentos observados nos espelhos. Ainda assim, é preciso dizer que os comportamentos de margem e píer fogem do padrão observado no resto, tendo valores mais semelhantes entre controle e experimento. A redução média, ignorando os comportamentos de repouso, fica em torno de 42,23%.

Tabela 2. Relação entre as frequências de comportamentos observados no experimento controle (observação do lago) e no espelho. Ver tabela 1 para legendas.

Comport.	Redução percentual de		
	comportamentos no espelho (%)		
I.L.	41,67		
I.C.	27,59		
T	43,75		
C	50		
P	5		
M	5,41		
I.S.	48,15		
Média	31,65		

Mesmo com uma certa redução na frequência, foi possível perceber que uma parcela da população foi atraída pela simulação. Sendo assim, a fim de analisar se a influência é da reflexão da luz ou se existe o envolvimento de outras variáveis, a segunda etapa do experimento mediu, novamente em frequência, a variação de interações em dois espelhos: um em pleno sol e outro coberto pela sombra de árvores próximas.

Para isso, em duplas, foram posicionados dois espelhos em extremidades opostas do lago, fazendo medições simultâneas. Obviamente, próximo às duas margens, havia a presença de libélulas. Após as 5 horas observadas para cada um dos experimentos, as seguintes medições foram feitas:

Tabela 3. Etograma de frequência de comportamentos observados no espelho iluminado e na sombra. Ver tabela 1 para legendas. O teste-t realizado com 6 graus de liberdade, ultrapassa o valor crítico com um P=0,047, demonstrando que há uma diferença estatisticamente significativa entre tratamentos.

Comport.	Iluminado	Na sombra
I.L.	8	0
I.C.	19	0

T	0	1
C	3	0
P	54	1
M	42	6
I.S.	11	0

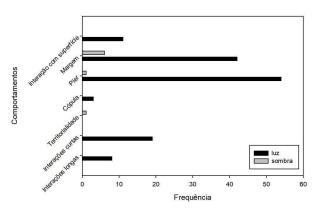


Figura 5. Frequência de comportamentos no espelho iluminado (preto) e na sombra (cinza).

O espelho na sombra é claramente menos atrativo para as Odonata, sem nem ao menos apresentar alguns dos comportamentos tão notados quando esse estava sob iluminação intensa. Seguindo os padrões de observação do experimento anterior, nesse momento foram registrados entre 9 e 13 horas, ou seja, em momentos claros e quentes.

# Discussão

Conforme observado, há uma clara atração desses animais pelas superfícies refletoras, mas as conclusões devem ser realizadas com precaução. Primeiramente, a interação de libélulas com superfícies refletoras não é algo exclusivo do Horto Municipal de São Carlos. Stevani et al. (2000) relata a preocupação da indústria automobilística com a oviposição de ovos de Odonata. Aparentemente, a decomposição da massa dos ovos na tintura de carros gera manchas dificeis de serem limpas. Coincidentemente ou não, a superfície de carros é comumente refletora, e se há a deposição de ovos, é possível que a superficie aparente ser um local úmido, que atraia a progenitora (Rafael et al., 2024).

Para além desse ponto, Kriska, Bernáth, Farkas e Horváth (2009) apresentam que animais como as libélulas e donzelinhas, assim como outros insetos de estágio larval aquático detectam os locais ideais para oviposição a partir de luz polarizada horizontal. São trazidos alguns exemplos de superfícies que atraem esses animais, como as rodovias asfaltadas (Kriska *et al.*, 1998), painéis

solares fotovoltaicos (Horváth *et al.*, 2009) e superfícies de vidro escuras (Malik *et al.*, 2008).

Algo a se considerar, analisando os dados obtidos das referências externas é a especificação de superfícies refletoras na sombra, como os painéis solares. Realmente, o lago local não possui uma água cristalina. Talvez a relação de menor frequência dos comportamentos de 31,65% seria ainda menor no caso de algum filtro escuro na superfície refletora.

Ainda sobre o experimento comparando as frequências de comportamentos entre o lago e o espelho, é possível perceber uma clara diferença na redução dos comportamentos no espelho. Na tabela 4, a redução percentual da frequência foi evidenciada. Há uma clara discrepância entre os valores relacionados aos comportamentos de repouso (pier e margem) e os restantes. Com isso, pode ser cogitada a possibilidade de que a atração das Odonata possa ser facilmente simulada por superfície refletora, qualquer mas comportamentos sejam mais difíceis de se replicar, por contarem com outras variáveis, como a temperatura e albedo.

Foi notado, sempre quando os espelhos eram posicionados, que quando o reflexo do sol voltava no rosto dos observadores, a diferença de temperatura era rapidamente percebida. Gullan e Cranston (2008) comentam o uso das antenas em diversos insetos para a termorrecepção, além de alguns indícios de patas também possuírem sensores. Com isso em mente, é possível considerar que comportamentos pós chegada ao local e observação, como as rasantes ou mesmo as interações entre eles sofreriam uma redução, pelo desconforto, desidratação ou exaustão causada pela mudança de local (Horváth; Varjú, 2004).

Considerando tais hipóteses, futuros estudos relativos a fatores como a temperatura e umidade serão necessários para aprofundar a compreensão do comportamento desses animais. Contudo, os resultados obtidos na segunda etapa do experimento demonstram claramente que a presença de luz foi um fator crucial na escolha do local de repouso dos indivíduos. A luz polarizada, refletida por corpos d'água e determinadas superfícies supracitadas, interfere diretamente na escolha de ambiente desses insetos pois é possível estabelecer uma correlação entre suas qualidades físicas com a profundidade e turbidez da água, por sua vez relacionadas à quantidade de nutrientes e disponibilidade de oxigênio (Kriska et al., 2009).

O verdadeiro problema das superficies refletoras artificiais está no fato de que a luz polarizada se assemelha à refletida pelos corpos d'água, mas não passa de poluição visual. Pelos comportamentos sociais e de repouso observados, os indivíduos atraídos pelos espelhos gastaram tempo e energia defendendo um território que não lhes proporciona as mesmas condições que seu ambiente ideal. Nesse experimento, os espelhos estavam próximos do lago, portanto variáveis como a presença de parceiros, presas e outras condições ambientais não foram drasticamente alteradas.

Ao contrário, em ambientes urbanos, os insetos atraídos encontrariam não apenas recursos escassos e condições potencialmente adversas, mas locais completamente inapropriados para sua reprodução. Mesmo que as superfícies artificiais atraiam machos e fêmeas, como observado pelos comportamentos de coorte próximos do espelho, as libélulas exofíticas, ao confundirem-se e realizar sua oviposição numa superfície refletora artificial, encaram um quadro de falha reprodutiva completa, posto que nenhum ovo teria condições de se desenvolver. Como o já citado caso dos carros, por Stevani (2000), em que em cada um desses momentos, uma prole inteira se perdeu pela não presença de recursos no falso corpo d'água (carro).



Figura 6. Morfotipo de Odonata que mais interagiu com os espelhos (subordem Zygoptera).

Por último, foram notados cinco morfotipos de Odonata no local, mas nos experimentos envolvendo espelhos, tanto no primeiro momento quanto no segundo, o mesmo morfotipo interagiu predominantemente, ilustrado na figura 4.

Outros experimentos devem ser realizados para garantir essa relação, mas se há uma atração diferencial com base em diferenças filogenéticas, isso pode levar a sérias consequências. Dois cenários foram levantadas para essa questão: (a) esse morfotipo é um competidor menos eficiente, e por conta disso, a distribuição passa a ser despótica (Alcock, 2019), com esses animais passando a buscar outros nichos; ou (b) esse morfotipo é a maioria nesse local, logo, eles também seriam a

maioria no microverso do experimento, no caso, o espelho.

Focando no cenário "b", a ideia se mantém no que já foi discutido. Proles podem ser perdidas, há um gasto de energia em vão nas superfícies refletoras, o que pode influenciar em todo o equilíbrio ecológico local, como já dito.

Por sua vez, no caso do cenário "a" um gênero dessa população já estaria sofrendo uma pressão de seleção grande por não ter a mesma capacidade de competição. Em um sentido de conservação, a influência humana pode aumentar essa pressão já comentada, influenciando em uma possível evasão do local, caso a migração seja possível para esse gênero, ou uma redução fatal do número de indivíduos locais. Em ambas as situações, as consequências podem ser graves.

Sendo assim, a partir das questões levantadas, referências utilizadas e experimentos realizados, foi possível notar que há sim uma influência e impacto no comportamento de Odonata local. Esse, por sua vez, ao longo de algumas gerações, pode levar a impactos ecológicos na comunidade ali presente.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Prof. Hugo Sarmento pela oportunidade de estudo e pela orientação na análise dos dados obtidos; aos colegas da disciplina pelas discussões e revisão em pares; e ao Sr. João e aos outros funcionários do Horto Municipal, pela permissão de uso da área do lago e pelo auxílio durante a pesquisa.

## Referências

- Alcock, J.; Rubenstein, D. R. Animal Behavior. 11° ed. Oxford University Press USA: Nova Iorque, 2019.
- Brusca, G. J.; Brusca, R. C. Invertebrados. 2<sup>a</sup> ed. Guanabara-Koogan: Rio de Janeiro, 2007.
- Corbet, P. S. Dragonflies: behavior and ecology of Odonata. 1<sup>a</sup> ed. Cornell University Press: Ithaca, 1999.
- Del-Claro, K. Introdução à ecologia comportamental: um manual para o estudo do comportamento animal. 1ª ed. Technical Books Editora: Rio de Janeiro, 2010.
- Gullan, P. J., Cranston, P. S. Os insetos: um resumo de entomologia. 3. ed. São Paulo: Editora Roca, 2008.
- Horváth, G., Varjú, D. Polarized Light in Animal Vision–Polarization Patterns in Nature. Springer-Verlag, Heidelberg/Berlin/New York, 2004.
- Horváth, G., Kriska, G., Malik, P., Robertson, B. Polarized light pollution: a new kind of ecological photopollution. Frontiers in Ecology and the Environment 7, 2009.

- Kriska G.; Bernáth B.; Farkas R.; Horváth G. Degrees of polarization of reflected light eliciting polarotaxis in dragonflies (Odonata), mayflies (Ephemeroptera) and tabanid flies (Tabanidae). Journal of Insect Physiology, n. 55, p. 1167–1173, 2009.
- Kriska, G., Horváth, G., Andrikovics, S. Why do mayflies lay their eggs en masse on dry asphalt roads? Water-imitating polarized light reflected from asphalt attracts Ephemeroptera. Journal of Experimental Biology 201, 1998
- Malik, P., Hegedus, R., Kriska, G., Horváth, G. Imaging polarimetry of glass buildings: Why do vertical glass surfaces attract polarotactic insects? Applied Optics 47, 2008.
- Mendoza-Penagos, C. C.; Calvão, L. B. A new biomonitoring method using taxonomic families as substitutes for the suborders of the Odonata (Insecta) in Amazonian streams. Biomonitoring, [s. l.], 10 jan. 2021.
- Olberg, R. M. Visual control of prey-capture flight in dragonflies. Dragonflies, [s. l.], 21 dez. 2011.
- Rafael, J. A.; de Melo, G. A. R.; de Carvalho, C. J. B.; Casari, S. A.; Constantino, R. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. 2ª ed. Manaus: Editora INPA, 2024.
- Rodrigues, M.E., de Oliveira-Roque, F., Quintero, J.M.O., de Castro Pena, J.C., de Sousa, D.C., Junior, P.D.M. Nonlinear responses in damselfly community along a gradient of habitat loss in a savanna landscape. Biol. Conserv. 194, 113–120, 2016,
- Souza, L. O. I.; Costa, J. M. & Oldrini, B. B. Odonata. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.), 2007.
- Stevani, C.V.; J.S. Porto; D.J. Trindade & E.J. Bechara. Automotive clear coat damage due to oviposition of dragonflies. Journal of Applied Polymer Science 75(13), 2000.

# MUTUM-DE-PENACHO (Crax fasciolata): UM TRIÂNGULO AMOROSO

André Nunes, Augusto Bauab, Daniel Lima, Tamara Gonçalves

#### Resumo

Esta pesquisa buscou compreender, no contexto de período reprodutivo de Mutuns-de-penacho (Crax fasciolata), como se constroem as relações sociais e conjugais entre os mutuns desta espécie, e, sobretudo, como se dão os processos de cortejo e reprodução. O foco do trabalho foram os comportamentos sociais, agonísticos e de cortejo que se deram entre três indivíduos: um macho de vida livre, um macho de vida cativa e uma fêmea também de vida cativa. Foram realizadas 49h de observação distribuídas ao longo de 74 dias. Foi possível inferir que a dicotomia cativeiro-natureza propiciou tanto vantagens quanto desvantagens para o macho de vida livre na seleção sexual. Os comportamentos separados em categorias só puderam ser compreendidos de forma conjunta, além de que alguns desdobramentos não esperados ocorreram, como comportamentos ligados ao investimento parental desigual, indicando uma possível influência do cativeiro sobre as funções parentais. Estes resultados contribuem para a compreensão de como a espécie Crax fasciolata interage com pressões antrópicas díspares aos seus ambientes nativos, viabilizando um melhor manejo em cativeiro e conservação da espécie em ambiente natural

# Introdução

A família Cracidae, pertencente à ordem Galiforme, inclui 56 espécies de aves de médio e grande porte. De forma geral, os cracídeos são importantes dispersores de sementes, tendo um importante papel na manutenção das florestas (Winkler, 2020). Dentro do grupo, as aves conhecidas popularmente como mutuns são encontradas apenas na região Neotropical, da América do Sul ao México. Atualmente são conhecidas 16 espécies de mutuns, sendo uma destas já extinta na natureza e as demais têm tido uma diminuição em suas populações devido à caça predatória, o desmatamento e a fragmentação de seus habitats. Assim, 75% das espécies de mutuns, atualmente, são consideradas ameaçadas ou em perigo (Gomes, 2018).

A *Crax fasciolata*, assim como as demais aves da família, sofrem com a destruição de seus habitats. Atualmente, a espécie é classificada como "Vulnerável" pela IUCN e de "alta prioridade de conservação" (Senič, 2023). Presente do centro-leste ao sul do Brasil, Paraguai, Argentina e

leste da Bolívia (Cintra, 1990), a espécie é caracterizada por indivíduos de grande porte, com dimorfismo sexual e que tem em sua dieta frutos, sementes e pequenos animais. De dimorfismo sexual bem definido - assim como nas demais espécies da família -, as fêmeas de *Crax fasciolata* apresentam plumagem preta e branca listrada, com peito e crisso cor de canela, enquanto os machos são pretos com crisso branco, sendo o penacho característico presente em ambos.

No caso do presente estudo, os indivíduos observados estavam completamente fora de seus habitats naturais. Sendo que a fêmea - Capitu - e um dos machos - Bentinho - se encontravam em cativeiros. Enquanto o outro macho, chamado de Gilbertinho, que, apesar de ser de vida livre, esteve sob forte influência antrópica ao viver dentro do PESC (Parque Ecológico de São Carlos). Dessa forma, os padrões comportamentais registrados na bibliografía sobre *Crax fasciolata* poderiam ser ou não observados durante a execução desse estudo.

Este trabalho propôs-se a investigar aspectos ainda pouco estudados da reprodução do *Crax fasciolata*, a fim de melhor compreender as dinâmicas de manutenção de sociedades nesta espécie. Dentre os aspectos envolvidos na reprodução, enfatizamos os comportamentos de cortejo, sociais e agonísticos, com enfoque na seleção sexual, processo pelo qual ocorre a seleção natural numa disputa intraespecífica por parceiros sexuais, com o propósito de deixar descendentes (Alcock, 2011).

Neste contexto, hipotetizamos que o comportamento de cortejo ocorra por parte dos dois machos, exercendo em algum nível uma relação competitiva entre si pela atenção da fêmea. O estudo propôs-se também a observar as diferenças nos comportamentos entre os machos, devido às condições divergentes em que se encontram: de cativeiro e de vida livre; bem como entre ambos com a fêmea, atentando à diferença na resposta dela ao cortejo de ambos.

Esse tipo de investigação é fundamental para as atividades necessárias à manutenção da espécie na natureza, pois esta encontra-se amplamente ameaçada e pouco se sabe sobre suas dinâmicas sociais e reprodutivas (Senič, 2023). Tomar conhecimento dos comportamentos reprodutivos e a ecologia da espécie se mostra de grande importância, levando em consideração a

vulnerabilidade, aliado às possibilidades de ação *ex-situ* para a reversão desse cenário.

# Materiais e métodos

O local escolhido foi o PESC (Parque Ecológico de São Carlos), já que estão lá mantidos em cativeiro indivíduos da espécie estudada, contando também com a aparição de espécimes de vida livre. O recinto dos Mutuns-de-penacho cativos possui como ambientação um lago com fonte para a ciclagem da água, galhos para empoleirar, ninho artificial fundo (Figura 14), biombo de bambu como uma barreira visual aos visitantes e ao vento e uma carente arborização para barreira visual, que deveria impedir comportamentos agonísticos com outras aves do gênero *Crax* em torno do recinto o qual pode ser visto na Figura 1.



Figura 1. Recinto dos Mutuns-de-penacho cativos do PESC.

Para a coleta de dados, o método de amostragem escolhido é descrito enquanto "Focal sampling" (Martin and Bateson, 1993), na qual o observador foca os registros nos comportamentos de cada indivíduo em um tempo determinado, ideal em casos nos quais a observação do objeto de estudo é frequente, os indivíduos são distinguíveis e em número pequeno.

Quanto aos métodos de registro, todos os comportamentos foram registrados no intervalo de tempo da observação, seguindo o padrão "All-Occurrence", no mesmo sentido, a marcação dos comportamentos foi feita de forma sequenciada, em intervalos de no mínimo uma hora, pois, bem como descrito por (Altmann, 1974), o

intervalo de observação varia de acordo com o objeto de estudo e sua respectiva expressão comportamental. Se tratando de aves, uma amostragem de uma hora provê dados suficientes e relevantes.

Dos materiais utilizados na pesquisa, consta o etograma (Tabela 1) elaborado a partir de descrições de comportamento de galiformes, e comportamentos observados em sessões teste de observação. Neste, os comportamentos estão nomeados e organizados em categorias. O "Tilt" de cabeça é um movimento de cabeça que pode ser vertical (sim) ou horizontal (não). Foi possível registrar o comportamento de forma instantânea e sequencial, bem como aferir a frequência dos comportamentos e a direção (partindo de um indivíduo para outro). Estes dados foram coletados através do *Zoo Monitor* (zoomonitor.org), uma ferramenta de coleta de dados comportamentais, facilitadora do processo observacional.

Considerando que os indivíduos da espécie Crax fasciolata do PESC se encontravam em período reprodutivo, o enfoque do estudo foi a seleção sexual (Alcock, 2011). Algumas alterações foram realizadas na categoria e na escolha dos comportamentos para as Análises em Rede e na construção de gráficos. Comportamentos de Movimentação, Manutenção e Forrageamento foram desconsiderados de praxe, pois não serviam ao propósito do trabalho - com exceção do comportamento "Empoleirado". Devido inconclusão da vocalização aguda, em decorrência da ausência de determinação de foco (Alvo), este comportamento não pôde ser utilizado para a análise. Em suma, os comportamentos utilizados para análise, conjuntamente de suas categorias, foram marcados com o asterisco na Tabela 1.

Para relacionar os comportamentos sociais entre os espécimes de *Crax fasciolata* - "Gilbertinho" (Macho de vida livre), "Bentinho" (Macho cativo) e "Capitu" (Fêmea cativa) - foi utilizada a Análise de Redes Sociais. Embora existam limitações evidentes, pois o modelo estruturado neste projeto ocorreu em um determinado espaço de tempo, com inferências de que esses comportamentos ocorrem regularmente (Wey, 2008).

O cenário ideal seria comparar redes sociais em áreas com distúrbios e áreas sem distúrbios, para um maior esclarecimento das relações estruturadas entre os espécimes, as quais podem ter graves alterações de fitness - o que não pode ser feito pois todos os animais focais deste projeto são domesticados. No entanto, ignoramos essas problemáticas que a Análise de Rede impõe,

assumindo que esses relacionamentos são relativamente estáveis com o tempo (Wey, 2008).

Tabela 1. Etograma de <i>Crax fasciolata</i>			
Categoria	Comportamento		
	Parado (descanso)		
	Parado alerta		
	Caminhando		
Movimentação	Voo curto		
	Empoleirado*		
	Fuga		
	Display de asas		
	Excretando		
	Manutenção de bico		
	Manutenção de penas (própria)		
Manutenção	Comendo		
	Beber água		
	Восејо		
F	Forrageando (bico)		
Forrageamento	Forrageando (patas		
	Manutenção de penas (alheia)		
	"Tilt" de cabeça (sim)*		
	"Tilt" de cabeça (não)*		
Social	Erguer penacho*		
	Vocalização aguda		
	Entrega de comida		
	Entrega de item à outro		
	Vocalização grave contínua		
Cortejo	Vocalização grave espaçada		
Agonística	Bater de asas		
Agonístico	Agressão (bico)		

# Agressão (patas)

As Redes de interações (Figura 5 à 7) foram construídas pelo programa *Cytoscape*, onde os *nodes* são os indivíduos e os *edges* são as linhas. Dessa forma, foi possível estabelecer relações retroativas entre cada indivíduo, ao menos quando todos os indivíduos exerciam os comportamentos entre todos, como é o caso da Rede de interações de Comportamentos sociais (Figura 2), o que não ocorreu nas outras redes, como é o caso dos comportamentos de cortejo - afinal o cortejo é um comportamento de machos, não de fêmeas.

Em síntese, no modelo utilizado, os nós representam entidades sociais (os três espécimes de *Crax fasciolata*) e as ligações representam os relacionamentos e suas orientações. As ligações foram binárias - representando a presença ou ausência de um comportamento social, e também ponderadas - refletindo as diferenças quantitativas nos comportamentos entre todos os indivíduos (Wey, 2008).

Os dados das Redes de interações e maioria dos gráficos (Figura 2 à Figura 7) foram divididos entre antes e depois do ataque a Gilbertinho, que ocorreu no 30º dia corrido de observação. Os gráficos em dias corridos (Figura 8, 9 11 e 16) foram construídos a fim de identificar episódios de competição intersexual/intrassexual, cortejo e investimento parental, respectivamente.

O programa utilizado para a realização das análises estatísticas - dados representados nas figuras 2 à 4 - foi o *SigmaPlot*, onde os gráficos construídos representam quantitativamente a ocorrência dos comportamentos entre os três indivíduos listados no etograma.

As Figuras 8, 9, 11 e 16 foram realizadas pelo *Google Sheets*.

## Resultados

A observação durou 49 horas em 74 dias seguidos, do dia 10/11/23 até 23/01/24. Episódios importantes foram selecionados para analisar seus efeitos sobre o comportamento dos Mutuns-de-penacho. Essas informações podem ser visualizadas logo abaixo:

Tabela 2. Datas e dias corridos de observação. Episódios importantes estão sinalizados na tabela.

Data	Dia corrido
10/11/23	0°
23/11/23	13°

24/11/23	14°
25/11/23	15°
26/11/23	16°
29/11/23	19°
01/12/23	21°
10/12/23	30° (Ataque)
14/12/23	34° (Cópula)
15/12/23	35°
16/12/23	36°
17/12/23	37º (Retirada de bambus do poleiro)
20/12/23	40° (Retirada de bambus do poleiro)
21/12/23	41° (Introdução de galhos)
12/01/24	63°
18/01/24	69°
19/01/24	70°
21/01/24	72°
23/01/24	74°

Os gráficos construídos permitiram isolar os comportamentos selecionados para análise em dois momentos: antes do ataque e após o ataque ao Gilbertinho. A Figura 2 permite isolar os comportamentos sociais e destaca alguns detalhes importantes. Os comportamentos com maiores de discrepância valores nas relações Bentinho-Gilbertinho e Gilbertinho-Bentinho, anteriores e posteriores ao ataque, foram o "Tilt de cabeça (+)" e "Erguer penacho". Enquanto o comportamento com discrepância mais visível entre Bentinho-Capitu, anteriores e posteriores ao ataque à Gilbertinho, foi o "Tilt de cabeça (-)". Em suma, todos comportamentos sociais relacionados à comunicação. O gráfico de comportamentos agonísticos (Figura 3) denota que o comportamento agonístico majoritário na relação entre Bentinho e Capitu foi o "Bater de asas", enquanto na relação entre Gilbertinho e Bentinho foi o "Agressão (bico)", com uma alta frequência após o ataque.

A pesquisa realizada demonstrou que, de fato, ocorreu uma discrepância entre o macho cativo -Bentinho - e o de vida livre - Gilbertinho. Atribuímos à experiência do Gilbertinho a sua maior capacidade de produzir comportamentos de cortejo (Figura 4) antes de seu ataque. Afinal, o mesmo já teve uma parceira sexual - a qual desapareceu do PESC, de acordo com os funcionários do local. Essa diferença entre Bentinho e Gilbertinho provocou constantes eventos de competição, que continuaram mesmo após o ataque à este (Figura 3), o que também era esperado embora existam diferencas relacionadas à dicotomia cativeiro-natureza, como a diminuição das vocalizações graves contínuas de Gilbertinho, conjuntamente da diminuição de vocalizações graves espaçadas de Bentinho e o aumento de graves deste. No entanto, dois eventos importantes não ficam evidentes na Figura 3 que é a competição intersexual que ocorreu entre Bentinho e Gilbertinho (Figura 8).

Os comportamentos sociais - sendo os selecionados apenas de comunicação, como já exposto anteriormente - só puderam ser compreendidos dentro de um contexto. A alta frequência de comportamentos sociais envolvendo Bentinho e Gilbertinho possuem uma relação direta com o incômodo da presença de um com outro, o que não pode confundido com comportamentos ser agonísticos, os quais só foram se intensificando entre ambos após o ataque ao Gilbertinho (Figuras 3 e 6), sendo possível inferir uma relação direta com o aumento da frequência de comportamentos sociais entre Bentinho e Gilbertinho após o ataque (Figuras 2 e 5). Ademais, a partir da Rede de interações expressa na Figura 5, é possível estabelecer uma relação entre o desenvolvimento da relação Bentinho-Capitu como parceiros sociais e o sucesso de Bentinho em conquistar Capitu. Embora seja notória a continuidade de comportamentos agonísticos entre Bentinho e Capitu mesmo após o ataque à Gilbertinho (Figura 6).

A Rede de interações de comportamentos sociais (Figura 5) evidencia que os mesmos já existiam com frequência do Bentinho para o Gilbertinho, aumentando após o ataque que este sofreu - além do aumento da frequência de comportamentos sociais deste para o Bentinho.

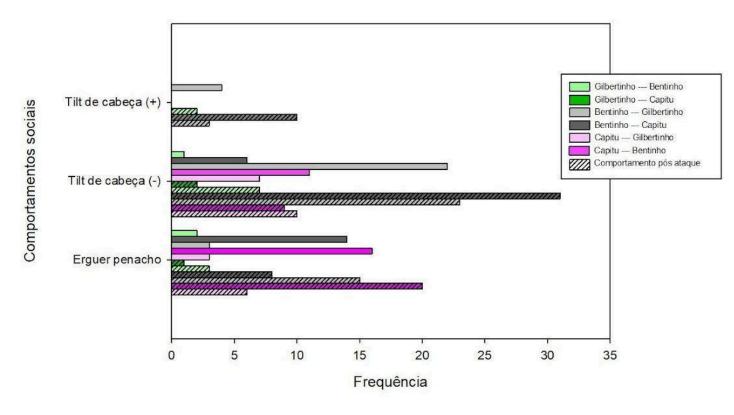


Figura 2. Frequência de comportamentos sociais.

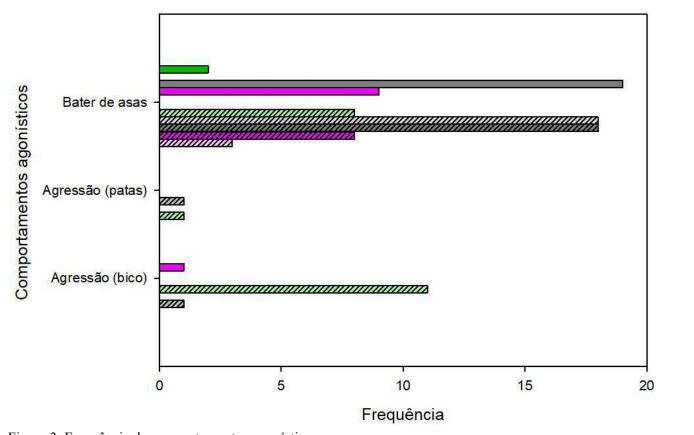


Figura 3. Frequência de comportamentos agonísticos.

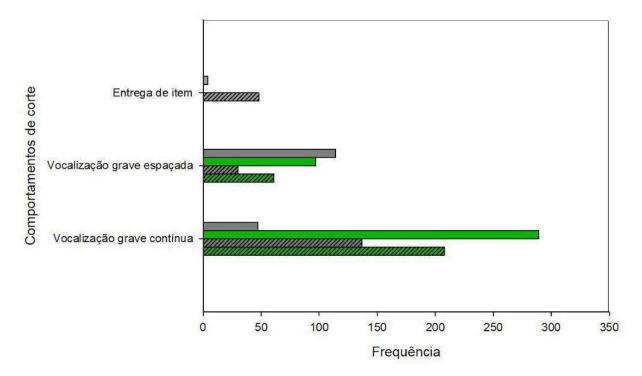


Figura 4. Frequência de comportamentos de cortejo. No entanto, o dado mais evidente é o aumento díspar dos comportamentos sociais de Bentinho em relação à Capitu, conjuntamente do comportamento de cortejo (Figura 4) "Entrega de item", o qual pode ser observado em dias corridos na Figura 11.

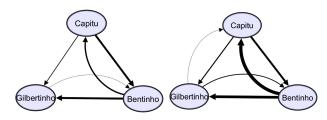


Figura 5. Rede de interações de comportamentos sociais antes (esq.) e após (dir.) o ataque a Gilbertinho. A espessura da linha indica a frequência da categoria do comportamento, e a direção indica, respectivamente, *Fonte* e *Alvo*.

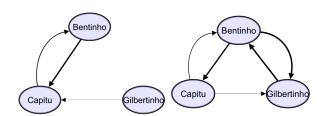


Figura 6. Rede de interações de comportamentos agonísticos antes (esq.) e após (dir.) o ataque a Gilbertinho. A espessura da linha indica a

frequência da categoria do comportamento, e a direção indica, respectivamente, *Fonte* e *Alvo*.

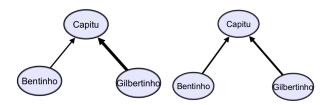


Figura 7. Rede de interações de comportamentos de cortejo antes (esq.) e após (dir.) o ataque a Gilbertinho. A espessura da linha indica a frequência da categoria do comportamento, e a direção indica, respectivamente, *Fonte* e *Alvo*.

A Figura 8 demonstra a ocorrência mais frequente de competição intersexual nos primeiros dias. Enquanto a Figura 9 evidencia a ocorrência de competição intrassexual nos últimos dias, logo após o ataque a Gilbertinho (no 30° dia) e a cópula entre Bentinho e Capitu (no 34° dia), podendo ser visualizado na Figura 12.

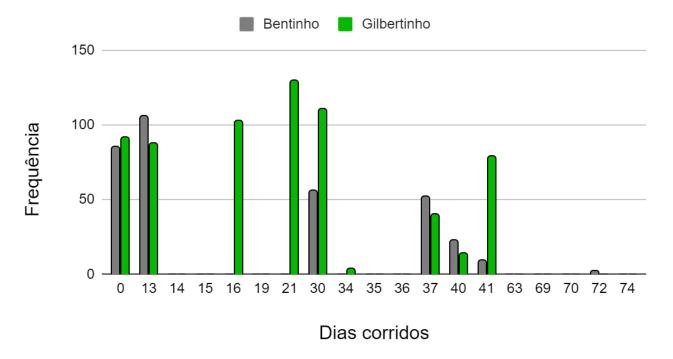


Figura 8. Vocalizações graves em dias corridos. Encontram-se somados os comportamentos "Vocalização grave espaçada" e "Vocalização grave contínua".



Figura 9. Agressões entre Bentinho e Gilbertinho em dias corridos.

A figura 10 permite estabelecer uma relação direta entre o comportamento "Entrega de item" e a cópula que ocorreu no 34º dia, evento que pode ser observado na Figura 13.

Outros eventos importantes que ocorreram durante as observações, mas não envolveram comportamentos pré-estabelecidos no etograma, carecem de citação. Alguns dias após a cópula - no 37º dia -, Bentinho retirou quatro bambus de seu poleiro - o que durou até o 40º dia (Figura 13) -, com a provável finalidade de nidação para a oviposição de Capitu, sendo possível inferir investimento parental. Com permissão do professor orientador Hugo Sarmento e dos funcionários do

PESC, galhos foram colocados no recinto para que Bentinho pudesse embelezar seu ninho, que pode ser visto na Figura 14. O resultado disso foi a curiosidade de Bentinho, o qual retirou vários dos ramos colocados no poleiro (Figura 15), empoleirando-se várias vezes (Figura 16).

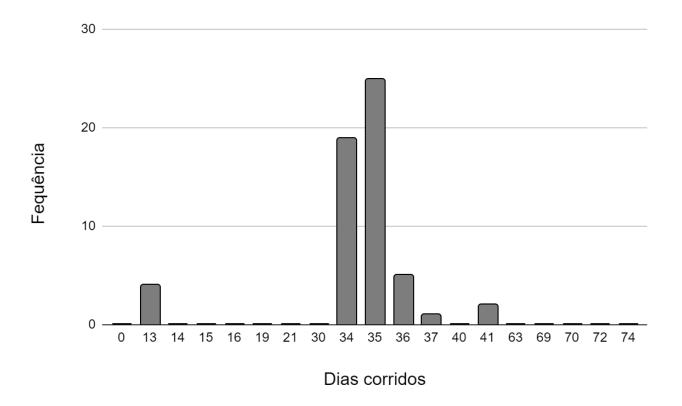


Figura 10. Comportamento "Entrega de item" em dias corridos.

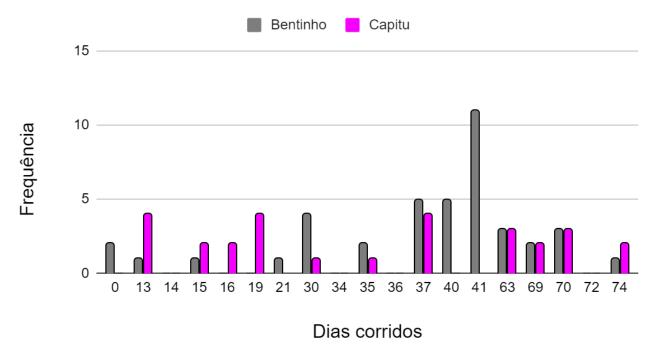


Figura 11. Frequência do comportamento "Empoleirado" em dias corridos. As cores não possuem relação com a legenda da Figura 2, pois este comportamento não possui *Alvo*.



Figura 12. Comportamento "Agressão (bico)" entre Gilbertinho e Bentinho no 41° dia.



Figura 13. Entrega de item de Bentinho à Capitu no 35° dia - um dia após a cópula.



Figura 14. Bentinho retirando bambus de seu poleiro no 40º dia.



Figura 15. Ninho com ramos de flores colocados pelos participantes Augusto Bauab e Daniel Lima no 41º dia.

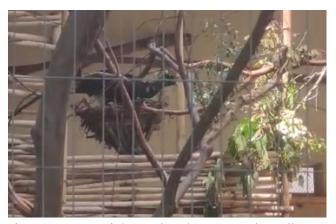


Figura 16. Bentinho retirando ramos de galhos colocados próximos ao poleiro no 41º dia.

# Imprevistos da pesquisa

Durante os dias corridos de observação pelo Zoo Monitor ocorreram erros envolvendo a ausência de Alvo comportamental e imprecisão de dados. Alguns comportamentos e dados teriam sido importantes para a realização da Rede de interações de comportamentos sociais (Figura 5), como a "Vocalização aguda" - a qual possibilitaria determinar o desenvolvimento dos vínculos sociais pré e pós ataque, pois era um comportamento bem recorrente que se intensificou nos últimos dias. importantes Outros dados são alguns comportamentos sociais que foram direcionados a outros alvos, como os visitantes e o Mutum-cavalo (Pauxi tuberosa). Embora tais alvos tenham sido anotados, diferente dos dois anteriores citados, não foram acumulados dados o suficiente para estabelecer padrões que permitam inferir quais correlações eram, na verdade, causalidade.

#### Discussão

#### Dicotomia cativeiro-natureza

A pesquisa demonstrou que existe uma diferença comportamental entre o espécime de vida livre -Gilbertinho - e o de vida cativa - Bentinho. Isso se torna majoritariamente evidente pela discrepância nas frequências entre os comportamentos de vocalização grave contínua e espaçada (Figura 4) entre Bentinho e Gilbertinho, antes do ataque. É possível inferir que, devido ao fato de Gilbertinho ter nascido fora de cativeiro, possui melhor comportamentos desempenho em como frequência de vocalizações graves contínuas, bem com uma maior intensidade de vocalizações, quando comparado a Bentinho.

Outro ponto notável na pesquisa mediante a dicotomia cativeiro-natureza foi a exposição maior a predadores em que Gilbertinho se situava. Embora sua vida como indivíduo livre tenha lhe proporcionado uma vantagem selecão na intersexual no início da pesquisa, a mesma liberdade o levou a ser atacado - evento que acabou influenciar a preferência da Capitu pelo Bentinho. Foi possível inferir, a partir das observações, que o ataque levou Gilbertinho a níveis altos de estresse, atrapalhando em suas vocalizações graves contínuas (Figura 4), cuja frequência diminuiu. Outra consequência foi o aumento da frequência de comportamentos agonísticos - o que pode possuir relação com o ataque, mas também com a seleção intrassexual (Figura 3 e 6), que será discutida a seguir.

Embora os resultados evidenciem uma perda de interesse de Capitu por Gilbertinho, não é possível dar conclusões certeiras a respeito disso, visto que a grade era e continua sendo um empecilho para a relação entre ambos, a ocorrência de composições de dois machos e uma fêmea (Senič, 2023) evidenciado na literatura ainda não estabelece nada conclusivo.

## Competição intersexual e intrassexual

Como esperado, foi possível identificar os dois modelos de competição por seleção sexual: a intrassexual - male-male competition - e a intersexual - male-female competition (Krebs, 2012). Apesar de os termos serem confusos, pois este último pode levar a inferir que a competição é entre o macho e a fêmea, tais definições dizem respeito ao alvo comportamental do macho. Sendo assim, a intrassexual geralmente envolve contato físico, bélico - entre os próprios machos -, enquanto a intersexual envolve um comportamento de cortejo do macho em direção à fêmea (Krebs, 2012).

É possível estabelecer que a linhagem evolutiva do Crax fasciolata possuiu um processo de seleção sexual mais desenvolvido para a escolha da fêmea como também é referido o processo de competição intersexual. Afinal, os Mutum-de-penachos não possuem muitos artefatos corporais de caráter bélico, enquanto todos os seus caracteres que promovem o dimorfismo tanto corporal - a coloração e a forma do penacho -, quanto comportamental - as vocalizações graves -, caracterizam a espécie com ornamentos charmosos. Para conquistar Capitu, os cortejos foram inicialmente exagerados, com episódios notáveis de competição interssexual no 0° e 13° dias (Figura 8). A vitória certa de Gilbertinho, devido à sua maior capacidade de executar vocalizações graves contínuas (Figura 4), enquanto Bentinho produzia mais vocalizações graves espaçadas, levou a uma certa desistência deste último (Figura 8), como pôde ser observado do 14º ao 21º dia. Porém, o episódio do ataque a Gilbertinho no 30º dia mudou o rumo deste triângulo amoroso. Como já dito anteriormente, este evento gerou mudanças drásticas no comportamento de Gilbertinho - e na sua aparência, pois o mesmo perdeu algumas rectrizes - as penas da cauda. Quando Capitu copula com Bentinho no 34º dia, Gilbertinho desaparece até o 37º dia, no qual perde a competição intersexual para Bentinho, que por sua vez passou a exibir maiores vocalizações graves contínuas (Figura 4) em relação ao período anterior ao ataque que seu rival sofreu.

A derrota leva Gilbertinho à competição intrassexual, apresentando um episódio de alta agressividade no 41° dia de observação, agredindo Bentinho através das grades com seu bico e patas (Figuras 9 e 10).

# A escolha por Bentinho

Em relação aos dados pré-ataque do Gilbertinho, a partir das Figuras 2 e 4, respectivamente, é possível estabelecer uma relação direta entre a inicial preferência de Capitu por Gilbertinho, devido às suas vocalizações graves contínuas e o desprezo da mesma em relação a Bentinho - evidente na baixa interação social entre ambos, mesmo coexistindo no mesmo recinto. O papel da female choice - a da fêmea neste estudo escolha preponderantemente maior, sendo necessário se ater a qual hipótese corresponde ao porquê de sua escolha posterior ser Bentinho.

A hipótese dos "bons genes" propõe que caracteres extravagantes refletem uma base genética que confere uma maior capacidade ao macho para sobreviver, angariar recursos e se reproduzir

(Buchholz, 1991). Esta interpretação não se encaixa muito neste estudo, devido ao fato de que houveram outras nuances que interferiram na escolha da fêmea, que não se restringem ao cortejo pela vocalização grave. Ademais, isso obscurece a dicotomia cativeiro-natureza, a qual deve realmente ter exercido uma influência nas escolhas da fêmea. Seria até possível propor que, se a hipótese de Fisher estiver correta, neste caso, ambos possuíam "bons genes", pois seus distintos destinos se deram por fatores do entorno em questão.

É possível, no entanto, conceber a atração da fêmea pela vocalização grave como um resquício evolutivo que já possuiu relação com uma base hereditária de outros caracteres, como exposto na hipótese dos "bons genes". Essa segunda hipótese, também colocada por Fisher, propõe que a razão adaptativa da escolha pelo caráter extravagante pode ter se perdido num processo de seleção runaway (Alcock, 2011). Nesta, a generalização do caráter extravagante, conjuntamente da correlação genética entre o caráter do macho e a preferência da fêmea, se alastrou, levando a um exagero do caráter em questão - no caso a vocalização grave -, na qual a fêmea passou a preferir o macho extravagante porque seus filhos teriam o caráter extravagante (Buchholz, 1991). Nesta segunda hipótese, portanto, a capacidade de sobreviver e angariar recursos não exerce influência, sendo necessário desconsiderá-la. Ambas hipóteses são insuficientes para explicar como outros comportamentos e eventos influenciaram na decisão da fêmea. Alguns dos fatores notórios a se conceber como influentes são:

- O ataque, conjuntamente da perda de rectrizes de Gilbertinho;
- A diminuição de vocalizações graves (Figura 8);
- O estresse de Gilbertinho (Figura 6, 9 e 10);
- O aumento de vocalizações graves contínuas de Bentinho (Figura 4);
- O comportamento "Entrega de item" de Bentinho (Figura 11 e 12);

Percebe-se, portanto, o quão inconclusiva a pesquisa se torna se tais hipóteses são consideradas. O mais provável é que Capitu, de alguma forma, tenha percebido essas nuances a partir do estresse de Gilbertinho, e resignou-se a aceitar Bentinho. O que, como já exposto nos Resultados, não muda o fato de que os comportamentos agonísticos - especificamente o "Bater de asas" - continuou

ocorrendo entre Bentinho e Capitu mesmo após a cópula.

Quanto ao penacho, não é possível estabelecer uma relação direta de cortejo, cabendo a este a função de comunicação em várias situações distintas (Figura 2). Porém, o desenvolvimento da comunicação entre Bentinho e Capitu pode ter sido tanto a causa como um efeito de seu desenvolvimento como parceiros sociais, pois como mostra a Rede de interações (Figura 5), eles se tornaram bem mais comunicativos após o ataque à Gilbertinho.

Em suma, a partir da pesquisa, é possível concluir que Capitu preferiu o macho mais apto à condição paterna, que no caso foi Bentinho.

# Investimento parental

A maioria dos cracídeos são monogâmicos, os quais o macho e fêmea constroem o ninho (Castillo-Figueroa *et al*, 2020), porém não foi o ocorrido na pesquisa. A doação de itens como uma forma de demonstração de angariar recursos iniciou-se logo após a cópula (Figura 11), cujo comportamento pode ser observado na Figura 12. Este comportamento, extremamente unilateral Bentinho-Capitu, evidencia um desbalanço nas estratégias reprodutivas de Bentinho e Capitu. Enquanto a fêmea escolhe, Bentinho passa a assumir a função parental, cabendo à fêmea somente o papel de incubação - o que de fato é generalizado em *Crax fasciolata* (Senič, 2022).

A retirada de bambus do poleiro por Bentinho no 37º e 40º dia (Figura 13) também evidencia seu ímpeto para a construção e embelezamento do ninho para Capitu fazer a oviposição. Sendo um macho nascido em cativeiro, o mesmo não soube realizar a tarefa, cabendo aos participantes da pesquisa fazer por ele (Figura 14).

Com comportamentos discrepantes daqueles encontrados em habitat natural, é possível especular sobre o efeito da ausência de predadores nos comportamentos reprodutivos de Bentinho e Capitu. Não existindo predadores, a seleção sobre a reprodução se intensificou, diminuindo a seleção sobre a sobrevivência, e proporcionando uma dicotomia maior nas funções do macho e da fêmea, após a escolha desta. Isso pode ser confirmado pela maior atenção que Bentinho - o macho - deu ao intensificando seu comportamento ninho. "Empoleirado" após a introdução de galhos (Figura 16). O investimento parental desigual (Mayr, 2005) observado poderia ser resultado dessa segurança da sobrevivência promovida pelo cativeiro.

# Agradecimentos

O grupo realizador deste trabalho agradece, primeiramente, ao professor Hugo Sarmento pela proposta e formato de atividade, que permitiram o desenvolvimento de um fragmento de pesquisa extremamente interessante devido aos eventos nele observados, bem como pelo apoio metodológico, procedimental e teórico fornecido como base para todas as etapas do projeto. A escolha do objeto de estudo do trabalho, em toda sua complexidade e abrangência, decorreu da percepção aguçada de Augusto Bauab, membro participante do grupo e estagiário do PESC, que percebeu o grande potencial de um estudo etológico entre os Mutum-de-penachos lá presentes. O grupo é grato também à equipe do PESC, que permitiu a realização da pesquisa e colaborou de forma solícita quando necessário para a realização do trabalho. Por fim, gostaríamos de agradecer o nosso membro Leo que, apesar de seu desligamento da matéria, manteve-se engajado no trabalho, realizando observações e participando das discussões de forma ativa e construtiva. O trabalho em equipe, quando bem feito, é sua própria recompensa, e, quanto a isso, temos uns aos outros para agradecer.

#### Referências

- Alcock, John. Comportamento animal: uma abordagem evolutiva. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- Altmann, Jeanne. Observational study of behavior: sampling methods. Behavior, v. 49, n. 3-4, p. 227-266, 1974.
- Buchholz, Richard. Older males have bigger knobs: correlates of ornamentation in two species of Curassow. The Auk, v. 108, n. 1, p. 153–160, 1991. Disponível em: <a href="https://academic.oup.com/auk/article/108/1/153/5172558?">https://academic.oup.com/auk/article/108/1/153/5172558?</a> login=false>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- Castillo-Figueroa, Dennis ; Sergio Andrés Collazos-González. Nest and egg description of the Andean Guan (Penelope montagnii, Cracidae). Ornithology Research, v. 28, n. 3, p. 168–173, 2020. Disponível em: <a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s43388-020-00018-x">https://link.springer.com/article/10.1007/s43388-020-00018-x</a>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- Cintra, R.; Yamashita, C. Habitats. Abundância e Ocorrência das Espécies de Aves do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. Pap. Avulsos Zool. 1990, 37, 1–21.
- Delacour, J.; Amadon, D. Curassows and Related Birds, 2nd ed.; Lynx Editions and National Museum of Natural History: Barcelona, Spain; New York, NY, USA, 2004.
- Desbiez, J.A.L.; Bernardo, S.S.C. Density estimates of the Bare-faced curassow (Crax fasciolata) in the Brazilian Pantanal. Ararajuba 2011, 19, 385–390.
- Gomes, A. P. N., Ornitano, L., Costa, R. T., Angeli, T., Morais,
  K. D. R., Olifiers, N., Bianchi, R. C. The importance of protected areas for conservation of bare-faced curassow (Crax fasciolata spix, 1825) (Galliformes: Cracidae) in the
  São Paulo State, Brazil. Biota Neotropica. 18(3):
  e20180524. Disponivel em < http://dx.doi.</li>

- org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0524>. Acesso em: 13 nov. 2023.
- Guan, Xiaohong; Rao, Xiaodong; Song, Gang; et al. The evolution of courtship displays in Galliformes. Avian Research, v. 13, p. 100008–100008, 2022. Disponível em: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2053716622000044">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2053716622000044</a>>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- IUCN Red List of Threatened Species: Crax fasciolata. IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <a href="https://www.iucnredlist.org/species/45092100/193978116">https://www.iucnredlist.org/species/45092100/193978116</a> >. Acesso em: 13 nov. 2023.
- Krebs, J. R.; Davies, N. B. & West, S. A. 2012. An Introduction to Behavioural Ecology. 4th ed. Wiley-Blackwell. Oxford, UK.
- Martin, Paul & Bateson, Patrick. (1994). Measuring Behavior: An Introductory Guide. The Journal of Animal Ecology. 63. 10.2307/5248.
- Mayr, Ernst. Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. Prefácio de Drauzio Varella; tradução de Marcelo Leite.
- Remeš, V.; Freckleton, R.P.; Tökölyi, J.; Liker, A.; Székely, T. The evolution of parental cooperation in birds. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2015, 112, 13603–13608.
- Senič, Martin; Schuchmann, Karl-Ludwig; BURS, Kathrin; et al. Activity Patterns, Sex Ratio, and Social Organization of the Bare-Faced Curassow (Crax fasciolata) in the Northern Pantanal, Brazil. Birds, v. 4, n. 1, p. 117–137, 2023. Disponível em: <a href="https://www.mdpi.com/2673-6004/4/1/10">https://www.mdpi.com/2673-6004/4/1/10</a>. Acesso em: 30 out. 2023.
- Senič, Martin; Schuchmann, Karl-Ludwig; MARINÊZ ISAAC MARQUES. Reproduction phenology of a high conservation priority cracid the Bare-faced Curassow (Crax fasciolata; Aves, Galliformes, Cracidae). Papéis Avulsos de Zoologia, v. 62, p. e202262031–e202262031, 2022. Disponível em: <a href="https://www.scielo.br/j/paz/a/RwVtLBPrSRh3gzL5HNWd6Gw/">https://www.scielo.br/j/paz/a/RwVtLBPrSRh3gzL5HNWd6Gw/</a>>. Acesso em: 30 out. 2023.
- Wey, Tina W; Blumstein, Daniel T; SUI, Weiwei; et al. Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality. Animal Behaviour, v. 75, n. 2, p. 333–344, 2008. Disponível em: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003347207004393">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003347207004393</a>. Acesso em: 30 out. 2023.
- Winkler, D.W.; Billerman, S.M.; Lovette, I.J. Guans, Chachalacas, and Curassows (Cracidae). In Birds of theWorld, 1st ed.; Billerman, S.M., Keeney, B.K., Rodewald, P.G., Schulenberg, T.S., Eds.; Cornell Lab of Ornithology: Ithaca, NY, USA, 2020.

# OS OPILIÕES PREFEREM COMER O QUE SE MOVE!

Alex Castro dos Santos Morais, Angie Deyanira Torres Bermeo & Leonardo Lourenço Leme

#### Resumo

O presente estudo buscou avaliar o comportamento de opiliões durante o forrageamento. Pensando que, em seu habitat natural, podem ser encontrados tanto alimentos vivos quanto alimentos mortos, foram oferecidos os dois tipos de alimento, sendo eles cupim e ração de peixe, respectivamente. Com a realização do experimento, observou-se uma tendência dos opiliões a preferirem o alimento vivo, porém, mais estudos precisam ser feitos com um número amostral maior, para que se obtenha um resultado mais conclusivo.

#### Introdução

Os Opiliões são o terceiro grupo mais diversificado de aracnídeos, depois dos ácaros e aranhas. Suas origens remontam a cerca de 400 milhões de anos. durante a era Paleozóica. Atualmente, são divididos em quatro subordens: Cyphophthalmi, Eupnoi, Dyspnoi e Laniatores (sendo o terceiro exclusivo do Hemisfério Norte). Caracterizam-se pela união cefalotórax ao abdômen, estreitamento ou pedicelo. Possuem apenas dois olhos e um par de glândulas odoríferas logo acima da inserção do segundo par de patas no corpo, auxiliando na defesa contra predadores pelo odor desagradável que liberam. Não possuem glândulas de veneno, tornando-os inofensivos. Apresentam reprodução direta e órgãos genitais diferenciados (pênis nos machos e ovipositor nas fêmeas), bem como diversos e variados dimorfismos sexuais. Algumas espécies exibem cuidado paternal com as crias. Às vezes, recorrem à tanatose como mecanismo de defesa (Pinto da Rocha & Giribet 2007).

Os opiliões ocorrem em todos os ambientes terrestres, exceto nas regiões polares. Entretanto, a maioria das espécies ocorre em regiões cobertas por florestas úmidas, onde a sua biomassa pode superar a das aranhas (Hillyard & Sankey, 1989). A Floresta Atlântica do sul e sudeste do Brasil parece apresentar a maior diversidade do mundo,

possuindo em algumas reservas 30-49 espécies (Pinto-daRocha, 1999). Entretanto, em formações mais secas, como o Cerrado e a Caatinga, a diversidade de opiliões é muito menor, devendo ocorrer menos de 10 espécies por localidade. Ao contrário das espécies que ocorrem em áreas úmidas, as espécies de regiões xéricas possuem uma distribuição geográfica mais ampla. A fauna de cavernas do Brasil possui pelo menos 26 espécies, incluindo 6 famílias (a grande maioria de Laniatores) somente quatro troglóbios (cavernícolas restritos) foram descritos até o presente momento (Pérez & Kury, 2002).

de baixa dispersão, Opiliões são animais significando que transitam pouco entre as áreas florestadas, e possuem uma alta sensibilidade a modificações ambientais, o que os torna muito propensos à extinção (Pinto-da-Rocha, 1999). Assim, pode-se dizer que são um dos maiores indicadores de áreas com impactos de ação antrópica, tendo escassez de espécies em locais fortemente antropizados (Kromp & Steinberger, 1992; Docherty & Leather, 1997). De acordo com Fleishman et al. (2002) e Summerville & Crist (2004), a qualidade ambiental parece ser mais significativa na conservação das espécies do que o tamanho do fragmento, como mostrado em ilhas fluviais do sul do Brasil onde a riqueza de Opiliones foi muito baixa (Gomes et al., 2021).

Este projeto tem como objetivo analisar o comportamento de predador dos artrópodes da ordem *Opiliones* (Opilião), buscando observar se o mesmo possui preferência por caçar suas presas vivas para se alimentar, ou se alimentar de alimentos mortos. Nossa hipótese é que os opiliones, por possuírem pedipalpos, preferem capturar presas vivas.

#### Materiais e métodos

Área de coleta

Uma parte da coleta foi realizada na Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Bosque de Pinus (21° 58' 58.3392" S; 47°52' 52" O), localizado na cidade de São Carlos, São Paulo. O bosque é parte do fragmento de composição da mata ciliar da pequena represa do rio monjolinho, onde predomina o plantio de Pinus com sub-bosque de vegetação nativa regenerante como *Dimorphandra mollis, Striphnodendrum adstringens, Cesalpinia peltophoroides, Copaifera langsdorfii*, entre outras (Dos Santos; Paese; Rodrigues Pires, 1998). O clima é uma transição entre os tipos Cwa-Aw, clima quente de inverno seco, para tropical com verão úmido e inverno seco, segundo a classificação de Köppen (Araujo, 2014).

A segunda parte da coleta foi realizada em uma horta do quintal de uma morador da cidade de Dourado, situada a 706 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 22° 6' 13" Sul, Longitude: 48° 18' 50" Oeste.

Amostragem

# Fase de campo

Dois métodos de amostragem foram utilizados para coleta de opiliões. No primeiro método, chamado aqui de "procura livre", a coleta foi realizada no período diurno, durante uma hora. Durante este período caminhou-se livremente por diversos locais, sem a demarcação de um transecto ou área, e somente opiliões foram capturados. Durante a vários microambientes procura, inspecionados, tais como a vegetação, pequenos buracos em árvores ou troncos caídos, fendas, interior de troncos ou árvores em decomposição e na serapilheira. As coletas realizadas com o método de procura livre foram conduzidas entre os dias 24 e 26 de janeiro de 2024, com uma equipe de 2 coletores. No total foram obtidas 8 amostras em diferentes áreas, totalizando um esforco amostral de 10 horas de coleta. As capturas foram realizadas seguindo a legislação ambiental, sempre com a conscientização de não capturar espécies que apresentem baixa abundância. Nesse sentido, também não capturamos opiliões e cupins em estágios iniciais de desenvolvimento..

#### Fase de laboratório

As amostras coletadas foram então levadas ao laboratório de macroinvertebrados do departamento Hidrobiologia da UFSCar (DHB), Laboratório de Entomologia Aquática (LEA), para posterior observação. Inicialmente, recriou-se o ambiente natural do opilião em pequenas caixas de isopor, utilizando solo da cidade como base e fechando a caixa com lâminas de vidro para permitir a interação dos invertebrados focais sem risco de fuga. Antes de iniciar o experimento, os opiliões foram aclimatados por 15 minutos e, em seguida, foram apresentadas ofertas de comida de cupim (ativa) e ração de peixe (passiva). A ração de peixe foi posicionada na mesma direção e à mesma distância do opilião que o cupim vivo. Para registrar os resultados, as 7 caixas foram observadas por 3 horas consecutivas, registrando a hora de início das observações, seguida da observação de se o opilião estava se alimentando de ração de peixe ou cupim, ou se estava apenas repouso ou em movimento.

#### Análise de dados

Os dados registrados, apresentaram: cada linha representa um indivíduo, indicando o número de opiliões amostrados. Em seguida, temos os tempos de ingestão de cupim e ração de peixe, indicando os minutos decorridos até que essas duas ofertas fossem escolhidas como alimento, conforme mostrado na Tabela 1. Os dados foram analisados utilizando gráficos de barras de erro no Excel para observar o tempo de ingestão em minutos entre as duas variáveis, cupim e ração de peixe. Além disso, foi calculada a média de cada variável, realizada uma análise de desvio padrão e, por fim, um teste t no R Studio para verificar se há diferença significativa entre as variáveis estudadas.

*Tabela 1*. registro do tempo em minutos que os opiliões levaram para consumir o alimento ofertado durante o experimento.

Indivíduo	Tempo Cupim (min)	Tempo Ração (min)
1	56	15
2	15	30
3	30	120
4	287	262
5	188	168
6	15	343
7	18	0

#### Resultados

Segundo a *Tabela 2*, a média do tempo que os opiliões levaram para consumir o cupim é de 87 minutos. Em relação à ração de peixe, os opiliões levaram, em média, 156,3 minutos para consumir o alimento passivo. Quanto ao desvio padrão, temos que o alimento ativo tem uma medida de 107,65, e a ração de peixe, de 129,15. Por fim, o Teste-T indica que o valor dessa medida estatística é 0,31, sugerindo que não há uma diferença significativa.

*Tabela 2.* medidas estatísticas analisadas das variáveis observadas em laboratório.

	Variáveis			
Análise de dados	Cupim	Ração		
Média	87	156.3		
Desvio Padrão	107.65 129.15			
Teste - T	0.31			

A seguir, no eixo X temos tipo de alimento, cupim e ração de peixe, e no eixo Y, o tempo de ingestão. Este gráfico de barras de erro representa a média dos 7 indivíduos observados.

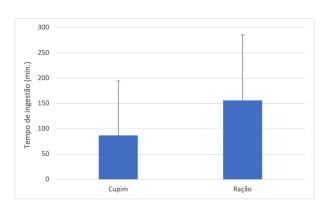


Figura 1. média de tempo de ingestão das variáveis de cupim e ração.

#### Discussão

O gráfico indica que os opiliões levam mais tempo para ingerir a ração de peixe, com uma média de 156,3 minutos, em comparação com o tempo de ingestão do cupim, que é, em média, 87 minutos.

O resultado do teste T não apresentou diferença significativa, com P = 0.3132, assim, as barras de erro no Gráfico 1 indicam que as variáveis analisadas precisam de um número amostral maior para que os resultados sejam mais confiáveis, devido ao ampla desvio padrão em ambos os casos, sendo 107,65 para o cupim e 129,15 para a ração de peixe, respectivamente.

No estudo de Erin C. Powell junto com outros autores (2021) *Diet, predators, and defensive behaviors of New Zealand harvestmen (Opiliones: Neopilionidae)* eles determinaram que, para capturar presas vivas, indivíduos de todos os neopilionídeos aqui estudados descansam sobre vegetação ou paredes rochosas à noite e usam uma estratégia de caça sentar e esperar, provavelmente contando com movimentos e/ou vibrações detectadas pelas pernas para reconhecer potenciais presas vivas.

À medida que os invertebrados passam, os indivíduos primeiro usam suas quelíceras para atacar e subjugar as presas. As quelíceras são então auxiliadas pelos pedipalpos na manipulação da presa e trazê-la até o aparelho bucal. Nossas observações de caça por neopilionídeos não cavernícolas espelharam as observações de *F. photophaga*, que também usou suas quelíceras para agarrar e subjugar presas de *Arachnocampa luminosa* (Richards 1960; Broadly 2012). Como

algumas espécies de Neopilionidae australianos descritas em Wolff et al. (2016), algumas espécies da Nova Zelândia apresentam cerdas plumosas nos pedipalpos. Em machos e fêmeas adultos de F. photophaga, os pedipalpos são cobertos por cerdas plumosas.

Como o tempo de ingestão dos cupins foi menor, é provável que os opiliões possuem apêndices sensoriais que detectam presas vivas, evidenciando, assim, sua preferência pelos cupins.

A partir dos dados obtidos, é possível concluir que o número amostral precisa ser maior para que o resultado se mostre mais confiável. Apesar disso, foi observada uma tendência dos opiliões a preferirem um alimento vivo e em movimento, sendo este, provavelmente, mais atrativo que um alimento morto

# Agradecimentos

Agradecemos ao Professor Dr. Hugo Sarmento, por nos proporcionar as condições e orientações para a realização do projeto.

Agradecemos à Professora Dra. Lívia Maria Fusari e a Jéssica Lopes Tagliatela Navari por nos orientarem no decorrer do projeto, bem como auxiliarem durante a fase experimental.

#### Referências

ADIS, J. et al. 4.4 Opiliones. [s.l: s.n.]. Disponível em: <a href="https://mndi.museunacional.ufrj.br/aracnologia/pdfliteratura/">https://mndi.museunacional.ufrj.br/aracnologia/pdfliteratura/</a> Amazonian%20Opiliones%202002.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2024.

PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. Harvestmen: The Biology of Opiliones. [s.l.] Harvard University Press, 2007.

HILLYARD, P. D.; SANKEY, J. H. P. Harvestmen. Disponível em:

<a href="https://mndi.museunacional.ufrj.br/aracnologia/pdfliteratura/">https://mndi.museunacional.ufrj.br/aracnologia/pdfliteratura/</a>
Hillyard%20&%20Sankey%201989%20British%20Opiliones.
pdf>.

FLEISHMAN, E. et al. Assessing the Roles of Patch Quality, Area, and Isolation in Predicting Metapopulation Dynamics. Conservation Biology, v. 16, n. 3, p. 706–716, 1 jun. 2002.

SUMMERVILLE, K. S.; CRIST, T. O. Contrasting effects of habitat quantity and quality on moth communities in fragmented landscapes. Ecography, v. 27, n. 1, p. 3–12, fev. 2004.

DE LIMA, D. R. et al. Efeito do tamanho do fragmento florestal sobre as comunidades de Opiliones (Arachnida) em diferentes fitofisionomias no centro sul do estado de Minas Gerais. Disponível em: <a href="https://periodicos.univille.br">https://periodicos.univille.br</a>. Acesso em: 31 jan, 2024.

ARAUJO, M. A. DE. A presença de Coffea arabica L. (Rubiaceae) em fragmento florestal: aspectos da história de vida e sua interação com a comunidade vegetal. repositorio.ufscar.br, v. 134, 11 mar. 2014.

DOS SANTOS, J. E.; PAESE, A.; RODRIGUES PIRES, J. S. UNIDADES DA PAISAAGEM: BIÓTOPOS DO Campus DA UFSCar. Disponível em: <a href="https://www.lapa.ufscar.br/livros/unidades-da-paisagem-biotopos-do-campus-da-ufscar">https://www.lapa.ufscar.br/livros/unidades-da-paisagem-biotopos-do-campus-da-ufscar</a>.

PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. Harvestmen: The Biology of Opiliones. [s.l.] Harvard University Press, 2007.

POWELL, E. C. et al. Diet, predators, and defensive behaviors of New Zealand harvestmen (Opiliones: Neopilionidae). The Journal of Arachnology, v. 49, n. 1, 11 maio 2021.

RICHARDS ALM. 1960. Observations on the New Zealand glow-worm Arachnocampa luminosa (Skuse) 1890. Transactions of the Royal Society of New Zealand 88:559–574.

WOLFF JO, SCH"ONHOFER AL, MARTENS J, WIJNHOVEN H, TAYLOR CK, GORB SN. 2016. The evolution of pedipalps and glandular hairs as predatory devices in harvestmen (Arachnida, Opiliones). Zoological Journal of the Linnean Society 177:558–601.

# PREFERÊNCIA ALIMENTAR E CRIPTOCARNIVORIA EM MACACOS-ARANHA (Ateles) EM CATIVEIRO

Eloisa Hummer, Mariana Tardio Depintor, Melissa Akemi Watanabe Amaral, Rafael Araújo de Lemos, Théo de Freitas Neto

**Tutor:** Hugo Sarmento

Resumo

Atelídeos em geral são animais frugívoros que realizam suplementação proteica através do consumo de larvas de insetos, uma vez que uma dieta composta apenas de frutos geraria um déficit proteico. Macacos-aranha (gênero Ateles) são grande porte, ecologicamente primatas especializados e de dieta predominantemente frugívora. Nos últimos anos, observações na literatura têm evidenciado a ocorrência de criptocarnivoria - o consumo preferencial de frutos infestados por larvas como fonte suplementar de proteína, já que frutas, apesar de sua alta densidade energética, tendem a ser alimentos de baixo teor proteico. No entanto, poucos estudos evidenciam este comportamento em cativeiro, onde a dieta é controlada e muitas vezes composta por itens alimentares que não estão presentes no ambiente natural. Este estudo verificou a escolha, frequência de visita e tempo de consumo, potencialmente relacionados à preferência alimentar pelo consumo de proteína de origem animal (tenébrios) em cativeiro usando Ateles chamek como modelo. Observamos uma preferência por não-infestados e uma tendência relativamente pequena, mas estatisticamente significativa, de maior tempo de interação com frutos infestados, o que indica comportamentos de limpeza e remoção dos tenébrios. Estes resultados mostram diferenças dietéticas nos itens alimentares ofertados em cativeiro (já suplementados com níveis adequados de proteína) em comparação com seus equivalentes naturais. Com vista à conservação destes primatas, consideramos importante a formulação de uma dieta semelhante à natural destes animais para que seu comportamento seja mantido.

# Introdução

A dieta frugívora dos macacos-aranha

Uma dieta frugívora é baseada em uma alimentação de frutos (polpa), folhas, flores e outras partes de plantas, porém é uma dieta pobre em proteínas. Assim, embora a polpa do fruto seja uma boa fonte energética, tal qual uma alimentação por outras partes vegetais, haveria um déficit protéico caso houvesse uma alimentação exclusivamente frugívora (González-Zamora *et al.*, 2009; dos Santos-Barnett *et al.*, 2022; Barnett *et al.*, 2023).

Em vista disso, é necessário adquirir os nutrientes essenciais de outras formas.

Primatas do gênero *Ateles*, que são predominantemente frugívoros, utilizam a estratégia de ingestão de folhas jovens ricas em proteínas e figos em sua dieta para uma melhor aquisição de proteínas. Todavia, uma vez que esses alimentos nem sempre estão disponíveis, uma alternativa de obtenção proteica é através da ingestão de frutos infestados por larvas de insetos (Barnett *et al.*, 2023; dos Santos-Barnett *et al.*, 2022).

Larvas normalmente apresentam composição de 60-80% de proteínas, sendo assim são uma fonte eficiente deste nutriente para frugívoros (Barnett *et al.*, 2017), ainda mais por ser um recurso abundante nestes insetos, exigindo um menor gasto de energia e menor tempo para aquisição de elementos essenciais (Barnett *et al.*, 2023). Ademais, o acesso desses nutrientes nas larvas de inseto também se torna mais eficiente pelos baixos níveis de esclerotização dos exoesqueletos das larvas, facilitando a digestão (Barnett *et al.*, 2023).

O macaco-aranha-de-cara-preta (Ateles chamek)

O gênero *Ateles* corresponde aos primatas carismáticos de grande porte conhecidos como coatás ou macacos-aranha (Morales-Jimenez; Disotell; Di Fiore, 2015). É composto por sete espécies reconhecidas, todas as quais são consideradas ameaçadas por avaliação da IUCN, com *A. chamek* em específico sendo considerado Ameaçada (EN) (IUCN; Ravetta; Buss; Mittermeier, 2021).

 $\mathbf{O}$ Ateles chamek, ou macaco-aranha-de-cara-preta, é uma espécie de macaco-aranha encontrada em regiões amazônicas do Brasil, Peru e Bolívia, com distribuição delimitada complexo de pelo rios Ucayali-Solimões-Amazonas no norte; pelos rios Tapajós e Teles-Pires ao leste; e por uma combinação do rio Ucayali, a serra Cordillera e o rio Madre de Dios no Parque Nacional Noel Kempff Mercado ao oeste e sul (Konstant e Rylands, 2013; Rabelo et al., 2014; Wallace et al., 1998). Assim como outros primatas do gênero Ateles, o A. chamek é um primata ecologicamente especializado, preferindo ocupar o alto dossel (acima de 30m de altura), onde se alimenta principalmente de frutos maduros (Campbell *et al.*, 2005; Takahashi, 2009), sendo único entre os Atelíneos por se alimentar de grandes quantidades de figos (gênero *Ficus*) ao longo de todo o ano (Felton *et al.*, 2008). Com isso, realiza papel de "engenheiro florestal", sendo um importante dispersor de sementes (Chaves *et al.*, 2011; Dew, 2008).

Os *A. chamek* apresentam organização social clássica de fusão-fissão, onde territórios são ocupados por bandos grandes de 20-30 indivíduos que, no entanto, não se encontram necessariamente todos juntos em qualquer momento (Van Roosmalen, 1985). Ao invés, estes indivíduos formam subgrupos de dois a nove indivíduos ou se locomovem sozinhos. Os subgrupos mantêm coesão se encontrando para dormir em poleiros ou árvores-refúgios compartilhados, e frequentemente trocam membros nesses momentos.

Devido à sua dieta e especificidade ecológica, todos os macacos-aranha utilizam áreas bem extensas para ocupação, sendo geralmente encontrados apenas em fragmentos com mais de 100 ha e frequentemente utilizando áreas de 250 ha ou mais por bando (Campbell et al., 2005). Possuem reposição populacional lenta - uma fêmea entra em idade reprodutiva apenas aos 4 ou 5 anos de idade, e o tempo entre cada gestação é de aproximadamente 3 anos. Em combinação, esses fazem com que a conservação dos macacos-aranha seja um desafio significativo, especialmente em um contexto de intensificação de desmatamento, expansão agrária e urbana, construção de rodovias e mudanças climáticas.

# Criptocarnivoria em Atelídeos

A criptocarnivoria, ou "carnivoria secreta" quando traduzida literalmente do termo em inglês covert carnivory (Ronchi-Teles et al., 2017), diz respeito a um comportamento alimentar de Atelídeos cujas dietas se baseiam em frutos. Deste modo, o conceito de carnivoria secreta emerge recentemente, a partir de estudos que sugerem a preferência alimentar de alguns primatas por alimentos infestados com larvas. Este comportamento pode vir a evidenciar um mecanismo que privilegie a ingestão dessas frutas infestadas por larvas para aumentar o consumo proteico na dieta e também por potencialmente representar uma vantagem mecânica para a alimentação uma vez que tais larvas furam os tecidos do alimento (Barnett et al., 2023), principalmente o pericarpo resistente das sementes, parte considerável da dieta (Ronchi-Teles et al.,

2017).

De modo geral as polpas de frutas são alimentos ricos em carboidratos e vitaminas mas geralmente são pouco proteicas, o que pode levar alguns primatas a um déficit de proteínas (Cristina et al., 2022). Além disso, a predação ativa de insetos não é considerada relevante e amplamente utilizada por Atelídeos, sendo mais comum em outros grupos de platirrinos, como Calitriquídeos ou Cebídeos (Ronchi-Teles et al., 2017).

# Tenébrios como fonte de proteína

As larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), possuem alto teor proteico e, assim, são potenciais fontes de proteínas (Finke, 2002; Ravzanaadii et al., 2012; Hong, Jinsu, et al., 2020). Além disso, sua manutenção é descomplicada em razão de ser uma animal versátil que se desenvolve em diferentes substratos de baixa qualidade (Lopez-Viso, et al., 2023) e que se reproduz rapidamente e em grande quantidade, uma vez que uma única fêmea é capaz de gerar em média 500 com o período larval durando por aproximadamente 3 a 8 meses - época em que é utilizado como alimento (Alves et al., 2016; Hong, Jinsu, et al., 2020). Devido a tais características são comumente utilizadas como alimentos para animais frugívoros mantidos em ambientes controlados, como cativeiros (Jones et al., 1972; Martin et al., 1976; Redford, 1994), sendo utilizada como complemento para suprir tal déficit. Ademais, este comportamento de suprir nutrientes através da ingestão de insetos pode ser encontrado também em primatas de vida livre que se alimentam de "frutos podres" (dos Santos-Barnett et al., 2022).

# Materiais e métodos

A coleta de dados foi realizada com três indivíduos de *Ateles chamek* em cativeiro no Parque Ecológico Dr. Antônio Teixeira Vianna, localizado no município de São Carlos, interior de São Paulo. O local está próximo a fragmentos de cerrado e conta com cerca de 72 hectares (Prefeitura de São Carlos, 2013).

A coleta consistiu de 14 visitas (Fig. 1), dias treinamento realizadas em sem comportamental com frutas dos indivíduos estudados, sempre em horários entre as 10h da manhã e 13h da tarde. Foram colocados dois potes de cores distintas adjacentes aos limites do recinto da espécie, cada um contendo seis pedaços de bananas (um fruto já utilizado como recompensa no trato comportamental destes indivíduos). Em um dos potes - o controle, azul- os pedaços de banana foram colocados sem alteração, enquanto no outro

pote - o *tratamento*, vermelho - foram inseridas uma larva de tenébrio por pedaço de banana. Em todos os dias, foi utilizado a mesma cor de pote e localização para o controle e para o tratamento.



Figura 1. Indivíduo pegando fruto do recipiente controle.

Com os potes posicionados, o comportamento de alimentação foi gravado com uma máquina fotográfica Canon PowerShot SX70 HS em um tripé. As gravações resultantes foram analisadas posteriormente para registro de dados de escolha inicial, escolha total, frequência de visita a cada pote, bem como o tempo de manipulação e consumo de cada fragmento de fruta.

Os dados resultantes foram analisados no software RStudio (Allaire, 2012) com as ferramentas do pacote rstatix (Kassambara, 2021), e no software PAST (Hammer, Harper, 2001).

#### Resultados

Dados de Escolha

Os dados de escolha inicial e total (Tab. 1) foram tabelados durante as observações e confirmados com os registros por vídeo. Além disso, foram tabelados o número de tenébrios consumidos por visita e somados ao fim do experimento, totalizando 7 tenébrios consumidos de 56 oferecidos.

Testes de Normalidade de Shapiro-Wilk para todas as colunas de dados mostraram que nenhuma segue distribuição normal (p<0.05 para todas as colunas). Por isso, foi utilizado como teste de hipótese o teste T de Wilcoxon. Em ambas as comparações, a hipótese nula é que os macacos-aranha não apresentam preferência significativa na escolha entre controle e tratamento e como hipótese alternativa que os macacos-aranha apresentam preferência pelo controle sobre o tratamento, ou seja, uma hipótese unidirecional, já

que em ambos os pares de escolha há maior preferência pelo controle.

Tabela 1. Índices de escolha inicial e total, e quantidade de tenébrios consumidos por visita. A medida de escolha inicial indica a primeira visita dos três indivíduos; a escolha total indica o total de visitas durante toda a observação.

Dia	Escolha Inicial		Escolha Total		Tenébrios Consumidos
	Cont.	Trat.	Cont.	Trat.	_
1	1	2	2	3	2
2	2	1	3	3	0
3	1	2	2	2	0
4	2	1	3	3	1
5	3	0	3	1	1
6	3	0	3	2	0
7	3	0	3	2	0
8	2	1	2	3	0
9	0	3	3	3	2
10	2	1	2	3	0
11	2	1	3	3	1
12	2	1	3	3	0
13	3	0	3	3	0
14	1	2	3	3	0
Total:	27	15	38	37	7

Foi comparada a escolha inicial entre controle e tratamento com um teste unidirecional para a esquerda. Como resultado, houve uma diferença estatisticamente significativa (W=146, p<0.05), indicando haver preferência pelo controle em detrimento do tratamento.

Por outro lado, uma comparação na escolha total entre controle e tratamento não resultou em diferença significativa (W = 100, p > 0.05), o que é consistente com as observações de que os macacos-aranha eventualmente consomem toda a fruta em ambos os potes.

# Frequência de Visita

Para contribuir com o teste, foram analisadas as frequências de visita aos potes, manipulação e de consumo das frutas. Através da ANOVA foi demonstrado que, estatisticamente, não

houve preferência de visita (F = 1.12, p>0.05). Logo, não houve preferência de visita pelos recipientes controle e tratamento, assim como não houve diferença significativa de quantidade de vezes em que os pedaços de fruta com e sem tenébrio foram manipulados e consumidos, corroborando para os resultados obtidos através da escolha dos indivíduos.

# Tempo de Interação

Os dados de tempo de manipulação e consumo (Fig. 2) foram analisados com testes de Shapiro-Wilk, demonstrando que todos os grupos amostrais possuem distribuição não-normal.

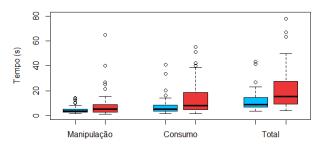


Figura 2. Tempos de interação com o alimento, por tratamento - em azul, controle sem tenébrio; em vermelho, frutos com tenébrio.

Devido a isso, foi utilizado como teste de hipótese a análise de variância *one-way* de Kruskal-Wallis. Os resultados indicaram diferença estatisticamente significativa para todas as variáveis, tanto tempo de manipulação dos frutos ( $\chi^2 = 6.732$ , gl = 1, p < 0.01) quanto de consumo ( $\chi^2 = 13.224$ , gl = 1, p < 0.0001) quanto tempo total ( $\chi^2 = 16.827$ , gl = 1, p < 0.0001).

Foi obtida também uma medida de diferença entre cada par controle-tratamento de tempos de consumo e manipulação (Fig. 3). Usando um teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi possível constatar que a distribuição resultante não segue a normal.

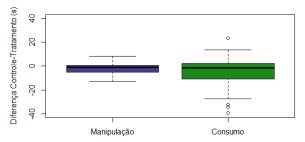


Figura 3. Medidas de diferença de tempo controle-tenébrio para manipulação e consumo.

Devido a isso, foi utilizado um teste T pareado de Wilcoxon unidirecional para testar se a medida de *consumo* ou de *manipulação* seria significativamente responsável pela discrepância observada, que indicou não haver diferença estatisticamente significativa (p > 0.05). Assim, apesar da maior amplitude nas diferenças de consumo, não é possível dizer que esta teve maior efeito que as medidas de manipulação.

#### Discussão

Apesar de o consumo seletivo de plantas infestadas ser um padrão aparentemente comum em Atelídeos (Dos Santos-Barnett *et al.*, 2022), isso não foi observado no presente estudo. Ao contrário, acreditamos que o comportamento observado seja uma forma de higiene ou limpeza de alimentos, algo muito menos abordado pela literatura.

Especificamente. foi observado pelos preferência acentuada alimentos não-infestados por tenébrios (observado na escolha inicial), e uma tendência a um maior tempo de manipulação (Fig. 4) e consumo dos frutos infestados, aparentemente com o objetivo de remover os tenébrios dos pedaços de alimento, o que é reforçado pelas baixas taxas de consumo de tenébrios - apenas 7 tenébrios consumidos, de um total de 56 ofertados ao longo do estudo, ou 12.5% (Tab. 1).



Figura 4. Indivíduo manipulando pedaço de fruto.

É possível apontar algumas explicações possíveis com base no contexto biológico da espécie escolhida e do desenho experimental. Primeiramente, o próprio fato de os animais utilizados estarem em cativeiro, com hábitos alimentares artificialmente controlados - recebendo rações nutricionalmente completas suplementadas por frutos para enriquecimento - pode ser um fator significativo.

Em específico, figos (gênero *Ficus*) são uma parte extremamente significativa da dieta de *Ateles chamek* em ambiente natural, com sua busca

compondo até 18% das horas de atividade diárias dessa espécie (Felton *et al.*, 2008), mas de modo que não foi representado na dieta oferecida a estes animais. Frutos de *Ficus* imaturos possuem teor proteico relativamente alto e disponibilidade quase anual, além de frequentemente conterem algum grau de proteína animal oriunda das pequenas vespas que realizam sua fertilização.

Alternativamente, é possível que o tamanho dos tenébrios utilizados tenha sido um fator repulsivo, por serem altamente conspícuos nos pedaços de fruta relativamente pequenos utilizados. Em contraste, frutas infestadas em situações naturais não seriam externamente aparentes, e seriam sim selecionadas com base na espécie (Dos Santos-Barnett *et al.*, 2022).

De modo geral, no entanto, é possível concluir que Ateles chamek em cativeiro não apresenta preferência por frutos infestados. Devido a uma série de fatores que tornam a situação não-naturalística, observada não necessariamente possui implicações para comportamento de A. chamek de vida livre. Por outro lado, as observações realizadas apontam para um comportamento de higiene e limpeza de alimentos pouco discutido na literatura existente para a espécie ou o gênero de modo mais geral.

# Agradecimentos

Agradecemos ao Parque Ecológico pela oportunidade de trabalhar conjuntamente, por todo o apoio fornecido e pelo interesse em realizar o estudo; ao Augusto e ao restante da equipe de monitores do PESC, por sempre estarem presentes e acompanhando durante as visitas no Parque auxiliando ao grupo; à Thais que nos auxiliou no trabalho com visitas, dados, análise dos vídeos e escrita do projeto; ao professor Hugo por acreditar no projeto e nos auxiliar durante os problemas e dúvidas.

# Referências

- Allaire, J. RStudio: integrated development environment for R. Boston, MA, v. 770, n. 394, p. 165-171, 2012.
- Alves, Ariana Vieira, et al. "Food Value of Mealworm Grown on Acrocomia Aculeata Pulp Flour". PLOS ONE, vol. 11, no 3, mar. 2016, p. e0151275. PLoS Journals,
- Ballantyne, J. Insect-infested fruit preference and detection by the golden-backed uacari monkey (Cacajao ouakary). 2018. Masters Dissertation, Roehampton University, London, UK.

- Barnett, Adrian A. et al. Beans with bugs: Covert carnivory and infested seed selection by the red-nosed cuxiú monkey. Biotropica, 2023.
- Barnett, Adrian A. et al. Covert carnivory? A seed-predating primate, the golden-backed uacari, shows preferences for insect-infested fruits. Journal of Zoological Research, v. 1, n. 1, 2017.
- Campbell, Christina J. et al. Terrestrial behavior of *Ateles spp*. International Journal of Primatology, v. 26, n. 5, p. 1039-1051, 2005.
- Chaves, Oscar M. et al. Wood consumption by Geoffroyi's spider monkeys and its role in mineral supplementation. PLoS One, v. 6, n. 9, p. e25070, 2011.
- Dew, J. Lawrence. Spider monkeys as seed dispersers. Spider monkeys: Behavior, ecology and evolution of the genus Ateles, p. 155-182, 2008.
- Dos Santos-Barnett, Tereza Cristina et al. Pulp Fiction: Why some populations of ripe-fruit specialists *Ateles chamek* and *A. marginatus* prefer insect-infested foods. International Journal of Primatology, v. 43, n. 3, p. 384-408, 2022.
- Felton, Annika M. et al. Diet and feeding ecology of Ateles chamek in a Bolivian semihumid forest: the importance of Ficus as a staple food resource. International Journal of Primatology, v. 29, p. 379-403, 2008.
- Finke, Mark D. "Complete Nutrient Composition of Commercially Raised Invertebrates Used as Food for Insectivores". Zoo Biology, vol. 21, no 3, 2002, p. 269–85. DOI.org (Crossref).
- Gonzáles-Zamora, Arturo; Arroyo-Rodríguez, Víctor; Chaves, Óscar M.; Sánchez-López, Sonia; Stoner, Kathryn E.; Riba-Hernández, Pablo. Diet of spider monkeys (Ateles geoffroyi) in Mesoamerica: current knowledge and future directions. American Journal Of Primatology, [S.L.], v. 71, n. 1, p. 8-20, jan. 2009. Wiley.
- Hammer, Øyvind; Harper, David AT. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia electronica, v. 4, n. 1, p. 1, 2001.
- Hong, Junsi *et al.* "Mealworm (Tenebrio Molitor Larvae) as an Alternative Protein Source for Monogastric Animal: A Review". Animals, vol. 10, no 11, nov. 2020, p. 2068. DOI.org (Crossref)
- Jones, L. D., et al. "Composition of Mealworm Tenebrio Molitor Larvae". The Journal of Zoo Animal Medicine, vol. 3, no 4, 1972, p. 34. DOI.org (Crossref), https://doi.org/10.2307/20094161
- Kassambara, A. rstatix. Rstatix, 2021.
- Konstant, W. R.; Rylands, A. B. Species accounts of Ateles. Handbook of the mammals of the world, v. 3, p. 536-542, 2013.
- Lopes-viso, C., Castellanos-Uribe, M., May, T., Brameld, J., Salter, A., & Parr, T. (2023). Changes in nutrient composition and gene expression in growing mealworms (*Tenebrio molitor*). Journal of Insects as Food and Feed (published online ahead of print 2023).
- Martin, R. D., et al. "Culturing Mealworms as Food for Animals in Captivity". International Zoo Yearbook, vol. 16, no 1, janeiro de 1976, p. 63–70. DOI.org (Crossref)

- Norconk, Marilyn A.; Sussman, Robert W.; Phillips-Conroy, Jane. Primates of Guayana shield forests: Venezuela and the Guianas. Adaptive radiations of Neotropical primates, p. 69-83, 1996.
- Pimenta, Flávio Eduardo et al. An update on the distribution of Primates of the Tapajós-Xingu interfluvium, Central Amazonia. Neotropical Primates, v. 13, n. 2, p. 23-28, 2005
- Rabelo, Rafael Magalhaes et al. Extension of the geographic range of Ateles chamek (Primates, Atelidae): evidence of river-barrier crossing by an amazonian primate. Primates, v. 55, p. 167-171, 2014.
- Ravetta, André L.; FERRARI, Stephen F. Geographic distribution and population characteristics of the endangered white-fronted spider monkey (Ateles marginatus) on the lower Tapajós River in central Brazilian Amazonia. Primates, v. 50, n. 3, p. 261, 2009.
- Ravzanaadii, Nergui, et al. "Nutritional Value of Mealworm, *Tenebrio molitor* as Food Source". International Journal of Industrial Entomology, vol. 25, no 1, set. 2012, p. 93–98. DOI.org (CSL JSON)
- Redford, K.H., Bouchardet da Fonseca, G.A. & Lacher, T.E. The relationship between frugivory and insectivory in primates. Primates 25, 433–440 (1984).
- Soares, Paola Cardias et al. Comportamento e dieta de um grupo de macacos-aranha-da-cara-branca, *Ateles marginatus* (É. Geoffroy, 1809), no sul da Amazônia. 2014.
- Takahashi, Julia. A literature review of the spider monkey, *Ateles sp.*, with special focus on risk for extinction. 2008.
- VAN ROOSMALEN, Marc GM. Habitat preferences, diet, feeding strategy and social organization of the black spider monkey [*Ateles paniscus paniscus* Linnaeus 1758] in Surinam. Acta Amazonica, v. 15, p. 7-238, 1985.
- Vreedzaam, Arioene Uncas Naldi. The feeding and behavioral ecology of black spider monkey subgroups (*Ateles paniscus paniscus*) in the context of illegal artisinal goldmining activities in the Brownsberg Nature Park, Suriname. Kent State University, 2013.
- Wallace, Robert B.; Painter, R. Lilian E.; Taber, Andrew B. Primate diversity, habitat preferences, and population density estimates in Noel Kempff Mercado National Park, Santa Cruz Department, Bolivia. American Journal of Primatology, v. 46, n. 3, p. 197-211, 1998.