

# Trabalhos Práticos da disciplina de Ecologia Comportamental

Turmas de Licenciatura e Bacharelado da  
Graduação em Ciências Biológicas (010464-15 A e B)

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

- 2016 -



Vídeos dos experimentos disponíveis no  
Canal do YouTube *Divulgando Ciência DHB - UFSCar*:

<https://goo.gl/cvkGfm>

## LISTA DE TRABALHOS

RISCO DE PREDACÃO ALTERA A ESCOLHA DE REFÚGIOS EM CAMUNDONGOS (*Mus musculus*)

AMANDA CAROLINE NOLI, BIANCA BERNARDO LAURENTI MANIERI

Orientador: Augusto Batisteli

EFEITO DA COLORAÇÃO DO MACHO NA SELEÇÃO SEXUAL EM *Xiphophorus helleri* (HECKEL, 1848)

ANA CLÁUDIA S. PECORARI & STÉFANI MARINELLI

Orientador: Augusto Batisteli

EFEITO DA ALIMENTAÇÃO NO COMPORTAMENTO AGONÍSTICO DE PEIXES MATO-GROSSO (*Hyphessobrycon eques*)

ANA LIDIA ZUIN SALMAZO, GABRIELLE CORREA DE MELO

Orientador: Rafael I. S. Tavares

A INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO SOCIAL NA DISTÂNCIA DE FUGA DE QUERO-QUERO (*Vanellus chilensis*)

ANDRESSA ELENA VALLE, ISADORA ZAVAN SANTIEFF

Orientador: Augusto Batisteli

EFEITO COMBINADO DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E VISITAÇÃO EM *SAGUINUS* DE CATIVEIRO

BEATRIZ CABRERA SANTANA & ISABELLE AVOLIO TRISTÃO

Orientador: Karime de Araujo Paina

INFLUÊNCIA DE UM PREDADOR NA ALIMENTAÇÃO DE *Anastrepha turpiniae* EM DIFERENTES PROPORÇÕES

BEATRIZ ROBBI E JULIA VALENTIM

Orientador: Karime Araujo Paina

INFLUÊNCIA DO IMPRINTING NA OVIPOSIÇÃO DE *Anastrepha obliqua* Macquart (Diptera:Tephritidae)

BIANCA CRUZ PACHANE, LARA BOSCHESI CONSTANTINO

Orientador: João Vitor de Mello Assis

RELAÇÃO DO TAMANHO CORPORAL E OUSADIA DO PEIXE *Poecilia reticulata* NA PRESENÇA DO PREDADOR

BEATRIS M. MELLO & BIANCA H. SANTOS

Orientador: Erick M. Barros

EFEITO DE DIFERENTES CONDIÇÕES LUMINOSAS NO COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *Anastrepha obliqua*

BRENDA DOMHOF E LÍVIA MARIA DURAN

Orientador: Carmen Helena Barragan Ruiz

EFEITO DA REFLEXÃO ULTRA-VIOLETA NA PREDACÃO DE NINHOS ARTIFICIAIS

TALITA SOARES, BRUNA BASSO

Orientador: João Vitor de Mello Assis

COMPLEXIDADE AMBIENTAL AFETA O TEMPO DE CAPTURA DA PRESA EM *Xiphophorus hellerii*  
EIKE MATHEUS CAMPANINI, THAIS FOMM  
Orientador: Augusto F. Batisteli

COMPORTAMENTO ANTI-PREDAÇÃO DE *Mus musculus* EM RESPOSTA A PISTAS SENSORIAIS DE *Felis catus*  
ESTHER MEIRELLES & ANA JULIA SANT'ANA  
Orientador: Augusto Batisteli

MECANISMO ANTI PREDAÇÃO EM *Escherichia Coli*  
FÁBIO ROCHA RIGOLIN & LUCAS DA SILVA BASSO  
Orientador: Erick Mateus Barros

EFEITO DO AMBIENTE NA TOLERÂNCIA E DISTÂNCIA DE FUGA EM CORUJA BURQUEIRA (*Athene cunicularia*)  
FERNANDA MARTINS & LUCAS CHIARI  
Orientador: Augusto Batisteli

QUALIDADE DO RECURSO E RISCO DE PREDAÇÃO EM *Eupetomena macroura* (AVES: TROCHILIDAE)  
HENRIQUE MICELI GONÇALVES, LUCAS SOLER RAMOS TERRONI  
Orientador: Edvaldo Nunes da S. Neto

PREFERÊNCIA ALIMENTAR DA ESPÉCIE *Helicoverpa zea* (LEPIDOPTERA - NOCTUIDAE)  
ISABELLA BARICHELLO GIORDANO & LÍVIA TANK SAMPAIO BARROS  
Orientador: João Vitor de Mello Assis

INFLUÊNCIA DA COLORAÇÃO E DA CONCENTRAÇÃO DO SUBSTRATO NA SELEÇÃO ALIMENTAR DE *Mechanitis* (LEPIDOPTERA, NYMPHALIDAE)  
DEBORA CRISTINA DOS SANTOS, JÉSSICA NATALIA ZANIN DOS SANTOS  
Orientador: Camen Elena Barragán Ruiz

DIAGNÓSTICO DE BEM-ESTAR EM BUBALINOS DA RAÇA MURRAH NAS CONDIÇÕES DE ORDENHA MECÂNICA E MANUAL  
JÚLIA GALVÃO, VICTOR BON  
Orientador: João Vitor de Mello Assis

ALTERAÇÃO DE COLORAÇÃO CRÍPTICA EM LARVAS DE ODONATA: COENAGRIONIDAE  
KARINA FERMI ORSOLINI E POLLYANA V. W. SANCHES  
Orientador: Rafael Tavares

SELEÇÃO SEXUAL EM *ANASTREPHA FRATERCULUS* E *Anastrepha turpiniae* (DIPTERA, TEPHRITIDAE)  
CAROLINE DE MORAIS FERRACIOLI, LORENA MARCIANO REY PRINCIGALLI  
Orientadora: Carmen Elena Barragán Ruiz

EFEITOS DA TEMPERATURA NO COMPORTAMENTO DE *Ulomoides dermestoides* (FAIRMAIRE, 1893) (BESOURO DO AMENDOIM)  
MARCELLE DAOUD & RAFAELA ELIAS MENDES  
Orientadora: Carmen Elena Barragán Ruiz

SÍNDROMES COMPORTAMENTAIS EM UM CICLÍDEO ANÃO NEOTROPICAL PREDIZEM  
COMPORTAMENTO ALIMENTAR  
MARCELO MALISANO FILHO, TALITA YURI TAKAHASHI  
Orientador: Erick Mateus Barros

O EFEITO DE ESTÍMULOS ALIMENTARES NA APRENDIZAGEM DO PEIXE *Hyphessobrycon*  
*eques* STEINDACHNER, 1882 (OSTARIOPHYSI, CHARACIFORMES)  
GABRIELLE ABREU NUNES, MARIANA BORGES COSTA, SÂMARA VIEIRA ROCHA  
Orientador: Rafael Tavares

TAMANHO DO CARDUME E A INFLUÊNCIA NAS INTERAÇÕES AGONÍSTICAS  
NÁDIA ELISA GONÇALVES, WILLIAM MANUEL PEREIRA ANTUNES FORTES  
Orientador: Edvaldo Nunes da Silva Neto

EFICIÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO SONORO PARA DIFERENTES ESPÉCIES DE PSITACÍDEOS  
EM CATIVEIRO  
NATHAN EUGENI ANDOLFATO, MELISSA FREITAS DA SILVA  
Orientador: Erick Mateus Barros

COMPORTAMENTO DEFENSIVO DE *Mischocyttarus* (HYMENOPTERA, VESPIDAE)  
RENAN PEREIRA, THALITA LIMA  
Orientador: Edvaldo Neto

# RISCO DE PREDACÃO ALTERA A ESCOLHA DE REFÚGIOS EM CAMUNDONGOS (*MUS MUSCULUS*)

AMANDA CAROLINE NOLI, BIANCA BERNARDO LAURENTI MANIERI

**Orientador:** Augusto Batisteli

## Resumo

O comportamento animal pode ser alterado devido a diversos fatores, como por exemplo a escolha de abrigos sob risco de predação. Por exemplo, o tamanho do abrigo e da entrada tendem a ser selecionados levando em consideração a proporção corporal e o menor risco de predação. Neste estudo, avaliamos o comportamento de fuga e a escolha do tamanho da entrada do abrigo em camundongos (*Mus musculus*) na presença e ausência de predador (coruja-orelhuda, *Asio clamator*). Utilizamos 40 indivíduos, separados em dois grupos, que foram individualmente observados em um recinto com dois abrigos iguais com aberturas frontais de diferentes tamanhos. A presença do predador não afetou o tempo de permanência dos animais no refúgio. No entanto, no tratamento com predador, o abrigo com menor abertura foi utilizado por mais tempo em relação ao grupo sem predador. Nossos resultados sugerem que o comportamento das populações de presas podem ser alterados na ausência de seus predadores, influenciando mudanças nas interações predador-presa, desta forma, afetando a dinâmica das relações ecológicas.

## Introdução

Os animais exibem comportamentos distintos diante de situações variadas em seu cotidiano, a fim de garantir sua sobrevivência e sucesso reprodutivo (Whitham, 1980). A taxia – do grego “taxis”, que significa organizar, ordenar – ocorre quando o indivíduo apresenta uma mudança em seu padrão de ações por consequência de algum estímulo e pode ocorrer de duas formas, sendo definida como positiva quando o indivíduo muda seu padrão de movimento em direção ao estímulo externo ou, então, negativa quando seu deslocamento é efetuado na direção oposta a ele (Chakraborty et al., 2007).

O risco de predação é um dos fatores que podem determinar a alteração do comportamento dos indivíduos (Sundell et al., 2004; Wilson et al., 2012). Estes tendem a selecionar um habitat ou abrigo temporário que atenda suas necessidades de proteção (Nilsson, 1984; Dussault et al., 2005), reduzindo o risco de predação (Cowlshaw, 1997). No entanto, pequenos vertebrados não escolhem aleatoriamente seus abrigos (Martin, 1998; Sundell, 2004; Will et al., 2016), mas sim tendem a escolher refúgios baseado em necessidades específicas, como tamanho do esconderijo e presença de predadores (Kerr, 2003). Da mesma forma, pequenos mamíferos e aves tendem a ocupar cavidades com tamanhos de entrada proporcionais ao seu tamanho corporal para minimizar o risco de predação (Beyer & Goldingay, 2006; Goldingay & Stevens, 2009). Estas preferências por habitats e/ou refúgios são adaptativas e otimizam a aptidão dos indivíduos (Jaenike & Holt, 1991).

Esses comportamentos das presas podem ser afetados pela defaunação, fenômeno que consiste na diminuição da biomassa e/ou diversidade de animais e plantas de um ecossistema (Jorge et al., 2013). Geralmente, as espécies mais sensíveis são mamíferos e aves de médio e grande porte, afetando a demografia e densidade de suas presas (Wright et al., 2000; Cullen Júnior et al., 2001; Fa & Peres, 2002). A quebra das interações predador-presa pode afetar a dinâmica das relações ecológicas do ecossistema (Ripple et al., 2003; Borrvall & Ebenman, 2006; Johnson et al., 2007), favorecendo a sobrevivência de presas como os roedores (Silva & Tabarelli, 2001). Os efeitos desse processo em interações animal-planta, como por exemplo, na predação de sementes e herbivoria, afetam toda a comunidade vegetal (Jacquemyn et al., 2001) e, por consequência, podem alterar a estrutura dos habitats.

Até o presente momento, nenhum estudo investigou o efeito do risco de predação sobre a

seleção de abrigos por roedores. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo investigar se 1) a presença de um predador afeta o tempo de permanência da presa fora do abrigo e 2) a presença do predador afeta a escolha do abrigo de acordo com o tamanho de abertura. Nós hipotetizamos que a presa permaneceria mais tempo fora do abrigo na ausência do que na presença do predador. Ainda, a presa deveria passar mais tempo no abrigo com menor tamanho de abertura quando exposto ao predador.

### Material e Métodos

Utilizamos 40 camundongos machos adultos da espécie *Mus musculus*, em dois grupos de 20 indivíduos por tratamento. Individualmente, foram observados em um recinto de 50 × 25 × 23 cm (comprimento × largura × altura) forrado com papel cartão para facilitar a mobilidade dos animais. Em uma das laterais do aquário, dispusemos lado a lado dois abrigos de igual tamanho (10 × 10 × 8 cm), confeccionados em papel cartão preto. Cada abrigo tinha um tamanho de abertura frontal central a) pequena, de 3 × 2 cm (largura × altura) ou b) grande, de 6 × 4 cm. As posições dos abrigos foram invertidas a cada indivíduo testado.

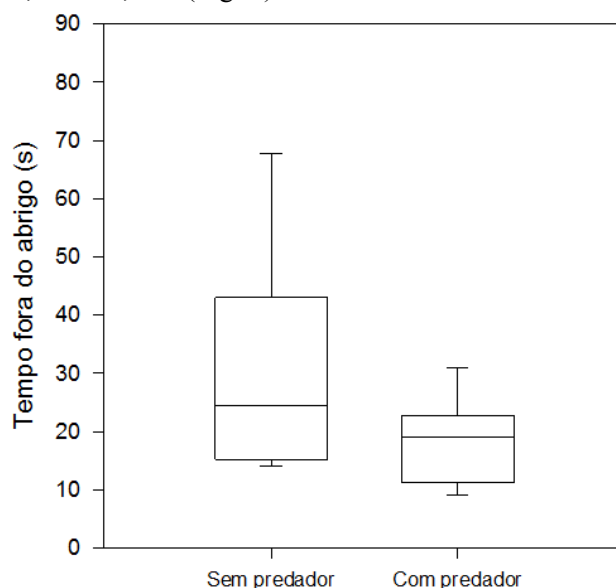
Os indivíduos foram inseridos no recinto na lateral oposta à dos abrigos, para que pudessem visualizar ambas as opções dispostas. Durante 5 min, registramos o tempo que cada indivíduo permaneceu fora ou em cada um dos abrigos. Para simular risco de predação, os indivíduos deste tratamento foram aproximados a 2 cm de um exemplar taxidermizado de coruja-orelhuda *Asio clamator* (Vieillot, 1808), durante 3 s, imediatamente antes de serem testados.

A variável dependente (tempo no interior de cada abrigo) não seguiu a distribuição normal (teste de Shapiro-Wilk,  $p < 0,001$ ). Assim, aplicamos o teste U de Mann-Whitney (Wilcoxon, 1945; Mann & Whitney 1947) para verificar se o tempo total fora do abrigo variou entre os tratamentos (presença ou ausência do predador). Para testar se a presença do predador afeta o tipo de abrigo escolhido, utilizamos o Modelo Linear Generalizado (Nelder & Wedderburn, 1972) para medidas repetidas (indivíduos), tendo como variável dependente o tempo, e duas variáveis independentes, o tamanho da abertura do abrigo e o tratamento (presença ou

ausência de predador). Os gráficos e testes foram realizados nos softwares SigmaPlot 11.0 e SPSS Statistics 20 (IBM, 2011), e valores  $< 0,05$  foram considerados significativos

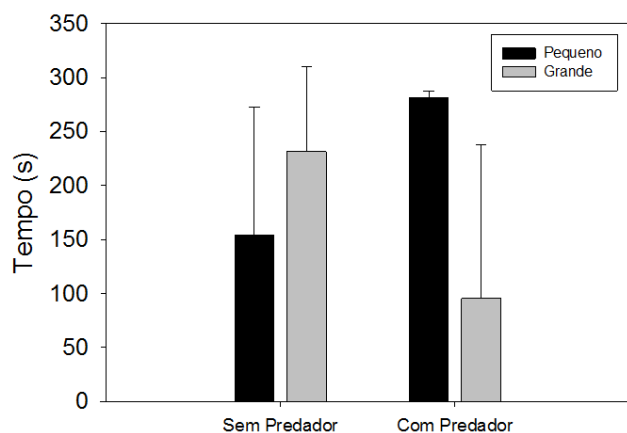
### Resultados

O tempo fora do abrigo não variou entre os dois grupos (Mann-Whitney;  $U = 132,000$ ;  $p = 0,068$ ). No tratamento com predador, o tempo de permanência fora do abrigo foi de  $18,55 \pm 7,43$  s (média  $\pm$  desvio padrão), enquanto no tratamento sem predador, foi de  $30,00 \pm 19,88$  s (Fig. 1).



**Figura 1.** Tempo de permanência do camundongo fora do abrigo (s) na ausência e na presença do predador.

O tempo de permanência dos indivíduos em cada refúgio não foi afetado pelo tratamento ( $p = 0,882$ ), nem pelo tamanho da entrada ( $p = 0,109$ ), mas sim pela interação entre essas duas variáveis ( $p < 0,001$ ). Na presença do predador, o abrigo de menor abertura foi utilizado por mais tempo em relação ao tratamento controle. O contrário ocorreu para o abrigo de maior abertura (Fig. 2).



**Figura 2.** Tempo de permanência dos indivíduos nos refúgios em ambos os tratamentos.

### Discussão

O risco de predação não afetou o tempo de permanência fora do refúgio, mas alterou a escolha do tipo de refúgio pelos camundongos. Esse resultado contraria diversas evidências presentes na literatura (Werner et al., 1983; McIvor et al., 1988; Lima & Dill, 1990; Bauwens et al., 1999; Goulart, et al. 2009). Possivelmente, pistas indiretas podem ter um efeito mais concreto do que pistas diretas no comportamento de fuga (Orrock et al., 2004). Apesar disso, o risco direto de predação influenciou a escolha do tamanho da abertura do abrigo pelos camundongos, outro fator do comportamento de fuga que foi analisado.

O comportamento de fuga varia de espécie para espécie (Leber, 1985; Dussault et al., 2005; Moller, 2010), e algumas decisões precisam ser tomadas dependendo do nível de ameaça que o predador apresenta para o indivíduo (Lima, 1998; Rodriguez et al., 2001). A escolha do refúgio, por sua vez, fornece abrigo antes da presa identificar algum tipo de ataque pelo predador ou pode ser usado como abrigo após um encontro com o mesmo (Sundell et al., 2004).

O risco de predação detectado pelos indivíduos influenciou suas escolhas por refúgio, como documentado em outros estudos (Bauwens et al., 1999; Cooper et al., 1999; Kerr et al., 2003). Este comportamento é uma resposta antipredatória, tal como o de evitar predadores (Lima & Dill, 1990). De fato, outros estudos sugerem que as presas não selecionam seus abrigos aleatoriamente (Nilsson, 1984; Cowlshaw, 1997; Le Roux, 2016). Elas escolhem uma toca, por exemplo, de acordo com suas

estruturas e a proteção que podem lhe oferecer. Por exemplo, alguns herbívoros preferem abrigos com vegetação densa e abundante que reduz a sua detecção por predadores (Jacob & Brown, 2000). Ainda, lagartos preferem os refúgios com as menores fendas por proporcionarem a melhor proteção contra a predação (Cooper et al., 1999; Milne & Bull, 2000). Os camundongos provavelmente passaram mais tempo no refúgio de entrada pequena sob uma situação de ameaça buscando sua defesa.

Nossos resultados sugerem que o comportamento das populações de presas pode ser alterado na ausência de seus predadores, influenciando seu nível de forrageamento e reprodução (Fortin et al., 2005). Roedores são em sua maioria generalistas, sendo importantes predadores de sementes (Heithaus, 1981; Abramsky, 1983), invertebrados (St Clair, 2011), ovos e filhotes de aves (Townsend et al., 2009). Desta forma, os desdobramentos ecológicos das alterações do seu comportamento podem atingir todos os níveis da cadeia trófica, com possíveis efeitos na estrutura e no funcionamento de ecossistemas.

### Agradecimentos

Agradecemos aos Profs. Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo-Ferreira pela oportunidade de desenvolvermos o projeto e, por ministrarem a disciplina de Ecologia Comportamental e despertar nosso interesse pela área de estudo. Agradecemos ao nosso tutor, Augusto Batisteli, pela paciência, instruções e incentivo até mesmo nos momentos de adversidades. A Professora Evelise Fragoço por conceder o laboratório para a realização dos experimentos e, também, ao Biotério Central da UFSCar por disponibilizar os indivíduos.

### Referências

- Abramsky, Z. 1983. Experiments on seed predation by rodents and ants in the Israeli desert. *Oecologia* 57:328–332.
- Archer, GS & Mench, JA. 2017. Exposing avian embryos to light affects post-hatch anti-predator fear responses. *Applied Animal Behaviour Science* 186:80–84.
- Bauwens, D, Castilla, AM & Mouton, PLN. 1999. Field body temperatures, activity levels and opportunities for thermoregulation in an extreme microhabitat specialist, the girdled lizard (*Cordylus macropholis*). *J. Zool* 249:11–18.
- Beyer, GL & Goldingay, RL. 2006. The value of nest boxes in the research and management of Australian hollow-using arboreal marsupials. *Wildlife Res* 33:161–174.



- Bos, DG, Carthew, SM & Lorimer, MF. 2002. Habitat selection by the small dasyurid *Ningauia yvonneae* (Marsupialia: Dasyuridae) in South Australia. *Austral Ecol* 27:103–109.
- Borrvall, C & Ebenman, B. 2006. Early onset of secondary extinctions in ecological communities following the loss of top predators. *Ecology letters* 9:435–442.
- Chakraborty, A, Singh, M, Lucy, D & Ridland, P. 2007. Predator-Prey Model with Prey-Taxis and Diffusion. *Mathematical and Computer Modelling* 46:482–498.
- Cooper, WE Jr, Dyk, JH van & Mouton, PLFN. 1999. Incompletely protective refuges: selection and associated defences by a lizard, *Cordylus cordylus* (Squamata: Corylidae). *Ethology* 105:687–700.
- Cowlishaw, G. 1997. Refuge use and predation risk in a desert baboon population. *Animal Behaviour* 54:241–253.
- Cox, MPG, Dickman, CR & Cox, WG. 2000. Use of habitat by the black rat (*Rattus rattus*) at North head, New South Wales: An observational and experimental study. *Austral Ecol* 25:375–385.
- Crowley, G. M. & Garnett, S. T. 2001 Food values and tree selection by Glossy Black-Cockatoos *Calyptorhynchus lathami*. *Austral Ecol.* 26:116–126.
- Cullen, L Jr, Bodmer, RE & Valladares-Pádua, C. 2001. Ecological consequences of hunting in Atlantic Forest patches, São Paulo, Brazil. *Oryx* 35:137–144.
- Duffield, GA & Bull, CM. 1996. Microhabitat choice and its role in determining the distribution of the reptile tick *Amblyomma vikirri*. *Aust. J. Ecol* 21:255–263.
- Dussault, C, Ouellet, JP, Courtois, R, Huot, J, Breton, L & Jolicœur, H. 2005. Linking moose habitat selection to limiting factors. *Ecography* 28:619–628.
- Fa, JE & Peres, CA. 2002. Game vertebrate extraction in african and neotropical forests: an intercontinental comparison. *Conservation Biology* 16:232–237.
- Fortin, D, Beyer, HL, Boyce, MS, Smith, DW, Duchesne, T & Mao, JS. 2005. Wolves influence elk movements: behavior shapes a trophic cascade in Yellowstone National Park. *Ecology* 86:1320–1330.
- Goldingay, RL & Stevens, JR. 2009. Use of artificial tree hollows by Australian birds and bats. *Wildlife Res* 36:81–97.
- Goulart, Fernando Vilas Boas, et al. 2009. Habitat selection by large mammals in a southern Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 74:182–190.
- Heithaus, ER. 1981. Seed Predation by Rodents on Three Ant-Dispersed Plants. *Ecology* 62:136–145.
- Jacob, J & Brown, JS. 2000. Microhabitat use, giving-up densities and temporal activity as short-and long-term anti-predator behaviors in common voles. *Oikos* 91:131–138.
- Jacquemyn, H, J. Bulaye & M. Hermy. 2001. Forest plant species richness in small, fragmented mixed deciduous forest patches: the role of area, time and dispersal limitation. *Journal of Biogeography* 28: 801–812.
- Jaenike, J & Holt, RD. 1991. Genetic variation for habitat preference: evidence and explanations. *The American Naturalist* 137:67–90.
- Jedrzejewski, W, Rychlik, L & Jedrzejewska, B. 1993. Responses of bank voles to odours of seven species of predators: experimental data and their relevance to natural predator vole relationships. *Oikos* 68:251–257.
- Johnson, CN, Isaac, JL & Fisher, DO. 2007. Rarity of a top predator triggers continent-wide collapse of mammal prey: dingoes and marsupials in Australia. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 274:341–346.
- Jorge, MLS, Galetti, M, Ribeiro, MC & Ferraz, KMP. 2013. Mammal defaunation as surrogate of trophic cascades in a biodiversity hotspot. *Biological Conservation* 163:49–57
- Jos, J Schall & Pianka, ER. 1980. Evolution of escape behavior diversity. *The American Naturalist* 115:551–566.
- Kerr, GD, Bull, CM & Burzacott, D. 2003. Refuge sites used by the scincid lizard *Tiliqua rugosa*. *Austral Ecology* 28:152–160.
- Le Roux, DS, Ikin, K, Lindenmayer, DB, Bistricher, G, Manning, AD & Gibbons, P. 2016. Effects of entrance size, tree size and landscape context on nest box occupancy: Considerations for management and biodiversity offsets. *Forest Ecology and Management* 366:135–142.
- Leber, Kenneth M. 1985. The influence of predatory decapods, refuge, and microhabitat selection on seagrass communities. *Ecology* 66:1951–1964.
- Lima, SL. 1998. Stress and decision making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspectives. *Advances in the Study of Behavior* 27:215–290.
- Lima, SL & Dill, LM. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can J Zool* 68:619–640.
- Mann, HB & Whitney, DR. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The annals of mathematical statistics* 50–60.
- Martin, TE. 1998. Are microhabitat preferences of coexisting species under selection and adaptive? *Ecology* 79:656–670.
- McIvor, Carole C & William, E. Odum. 1988. Food, predation risk, and microhabitat selection in a marsh fish assemblage. *Ecology* 69:1341–1351.
- Milne, T & Bull, MC. 2000. Burrow choice by individuals of different sizes in the endangered pygmy tongue lizard *Tiliqua adelainensis*. *Biol Conserv* 95:295–301.
- Moller, AP. 2010. Interspecific variation in fear responses predicts urbanization in birds. *Behavioral Ecology* 21:365–371.
- Motta-Junior, JC, Alho, CJR & Belentani, SCS. 2004. Food habits of the striped owl *Asio clamator* in South-East Brazil. In *Raptors worldwide: proceedings of the VI world conference on birds of prey and owls* (R. Chancellor and B.-U. Meyburg, Eds.). World Working Group on Birds of Prey and Owls, MME BirdLife Hungary, Budapest, pp. 777–784.
- Nelder, JA & Baker, RJ. 1972. Generalized linear models. *Encyclopedia of statistical sciences*.
- Nilsson, SG. 1984. The evolution of nest-site selection among hole-nesting birds: the importance of nest predation and competition. *Ornis Scandinavica* 15:167–175.
- Orrock, JL, Danielson, BJ & Brinkerhoff, RJ. 2004. Rodent foraging is affected by indirect, but not by direct, cues of predation risk. *Behavioral Ecology* 15: 433–437.

- Ripple, WJ & Beschta, RL. 2003. Wolf reintroduction, predation risk, and cottonwood recovery in Yellowstone National Park. *Forest Ecology and Management* 184:299–313.
- Rodríguez, A, Andrén, H & Jansson, G. 2001. Habitat-mediated predation risk and decision making of small birds at forest edges. *Oikos* 95:383–396.
- Sih, A. 1986. Antipredator responses and the perception of danger by mosquito larvae. *Ecology* 67:434–441.
- Silva, MG & M. Tabarelli. 2001. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic Forest in northeast Brazil. *Acta Oecologica* 22:259–268.
- St Clair, JJ. 2011. The impacts of invasive rodents on island invertebrates. *Biological Conservation* 144:68–81.
- Sundell, J & Ylönen, H. 2004. Behaviour and choice of refuge by voles under predation risk. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 56:263–269.
- Towns, DR, Wardle, DA, Mulder, CP, Yeates, GW, Fitzgerald, BM, Richard Parrish, G & Bonner, KI. 2009. Predation of seabirds by invasive rats: multiple indirect consequences for invertebrate communities. *Oikos* 118:420–430.
- Venzon, M, Janssen, A, Pallini, A & Sabelis, MW. 2000. Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. *Anim Behav* 60:369–375.
- Werner, EE, Gilliam, JF, Hall, DJ & Mittlebach, GG. 1983. An experimental test of the effects of predation risk on habitat use in fish. *Ecology* 64:1540–1550.
- Whitham, TG. 1980. The theory of habitat selection: Examined and extended using *Pemphigus aphids*. *American Naturalist* 115:449–466.
- Wilcoxon, F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics bulletin* 1.6:80–83.
- Will, DS, Dorset, EE, Thompson, CF, Sakaluk, SK & Bowers, EK. 2016. Size of nestcavity entrance influences male attractiveness and paternal provisioning in house wrens. *Journal of Zoology* DOI: 10.1111/jzo.12429.
- Wilson, TL, Rayburn, AP & Edwards, TC. 2012. Spatial ecology of refuge selection by an herbivore under risk of predation. *Ecosphere* 3:1–18.
- Wright, SJ, Zeballos, H, Domínguez, I, Gallardo, MM, Moreno, MC & Ibañez, R. 2000. Poachers alter mammal abundance, seed dispersal and seed predation in neotropical forest. *Conservation Biology* 14:227–239.
- Zippel, KC, Powell, R, Parmerlee, JS, Monks, S, Lathrop, A & Smith, DD. 1996. The distribution of larval *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) infesting *Anolis lizards* (Lacertilia: Polychrotidae) from different habitats on hispanola. *Carib. J. Sci* 32:43–49.

# EFEITO DA COLORAÇÃO DO MACHO NA SELEÇÃO SEXUAL EM *Xiphophorus helleri* (HECKEL, 1848)

ANA CLÁUDIA S. PECORARI & STÉFANI MARINELLI

**Orientador:** Augusto Batisteli

## Resumo

A escolha de um parceiro é um processo de extrema importância para a seleção sexual. Estudos sobre a seleção sexual em *Xiphophorus helleri* apontam que o tamanho do corpo e do alongamento na porção ventral da nadadeira caudal (a “espada”), pode influenciar o sucesso reprodutivo dos machos. Entretanto, poucos são os estudos que abordam as demais características, tanto morfológicas quanto comportamentais, a fim de averiguar se as mesmas exercem, também, influência sobre a seleção. Deste modo, este estudo visou testar se a coloração de machos, em *X. helleri*, age como um fator determinante na escolha da fêmea por um parceiro. Os resultados obtidos evidenciaram a escolha em função do tamanho do corpo e da espada dos machos, mas não em função da cor. Nossos resultados sugerem que, nessa espécie, a coloração do macho provavelmente não tem papel relevante na seleção sexual.

## Introdução

A escolha de um ‘bom’ parceiro é essencial para o sucesso da prole. Em cada espécie, porém, esta definição tem condições particulares. A seleção de parceiros que ocorre por competição entre membros da espécie do mesmo sexo pelo direito de copular, chama-se seleção intrasexual, e a escolha de parceiros pelo sexo oposto de acordo com características de interesse, é conhecida como seleção intersexual. Esta escolha tende a ser em sua maioria, das fêmeas (Ricklefs, 2008).

As fêmeas escolhem seus parceiros com base em uma ou mais características sexuais secundárias (O’Donald, 1962, Zahavi, 1975, Andersson & Simmons, 2006). Segundo o princípio de desvantagem (*handicap principle*), dimorfismo sexual entre machos e fêmeas é um indicador de

fitness. O custo energético de ornamentações e cores diferenciadas, bem como de uma corte intensa e vigorosa é alto; sendo assim somente machos em ótimas condições físicas seriam capazes de mantê-los. (Zahavi 1975, 1977, 1999, Zahavi & Zahavi, 1997).

Em *Xiphophorus helleri* (Heckel, 1848) machos possuem um alongamento na porção ventral da nadadeira caudal que continua crescendo após o indivíduo atingir a maturidade sexual e que, apesar do maior custo energético para sua manutenção (Basolo & Alcaraz, 2003), representa uma performance natatória de início rápido (*fast start performance*) superior (Royle et al, 2006). As fêmeas têm preferência por machos com alongamentos caudais maiores (Basolo, 1990), o que reflete um viés de preferência a machos com tamanho aparente maior (Rosenthal & Evans, 1998). No entanto, poucos estudos têm investigado se as fêmeas da espécie utilizam outras características sexuais secundárias além das citadas.

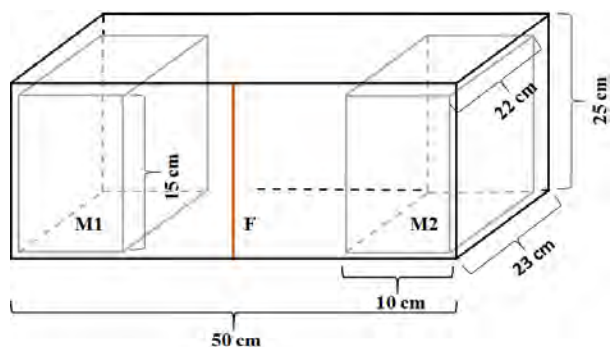
Este estudo tem como objetivo determinar se a coloração dos machos de *X. helleri* é um caractere determinante na escolha da fêmea. Nossa hipótese é de que a escolha da fêmea seja influenciada pela coloração do macho, além do tamanho do corpo e da espada.

## Material e Métodos

Utilizamos 40 espécimes de *X. helleri*, sendo 20 fêmeas, 10 machos de coloração ancestral (Rosenthal & Evans, 1998) e 10 machos de coloração vermelha, obtidos de um criador comercial. Machos e fêmeas foram mantidos separados até o início da experimentação.

Foi utilizado um aquário (50 x 25 x 23 cm), com uma linha de referência vertical central fixada externamente, e dois aquários pequenos (22 x 15 x 10 cm), que foram colocados dentro do de maior

tamanho, em lados opostos (Fig. 1) (e.g. Rosenthal & Evans, 1998).



**Figura 1.** Desenho esquemático do experimento, em que F = fêmea; M1 = macho branco; M2 = macho avermelhado.

Inserimos, em cada aquário de menor tamanho, um macho de coloração ancestral e um macho de coloração vermelha (Rosenthal & Evans, 1998). Posteriormente, foi feita a soltura da fêmea na divisão central do aquário de maior tamanho. Após 5 minutos de aclimatação, registramos o tempo em segundos que a fêmea permaneceu em cada lado do aquário dentro do intervalo de 1 minuto. A cada duas fêmeas testadas, cada macho foi substituído por outro de mesma cor, porém em lados invertidos, para que fosse controlado o efeito da preferência das fêmeas por um dos lados do aquário, a despeito da cor do macho presente nele.

Ao final do experimento, cada peixe foi colocado em um aquário pequeno isolado, com uma régua fixada externamente, e fotografado (Fig. 2). Subsequentemente, foi utilizado o *software* Snake Measure Tool a fim de determinar o tamanho do corpo e da espada de cada espécime.



**Figura 2.** Macho vermelho de *X. helleri* em aquário pequeno isolado, com régua fixada externamente, para posterior medição.

Os valores da variável independente tamanho do corpo não seguiram a distribuição normal (teste de Shapiro-Wilk,  $p = 0,02$ ) Assim, utilizamos o modelo linear generalizado (GLM) (Nelder & Wedderburn, 1972) para medidas repetidas (fêmeas), em que as variáveis independentes foram a coloração (fator fixo), tamanho do corpo e da espada (covariáveis) dos machos. A variável dependente foi representada pelo tempo de permanência da fêmea em cada lado do aquário. Analisamos os dados por meio do *software* SPSS Statistics 20 (IBM, 2011).

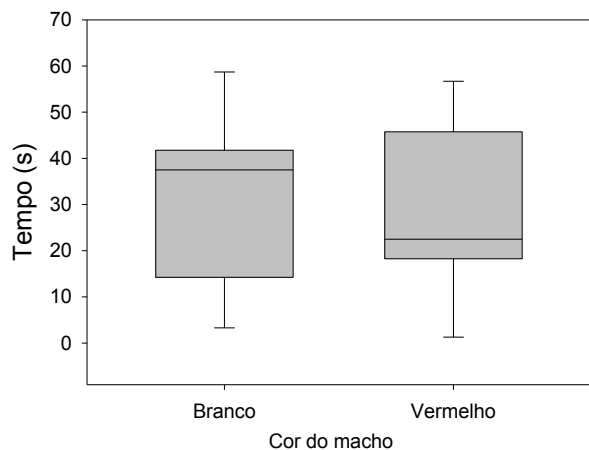
### Resultados

O tempo de permanência da fêmea em cada lado do aquário foi influenciado pelo tamanho do corpo ( $p = 0,021$ ) e pela interação entre o comprimento do corpo e da espada ( $p = 0,031$ ). As fêmeas preferiram machos maiores ou com maiores tamanhos de espada em relação ao corpo. O comprimento da espada ( $p = 0,093$ ) e a cor do macho ( $p = 0,975$ ) não influenciaram o tempo de permanência (Tabela 1).

**Tabela 1.** Teste modelo linear generalizado para medidas repetidas (fêmeas), em que TC = tamanho do corpo do macho, TE = tamanho da espada do macho e TC\*TE = interação entre o tamanho do corpo e da espada. Sig. = nível de significância do teste estatístico, df = graus de liberdade.

Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	7,331	1	,007
Cor	,001	1	,975
TC	5,354	1	,021
TE	2,816	1	,093
TC * TE	4,659	1	,031

As fêmeas passaram  $30,35 \pm 17,70$  s (média  $\pm$  desvio padrão) do lado do macho de coloração ancestral e  $29,65 \pm 17,70$  s do lado do macho de coloração vermelha (Fig. 3).



**Figura 3.** Tempo que as fêmeas passaram em cada lado do aquário de acordo com a cor do macho.

### Discussão

Nesse estudo, não registramos preferência da fêmea de *X. helleri* por um parceiro em função de sua cor. Diferentemente de um estudo realizado com ciclídeos, no qual a coloração dos machos se fez predominante em relação a outros critérios, como tamanho e cortejo (Seehausen & Van Alphen, 1998).

Diversos estudos, realizados anteriormente, apontam que machos maiores são capazes de atingir maior sucesso reprodutivo, sendo selecionados pelas fêmeas em favor desta característica (Borowsky, 1987, Ryan & Causey, 1988, Rosenthal & Evans, 1998). O alongamento caudal dos machos é um outro fator que desempenha grande influência sobre a escolha da fêmea, que tende a preferir aqueles que são dotados de um alongamento maior (Basolo, 1990). Observamos uma interação significativa entre o tamanho do corpo e da espada dos machos, ressaltando uma preferência, por parte da fêmea, por indivíduos que possuem uma espada grande em relação ao tamanho do corpo.

Como já citado, o tamanho do corpo dos machos é um dos fatores determinantes que agem sobre a seleção sexual no gênero *Xiphophorus*. Sua relevância, para fêmea, é altíssima, de forma que a mesma prefira machos heteroespecíficos maiores do que machos coespecíficos menores (Ryan & Wagner, 1987). Com base nos resultados obtidos, pudemos observar que a fêmea não demonstrou interesse específico, fundamentado em sua ascendência, entre um macho de linhagem ancestral (branco) e um macho proveniente de seleção artificial (vermelho).

Estudos realizados com espécies de poeciliídeos demonstraram o importante papel que a coloração desempenha para o reconhecimento de espécies, sucesso reprodutivo e a fim de evitar a predação (Endler, 1983). Em muitos peixes, uma coloração mais aparente tende a ser um atrativo para o sexo oposto, ao mesmo tempo que tende, também, a atrair a atenção de predadores. A maior parte das interações agressivas entre os membros de uma espécie, ocorre entre os machos que exibem cores mais evidentes. Por não obterem grandes chances de acasalar, machos menores desenvolveriam uma vantagem se não apresentassem uma coloração chamativa, de forma que não atrairiam a atenção de predadores ou sofreriam a interferência de outros machos maiores e mais coloridos, maximizando suas chances de sobrevivência e seu *fitness* (Borowsky, 1973).

Nossos resultados sugerem que existe a manutenção da preferência pelas características sexuais secundárias, mesmo em linhagens de fêmeas reproduzidas fora de seu habitat natural. Paralelamente, observamos que, nessa espécie, uma linhagem de coloração mais vistosa, produzida a partir de seleção reprodutiva em cativeiro, não oferece vantagem ao macho em relação à coloração ancestral.

### Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, ao nosso tutor e orientador Augusto Batisteli, que nos apoiou e nos aconselhou ao longo de todo este estudo, auxiliando-nos sempre que necessário. Ao Gustavo Rincon Mazão pela montagem e preparo dos aquários. Gostaríamos de agradecer também aos professores Dr. Hugo Sarmento e Dr. Rhainer Guillermo Ferreira pela oportunidade de realizarmos este estudo e pelo apoio durante todo o semestre. Por fim, agradecemos à colaboração e sugestões dos nossos colegas de sala e demais envolvidos.

### Referências

- Andersson, M & Simmons, W. 2006. Sexual selection and mate choice. *Trends in Ecology and Evolution* 21:296–302.
- Basolo, AL. 1990. Female preference for male sword length in the green swordtail, *Xiphophorus helleri* (Pisces: Poeciliidae). *Animal Behavior* 40:332–338.
- Basolo, AL & Alcaraz, G. 2003. The turn of the sword: length increases male swimming costs in swordtails. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences Series B* 270:1631–1636.

- Borowsky, R. 1973. Relative size and the development of fin coloration in *Xiphophorus variatus*. *Physiological Zoology* 46:22–28.
- Borowsky, RL. 1987. Genetic Polymorphism in Adult Male Size in *Xiphophorus variatus* (Atheriniformes: Poeciliidae). *Copeia* 3:782–787.
- Endler, JA. 1983. Natural and sexual selection on color patterns in poeciliid fishes. *Environmental biology of fishes* 9:173–190.
- Nelder, JA & Wedderburn, RWM. 1972. Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society, London* 135:370–384.
- O'Donald, P. 1962. The theory of sexual selection. *Heredity* 17:541–552.
- Ricklefs, RE. 2008. *The Economy of nature*. WH Freeman & Company 6:159–177.
- Rosenthal, GG & Evans, CS. 1998. Female preference for swords in *Xiphophorus helleri* reflects a bias for large apparent size. *National Academy of Sciences of the United States of America* 95:4431–4436.
- Royle, NJ, Metcalfe, NB & Lindström, J. 2006. Sexual selection, growth compensation and fast-start swimming performance in Green Swordtails, *Xiphophorus helleri*. *Functional Ecology* 20:662–669.
- Ryan, MJ & Causey, BA. 1989. "Alternative" Mating Behavior in the Swordtails *Xiphophorus nigrensis* and *Xiphophorus pygmaeus* (Pisces: Poeciliidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 24:341–348.
- Ryan, MJ & Wagner, WE. 1987. Asymmetries in mating preferences between species: female swordtails prefer heterospecific males. *Science* 236:595–597.
- Seehausen, O & Van Alphen, JM. 1998. The Effect of Male Coloration on Female Mate Choice in Closely Related Lake Victoria Cichlids (*Haplochromis nyererei* Complex). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 42:1–8.
- Zahavi, A. 1975. Mate selection - a selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology* 53:05–214.
- Zahavi, A. 1977. The cost of honesty: Further Remarks on the Handicap Principle. *Journal of Theoretical Biology* 67:603–605.
- Zahavi, A & Zahavi, A. 1997. *The Handicap Principle: A Missing Piece of Darwin's Puzzle*. Oxford University Press, Oxford.
- Zahavi, A. 1999. On the definition of sexual selection, Fisher's model, and the evolution of waste and of signals in general. *Animal Behavior* 42:501–503.

# EFEITO DA ALIMENTAÇÃO NO COMPORTAMENTO AGONÍSTICO DE PEIXES MATO-GROSSO (*HYPHESSOBRYCON EQUES*)

ANA LIDIA ZUIN SALMAZO, GABRIELLE CORREA DE MELO

**Orientador:** Rafael I. S. Tavares

## Resumo

Viver em grupos como cardumes, bandos ou enxames pode ser muito vantajoso para o indivíduo. Porém, muitas disputas internas podem ocorrer dentro deles, tais como, por parceiros, por território e principalmente por quantidade e qualidade de alimento. O objetivo deste trabalho é averiguar o grau de agressividade, através da contagem do número de investidas, em cardumes grandes e pequenos de peixes Mato-Grosso (*Hyphessobrycon eques*, Steindachner, 1882).

O procedimento experimental contou com 32 vídeos de 2 minutos cada, sendo 8 vídeos antes e 8 imediatamente após o oferecimento de alimento, nos quais foram contabilizadas os números totais de comportamentos agonísticos.

As análises não apresentaram diferenças significativas antes e após o fornecimento de alimento entre os grupos. Da mesma maneira, não encontramos resultados significativos na comparação entre os tratamentos e o tamanho dos grupos. O que sugere que o alimento não é um fator que necessariamente aumenta o comportamento agonístico nesta espécie de peixes, em aquários.

Sugere-se também que mais estudos sejam feitos nessa área para que se possa entender melhor as dinâmicas agonísticas em cardumes de peixes pequenos.

## Introdução

Muitas espécies de animais podem ser encontradas vivendo em grupos, insetos, peixes, aves e até mamíferos parecem ter encontrado muitas vantagens evolutivas para tal comportamento. Estes agrupamentos podem ser temporários e desorganizados ou até sociedades complexas e funcionais (Ricklefs, 2003)

Animais, podem se agrupar somente em um período da vida, como por exemplo, os salmões que retornam ao rio onde nasceram, todos na mesma

época, formando grandes cardumes de peixes que não necessariamente viveram juntos antes disso ou são aparentados (Marcolis, 1991). Porém, desde a grécia antiga, Aristóteles já descrevia a complexidade da sociedade hierárquica encontrada em uma colmeia de abelhas, por exemplo.

Contudo, grupos sociais verdadeiros são aqueles onde há uma união com propósitos e os indivíduos não são necessariamente aparentados. Formam esses agrupamentos para aumentar suas chances de acesso à recursos e parceiros sexuais e conseqüentemente, para aumentar sua chance de sobrevivência (Ricklefs, 2003).

Um dos principais benefícios obtidos pelo membro de um grupo é partilhar os riscos da predação (Manning, 1979), já que dividirá o tempo de vigilância e será apenas uma das escolhas de presa, caso um predador apareça (Carvalho, 2002). Entretanto, com exceção de eussociedades, mesmo em um grupo, os indivíduos precisam garantir sua própria sobrevivência e a propagação de seus genes, o que acarreta conflitos e disputas intraespecíficos. Em grupos hierárquicos, as posições mais altas são conquistadas, normalmente em disputas físicas e o sucesso reprodutivo está diretamente ligado às posições do macho no grupo, já que machos com posições mais altas têm mais chances de se reproduzir, ou por preferência das fêmeas ou por impedir os outros machos de acasalar (Dawkins, 1979).

Além disso, fêmeas preferem machos que tenham um território central, dentro do território do grupo, o que pode garantir a sobrevivência do indivíduo, por estar mais protegido e demonstra que este é um parceiro mais viável, pois as disputas por estes territórios aumentam de acordo com sua centralização, isto é, territórios nas bordas não são defendidos tão agressivamente quanto os territórios centrais (Volland, 1993).

A qualidade e a quantidade de alimento ocasionam as principais e mais frequente disputas internas em um grupo. E, que quanto maior for o número de

indivíduos num grupo, em um espaço limitado, maior será a concorrência por este recurso. De forma que o tamanho do grupo também é limitado pela concorrência pelo alimento (Volland, 1993). Além disso, o grau de competição e o nível de agressividade dos indivíduos do grupo, são influenciados pela disponibilidade de alimento, sua distribuição espacial e também pelos métodos de captura utilizados. Sendo que, quanto maior for a oferta de alimento, menos frequentes e menos custosas são as disputas (Bertand, 1978). Como, normalmente, a fonte de alimento é mais farta para animais herbívoros, estes tendem a apresentar menos comportamentos agonísticos intraespecíficos do que os animais carnívoros, que, por sua vez encontram muito mais dificuldade em capturar e manipular uma presa. De qualquer maneira, predadores, que caçam com estratégias de grupo, conseguem capturar presas maiores, e muitas vezes mais ágeis. Portanto, o comportamento em grupo aumenta também a qualidade do alimento (Carvalho, 2002).

Em vista disso, o objetivo deste trabalho é analisar a taxa de disputas intra específicas em grupos de peixes que vivem em cardumes de diferentes tamanhos para compreender melhor as relações agonísticas no comportamento animal. A hipótese apresentada é que em cardumes de peixes Mato-grosso (*Hyphessobrycon eques*) haverá maior número de investidas e disputas em cardumes maiores e imediatamente após o oferecimento de alimento.

## Material e Métodos

No presente experimento foram utilizados 196 peixes Mato-Grosso (*Hyphessobrycon eques*) coletados no Córrego Monjolinho dentro do Parque Ecológico Dr. Antônio Teixeira Vianna da Cidade de São Carlos – SP. Os animais foram encaminhados para a sala de criação, aclimatados em sistema fechado de aquários do Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos. (LEIA/DHb/UFSCar).

Os peixes *Hyphessobrycon eques* são conhecidos popularmente como Mato-grosso ou Tetra-serpae e estão distribuídos desde o Amazonas, passando pelo Pantanal mato-grossense até o Paraná, também

presentes na Argentina e na Bolívia. O Mato-grosso é mais comumente encontrado em águas calmas, e ambiente mais complexos, ricos em vegetação e portanto, mais seguros. Quando adultos têm em média 4 a 5 centímetros de comprimento corporal.

Os *Hyphessobrycon eques* são onívoros, vivíparos e geralmente apresentam comportamento pacífico interespecífico, porém, a competição hierárquica intraespecífica é constante. Essas disputas, entretanto, consistem principalmente em pequenas investidas e perseguições, ocorrendo raramente agressões efetivas e ferimentos. Em ambiente natural vivem em grupos de no mínimo 5 indivíduos, com a tendência à preferirem grandes grupos (Britski, 2007).

## Procedimento experimental

Os peixes foram condicionados em um sistema fechado com 6 aquários de 90x45x25, cada um com duas divisórias de espuma de baixa densidade, perfazendo 3 recintos de aproximadamente 33 litros para cada aquário.

Os tratamentos foram delineados em dois grupos, tratamento A, com 4 indivíduos cada repartição e tratamento B com 12 indivíduos em cada repartição, , ambos com 8 réplicas (tabela 1).

Os experimentos foram registrados em vídeos com a câmera fotográfica semi-profissional Nikon Coolpix L830 sobre um tripé para que fosse possível a ausência dos pesquisadores durante as observações, assim evitando possíveis condutas dos peixes relacionadas com a presença humana.

As réplicas de cada tratamento foram filmadas inicialmente por 2 minutos sem a oferta de alimento. Posteriormente as réplicas de cada tratamento foram filmadas por mais dois minutos após a oferta da ração JBL “Novo Bitc Click®”.

Mediante as observações dos vídeos foi feita uma contagem simples do número de investidas e perseguições que ocorriam em cada intervalo de 2 minutos, antes e após alimentação. Todos os dados foram tabulados.

**Tabela 1.** Procedimento experimental

TRATAMENTO	A	B
NÚMERO DE INDIVÍDUOS	4	12



NÚMERO DE AQUÁRIOS	8	8
CONTROLE	2 min	2 min
ALIMENTAÇÃO	2 min	2 min

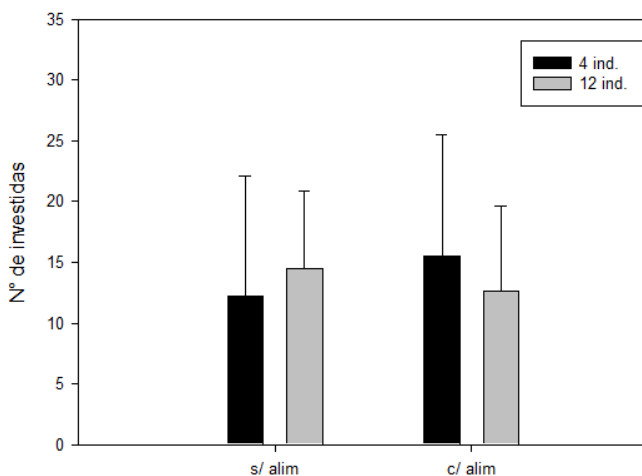
### Análises dos dados

Os dados obtidos foram analisados no software de análises estatísticas SigmaPlot®. Para comparação entre as médias dos números de investidas antes e depois da alimentação, foram realizados dois testes “T de Student”, sendo um para cada tamanho de grupo.

Em seguida, foram submetidos todos os dados, das duas observações e dos dois tamanhos de grupo, a um teste TWO WAY ANOVA, para obter uma comparação entre todas as médias. Em ambos testes foi considerado erro alfa de 5% .

### Resultados

O teste T apresentou  $p=0,584$  para o tratamento A e  $p=0,523$  para o tratamento B. O teste ANOVA, comparando todas as médias dos tratamentos A e B antes e após a alimentação obteve  $p=0,910$ , portanto não apresenta diferença significativa o suficiente entre as médias para que se afirme que o comportamento mudou entre os dois momentos, para qualquer um dos tratamentos. Estes resultados podem ser observados no gráfico abaixo (gerado pelo teste ANOVA). (Figura 1)



**Figura 1.** Número de investidas antes e depois da

alimentação.

### Discussão

De acordo com os resultados obtidos não houve mudança significativa da agressividade em grupos de peixes Mato-grosso, nem em relação ao tamanho do grupo, nem em comparação com a disponibilidade de alimento.

Menegatti *et al.* (2003) sugere, entretanto, que para o peixe Donzela (*Stegastes fuscus*), o tempo gasto no comportamento agonístico não interfere no tempo gasto no forrageamento. Como este animal também é um peixe pequeno, territorialista, que vive em grandes cardumes e ambientes complexos, pode-se fazer um paralelo com o Mato-grosso. E talvez, por este motivo não foi observado um aumento na agressividade dos grupos após a oferta de alimento, (Ricklefs, 2003).

Da mesma forma, em um estudo feito com macacos do gênero *Rhesus ssp*, no norte da Índia, não foram observados aumentos no comportamento agonístico dos animais quando reduzida em 25% sua fonte de comida e de fato, quando o alimento foi reduzido em 50%, os animais tornara-se mais letárgicos e diminuíram a frequência não só dos comportamentos de disputa, mas também de *grooming*, de brincadeiras e inclusive de comportamentos sexuais. (Southwick, 1967)

Em Lebiste ou Guppy (*Poecilia Reticulata*), os comportamentos agonísticos variam de acordo com o local de origem de origem do animal. Assim, indivíduos que vivem em locais com altas taxas de predação tem maior tendência a permanecer em cardumes a apresenta menores taxas de disputas intra específicas, de maneira que, aqueles vindos de ambientes com menos predadores, têm comportamento mais agressivo quando colocado em cardumes. (Magurran, 1991)

Sugere-se então, que mais estudos sejam feitos, com maior n amostral, maior número de repetições e com animais recém coletados e vindos de locais distintos para que os resultados sejam mais acurados.

### Agradecimentos

Agradecemos aos Profs. Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo-Ferreira, do laboratório de insetos aquáticos que nos cedeu os materiais, os peixes e o espaço para a realização do experimento.

Ao Rafael Tavares pela força, conselhos e correções.  
E a Karime e o Neto por todo o apoio.

## Referências

- Bertrand, G. Le paysage entre la nature et la société. Révue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, France 1978, n49. p 16-26.
- Britski, H.A. Peixes do Pantanal: manual de identificação, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2 ed. re. ampl., Brasil 2007, 227 p.
- Carvalho, J. Custos e benefícios associados a vida em grupo. Centro Universitário de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília, 2002. 30p.
- Dawkins, R. O gene egoísta. Ed. Da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979. 222 p.
- Manning, A. Introdução ao comportamento animal. Ed. Livros Técnicos e científicos, Rio de Janeiro, R.J., 1979. p. 296-322.
- Magurran, A. & Seghers, B. Variation in Schooling and Aggression Amongst Guppy (*Poecilia Reticulata*) Populations in Trinidad. In: Behaviour, vol. 118, USA, 1991. p. 214 - 234
- Marcolis, L.; Croot, C. Pacific Salmon Life Histories. UBC Press Vancouver, British Columbia, Canadá, 1991. 516p.
- Menegatti, J. V.; Vescovi, D. L.; Floeter, S. R. Interações agonísticas e forrageamento do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* (Peciformes: Pomacentridae). Espírito Santo; Natureza online, 45-50, 2003.
- Ricklefs, R. A economia da natureza. Rio de Janeiro; Guanabara Koogan; 2003. 503 p.
- Southwick, C. An Experimental Study of Intragroup Agonistic Behavior in Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*). In: Behaviour, Volume 28, USA, 1967, p. 182 – 209
- Steindachner. World Register of Marine Species. In: Froese, R. and D. Pauly. Editors, 1882.
- Voland, E. Elementos de sociobiologia. Instituto Piaget, Lisboa. 1993. 381p.

# A INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO SOCIAL NA DISTÂNCIA DE FUGA DE QUERO-QUERO (*Vanellus chilensis*)

ANDRESSA ELENA VALLE, ISADORA ZAVAN SANTIEFF

**Orientador:** Augusto Batisteli

## Resumo

As respostas das aves a predadores geralmente envolvem comportamentos de fuga, como o voo. Com o objetivo de analisar a distância de fuga em resposta à perturbação de intrusos relacionada com a interação social, foram realizadas observações de quero-queros (*Vanellus chilensis*) (Molina, 1782), registrando-se, em cada observação, o número de indivíduos adultos e a distância medida frente ao distúrbio causado pelo observador, através de perseguições. Não foi observada relação entre a interação social dos indivíduos de quero-quero e a distância de fuga, portanto conclui-se que observar apenas a interação social não é suficiente, dado que muitos outros fatores podem interferir na distância de fuga.

## Introdução

Em função da ação de predadores, as presas são expostas a pressões seletivas, favorecendo os indivíduos com habilidades que adiam sua morte até a reprodução (Alcock, 2009). A interação social em aves pode ser caracterizada como uma estratégia de defesa, já que possibilita reduzir a taxa individual de vigilância, sem alterar a eficácia de identificação de predadores pelo grupo (Barnard, 1980), portanto, grupos maiores oferecem melhor proteção (Caraco et al., 1980). Assim, a economia de tempo de vigilância proporcionada pela vida em grupo, permite mais disponibilidade para forragear (Lima, 1995), bem como facilita a busca por manchas abundantes em alimentos (Davies et al., 2012).

Aves reconhecem seus predadores e respondem a ele de modo a evitar sua captura. A resposta varia de acordo com a espécie do

predador e com o contexto do encontro com o mesmo (Walters, 1990). As respostas geralmente são comportamentais, como comportamentos de vigilância ou voo (Hockin et al. 1992). Sendo assim, a estratégia de defesa comumente utilizada é a fuga, sendo a “distância de fuga” (FID, do inglês, *flight-initiation distance*) determinada pela distância mínima na qual um predador consegue se aproximar de sua presa antes que a mesma inicie a resposta de fuga (Hediger, 1955 apud Rocha et al., 2009).

Diversos estudos sugerem que a distância de fuga pode variar de acordo com fatores ambientais (Cooper, 2005), características do predador (Cooper, 1997), aspectos do indivíduo (Moller & Garamszegi, 2012), distância de um refúgio (Bonenfant & Kramer, 1996) e a presença de atividade social (Cooper, 2009). Além disso, as características da história de vida do animal também podem influenciar nas decisões relacionadas ao comportamento de fuga, como sexo e idade (Moller & Garamszegi, 2012).

O objetivo deste estudo foi analisar se a interação social entre indivíduos de quero-quero (solitário ou pareado) influencia na distância de fuga. Nossa hipótese é de que a distância de fuga diminui em indivíduos emparelhados, uma vez que os mesmos podem se sentir mais seguros na presença do parceiro.

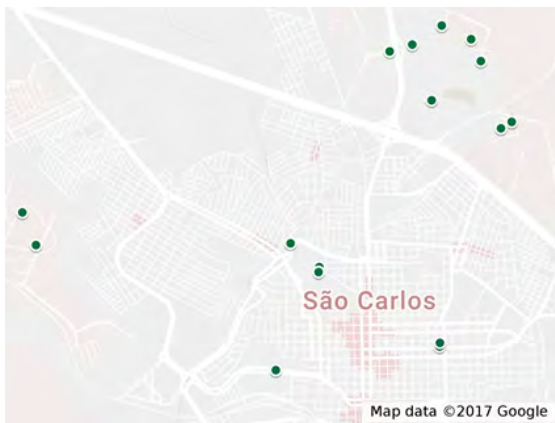
## Material e Métodos

A espécie estudada foi o quero-quero, *Vanellus chilensis* (Molina, 1782), que compõe a avifauna da América do Sul, é comum e de ampla ocorrência em áreas abertas como pastos, plantações, praias e parques urbanos (Ridgely et al., 2015). Trata-se de uma ave de porte médio, sem dimorfismo sexual e territorialista, que se

encontra também em terrenos lodosos, margens de rios e lagos (Sick, 2001).

Um observador (A.V. e I.S.) aproximava-se do membro do grupo mais próximo a ela até que o mesmo apresentasse comportamento de fuga (voo). Medimos a distância entre o observador e o local de onde a ave levantou vôo com o uso de uma trena.

Realizamos as observações durante os meses de dezembro de 2016 e janeiro de 2017, em áreas abertas do município de São Carlos, estado de São Paulo (22°01'03" S 47°53'27" O). Observamos 18 territórios defendidos por quero-quero, compostos por 7 indivíduos solitários e 11 em dupla. Em cada observação, foram registrados o número de indivíduos adultos e a distância medida.

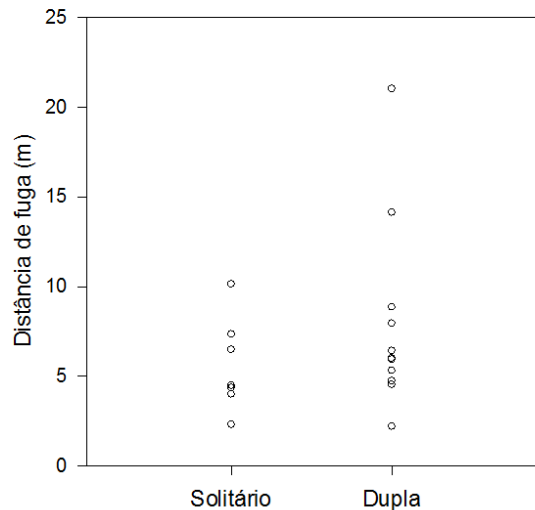


**Figura 1.** Locais de coleta de dados no município de São Carlos, São Paulo.

A normalidade dos dados foi testada através do teste Shapiro-Wilk, o qual demonstrou a presença de dados com distribuições não normais ( $p < 0,050$ ). Dessa forma, utilizamos o teste  $U$  de Mann-Whitney para comparar a distância de fuga entre indivíduos solitários e em duplas. As análises estatísticas e o gráfico foram realizados no *software* Sigmaplot.

## Resultados

A distância de fuga não variou de acordo com a interação social dos indivíduos ( $p = 0,319$ ), sendo de  $4,5 \pm 2,6$  m (média  $\pm$  desvio padrão) para indivíduos solitários e de  $6,01 \pm 5,3$  m para indivíduos emparelhados (Fig. 2)



**Figura 2.** Distância de fuga de indivíduos de quero-quero com diferentes status sociais: solitários e em dupla.

## Discussão

A interação social entre indivíduos de quero-quero não influenciou a distância de fuga, refutando a hipótese inicial. Esse resultado sugere que outros fatores contribuem de forma mais significativa na determinação da distância de fuga. De fato, características individuais podem influenciar decisões relacionadas ao comportamento de fuga em aves, causando grandes diferenças na direção e magnitude do FID (Moller & Garamszegi, 2012 apud Weston, 2012). Além de outras variáveis, como tamanho do grupo de predadores (Burger & Gochfeld, 1991), velocidade de aproximação do predador (Cooper, 2003) e direção de fuga (McLean & Godin, 1989).

A urbanização, por exemplo, altera a comunidade de predadores, levando a uma redução do FID, quando comparado aos animais de ambientes rurais ou selvagens (Møller & Ibañez-Álamo, 2012). Esse é um dos fatores que pode ter influenciado a variação de nossos resultados, pois foram analisados membros tanto em áreas rurais, quanto em áreas urbanas.

Ainda, alguns indivíduos analisados estavam forrageando no momento do experimento e sabe-se que manchas com

abundância de alimento também influenciam o FID, uma vez que os animais relutam em deixar esse tipo de ambiente (Lagos et. al 2009).

Cabe ainda ressaltar que os experimentos foram realizados em diferentes períodos do dia, em diferentes grupos, podendo causar alteração nos resultados, já que tanto o tamanho do grupo, quanto a atividade do animal variam de acordo com o horário, podendo afetar o FID (Pizo et al. 1997).

Conclui-se, portanto, que utilizar apenas a interação social não é suficiente para mensurar a distância de fuga em aves, dado que muitos outros fatores como características individuais do animal, direção de fuga, urbanização, qualidade da mancha e período do dia podem interferir nessa variável e seriam importantes para compreensão do comportamento de fuga da espécie.

### Agradecimentos

Agradecemos aos Professores Drs. Hugo Miguel P. de Moraes Sarmiento e Rhainer Guillermo Nascimento Ferreira, docentes da disciplina, pela oportunidade de aprendizado e pelo conhecimento compartilhado. E ao nosso orientador Augusto Batisteli, por toda a paciência e tempo dedicados no auxílio da construção deste trabalho.

Agradecemos, ainda, a todos os locais que permitiram nossa entrada para a realização do experimento (condomínios residenciais, campi de universidades, clubes de campo, Sesc São Carlos, Hospital Escola Municipal de São Carlos).

### Referências

Alcock, J. 2009. Comportamento Animal: uma abordagem evolutiva. In: Lima, LB. Artmed, pp. 183–217.

Barnard, CJ. 1980. Flock feeding and time budgets in the house sparrow (*Passer domesticus* L.). *Anim Behav* 28:295–309.

Bonenfant, M & Kramer, DL. 1996. The influence of distance to burrow on flight initiation distance in the woodchuck, *Marmota monax*. *Behavioral Ecology* 7:299–303.

Burger, J & Gochfeld, M. 1991. Human distance and birds: tolerance and response distances of resident

and migrant species in India. *Environmental Conservation* 18:158–165.

Caraco, T, Martindale, S & Pulliam, H. R. 1980. Avian flocking in the presence of a predator. *Nature* 285:400–401.

Cooper Jr, WE. 1997. Factors affecting risk and cost of escape by the broad-headed skink (*Eumeces laticeps*): predator speed, directness of approach, and female presence. *Herpetologica* 53:464–474.

Cooper Jr, WE. 2003. Risk factors affecting escape behavior by the desert iguana, *Dipsosaurus dorsalis*: speed and directness of predator approach, degree of cover, direction of turning by a predator, and temperature. *Canadian Journal of Zoology* 81:979–984.

Cooper, Jr, WE. 2005. When and how do predator starting distances affect flight initiation distances? *Canadian Journal of Zoology* 83:1045–1050.

Cooper, W. 2009. Flight initiation distance decreases during social activity in lizards (*Sceloporus virgatus*). *Behav Ecol Sociobiol* 63:1765–1771.

Davies, NB, Krebs, JR & West, SA. 2012. An introduction to behavioural ecology. In: Blackwell Publishing. John Wiley & Sons, pp. 24–51.

Hockin, D, Ounsted, M, Gorman, M, Hill, D, Keller, V & Barker, MA. 1992. Examination of the effects of disturbance on birds with reference to its importance in ecological assessments. *Journal of Environmental Management* 36:253–286.

Lagos, PA, Meier, A, Tolhuysen, LO, Castro, RA, Bozinovic, F & Ebensperger, LA. 2009. Flight initiation distance is differentially sensitive to the costs of staying and leaving food patches in a small-mammal prey. *Canadian Journal of Zoology* 87:1016–1023.

Lima, SL. 1995. Back to the basics of anti-predatory vigilance: the group-size effect. *Anim Behav* 49:11–20.

McLean, EB & Godin, JGJ. 1989. Distance to cover and fleeing from predators in fish with different amounts of defensive armour. *Oikos* 55:285–290.

Møller, AP & Garamszegi, LZ. 2012. Between individual variation in risk-taking behavior and its life history consequences. *Behavioural Ecology* 23:843–853.

Møller, AP & Ibáñez-Álamo, JD. 2012. Escape behaviour of birds provides evidence of predation being involved in urbanization. *Animal Behaviour* 84:341–348.

Pizo, MA, Simão, I & Galetti, M. 1997. Daily variation in activity and flock size of two parakeet species from southeastern Brazil. *Wilson Bull* 109:343–348.

Ridgely, RS, Gwynne, JA, Tudor, G & Argel, M. 2015. Aves do Brasil - Mata Atlântica do Sudeste. 1. Ed. São Paulo: Editora Horizonte, pp. 113.

Rocha, CFD, VanSluys, M, Vrcibradic, D, Kiefer, MC, Menezes, VA & Siqueira, CC. 2009. Comportamento de termorregulação em lagartos brasileiros. *Oecologia Brasileira* 13:115–131.

- Sick, H. 2001. Ornitologia Brasileira. In: Pacheco, JF. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, pp. 311–317.
- Walters, JR. 1990. Anti-predatory behavior of lapwings: field evidence of discriminative abilities. *Wilson Bulletin* 102:49–70.
- Weston, MA, McLeod, EM, Blumstein, DT & Guay, PJ. 2012. A review of flight-initiation distances and their application to managing disturbance to Australian birds. *Csiro Publishing* 112:269–286.

# EFEITO COMBINADO DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E VISITAÇÃO EM *SAGUINUS* DE CATIVEIRO

BEATRIZ CABRERA SANTANA & ISABELLE AVOLIO TRISTÃO

**Orientador:** Karime de Araujo Paina

## Resumo

Os zoológicos têm sido cada vez mais utilizados como um meio de educação e conservação ambiental. Diversas espécies são expostas neste local, dentro de seus recintos, com o propósito de aproximar o público desses animais e com a educação ambiental, informatizar por meio dessa vivência.

Há diversas técnicas para manter o bem-estar desses animais, e uma aplicada frequentemente é o enriquecimento ambiental. Dos animais receptivos a esse tipo de ação, podem se destacar os primatas, por serem muito ativos e de comportamento social.

Uma categoria de enriquecimento ambiental é o alimentar e por meio dele, este trabalho teve como objetivo analisar os comportamentos de primatas da família *Callitrichidae*. O ponto comparativo usado foi o efeito da visitação para comprovar se o enriquecimento proposto   eficaz para aproximar o comportamento de cativeiro ao natural, melhorando assim a qualidade de vida dos animais.

O experimento foi realizado no Parque ecológico de São Carlos, SP, analisando diversas categorias de comportamento como o alimentar, locomotor, fisiológico e social.

Cada espécie mostrou diferentes respostas a aplica o do enriquecimento, porém ambas tiveram efeito significativo nos comportamentos quando alterados pela visita o. A alimenta o foi inversamente alterada na presença de visitantes, sendo do Sagu  preto da mão amarela diminuída e do Sagu  Weddell aumentada, demonstrando assim que o enriquecimento neutraliza a interferência de visita o.

## Introdu o

Os animais em cativeiro se encontram em ambientes diferentes daqueles em que sua espécie evoluiu (Sgai, 2007). Este muitas vezes   um ambiente pequeno, com muitos indivíduos, sem pressão predatória ou possibilidade de dispersão e migra o e alimenta o de fácil acesso (Newberry, 1993). Isso faz com que o comportamento e as atividades exercidas pelo animal sejam alteradas quando comparado aos animais silvestres (Garner, 2005), afetando seu bem-estar (Borges et al., 2011), o comportamento de forrageio, por exemplo, que   predominante para aqueles de vida livre,   praticamente ausente nos animais de cativeiro (Reinhardt, 1993).

Além do recinto, a intera o do animal com os visitantes pode ser prejudicial ao bem-estar dos mesmos. Estudos anteriores relataram que a quantidade de visitantes influenciou no aumento de vigilância e de comportamentos sociais negativos dos animais em cativeiro (Mallapur et al., 2005; Wells, 2005; Davey, 2006, 2007), e também aumentou o comportamento locomotor, segundo uma pesquisa realizada com primatas (Mitchell et al., 1992).

Os zoológicos tentam aproximar cada vez mais os recintos ao ambiente natural, e um dos recursos utilizados   o enriquecimento ambiental. Este tem como fun o alterar o cotidiano do animal, disponibilizando instrumentos que ofereçam oportunidades e escolhas que não estavam disponíveis antes, adaptando-os para a biologia do animal (Mellen & Macphee, 2001). A técnica   realizada em diferentes categorias: física, sensorial, cognitivo, social e alimentar.

O enriquecimento ambiental pode proporcionar uma melhora no bem-estar do animal, diminuir estresse, frustra o e a frequência dos comportamentos anormais (Mason, 1991 e Mason et al., 2007), aumentando os comportamentos t picos da própria espécie (Schapiro & Bushong, 1994). Pesquisas demonstraram que enriquecimentos, por

meio de alimento ou brinquedo, realizados com primatas diminuíram os comportamentos agressivos e aumentaram os afiliativos (Bloomstrand et al., 1986, Bloomsmith et al., 2007).

A presente pesquisa focou no enriquecimento alimentar, que consiste no animal procurar o alimento, como no ambiente natural, que estará integrado a um mecanismo com diversos graus de dificuldade. Em pesquisas, animais estudados tiveram maior interesse no alimento com a presença do enriquecimento (Gronqvist et al., 2013). Além disso, há diversas vantagens com a utilização desse recurso como a maior proximidade com o ambiente natural, (Swaigood e Shepherdson, 2005; Britt, 1998) e por fornecer a dieta por um meio interativo (Sanz et al., 1999). Notando tal importância deste e buscando proporcionar um maior bem-estar para os animais, este trabalho objetivou analisar se há alteração de comportamento de primatas com a realização do enriquecimento e se a presença de visitantes influencia no interesse pelo mesmo. A hipótese seria que o enriquecimento atuaria como um fator positivo, enquanto que a presença de visitantes influenciaria negativamente.

## Material e Métodos

### Local de estudo e animais

O presente trabalho foi realizado nos recintos em exposição dos saguis dentro do Parque Ecológico de São Carlos (PESC) no período de Janeiro de 2017.

A escolha de analisar primatas se deve à sua natureza. São animais muito energéticos, em uma comunidade social ativa (Doran, 1997, Honess & Marina, 2006). O enriquecimento ambiental é meio de estimular os animais, e tais adaptações dependem da semelhança da condição cativa com o habitat natural da espécie (Carlstead & Shepherdson, 1994, Mallapur & Choudhury, 2003). Assim, deve-se ter o máximo de similaridade entre as atividades cotidianas em um ambiente natural com o enriquecimento ambiental proposto.

Os animais analisados foram: 6 indivíduos Sagui preto de mão amarela (*Saguinus midas*) (Linnaeus, 1758) e 5 indivíduos Sagui Weddell (*Saguinus fuscicollis weddelli*) (Deville, 1849).

Segundo o ICMBIO, o *Saguinus fuscicollis weddelli* é uma espécie endêmica do Brasil ocorrendo nos estados do Acre e Amazonas, está no critério

menos preocupante (LC) na avaliação global. Isso ocorre pois essa espécie se encontra em diversas áreas protegidas.

O mesmo acontece com outro membro da mesma família, o *Saguinus midas*, que se encontra no critério menos preocupante segundo a IUCN, isso porque apresenta tolerância a perturbações no ambiente, se adaptando a florestas de borda. Essa espécie é nativa da Floresta Amazônica da baixada e do escudo das guianas.



**Figura 1.** Sagui preto de mão amarela (esquerda) e Sagui Weddell (direita).

### Análise de comportamento

A análise de comportamento dos primatas foi realizada em 4 fases distintas: (1) Sem a presença de visitantes e sem o enriquecimento, (2) Com presença de visitantes e sem enriquecimento, (3) Sem presença de visitantes e com enriquecimento e (4) Com presença de visitantes e com enriquecimento.

Como método de análise utilizou-se a técnica *ad libitum* na qual foi registrado a frequência dos comportamentos (tabela 1) (comer, se movimentar, escalar, se coçar, urinar/defecar e ter contato com outro espécime) realizados durante 4 períodos de 15 minutos cada, ao longo do dia, havendo uma pausa de cerca de 15 minutos entre as observações, para avaliar quais comportamentos os animais apresentam e sua frequência (adaptado de Quadros, et al., 2014).



Os comportamentos foram analisados com presença de visitantes (para as fases 2 e 4, respectivamente) enquanto o PESC esteve fechado para visitação (para as fases 1 e 3, respectivamente). A presente análise totalizou 8 horas. Para manter um padrão em rela o a presença de visitantes, contou-se com o auxílio de sons que simulavam a conversa entre visitantes e dos próprios visitantes que passavam pelo recinto durante as observa es das fases 1 e 3.

**Tabela 1.** Etograma dos comportamentos analisados

Comportamentos	Descri�o
Comer	Pegar alimento no recipiente e consumi-lo
Movimentar	Movimento seguido sem parada
Escalar	Escalar pelo menos duas vezes na grade
Se coçar	Se coçar em qualquer parte do corpo com as mãos ou p�s ou arrastar seu corpo pelo tronco
Urinar/Defecar	Ato de urinar ou defecar
Social	Cata�o, toque em outro indivíduo e c�pula

### *Enriquecimento*

Foi realizado o enriquecimento alimentar por meio de uma garrafa pet, como ilustrado abaixo, que dificulta o acesso ao alimento e simula uma atividade cotidiana desses animais no ambiente natural, como o forrageamento.

Esse enriquecimento foi escolhido por ter sido utilizado anteriormente com outros primatas no Parque Ecológico, além do material ser barato e simples de ser replicado em outros trabalhos.



**Figura 2.** Enriquecimento ambiental utilizado com garrafa PET.

Conforme outros trabalhos, a maioria dos enriquecimentos ambientais realizado com primatas envolvia o enriquecimento alimentar, pois com estes a intera o era mais explorada e prolongada (Borges et al., 2011). Com isso, foi elaborado um dispositivo em que foi colocado o alimento e com um meio para que ele pudesse ser aberto, permitindo assim um gasto energético e um comportamento exploratório.

A alimenta o dada dentro do dispositivo, foi variada de acordo com a dieta que os *Saguinus* residentes recebem normalmente em sua rotina dentro do Parque Ecológico, variando entre frutas como banana e manga, papa a base de ra o para primatas com sustagen e, em certos dias, bala de goma.

### *Análise dos resultados*

Para a análise de interferência de visitantes foi aplicado o teste linear generalizado de log de Poisson no programa SPSS Statistics para comparar os comportamentos observados durante a presença ou ausência de visita o, observando se há diferença significativa entre as diferentes situa es. O mesmo teste foi aplicado para a análise dos dados referentes ao comportamento e ao uso de enriquecimento com o intuito de comparar cada comportamento com as medidas das duas amostras sendo elas dependentes.

### **Resultados**

Foram observadas diferenças significativas no comportamento em rela o   presença ou ausência do enriquecimento (tratamento), nos diferentes tempos de observa o (tempo),   presença ou ausência de visitantes (visita) e   intera o entre os resultados obtidos mediante   presença ou ausência de tratamento e visitantes (tratamento\*visita)

(Tabelas 2 e 3).

**Tabela 2.** Tabela de significância entre os diferentes tratamentos aplicados no Sagui Preto de mão amarela.

Comportamento	Tratamento	Tempo	Visita	Tratamento *visita
Comer	0,006	0	0,004	0
Movimento	0	0,270	0,006	0,659
Escalar	0,003	0	0,315	0,252
Coçar	0	0,006	0	0
Urinar/ Defecar	0,217	0,166	0,324	0,06
Social	0	0	0,002	0,866

**Tabela 3.** Tabela de significância entre os diferentes tratamentos aplicados no Sagui Weddell.

Comportamento	Tratamento	Tempo	Visita	Tratamento *visita
Comer	0	0	0	0,281
Movimento	0,826	0	0	0
Escalar	0,073	0	0,486	0
Coçar	0,094	0,002	0	0
Urinar/ Defecar	0,288	0,022	0,518	0,518
Social	0,118	0,795	0,548	0,011

Com base na tabela e considerando como diferença significativa aquelas que resultaram em uma significância menor que 0,05, é possível observar que a maioria dos comportamentos realizados pelo Sagui Preto de mão amarela foram afetados pela presença de enriquecimento e de visita. Com exceção do comportamento de escalar que não foi afetado pela visita e urinar/defecar que não foi afetado nem por visita nem por enriquecimento.

**Tabela 4.** Tabela da alteração sofrida por comportamentos estudados que tiveram diferença significativa no Sagui preto da mão amarela. Sendo que Ce corresponde à presença de enriquecimento, Se: sem a influência do enriquecimento, Cv: com visita e Sv: ausência de visitantes. Classificado de acordo com a intensidade do comportamento ocorrendo de muito baixo (--) a muito alto (++).

Comportamento	Ce_Cv	Ce_Sv	Se_Cv	Se_Sv
Comer	++	--	+	-
Movimentar	-	--	+	++

Escalar		-		+
Se coçar	++	--	+	-
Urinar/Defecar				
Social	++	+	-	--

**Tabela 5.** Tabela da alteração sofrida por comportamentos estudados que tiveram diferença significativa no Sagui Weddell.

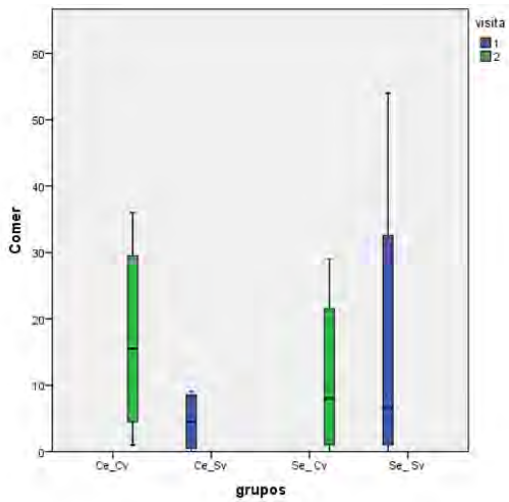
Comportamento	Ce_Cv	Ce_Sv	Se_Cv	Se_Sv
Comer	++	+	-	--
Movimentar			--	++
Escalar				
Se coçar			-	+
Urinar/Defecar				
Social				

Em relação ao comportamento do sagui Weddell, só houve interferência significativa para ambos os fatores no comportamento de comer e a visita influenciou no movimento e ato de se coçar.

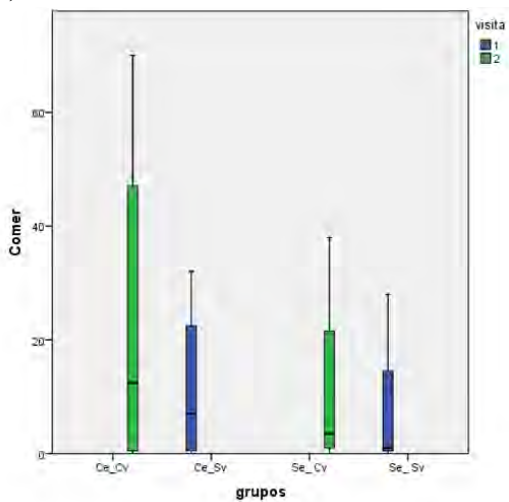
A significância do tempo foi avaliada pois as duas primeiras observações de cada fase (1,2, 3 e 4) foram realizadas antes do animal receber o alimento, enquanto que as duas últimas ocorreram logo após o recebimento do alimento. Por isso houve uma diferença significativa em relação ao tempo em alguns comportamentos.

### Análise do comportamento alimentar

a)



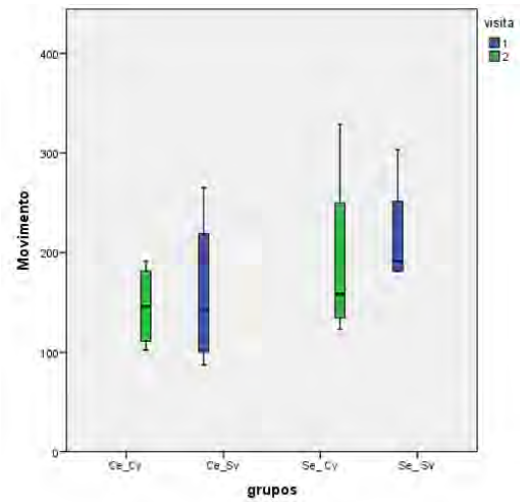
b)



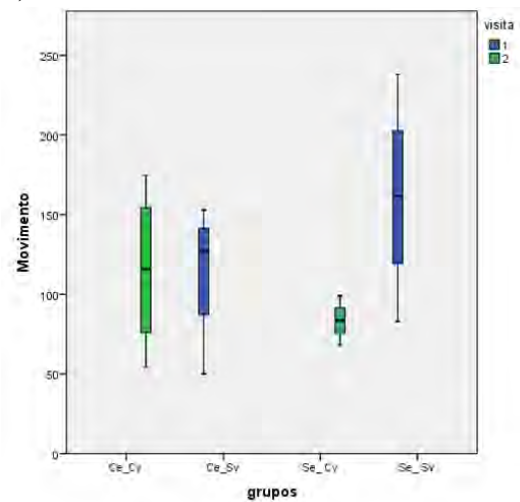
**Figura 3.** Comportamento de alimentação, respectivamente, do a) Sagui preto de mão amarela e do b) Sagui Weddell. Como padrão para todos os gráficos, em azul as observações na ausência de visitantes (Sv) e em verde na presença (Cv). Em relação aos grupos, as legendas Ce correspondem à presença de enriquecimento e Se sem a influência do enriquecimento.

### Análise do comportamento de movimentação

a)



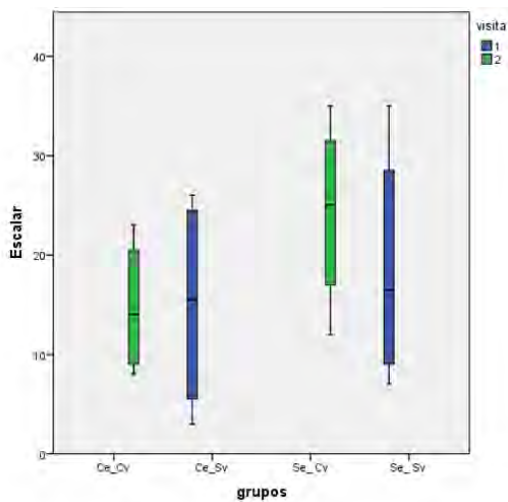
b)



**Figura 4.** Comportamento de movimentação, do a) Sagui preto de mão amarela e do b) Sagui Weddell.

Análise do comportamento de movimento - escalar no recinto

a)



b)

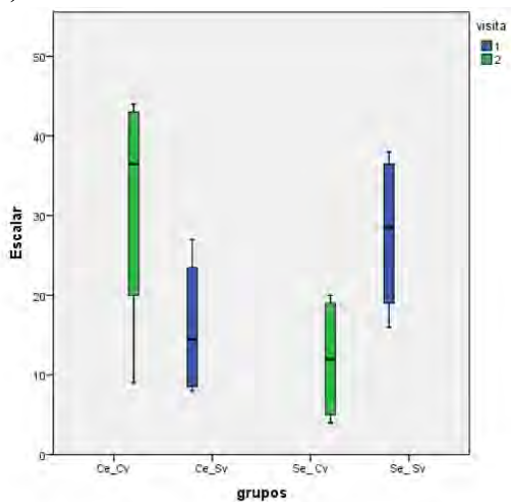
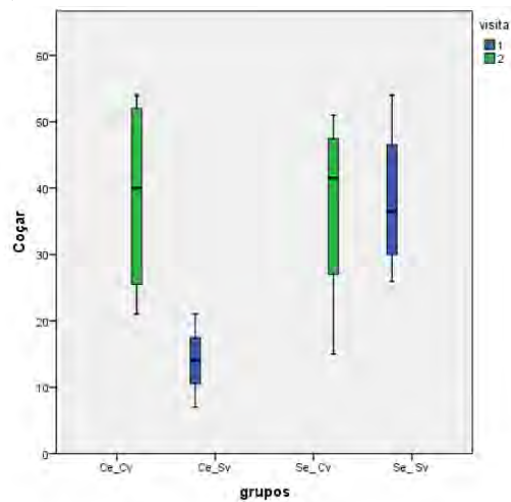


Figura 5. Comportamento de “escalar”, do a) Sagui preto de mão amarela e do b) Sagui Weddell.

Análise do comportamento coçar

a)



b)

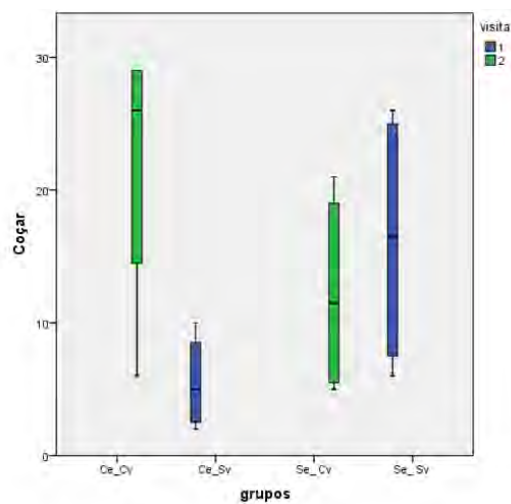
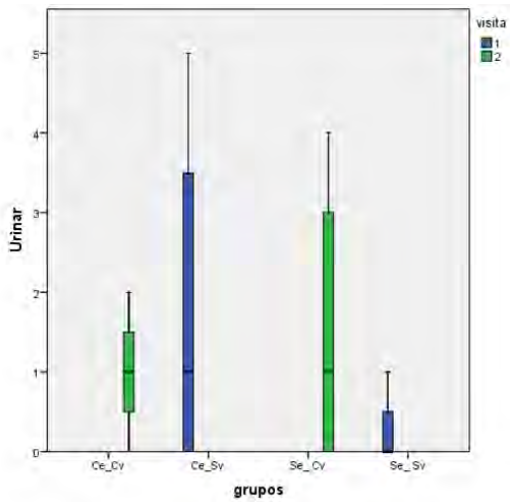


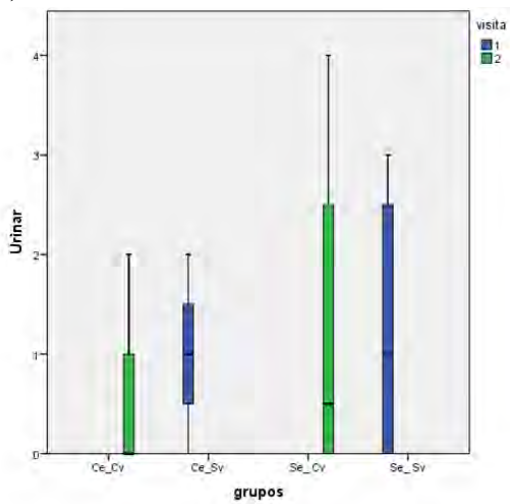
Figura 6. Comportamento de “coçar”, do a) Sagui preto de mão amarela e do b) Sagui Weddell.

Análise das reações fisiológicas - urinar e defecar.

a)



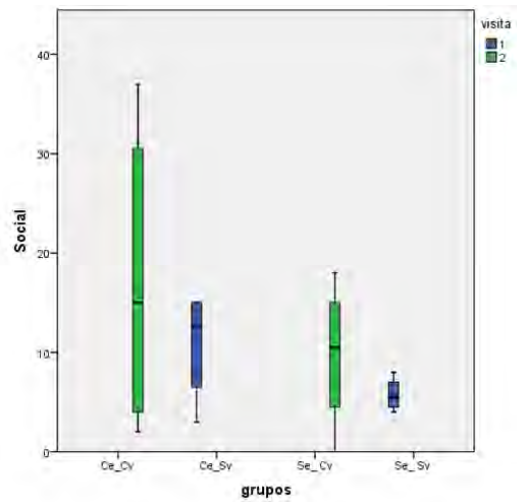
b)



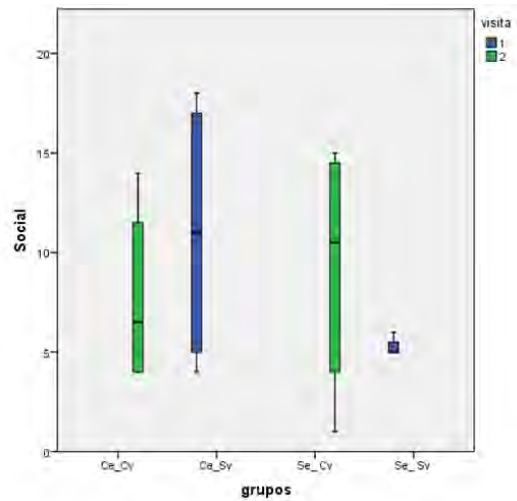
**Figura 7.** Comportamento de urinar e defecar, do a) Sagui preto de mão amarela e do b) Sagui Weddell.

Análise do comportamento social - interação com outros espécimes.

a)



b)



**Figura 8.** Comportamento social de contato com outro espécime, do a) Sagui preto de mão amarela e do b) Sagui Weddell.

## Discussão

Em ambas espécies a alimentação foi maior com a presença de visitante, porém o sagui preto de mão amarela se alimentou menos na presença do enriquecimento (na fase 3), pois encontrou uma dificuldade maior em alcançar o alimento devido a disposição do recinto.

O aumento de comportamentos relacionados a forrageio, busca de alimento, exploração e interações sociais é uma forte evidência de aumento do bem-estar dos animais (Young, 2003).

Embora para sagui Weddell a diferença da movimentação em relação ao enriquecimento não tenha sido estatisticamente significativa, foi observado que nas duas espécies o enriquecimento neutralizou os efeitos da visitação no comportamento.

Essa neutralização ocorreu de maneiras diferentes, pois cada grupo de indivíduos reagiu de forma distinta à visitação. Com a visitação foi observado uma alta movimentação do sagui preto de mão amarela, condizendo que primatas aumentam a locomoção diante da presença de visitantes (Mitchell et al., 1992). Esse aumento de atividade pode ser explicado pela assimilação de perturbações humanas como um risco de predação, de maneira que o animal passa a investir em respostas anti-predatórias (Frid & Dill 2002). Porém, o inverso ocorre com a outra espécie. Com a aplicação do enriquecimento, esse efeito foi compensado, diminuindo e aumentando os movimentos das espécies. No geral, a média de movimentação foi maior sem a visitação.

Não se observaram diferenças significativas em nenhuma situação para o comportamento de escalar para o sagui Weddell (Figura 5b).

Já no Sagui preto de mão amarela a diferença foi significativa somente para o enriquecimento, sendo que o comportamento de escalar diminuiu após a implementação do mesmo. Isso pode ter ocorrido devido à atenção dos indivíduos se voltarem para a conquista da comida, deixando de se movimentar para poupar energia. Essa hipótese pode ser explicada pela teoria do forrageamento ótimo, que propõe que para minimizar o gasto de energia, os indivíduos buscam estratégias para otimizar sua alimentação (MacArthur & Pianka, 1966).

Não houve diferença significativa em relação ao enriquecimento para a espécie *Saguinus fuscicollis weddelli* no comportamento de se coçar.

Na outra espécie, a interferência da visitação na presença de enriquecimento foi marcante, aumentando o comportamento estudado durante o fluxo de público. Já na mesma situação sem o enriquecimento, não foi observado alteração na frequência do comportamento.

Mesmo sem a significância, observamos que a primeira espécie seguiu no mesmo padrão no tratamento com o enriquecimento.

Uma hipótese proposta seria em relação ao clima: pelas altas temperaturas do município de São Carlos, e pela época do ano, há maior proliferação de mosquitos, e estes dois aspectos aliados aumentam esse comportamento. No entanto, podemos ainda classificar esse comportamento como estresse pré-alimentar de cativeiro (Almeida et al., 2008).

O ato de urinar é um comportamento típico da família dos saguis, funcionando como uma marcação de território que eles exercem principalmente próximo ao local de alimentação (Rowe, 1996). Tal ato sugere uma excitabilidade (Smith et al., 1998) se desenvolvendo por meio da ansiedade (Johnson et al, 1996; Barros et al., 2000).

Portanto, a diminuição desse comportamento, como foi observado no sagui Weddell, demonstraria um sucesso no efeito do enriquecimento. Entretanto, ambas espécies não apresentaram uma diferença de comportamento significativa para a visitação e o enriquecimento.

Novamente, o comportamento não sofreu uma diferença estatística significativa para o Sagui Weddell em ambas as situações quando se avaliou a socialidade.

Já para o Sagui preto de mão amarela o comportamento social aumentou na presença do enriquecimento, em ambas situações e na presença somente da visitação, sendo em todas as situações desta última mais acentuada.

Os comportamentos sociais e individuais apresentados pelo grupo estão diretamente relacionados ao ambiente e à manutenção dos indivíduos na composição social, cuja unidade básica é o grupo (Almeida, Margarido e Filho, 2008). Desta forma, quanto mais rico e próximo ao ambiente natural, maior o comportamento social. A partir disto, podemos supor que, o enriquecimento ambiental fez efeito, deixando o ambiente mais interativo aumentando as relações entre os indivíduos, sendo

esse aumento um indício de bem-estar. (Broom & Johnson, 1993).

Para as situações em que não houve uma diferença significativa no comportamento a nível de grupo, é válido salientar que essa ausência de significância não implica na ausência de impactos causados pela visitação (Quadros, et al, 2014) ou pelo enriquecimento no bem-estar animal, pois o mesmo   definido por meio da percepção do indivíduo (Young, 2003), por isso, para se afirmar mudança no bem-estar,   preciso uma análise a nível de indivíduo.

Houve uma interferência do enriquecimento nos efeitos causados pela visitação para os comportamentos de alimenta o e coçar no sagui preto de mão amarela; e de movimento, escalar, coçar e social no Sagui Weddell. Tal diferença foi constatada pelo resultado estatístico de significância da intera o entre o enriquecimento e a visita o (Tabela 2 e 3).

Portanto, foi possível observar que o enriquecimento e a visita o interferiram em alguns comportamentos dos saguis observados. Para o Sagui Weddell os comportamentos não são muito influenciados pelos tratamentos (enriquecimento e visita o) de forma separada, e sim pela intera o deles, de modo que o enriquecimento tem efeito significativo sobre alguns comportamentos influenciados pela visita o. O contrário ocorre para o sagui preto de mão amarela, no qual apresenta maiores diferenças significativas para os comportamentos influenciados pelos tratamentos observados de modo separado e pouca interferência nos comportamentos observados com a intera o entre enriquecimento e visita o.

Em conclusão, fica evidente que o enriquecimento e a visita o interferiram em alguns comportamentos dos saguis estudados, em diferentes níveis.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao Parque Ecológico, a Samanta Campos, assistente administrativa por nos permitir o acesso a este e aos tratadores dos recintos que disponibilizaram o local e assistência para a execu o de nossa pesquisa.

Agradecemos também   mestranda Karime Paina por nos auxiliar em nosso projeto e aos professores Rhainer Guillermo e Hugo Sarmiento por orientar a

pesquisa.

### **Referências**

- Almeida, A. M. R.; Margarido, T. C. C.; Filho, E. L. A. 2008. Influência do enriquecimento ambiental no comportamento de primatas do gênero *Ateles* em cativeiro. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama*, v. 11, n. 2, p. 97-102.
- Barros, M.; Boere, V.; Huston, J.B.; Tomaz, C. 2000. Measuring fear and anxiety in the marmoset (*Callithrix penicillata*) with a novel predator confrontation model: effects of diazepam. *Behavioural Brain Research*, v. 108, p. 205-211.
- Borges, M.P.; Byk, J.; Del-Claro, K. 2011. Influência de técnicas de enriquecimento ambiental no aumento do bem-estar de *Callithrix penicillata* (E. Geoffroy, 1812) (Primates: Callitrichidae). *Revista Biotemas*, 24 (1): 83-94.
- Bloomsmith, M.A.; Marr, M.J.; Maple, T.L. 2007. Addressing nonhuman primate behavioral problems through the application of operant conditioning: is the human treatment approach a useful model? *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 102, pp. 205-222.
- Bloomstrand, M.A.; Riddle, K.; Alford, P.L.; Maple, T.L. 1986. Objective evaluation of a behavioral enrichment device for captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology*, 5: 293-300. 76.
- Britt, A. 1998. Encouraging natural feeding behaviour in captive-bred black and white ruffed lemurs (*Varecia variegata variegata*). *Zoo Biology*, 17: 379-392.
- Broom, D. M.; Johnson, K. G. 1993. Stress and strain, welfare and suffering. In: BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. (Ed.). *Stress and animal welfare*. London: Chapman & Hall. p.57-86.
- Carlstead, K.; Shepherdson, D. 1994. Effects of environmental enrichment on reproduction. *Zoo Biology*, 13, 447-458.
- Davey, G. 2006. Visitor behavior in zoos: a review. *Anthrozo s* 19, 143-157.
- Davey, G. 2007. Visitors' effects on the welfare of animals in the zoo: a review. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 10, 169-183.
- Doran, D. 1997. Influence of seasonality on activity patterns, feeding behavior, ranging, and grouping patterns in Tai Chimpanzees. *Internacional Journal of Primatology*, 18(2): 183-206.
- Frid, A., Dill, L.M. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conserv. Ecol.* 6, 11.
- Garner, J.P. 2005. Stereotypies and other abnormal repetitive behaviors: potential impact on validity, reliability, and replicability of scientific outcomes *ILAR J.*, 46, pp. 106-117.
- Gronqvist, G., Kingston-Jones, M.; Lehman, J. 2013. The effects of three types of environmental enrichment on the behaviour of captive Javan gibbons (*Hylobates moloch*). *Applied Animal Behaviour Sciences*, 147(1): 214-223.
- Honess, P. E.; Marina, C.M. 2006. Enrichment and aggression in primates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30: 413-436.
- International Union Of Directors Of Zoological Gardens /International Union Of The Conservation Of Nature / Species Survival Commission. 1993. *The world zoo conservation strategy; the role of the zoo and aquaria of the*

- world in global conservation. Illinois, Chicago Zoological Society.
- Johnson, E. O.; Kamilaris, T. C.; Carter, C. S.; Calogero, A. E.; Gold, P. W.; Chrousos, G. P. 1996. The biobehavioral consequences of psychogenic stress in a small, social primate (*Callithrix jacchus jacchus*). *Biological Psychiatry*, v.40, p. 317-337.
- Macarthur, R. H.; Pianka, E. R. On Optimal Use of a Patchy Environment. *The American Naturalist*, Chicago, v. 100, n. 916, p.603-609, nov. 1996.
- Mallapur, A.; Choudhury, B. C. 2003 Behavioral Abnormalities in Captive Nonhuman Primates, *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 6:4, 275-284.
- Mallapur, A., Sinha, A., Waran, N.K. 2005. Influence of visitor presence on the behaviour of captive lion-tailed macaques (*Macaca silenus*) housed in Indian zoos. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 94, 341–352.
- Mason, G.J. 1991. Stereotypies: a critical review. *Anim. Behav.*, 41, pp. 1015–1037.
- Mason, G.; Clubb, R.; Latham, N.; Vickery, S. 2007. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 102, pp. 163–188.
- Mellen, J.; Macphee, M.S. 2001. Philosophy of environmental enrichment: past, present, and future. *Zoo Biol* 20:211–26.
- Mitchell, G., Tromborg, C.T., Kaufman, J., Bargabus, S., Simoni, R., Geissler, V. 1992. More on the “influence” of zoo visitors on the behaviour of captive primates. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 35, 189–198.
- Newberry, R. C. 1993. The space-time continuum and its relevance to farm animals. *Etologia*, v. 3, p. 219-234.
- Quadros, S.; Goulart, V. D. L.; Passos, L.; Vecci, M. A. M.; Young, R. J. 2014. Zoo visitor effect on mammal behaviour: Does noise matter? *Appl. Anim. Behav. Sci.*
- Reinhardt, V. 1993. Foraging enrichment for caged macaques: a review. *Laboratory Primate Newsletter*, v. 32, n. 4, p. 1-4.
- Rowe, N. 1996 *The pictorial Guide to the Living Primates*. Charlestown, Rhode Island: Pogonias press. p. 66.
- Sanz, C.; Blicher, A.; Dalke, K.; Gratton-Fabbri, L.; McClure-Richards, T.; Fouts, R.S. 1999. Use of Temporary and Semipermanent Enrichment Objects by Five Chimpanzees. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 2(1): 1-11.
- Schapiro, S.J.; Bushong, D. 1994. Effects of enrichment on veterinary treatment of laboratory rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Anim. Welf*, 3, pp. 25–36.
- Sgai, M. G. F. G.; Stasieniuk, E. V. Z.; Rocha, C. G.; Portela, T. P.; Pizzutto, C. S.; Guimarães, M. A. B. V. 2007. Ping-pong balls: an economical idea to enrich marmosets. *The Shape of Enrichment*, v. 16, n. 1/2, p. 4.
- Smith, T. E; Mcgreer-Whitworth, B.; French, J. A. 1998. Close proximity of the heterosexual partner reduces the physiological and behavioral consequences of novel-cage housing in black tufted-ear marmosets (*Callithrix kuhli*). *Hormones and Behavior*, v. 34, p. 211-222.
- Swaisgood, R. R.; Shepherdson, D. J. 2005. Scientific Approaches to Enrichment and Stereotypies in Zoo Animals: What’s Been Done and Where Should We Go Next? *Zoo Biology*, 24: 499-518.
- Wells, D.L. 2005. A note on the influence of visitors on the behaviour and welfare of zoo-housed gorillas. *Appl. Anim. Behav.Sci.* 93,13–17.
- Wemmer, Chris; Teare, J. Andrew; Pickett, Charles. 1991, *Manual del biólogo de zoológicos*. National Zoological Park. Smithsonian Institution. Washington, D.C.
- Wheater, R.; Karsten; Seal, U (eds.). 1992. *The word zoo conservation strategy: the role of zoos and aquaria of world in global conservation*. IUCN. Washington, DC.
- Young, R.J. 2003. *Environmental Enrichment for Captive Animals*. Blackwell Science, Oxford.



# INFLUÊNCIA DE UM PREDADOR NA ALIMENTAÇÃO DE *ANASTREPHA TURPINIAE* EM DIFERENTES PROPORÇÕES

BEATRIZ ROBBI E JULIA VALENTIM

**Orientador:** Karime Araujo Paina

## Resumo

Dentro da área de Ecologia Comportamental, a teoria do forrageamento ótimo busca encontrar a relação entre ganho e gasto de energia durante a procura e consumo do alimento, a fim de maximizar a aptidão do animal. No entanto, essa relação só se torna satisfatória se não ocorrer dificuldades nessa trajetória, como a presença de um predador. O objetivo deste trabalho é observar se moscas da espécie *Anastrepha turpiniae* alteram seu comportamento de forrageio na presença de predador, quando estão dispostas duas manchas alimentares: pouca comida x muita comida. Foi observado que na presença de predador a maioria das moscas ficou distantes do predador e do alimento, já em sua ausência, as moscas optaram pela grande quantidade de alimento. Os resultados obtidos foram significativos, conforme o cálculo do teste de Qui-quadrado, evidenciando assim que o comportamento da espécie em questão é diferente quando há risco de predação.

## Introdução

A teoria do forrageamento ótimo foi primeiramente desenvolvida por Emlen em 1966, que desenvolveu um modelo matemático para tentar explicar a relação entre preferências alimentares e rendimento calórico do alimento ingerido (Emlen, 1966).

Essa teoria do forrageamento ótimo é baseada em seis suposições: a primeira diz que a contribuição de um indivíduo para a próxima geração depende do comportamento de forrageio, a segunda assume que a teoria é válida sendo este comportamento aprendido ou inato. Já a terceira suposição é de que há um conhecimento prévio da relação entre o fitness

e o comportamento em questão. A quarta suposição diz que a evolução do comportamento de forrageamento não pode ser evitada por limitações genéticas, como ligação de genes. A quinta diz respeito ao conhecimento das características físicas e morfológicas do animal, os quais são bem conhecidos e evolutivamente fixados. E a última suposição afirma que a evolução do comportamento é mais rápida que a mudança das características relevantes para o processo. Baseado nessas suposições, pode-se encontrar exemplos que corroboram ou que contestam a teoria do forrageamento ótimo (Pyke, 1984).

No entanto, essas suposições de busca pela maximização de energia e aptidão do animal, são estratégias ótimas somente se o comportamento alimentar não entrar em conflito com outras necessidades, como por exemplo a defesa em caso de presença de predadores. Se o animal que estiver forrageando correr risco de ser atacado ou morto, essa estratégia deverá ser repensada (Milinski & Heller, 1978).

As moscas do gênero *Anastrepha* fazem parte da família Tephritidae e provavelmente tiveram sua origem no continente sul-americano. Foram descritas, até então, 184 espécies do gênero, das quais apenas 7 espécies são mais estudadas devido sua importância econômica (Aluja, 1994), já que são as moscas da fruta e parasitas de diversas espécies como pêssego, goiaba e jambo (Araujo et. al., 1999).

Essas 184 espécies foram classificadas em 18 grupos (Aluja, 1994), dentre eles está o grupo *fraterculus*, do qual a mosca *Anastrepha turpiniae* faz parte. Esta espécie é facilmente confundida com *A. fraterculus* e *A. zenildae* por suas semelhanças morfológicas, porém,

diferentemente destas a *A. turpiniae* apresenta o ápice do acúleo delgado, com a porção serreada ultrapassando levemente a metade apical (Araújo et. al., 1999).

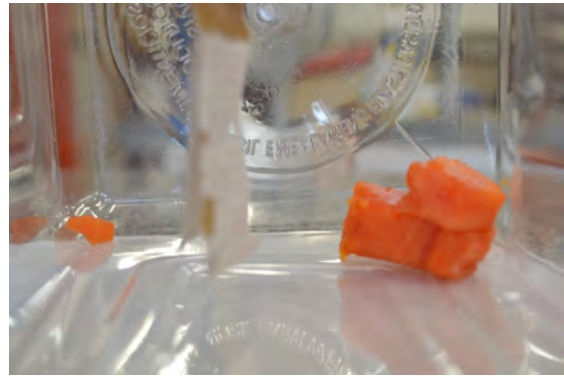
Estudos da influência de um predador na busca por alimento baseados na teoria forrageamento ótimo são um assunto pouco abordado (Milinski & Heller, 1978), por isso, o presente estudo tem como objetivo observar se há influência do predador no comportamento de *Anastrepha turpiniae* em sua busca por alimento, quando em contato com diferentes proporções do alimento.

### Material e Métodos

Foram selecionados 20 machos da espécie *Anastrepha turpiniae*, reproduzidos em laboratório, e mantidos em um recipiente plástico (20cm x 15cm x 15cm) adaptado para o manuseio destes. O recipiente era fechado com um tecido elástico e fino que permitia a passagem de ar. No interior do recipiente continha uma tira de papel umidificada com solução de glicose (açúcar branco refinado, açúcar mascavo, sustagen, levedo de cerveja, mel de abelha e hidrolisado de proteína) para a alimentação dos espécimes, juntamente com água disponível para a hidratação dos mesmos.

A montagem e execução do experimento aconteceram nos dias 16, 17 e 18 de Janeiro, no Laboratório LESTES, Laboratório de Estudos Ecológicos em Etologia e Evolução, do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos.

As moscas foram inseridas em novos recipientes plásticos contendo ao fundo uma porção reduzida de mamão em um dos lados, e no outro lado, várias porções (aproximadamente 5) maiores de mamão (Figura 1). O predador fictício usado no experimento foi um aracnídeo de plástico, colocado acima da região com a maior quantidade da fruta (Figura 2).



**Figura 1: Recipiente onde foi realizado o controle.**



**Figura 2: Recipiente onde foi realizado o experimento, com o predador.**

Os indivíduos foram liberados dentro do recipiente, individualmente, o mais próximo da entrada para não interferir no resultado. Em seguida, foi observado o primeiro comportamento em relação à alimentação. O tempo estipulado para essa observação foi de 15 minutos após a liberação do indivíduo. Repetiu-se o experimento com indivíduos diferentes da mesma espécie até obter 20 resultados, tanto no experimento quanto no grupo controle.

Para testar a significância dos resultados obtidos, foi utilizado o Teste de  $X^2$  (Qui-quadrado). O cálculo foi realizado, com um nível de significância de 0,05, em um website específico para testes estatísticos (<http://www.socscistatistics.com/>).

### Resultados

Após a realização do experimento, o resultado obtido foi disposto em uma tabela de

contingência (Tabela 1), para a execução do teste “Qui-Quadrado”

**Tabela 1.** Número de escolhas de cada indivíduo nas porções alimentares em relação à presença e ausência de predador.

	Muito alimento	Pouco alimento	Sem movimento
Presença predador	2	3	15
Ausência predador	16	4	0

Pode-se observar, conforme tabela que na presença do predador a maioria dos indivíduos se manteve parada, sem realizar grandes movimentos, em 15 das 20 vezes testada, 2 foram em direção a área com maior porção alimento e conseqüentemente do predador e 3 optaram pela menor quantidade de alimento sem presença de predador. Já na ausência de predador (grupo controle) a preferência foi na busca pela maior quantidade de alimento disponível, em 16 das 20 vezes, outros 4 indivíduos escolheram ir em direção a pouco alimento e nenhum deles ficou sem realizar algum movimento. Estes resultados sugerem que houve diferença de comportamento, indicando que as moscas têm menor atividade sob risco de predação ( $X^2 = 26,0317$ ;  $p = 0,00001$ ).

## Discussão

A teoria do forrageamento ótimo prediz que quando há duas manchas alimentares em diferentes proporções, o animal tende a se direcionar ao local com a porção maior de alimento, já que o objetivo é sempre maximizar o seu ganho energético. Porém, também se espera que esse comportamento seja alterado quando na presença de um predador (Milinski, 1984).

O risco de predação é definido como a probabilidade de um indivíduo ser morto em um determinado período de tempo. E essa

probabilidade é variável devido à alterações no comportamento do predador em relação às condições ambientais. Assim, é esperado que presas avaliem o risco de predação ao tomar decisões enquanto forrageiam (Lima & Dill, 1990).

Estudos que analisaram o comportamento de indivíduos sob o risco de predação durante o forrageamento, concluíram que os predadores são capazes de modificar o comportamento de forrageio da presa, e assim, alterar a sua eficiência alimentar e, capacidade de defender o território (Krebs, 1980).

Em muitos casos, o comportamento predominante é a redução da atividade (Lima & Dill, 1990). Por exemplo, o camarão *Tozeuma* que reduz suas atividades na presença do predador *Lagodon rhomboides* (Main, 1987). Em outro estudo o mesmo comportamento foi demonstrado, ao expor o peixe *Gasterosteus aculeatus* (esgana-gato) à modelos de garças (Godin & Sproul, 1988). De uma maneira geral, os comportamentos tornam-se variáveis por conta dos demais riscos que as presas correm pela busca de alimento (Krebs, 1980).

Os indivíduos deste estudo não reagiram ou permaneceram distantes do predador, para possivelmente evitar a predação e, conseqüentemente, não se alimentaram. Em conclusão, sugere-se neste estudo, que houve uma mudança comportamental quando colocado a presa em contato com predador.

## Agradecimentos

Agradecemos à tutora Karime Araujo Paina pela paciência e dedicação em nos ajudar, à Carmem Helena Barragan Ruiz, do Laboratório de Biologia Molecular e Conservação do Departamento de Genética e Evolução da Universidade Federal de São Carlos, por ceder as moscas para a realização do experimento, ao professor Rhainer Guillermo Ferreira e professor Hugo Miguel P. de Moraes Sarmiento pela orientação durante o trabalho e por ceder o laboratório para realização do experimento.

## Referências Bibliográficas

- Aluja, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. Annual review of entomology, v. 39, n. 1, p. 155-178.
- Araujo, Elton L., Veloso, Valquíria R. S., Souza Filho, Francisco M., & Zucchi, Roberto A.. 1999. Caracterização taxonômica, novos registros de distribuição e de hospedeiros de *Anastrepha turpiniae* Stone (Diptera: Tephritidae), no Brasil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 28(4), 657-660.
- Emlen, J. Merritt. 1996. The role of time and energy in food preference. American Naturalist, p. 611-617.
- Godin, J. G. J., & Sproul, C. D. 1988. Risk taking in parasitized sticklebacks under threat of predation: effects of energetic need and food availability. Canadian Journal of Zoology, 66(11), 2360-2367.
- Krebs, J. R. 1980. Optimal foraging, predation risk and territory defence. Ardea, 68, 83-90.
- Lima, S. L., & Dill, L. M. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. Canadian Journal of Zoology, 68(4), 619-640.
- Main, K. L. 1987. Predator avoidance in seagrass meadows: prey behavior, microhabitat selection, and cryptic coloration. Ecology, 68(1), 170-180.
- Milinski M, Heller, R. 1978. Influence of a predator on the optimal foraging behaviour of sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.). Nature v. 275 p.642-644.
- Milinski, Manfred. 1984. Competitive resource sharing: an experimental test of a learning rule for ESSs. Animal Behaviour 32.1 : 233-242.
- Pyke, Graham H., Pulliam, H. Ronald, Charnov, Eric L. 1977. Optimal foraging: a selective review of theory and tests. Quarterly review of Biology, p. 137-154.
- Pyke, Graham H. 1984. Optimal foraging theory: a critical review. Annual review of ecology and systematics, v. 15, p. 523-575.

# INFLUÊNCIA DO *IMPRINTING* NA OVIPOSIÇÃO DE *Anastrepha obliqua* Macquart (Diptera:Tephritidae)

BIANCA CRUZ PACHANE, LARA BOSCHESI CONSTANTINO

**Orientador:** João Vitor de Mello Assis

## Resumo

O *imprinting* é um comportamento irreversível que ocorre em algumas espécies, podendo ser categorizado em *imprinting* parental (filial) e *imprinting* sexual. No entanto, outros processos ecológicos de aprendizado podem ter efeito similar ao *imprinting*. Um destes é a escolha de substrato para oviposição a partir de experiência prévia em se alimentar (ou ter emergido, no caso de insetos) deste substrato. Este trabalho teve como objetivo central investigar a presença de *imprinting* na espécie *Anastrepha obliqua* Macquart (Diptera:Tephritidae), relacionando-o à seletividade de substrato para oviposição para confirmar a preferência de oviposição em frutos os quais elas já tiveram um contato prévio. As moscas foram aclimatadas a manga (*M. indica*), pêssigo (*Prunus sp.*) e mamão (*Carica papaya*) separadamente e depois apresentadas aos três frutos juntos. Não foram observadas diferenças significativas nos três grupos após aclimação, sugerindo a possibilidade da ausência do *imprinting* no comportamento alimentar em *A. obliqua*.

## Introdução

O estudo da influência de fatores evolutivos no desenvolvimento de comportamentos animais, sob determinados fatores ecológicos, é o principal intuito da Ecologia Comportamental (Krebs & Davies, 1996). A etologia origina-se da relação existente entre indivíduos com padrões motores coordenados em uma morfologia comparativa, sob a luz da evolução (Lorenz, 1987). Dessa forma, a filogenia é essencial para o entendimento dos padrões que regem um comportamento.

A descrição de *imprinting* por Lorenz (1935) indica um comportamento irreversível que ocorre no restrito período sensitivo da vida do indivíduo,

decorrente do aprendizado supra-individual de caracteres espécie-específicos. Os períodos sensitivos são variáveis, podendo ser mais rígidos ou graduais, e dependem diretamente do desenvolvimento do indivíduo. Esse comportamento é vital para a manutenção da espécie, visto que permite o reconhecimento de indivíduos de um mesmo grupo e, conseqüentemente, a manutenção do *pool* gênico da população. A definição clássica do *imprinting* é caracterizada pelos dois exemplos principais, de *imprinting* entre parentais e filhotes e de *imprinting* sexual. Existem outros processos de aprendizado semelhantes ao *imprinting* que podem ter grande significância ecológica, como a preferência por alimento, seleção de habitat e, no caso de espécies parasitas, seleção de hospedeiros (Immelmann, 1975).

A preferência por alimento é um comportamento observado naturalmente, ou condicionado em espécies após um tratamento inicial (Immelmann, 1975). Estudos com diferentes insetos revelaram que a experiência de ovipor em um tipo de hospedeiro (*imprinting*) afeta a escolha dos futuros hospedeiros para a oviposição (Cunningham *et al*, 1998; Joaquim-Bravo *et al*, 2001). Um estudo que verificou o papel de experiências anteriores que influenciam no comportamento de escolha de hospedeiro para ovipositar da vespa parasitóide *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae) (Dmoch *et al*, 1985). Outro estudo utilizou ácaros da espécie *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) para avaliar se a experiência prévia afeta a escolha alimentar e pode aumentar o *fitness* (ou sucesso reprodutivo) da espécie. Para tanto, utilizaram plantas de tomate e pepino e, ao final, foi verificada a preferência alimentar das vespas pelas plantas de pepino em detrimento das plantas de tomate (Egas & Sabelis, 2001). Em determinadas espécies da ordem Diptera, gênero *Anastrepha*, a preferência alimentar está ligada de

forma intrínseca com a escolha de hospedeiro para oviposição (Dethier, 1982). A avaliação do efeito da composição nutricional de diferentes substratos artificiais e da presença do macho no comportamento de seleção de locais para oviposição em *A. obliqua* determinou a preferência por substratos que continham quantidades maiores de proteínas (Fontellas-Brandalha & Zucoloto, 2004).

Considerando a importância econômica e comercial da espécie *Anastrepha obliqua*, aplicações que visem diminuir os estragos causados pela oviposição desta mosca em frutos economicamente viáveis são de extrema importância. O objetivo desse trabalho foi avaliar a presença de *imprinting* na espécie *Anastrepha obliqua*, relacionando-o à seletividade de substrato para oviposição. Visamos determinar e avaliar a frequência de oviposição de *A. obliqua* em contato com um único substrato, e em contato com três substratos diferentes, além de investigar a preferência de fêmeas à frutas amarelas de tamanhos distintos para comportamento de oviposição. Sabe-se que o comportamento de *imprinting* está atrelado ao conceito de preferência alimentar (Immelmann, 1975), de forma que as preferências de alimentação e oviposição observadas na espécie *Anastrepha obliqua* podem estar relacionadas à coloração da casca ou tamanho do fruto. É esperado que as moscas aclimatadas com os frutos de seus respectivos controles mantenham sua oviposição majoritariamente nos mesmos frutos quando unidas no tratamento.

## Material e Métodos

Foram utilizadas 48 fêmeas adultas de mosca de frutas, *A. obliqua* (Macquart) (Insecta: Diptera: Tephritidae), provenientes de Goiânia (GO) e emergidas da manga (*Mangifera indica* L, variedade Tommy). O cultivo foi realizado no Laboratório de Genética de Populações e Evolução (Departamento de Genética e Evolução, Universidade Federal de São Carlos), em garrafas com boca tampada com véu de tule e enriquecidas com água e alimento (Rosil Embalagens Plásticas LTDA).

O total das moscas foi dividido em três grupos (A, B, C), com 15 moscas cada. A aclimação de cada grupo à um fruto diferente foi feita por quatro horas antes do início do experimento, que teve duração de

três dias (de 13 a 15 de dezembro de 2016), em dois períodos (de 08:00 a 10:00; e de 16:00 a 18:00). No primeiro dia, um fruto íntegro foi colocado na garrafa de cada grupo, sendo manga (*M. indica* Linnaeus) no grupo A, pêssego (*Prunus sp.*) no grupo B e mamão (*Carica papaya* Linnaeus) no grupo C. Utilizou-se o método de amostragem comportamental (*behaviour sampling*), onde o comportamento de oviposição foi observado em seis períodos regulares de cinco minutos, intervalados, no decorrer de 30 minutos. Os frutos permaneceram dentro das garrafas durante os três dias de experimentação, sendo retiradas das garrafas posteriormente.

Em uma segunda etapa, três moscas que não participaram da aclimação foram inseridas individualmente em uma caixa transparente contendo os três frutos carnosos íntegros (manga, pêssego e mamão). Tanto no controle quanto no teste, a frequência de oviposição foi observada por método de amostragem comportamental (*behaviour sampling*).

O segundo teste ocorreu em quatro períodos (de 08:00 a 10:00; e de 15:00 a 18:00) no decorrer de três dias (19 a 21 de dezembro de 2016). Após aclimação, as moscas dos grupos A, B e C foram transferidas, grupo a grupo, para a caixa contendo os três frutos maduros anteriormente apontado.

Os dados foram analisados estatisticamente utilizando modelo linear generalizado com distribuição de Poisson com auxílio do software IBM SPSS Statistics (versão 2.0, IBM, Armonk, New York, EUA, [www.ibm.com](http://www.ibm.com)). Os gráficos foram gerados através de análise de variância com assistência do software GraphPad PRISM® (versão 7.0, GraphPad Software, San Diego California USA, [www.graphpad.com](http://www.graphpad.com)).

## Resultados

Observou-se três tipos de comportamento das moscas: 1- Comportamento de exploração, no qual a mosca caminha pela superfície do fruto, Tateando ou não o substrato com a probóscide; 2- Tentativa de oviposição, onde a mosca apresentou movimentação rápida do corpo e das asas para as laterais e flexão do aparato ovipositor para baixo, sem que haja contato com o substrato; 3- Comportamento de oviposição, no qual a mosca flexiona o aparato ovipositor para

baixo, tocando o substrato e permanecendo nesta posição por alguns segundos (observou-se variação de 2 a 10 segundos). Este ato pode ou não estar atrelado à movimentação rápida do corpo e das asas para as laterais anterior à posição dos ovos, e ao regurgitamento de alimento no local após a oviposição.

A análise do comportamento 1 referente a aclimação das moscas obteve variação significativa ( $p < 0,05$ ) somente entre os grupos B e C (Figura 1). No mesmo experimento, os comportamentos 2 e 3 não apresentaram resultados conclusivos.

As moscas que não foram aclimatadas não realizaram comportamento de exploração. Com os dados obtidos na segunda etapa de testes, percebe-se que ambos os comportamentos 2 e 3 não alcançaram êxito nos testes estatísticos devido à falta de dados expressivos. A exploração dos frutos revelou-se importante para a determinação da preferência, com  $p < 0,05$  (Figura 2).

Ao relacionarmos os testes de aclimação ao fruto e de exposição aos três frutos, os resultados foram diversos. As moscas do grupo A, aclimatadas a *M. indica*, exploraram a superfície do mamão ( $p < 0,05$ ) e manga ( $p \geq 0,05$ ). O grupo aclimatado a *Prunus sp.*, chamado de B, não demonstrou diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) na exploração da manga e do mamão. O grupo C, aclimatado a *C. papaya*, não gerou dados para análise.

## Discussão

Nossa escolha dos frutos carnosos para oviposição deu-se por meio da cor de casca similar (amarelo), de forma a retirar o viés da cor da experimentação. Não houve exposição da polpa do fruto para as moscas, visto que isso aceleraria o processo de decomposição com o desenvolvimento de fungos e bactérias. Sabe-se que muitos fatores interferem na seleção da planta hospedeira para a oviposição no gênero *Anastrepha*,

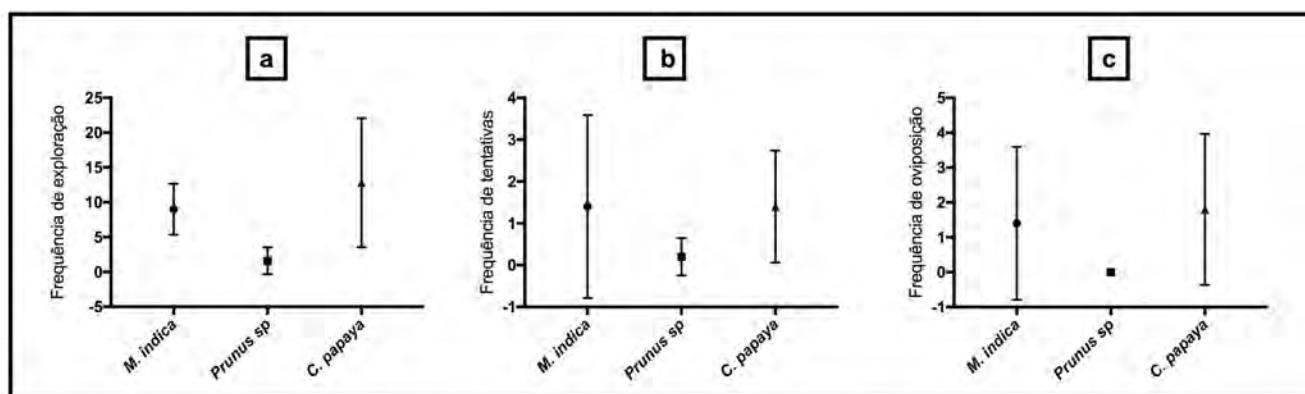


Figura 1: Frequências observadas durante a aclimação de *Anastrepha obliqua* à *M. indica*, *Prunus sp* e *C. papaya*. (a) Frequência de exploração; (b) Frequência de tentativas; (c) Frequência de oviposição.

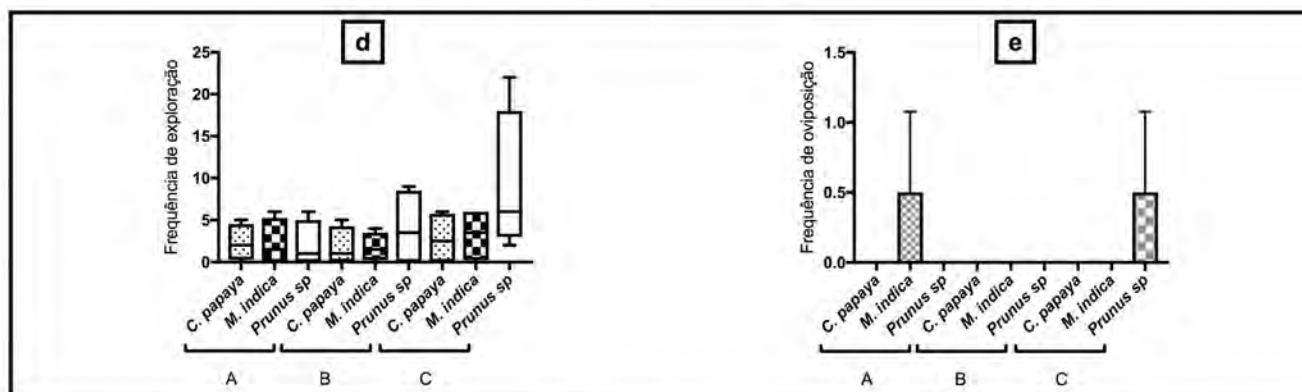


Figura 2: Frequências observadas na exposição de *A. obliqua* aclimatadas à manga (A), pêssego (B) e mamão (C) aos frutos de *M. indica*, *Prunus sp* e *C. papaya*. (d) Frequência de exploração; (e) Frequência de oviposição.

sendo a escolha do substrato pelas fêmeas relacionado à experiências prévias em ovipor em um determinado tipo de hospedeiro (Dethier, 1982). Essa escolha aumenta o *fitness* da prole em situações de superparasitismo, relativamente comuns nos frutos acima citados (Scheirs, 2002; Nufio & Papaj, 2004; Diaz-Fleischer & Aluja, 2003).

A aclimação do grupo B ao pêssego não obteve sucesso no desenvolvimento de comportamento de oviposição. No entanto, a postura dos ovos em ambos os grupos A e C indica que o sucesso na aclimação pode estar relacionado à pequena proporção entre o tamanho do fruto e área da garrafa. Apesar da ausência de dados referente ao peso e tamanho dos frutos, identificava-se concretamente o mamão como fruto com maior área, seguido da manga e, por fim, o pêssego. É pertinente destacar que, devido a falta de disponibilidade da mesma variedade de manga no período de estudo, utilizou-se a variedade Espada na aclimação, cujo tamanho é visivelmente menor que o tipo no qual os indivíduos de *A. obliqua* emergiram, a variedade Tommy. Dessa forma, o tamanho dos frutos pode ser um importante fator para detecção de substrato para oviposição.

A procedência dos frutos utilizados nos experimentos é desconhecida, de forma que não sabe-se qual a influência de inseticidas no desenvolvimento dos comportamentos de exploração e oviposição. A comunicação em insetos é extremamente sensível à compostos químicos, de forma qualquer molécula mimetizante pode alterar drasticamente a forma como os indivíduos se relacionam (Carsson, 2011). Dito isso, é possível que compostos químicos tenham interferido no resultado desse estudo.

Ao serem oferecidos três frutos, moscas que não foram aclimatadas não obtiveram êxito na exploração do ambiente no decorrer da observação, confirmando a necessidade da adaptação à fruta para a realização desse teste. No entanto, Aluja (1994) descreve a presença de hormônio HMP (*host-marking pheromone*) em *Anastrepha*, cuja função é de dificultar a deposição de ovos por outras espécies e sinalizar para a própria espécie um fruto viável para postura, indicando que a convivência em população é importante para o comportamento de oviposição. Desconhecemos o impacto da interação sem

aclimação na presença ou ausência de mais indivíduos de *A. obliqua* no mesmo ambiente.

Esperava-se que os grupos aclimatados à um fruto continuassem a ovipositar no mesmo substrato com a ocasional exploração aos outros tipos de substrato apresentados. Em análise linear com distribuição de Poisson, observou-se que não houveram diferenças significativas no comportamento de oviposição em quaisquer grupos, principalmente devido a pouca quantidade de dados obtidos experimentalmente. O mesmo pode ser constatado em análise de variância. Desta forma, foram utilizados na análise os dados obtidos com a exploração dos frutos.

Houve preferência de *A. obliqua* aclimatada à *M. indica* à exploração do *C. papaya*, mesmo quando apresentada à ela um fruto de variedade Tommy Atkins da qual ela emergiu. Nessa situação, podemos inferir que, mesmo sendo da mesma espécie, a mudança da variedade de *M. indica* é suficiente para alterar o comportamento de exploração em *A. obliqua*. Considerando que a concentração de proteína difere dentre as variedades de manga e o mamão, pode haver influência da quantidade de nutrientes na escolha do substrato de oviposição (Fontellas-Brandalha & Zucoloto, 2004; Marques *et al.*, 2010).

Algumas peculiaridades foram observadas no grupo aclimatado à *Prunus sp.*, em especial a presença de um macho no grupo e da alta mortalidade de moscas. As moscas foram selecionadas para experimentação quando ainda estavam em fase de desenvolvimento, de forma que alguns indivíduos não apresentavam a característica dimórfica do aparato ovipositor. Uma dessas moscas foi um macho oportunista, cuja presença deve ter influenciado o comportamento das fêmeas do grupo B, assim como descrito por Fontellas-Brandalha & Zucoloto (2004). Além disso, nesse conjunto observou-se a taxa de 53% de mortalidade nas moscas, cuja causa permanece desconhecida.

Analisando o *imprinting*, podemos assegurar que este comportamento não foi crucial na escolha de substrato para posição dos ovos. Sendo este um comportamento irreversível, o resultado final deveria ser a clara preferência ao fruto aclimatado. O padrão observado nesse trabalho foi diferente do esperado inicialmente, pois poucos indivíduos ovipositaram no segundo teste, preferindo *Prunus sp* além de *M.*



*indica*. Além disso, a aclimação não influenciou no desempenho de *A. obliqua* no ambiente com os três frutos. Dessa forma, é possível que a seleção de substrato para oviposição não seja comportamento relacionado ao *imprinting*.

### Agradecimentos

Agradecemos aos professores Rhainer Guilherme e Hugo Sarmiento pela atenção e disponibilização do Laboratório de Entomologia Aquática (Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos) para condução do experimento. À João Vitor Assis, agradecemos pelo apoio e orientação; à Carmen Elena Barragan Ruiz, pelo suporte teórico e viabilização das moscas para a realização dos testes; aos alunos de PESCD, pela companhia durante a experimentação.

### Referências

- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, v. 39, n. 1, p. 155–78, 1994.
- BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. Host-plant selection by phytophagous insects. v. 2. Springer Science & Business Media, 2007.
- CARSON, R. Primavera Silenciosa. 1 ed. São Paulo: Editora Gaia, 2011, 327 p.
- CUNNINGHAM, J. P.; JALLOW, M. F. A.; WRIGHT, D. J.; ZALUCKI, M. P. Learning in host selection in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Animal Behaviour*, v. 55, n. 1, p. 227–234, 1998.
- CUNNINGHAM, J. P.; WEST, S. A.; ZALUCKI, – M P. Host selection in phytophagous insects: a new explanation for learning in adults. *Oikos*, v. 95, p. 537–543, 2001.
- DETHIER, V. G. Mechanism of host-plant recognition. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 31, n. 1, p. 49–56, 1982.
- DIAZ-FLEISCHER, F.; ALUJA, M. Behavioural plasticity in relation to egg and time limitation: the case of two fly species in the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Oikos*, v. 100, n. 1, p. 125–133, 2003.
- DMOCH, J. et al. Role of host-produced stimuli and learning in host selection behavior of *Cotesia* (= *Apanteles marginiventris*) (Cresson). *Journal of Chemical Ecology*, v. 11, n. 4, p. 453–463, 1985.
- EGAS, M.; SABELIS, M. W. Adaptive learning of host preference in a herbivorous arthropod. *Ecology Letters*, v. 4, n. 3, p. 190–195, 2001.
- FEIERMAN, J. R. The ethology of psychiatric populations II: Darwinian neuro-psychiatry. *Ethology and Sociobiology*, v. 8, p. 1S–8S, 1987.
- FONTELLAS-BRANDALHA, T. M. L.; ZUCOLOTO, F. S. Selection of Oviposition Sites by Wild *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) Based on the Nutritional Composition. *Neotropical Entomology*, v. 33, n. 5, p. 577–562, 2004.
- IMMELMANN, K. Ecological Significance of Imprinting and Early Learning. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 6, p. 15–37, 1975.
- JOAQUIM-BRAVO, I. S.; FERNANDES, O. A.; BORTOLI, S. A.; ZUCOLOTO, F. S. Oviposition preference hierarchy in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae): Influence of female age and experience. *Iheringia, Série Zoologia*, n. 91, p. 93–100, 2001.
- KREBS, J. R.; DAVIES, N. B. Introdução à ecologia comportamental. 3. ed. São Paulo: Atheneu, c1996. 420 p.
- LORENZ, K. Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. *Journal für Ornithologie*, v. 83, n. 3, p. 289–413, 1935.
- LORENZ, K. The Ethology of Psychiatric Populations. *Ethology and Sociobiology*, v. 8, p. iii-v, 1987.
- MARQUES, A. et al. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 4, p. 1206–1210, 2010.
- NUFIO, C. R.; PAPA, D. R. Superparasitism of larval hosts by the walnut fly, *Rhagoletis juglandis*, and its implications for female and offspring performance. *Oecologia*, v. 141, n. 3, p. 460–467, 2004.
- SCHEIRS, J. Integrating optimal foraging and optimal oviposition theory in plant-insect research. *Oikos*, v. 96, n. 1, p. 187–191, 2002.

# RELAÇÃO DO TAMANHO CORPORAL E OUSADIA DO PEIXE *Poecilia reticulata* NA PRESENÇA DO PREDADOR

Beatris M. Mello & Bianca H. Santos

**Orientador:** Erick M. Barros

## Resumo

Condições comportamentais têm uma conexão direta com a variabilidade de crescimento, uma vez que animais dominantes possuem taxas de crescimento maiores do que a dos subordinados. Tendo isso em mente, o objetivo deste estudo foi verificar se indivíduos maiores da espécie *Poecilia reticulata* irão se aproximar mais do predador quando comparado aos indivíduos menores. O procedimento experimental avaliamos o tamanho corporal dos indivíduos após exposição ao predador, as taxas de comportamentos agonísticos apresentados e a distância máxima de aproximação entre cada indivíduo e predador.

Todos os valores das distâncias de aproximação entre predador e presa foram tabulados e os dados analisados. Concluimos então que não houve relação entre o tamanho dos indivíduos e sua ousadia em se aproximar do predador. Acreditamos contudo, que os Lebistes não apresentaram comportamento de ousadia devido a estratégia de fuga já selecionada na espécie.

## Introdução

Indivíduos de uma mesma espécie que são parecidos quanto à idade, tamanho e sexo podem consistentemente diferenciar-se um do outro em seus comportamentos (Wilson *et al.* 1994). Animais de variadas espécies demonstram comportamentos que são perduráveis ao longo do tempo e

acontecimentos e, sendo assim, podem exibir certos padrões de “temperamento” ou “personalidade” (Réale *et al.*, 2007).

No estudo do comportamento animal, um dos aspectos a ser considerado em relação à personalidade é o comportamento regular hesitação-ousadia (*shy-bold continuum*), que refere-se à maior ou menor tendência de correr riscos, principalmente em eventos desconhecidos. Nessas circunstâncias, os indivíduos podem ser classificados como ousados (do inglês *bold*) ou hesitantes (do inglês *shy*).

Indivíduos hesitantes geralmente respondem à uma nova situação reduzindo sua atividade, ou se tornando mais cautelosos, enquanto indivíduos ousados usualmente aproximam-se de novos objetos para investigá-los, apresentando comportamento mais ativo e expondo-se mais ao perigo (Wilson *et al.*, 1993; Brown *et al.*, 2007). Esta capacidade ou não de assumir riscos tem grande influência no sucesso adaptativo do indivíduo, interferindo inclusive na escolha de parceiros mais aptos e no sucesso reprodutivo (Godin & Dugatkin, 1996). Interfere também, no comportamento anti-predatório, nas relações interespecíficas (Webster *et al.*, 2009), na movimentação e no uso do espaço (Fraser *et al.*, 2001). O grau de ousadia de um indivíduo também pode mudar a forma como o animal reage à novas situações, como reage à predadores, como e quando investe energia em reprodução e tem influência em todas suas interações sociais (Realé *et al.*, 2000).

Uma forma de testar a ousadia no comportamento animal é a exposição do animal à uma situação nova ou perigosa e

avaliar suas respostas. Peixes ao serem expostos à situações de perigo, como a presença de um predador, podem apresentar diversos tipos de reação como fuga, mudança no comportamento, no padrão natatório e diminuição ou aumento no comportamento agonístico, (Galhardo., *et al.* 2006). São considerados comportamentos agonísticos, as ações que intimidam ou procuram causar danos físicos à outro indivíduo. Podem aparecer na forma de ameaças, agressões ou submissão, normalmente em resposta a exposição a uma situação de risco (McGlone, 1986).

Contudo, comportamentos agressivos são observados em diferentes situações da vida do animal, como competição por recursos alimentares, por parceiros, na defesa do território ou na proteção própria e da prole. Nos peixes, o nível de agressividade, normalmente é maior na defesa de território ou na disputa por alimento. Podendo apresentar alterações significativas em função das condições ambientais no habitat do indivíduo (Lehtonen, *et al.* 2008).

Além disso, fatores comportamentais têm uma ligação direta com a variabilidade de desenvolvimento dos organismos, uma vez que animais dominantes frequentemente apresentam taxas de crescimento maiores do que as dos subordinados. Para esta situação, dá-se o nome crescimento heterogêneo (CHet), que pode ser motivado por fatores genéticos e populacionais. O CHet também é influenciado positivamente pela diferença na taxa de crescimento de machos e fêmeas.

Fatores populacionais também podem limitar o crescimento dos indivíduos submissos. Tais quais: competição alimentar, estresse social, superpopulação e substâncias químicas liberadas por coespecíficos dominantes (Barbosa, 1997).

Este crescimento desigual, favorece então, ainda mais os indivíduos maiores e mais dominantes, pois predadores

geralmente selecionam suas presas por tamanho, escolhendo, preferencialmente aquelas que têm a melhor relação entre custo e benefício energético (Alcock *et al.* 2011), evitando com isso presas muito grandes ou muito pequenas.

## **Material e Métodos**

Neste experimento, utilizamos peixes da espécie *Poecilia reticulata* (Peters, 1859), comumente chamados de Lebiste ou *Guppy* (em inglês), que são endêmicos das Américas. Possuem temperamento calmo, alta agilidade e fertilidade, além de serem muito resistentes à mudanças ambientais. As fêmeas diferem dos machos em tamanho, sendo maiores e na coloração, apresentando um padrão de cor marrom claro, provavelmente para evitar a predação (Magurran, 1995).

Na semana anterior ao experimento (23/01/2017), coletamos 20 peixes Lebiste aleatoriamente no Lago do Monjolinho, localizado no Parque Ecológico de São Carlos utilizando redes para pesca de tamanho pequeno. Cada indivíduo foi medido separadamente utilizando um aquário marcado com uma régua. O animal foi levemente pressionado contra o vidro, aproximando-o das paredes do aquário demarcada com a régua, possibilitando sua medição.

O procedimento experimental, contou com um aquário de 450 mm de comprimento, onde fixamos nas paredes papel milimetrado que possibilitou a medição do deslocamento do animal. Cada divisão grande do papel milimetrado possuía 50mm (5cm) sendo que o papel total possui 450mm (45cm). Dentro deste, colocamos um aquário menor de 200mm. O aquário grande ficou então dividido em duas partes: uma mais próxima do predador e uma mais distante. Colocamos os animais individualmente e sozinhos dentro do aquário grande para aclimação por 3 minutos. Introduzimos então o predador.

Neste experimento, utilizamos o Lambari [*Astyanax abramis* (Jenyns, 1842)], que foi colocado no aquário menor por 2 minutos, nos quais foram observadas todas as respostas comportamentais do Lebiste utilizando o método “Animal Focal”. Nesse tipo de método, um indivíduo do grupo experimental é observado em intervalos definidos de tempo, anotando-se seu comportamento no momento da observação (Del-Claro, 2010).

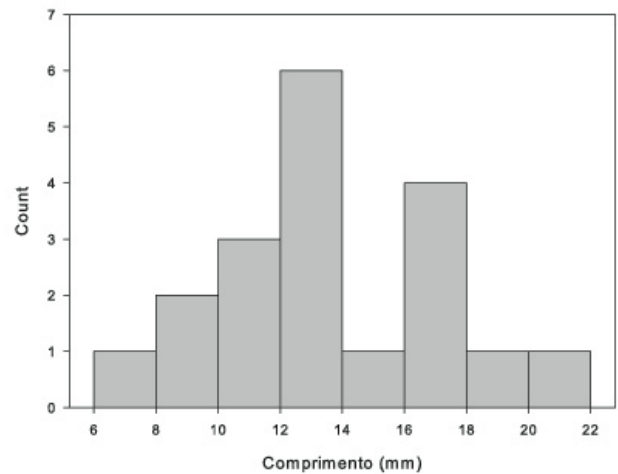
Durante os dois minutos de cada observação, utilizando as marcações no papel milimetrado, obtivemos valores da **posição inicial (PI)** de cada animal, além do **ponto mais próximo arriscado (PPA)** em direção ao predador e o **ponto mais distante alcançado (PDA)**. À partir desses dados pudemos calcular: **distância máxima arriscada (DAR)** (PI - PPA), **distância máxima alcançada (DAI)** (PI - PDA) e **distância total percorrida (DP)** (PPA + PDA).

### Análise estatística

Utilizando o programa SigmaPlot®, realizamos o teste de regressão simples e obtivemos uma distribuição não normal dos dados. O método de regressão linear simples busca encontrar a relação entre variáveis independentes e dependentes. A variável independente usada foi o comprimento dos animais e as variáveis dependentes foram a distância máxima arriscada, a distância máxima alcançada e a distância total percorrida.

### Resultados

A figura 1 representa a distribuição dos comprimentos dos animais coletados. Para a relação entre a “coragem”, representada pela DAR, obtivemos o valor de  $P=0,743$ . O gráfico representando a



relação entre o comprimento e a DAR está representado na figura 2.

Figura 1: Distribuição dos comprimentos dos peixes.

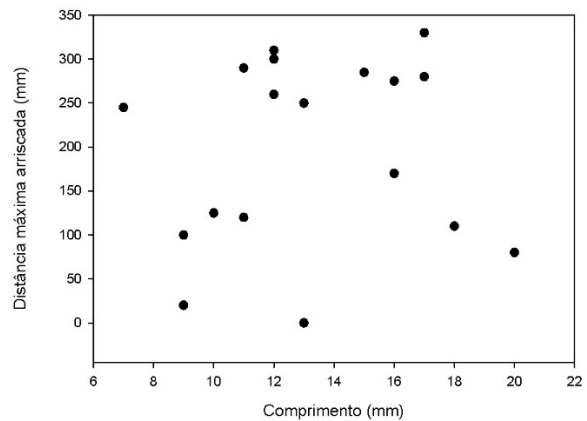


Figura 2: relação entre o comprimento dos animais e a distância máxima arriscada (DAR).

O valor obtido a partir do cálculo de regressão simples linear da DAI  $P=0,304$  e o gráfico relacionando os valores com o comprimento estão representados na figura 3. Por fim, o valor obtido para a DP foi  $P=0,062$  e os valores relacionados com o comprimento dos animais estão representados na figura 4.

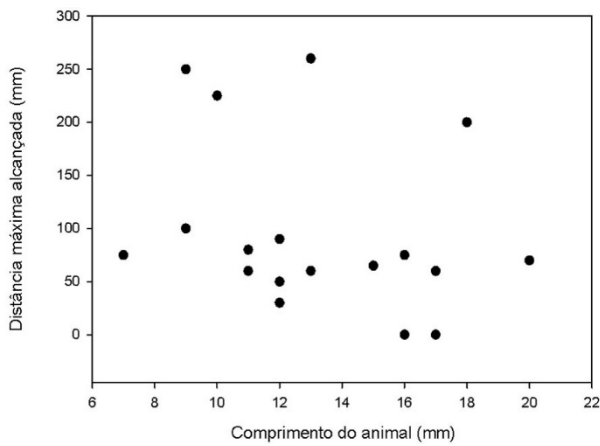


Figura 3: relação entre comprimento do animal e distância máxima alcançada (DAI).

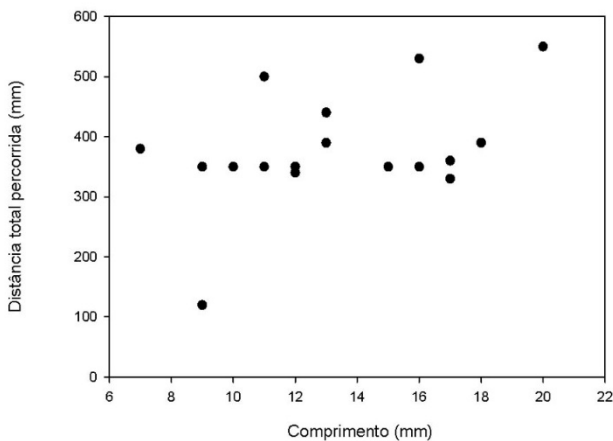


Figura 4: relação do tamanho corporal dos indivíduos e a distância total percorrida (DP).

## Discussão

De acordo com os dados obtidos neste experimento, não existe relação significativa entre o tamanho corporal de peixes Lebistes e sua ousadia. Alguns estudos semelhantes que avaliaram o comportamento de ousadia e tamanho corporal de lebistes também não mostraram relação significativa (Smith *et al.*, 2010). Apesar de não termos encontrado relação significativa entre tamanho e ousadia estudos realizados com lebistes no rio Aripo em Trinidad, evidenciaram que os jovens nascem com alta predisposição à realização de fugas dos predadores, como

um imprinting filial. Essa estratégia evoluiu possivelmente para impedir a predação dos jovens, aumentando o sucesso reprodutivo da espécie e possibilitando uma grande colonização desses animais em todo o mundo (Magurran, 1995).

Estudos moleculares mostraram também que as diferenças no tamanho corporal dos indivíduos podem ter evoluído por pressões de seleção sexual e fuga, devido a pressão de predação (Shoji, *et al.* 2006), o que reforça mais a ideia de que esses animais possuem a capacidade de reconhecimento e resposta à presença dos predadores.

Conclui-se então que talvez não tenha havido reconhecimento do predador pelos Lebistes ou que o tempo de observação não foi adequado, sendo portanto necessário outros estudos futuros para melhor compreensão da relação entre ousadia e tamanho corporal para *Poecilia reticulata*.

## Agradecimentos

Agradecemos ao nosso tutor Erick Mateus Barros, pelo tempo dedicado à nos ajudar a realizar o projeto e pela orientação.

Aos professores Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo Ferreira pela oportunidade de realizar esse projeto, além dos ensinamentos, material e espaço disponibilizado para que esse trabalho fosse realizado.

Ao tutor Augusto Batisteli por nos auxiliar na coleta dos animais. Ao tutor Rafael Tavares pelo auxílio na escolha dos animais para realização do trabalho.

## Referências

Alcock, J. Comportamento Animal: uma abordagem evolutiva. 2011. 9ªed, Artmed, Porto Alegre.  
Barbosa, J. M. & Leitão, S. S., 2003. Parachromis managuensis: Um ciclídeo introduzido no Brasil, pp.100-1. In: P. P. MENDES (ed.), Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 13, Anais... Porto Seguro, CDROM.

- Begon, M., C. R. Townsend e J. L. Harper. Ecologia de Individuos a Ecossistemas. 4ªed, Artmed, Porto Alegre. 2005, 4ª ed. Blackwell, Oxford.
- Brown, C., Jones, F. & Braithwite, V. 2005. In situ examination of boldness–shyness traits in the tropical poeciliid, *Brachyrhaphis episcopa*. *Animal Behavior*, 70, 1003- 1009.
- Budaev, S. V. 1997. “Personality” in the Guppy (*Poecilia reticulata*): A correlational study of exploratory behavior and social tendency. *Journal of Comparative Psychology*, 111(4), 399-411.
- Del-Claro, K. Introdução à Ecologia Comportamental: um manual para o estudo do comportamento animal. 2010. Technical Books, (1)128.
- Fraser, D. F., Gilliam, J. F., Daley, M. J., Le, A. N. & Skalski, G. T. 2001. Explaining leptokurtic movement distributions, intrapopulation variation in boldness and exploration. *American Naturalist*, 158, 124-135.
- Galhardo, L., Oliveira, R. Bem-estar Animal: um Conceito Legítimo para Peixes?. *Revista de Etologia*, 2006. Vol. 8(1). 51-61.
- Godin, J. G. J. & Dugatkin, L. A. 1996. Female mating preferences for bold males in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 93, 10262-10267.
- Hulata, G., Moav, R. & Wohlfarth, G. 1976. The effect of maternal age relative hatching time and density of stocking on growth rate of fry in the European and Chinese common carp. *J. Fish Biol.*, 9(6): 499-514
- Lehtonen, T. K., Lindstrom, K. Density-dependent sexual selection in the monogamous fish *Archocentrus nigrofasciatus*. *Oikos* 117:867–874.2008.
- Magurran, A. E. et al. The Behavioral Diversity and Evolution of Guppy, *Poecilia reticulata*, Populations in Trinidad. *Advances in the study of behavior*, vol. 24, 1995.
- McGlone, J. J. Agonistic behavior in food animals: review of research and techniques. 1986. *J. Anim. Sci.*, 62,:1130-9.
- Realé, D., Gallant, B. Y., LeBlanc, M. & Festa-Bianchet, M. 2000. Consistency of temperament in bighorn ewes and correlates with behaviour and life history. *Animal Behaviour*, 60, 589-597.
- Realé, D. Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T. & Dingemans, N. J. 2007. Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82, 291-318.
- Sih A., Bell, A. M., Johnson J. C., Ziemba, R. E. 2004. Behavioral syndromes: An integrative overview. *The Quarterly Review of Biology*, 79, 241–277.
- Smith, R. B., Blumstein, T. D. Behavioral type as predictors of survival in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). 2010. *Behavioral Ecology*. 21:919–926.
- Shoji, A., Yokoyama, J., Kawata, M. Molecular phylogeny and genetic divergence of the introduced populations of Japanese guppies, *Poecilia reticulata*. 2006. Springer Science, Business Media B.V. 980-8578.
- Walling CA, Dawnay N, Kazem AJN, Wright J. Predator inspection behaviour in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*): body size, local predation pressure and cooperation. *Behav Ecol Sociobiol*. 2004. 56:164–170.
- Webster, M. M., Ward, A. J. & Hart, P. J. B. 2009. Individual boldness affects interspecific interactions in sticklebacks. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63, 511-520.
- Wilson, D. S., Coleman, K., Clark, A. B. & Biederman, L. 1993. Shy–bold continuum in pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*), an ecological study of a psychological trait. *Journal Comparative Psychology*, 107, 250-260.
- Wilson, D. S., Clark, A. B., Coleman, K. & Dearstyne, T. 1994. Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends in Ecology and Evolution*, 9, 442-446.
- Wilson D. S. 1998. Adaptive individual differences within single populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 353, 199-205.

# EFEITO DE DIFERENTES CONDIÇÕES LUMINOSAS NO COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *Anastrepha obliqua*

**Brenda Domhof e Lívia Maria Duran**

**Orientador:** Carmen Helena Barragan Ruiz

## Resumo

A luminosidade afeta de diversas maneiras os organismos, incluindo a capacidade reprodutiva, crescimento, desenvolvimento, fuga de predadores, e também a sua capacidade de captar alimento. Por isso neste trabalho buscamos avaliar o comportamento alimentar de *Anastrepha* em diferentes condições luminosas, sendo que este gênero é considerado praga de plantações no Brasil. Inferimos que a taxa de forrageamento foi maior em condição de alta luminosidade, com isso concluímos que a condição luminosa afeta o comportamento alimentar em *Anastrepha*.

## Introdução

A disponibilidade de luz em um ambiente não é constante durante os dias e nem durante o ano, e também varia de acordo com a complexidade do ambiente (Endler, 1993; Johnsen et al., 2006). Estas alterações no ciclo claro-escuro são os estímulos mais importantes para alterações comportamentais nos indivíduos em relação ao ambiente (Falcón et al., 2007).

Dentre as principais funções fisiológicas dos peixes, o desenvolvimento, a captação de alimentos, a locomoção, a atividade reprodutiva, e o crescimento, são as que mais sofrem influência pelos ritmos diários e anuais (Falcón et al., 2007). Fatores como a síntese proteica e a produção de hormônios e enzimas digestivas são afetados pelo fotoperiodismo (Boeuf and Le Bail, 1999; Boeuf and Falcón, 2001; Bolliet et al., 2001; Boujard, 1995).

Além disso, a capacidade de fugir do predador em mariposas é afetado negativamente pela luminosidade, pois quando foram expostas a presença do morcego,

durante o tratamento com alta intensidade luminosa, elas exibiram uma capacidade inferior de evasão (Wakefield et al., 2015).

Peixes da espécie *Perca fluviatilis* apresentaram uma acentuada redução na eficiência de captura de alimento sob condição de escuro, enquanto que os indivíduos das espécies *Abramis brama* e *Rutilus rutilus* não tiveram alteração na captura de alimentos com a redução da luminosidade (Diehl, S., 1988).

O conjunto de estratégias utilizadas por um indivíduo para encontrar, capturar, subjugar, engolir, e combater os mecanismos de defesa da presa é chamado “forrageamento” (MacARTHUR, R.H. & PIANKA, E.R. 1966).

No momento de se alimentar, os predadores precisam tomar decisões que devem levar em consideração a melhor maneira de aplicar seu tempo e sua energia, sendo que esta atividade não deve despender mais energia do que a obtida, ou seja, a energia adquirida com o alimento capturado deve ser maior do que o que foi gasto para a sua captura (MacARTHUR, R.H. & PIANKA, E.R. 1966).

A teoria do forrageamento ótimo leva em conta a procura por alimento e o ganho energético que esse alimento proporcionará, tal que o indivíduo terá seu tempo de busca decrescido se a quantidade de alimento na sua área de busca for menor, e o tempo de busca será ampliado se a abundância de alimentos for maior. (MacARTHUR, R.H. & PIANKA, E.R. 1966).

Buscamos então, a partir deste estudo, avaliar se a mosca-da-fruta (gênero *Anastrepha*) apresenta alguma mudança em seu comportamento de alimentação quando há alteração na condição de luminosidade do ambiente, e esperamos observar uma atividade

de forrageamento reduzida na condição de escuro.

## Material e Métodos

*Anastrepha* é o gênero de um inseto da ordem Diptera e família das Tephritidae (Wiedemann, 1830). É uma mosca-da-fruta de grande importância econômica por ser considerada a praga mais importante da cultura no Brasil, e a mais temida pelos produtores demandando controle sistemático para viabilizar a produção especialmente de frutas (Nora, I., E. R. Hickel & H. F. Prando. 2000). Para avaliarmos a influência da condição luminosa no comportamento alimentar da *Anastrepha* utilizamos duas caixas iguais, transparentes, de tamanho médio, com uma abertura para entrada de ar e manipulação dos indivíduos. Uma delas foi revestida com um tecido elástico escuro e opaco que limita a passagem da luz, produzindo a condição de escuro. Dentro de cada caixa foi colocado um substrato alimentar, que tem como conteúdo açúcar branco refinado, açúcar mascavo, Sustagem®, levedo de cerveja, mel de abelha e hidrolisado de proteína, e um recipiente com água. Ambas as caixas foram mantidas em uma sala clara com temperatura constante. Foram colocadas quinze moscas em cada caixa.

Durante cinco dias os indivíduos foram observados por trinta minutos, duas vezes ao dia, pelo método *Ad libitum*, em que todos os comportamentos de alimentação ocorridos durante o período de observação, foram registrados. Foi contabilizado quantos indivíduos se alimentaram e os tempos de sucção de alimento realizado por cada um. Após a observação, o alimento foi retirado da caixa. Os dados obtidos durante nove períodos de observação não apresentaram distribuição normal e por isso, foram analisados pelo Teste U de Mann Whitney, com auxílio do software SigmaPlot (versão 11.0, Systat Software, San Jose, California USA, <https://systatsoftware.com>). Os gráficos foram gerados com assistência do software GraphPad PRISM® (versão 7.0, GraphPad

Software, San Diego California USA, [www.graphpad.com](http://www.graphpad.com)).

## Resultados

A análise estatística apontou uma diferença significativa ( $P = 0,029$ ) entre o número de indivíduos que foram até o alimento durante o tempo de observação no ambiente claro e no ambiente escuro, sendo que no ambiente de maior luminosidade observamos um maior número de indivíduos forrageando.

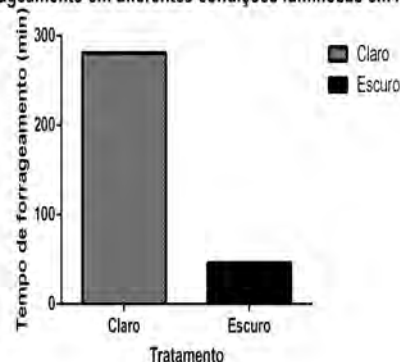
Média de indivíduos de *Anastrepha* forrageando por tratamento



**Figura 1** - Média de número de indivíduos de *Anastrepha* forrageando por tratamento, claro e escuro, em cada período de observação

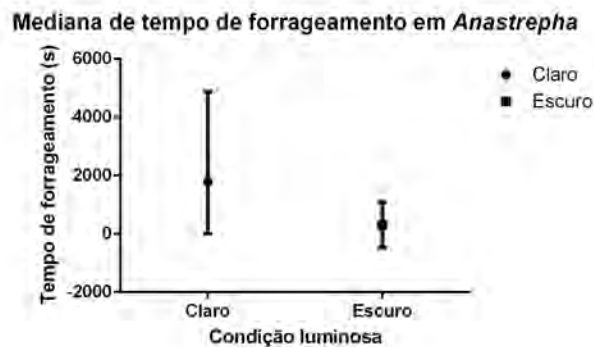
Com relação ao tempo de sucção do alimento (Figuras 2 e 3), também foi observada uma diferença significativa ( $P = 0,042$ ). No ambiente claro foi contabilizado um total aproximado de 281 minutos de sucção, e no ambiente escuro apenas 46 minutos.

Tempo de forrageamento em diferentes condições luminosas em *Anastrepha*



**Figura 2** - Tempo total, em minutos, de forrageamento de *Anastrepha* em duas condições luminosas, claro e escuro.





**Figura 3** - Medianas de tempo de forrageamento em *Anastrepha* sob diferentes condições luminosas.

### Discussão

Os dados obtidos pelas observações, após análises estatísticas, apontaram diferenças significativas entre o grupo que permaneceu em ambiente claro e o grupo que permaneceu em ambiente escuro. Os indivíduos que estavam em condição de luz reduzida apresentaram comportamento alimentar reduzido, com menos indivíduos se alimentando (Figura 1) e um tempo menor de permanência forrageando. (Figura 2; Figura 3).

Esses resultados podem ser comparados com os obtidos com o estudo de abelhas mamangava que também preferem alimentar-se no claro, pois a intensidade luminosa afeta sua capacidade de escolha do alimento, o que pode ser um fator para o aumento de taxa de forrageamento em *Anastrepha*. Em condições luminosas em que a intensidade de luz é maior, pode ser mais fácil a escolha do alimento pelo indivíduo. (Arnold, S. E. J. and Chittka, L., 2012).

Ademais, foi observado que os indivíduos mantidos no escuro além de terem um decréscimo na taxa de forrageio também apresentaram uma procura mais lenta por alimento em comparação com as moscas mantidas na claridade. Essa letargia também foi observada em experimentos feitos com Dipteras da família Calliphoridae, sendo que neste experimento os indivíduos apresentaram redução da taxa de vôo devido a problemas na localização do espaço com a baixa

luminosidade, o que interfere na capacidade de procurar pelo alimento (Wooldridge, 2007). Essa pode ser uma das causas para a redução de forrageio em baixa claridade em *Anastrepha*.

Os resultados obtidos são significativos, porém é necessário ressaltar que o experimento foi conduzido utilizando pseudo-réplicas, pois os indivíduos utilizados no experimento não foram marcados, dessa maneira, não podemos afirmar quais indivíduos se alimentarem e qual foi a frequência de alimentação de cada um. Para que o experimento seja conduzido de maneira correta é necessário que os indivíduos sejam marcados ou que cada caixa contenha apenas uma *Anastrepha*, para que cada uma delas seja uma réplica e os dados tenham maior confiabilidade.

### Agradecimentos

Agradecemos aos professores Hugo Sarmiento e Rhainner Guilherme Ferreira por todo o conhecimento compartilhado, a Carmen, nossa tutora, por toda a ajuda, e a todos os integrantes do laboratório que nos auxiliaram durante a experimentação.

### Referências

- Arnold, S. E. J.; Chittkah, L. 2012. Illumination preference, illumination constancy and colour discrimination by bumblebees in an environment with patchy light. *Journal of Experimental Biology*, v. 215, n. 13, p. 2173–2180.
- Boeuf, G., Le Bail, P.Y., 1999. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture* 177, 129–152.
- Boeuf, G., Falcón, J., 2001. Photoperiod and growth in fish. *Vie Milieu-Life Environ.* 51, 247–266.
- Bolliet, V., Aranda, A., Boujard, T., 2001. Demand-feeding rhythm in rainbow trout and European catfish. *Synchro*
- Boujard, T., 1995. Diel rhythms of feeding activity in the European catfish, *Silurus glanis*. *Physiol. Behav.* 58, 641–645
- Endler, J. A. 1993. The color of light in forests and its implications. *Ecol. Monogr.* 63, 1-27
- Falcón, J., Besseau, L., Sauzet, S., Boeuf, G., 2007. Melatonin effects on the hypothalamo-pituitary axis in fish. *Trends Endocrinol. Metab.* 18, 81–88
- Hernández-Andrés, J., Romero, J., Nieves, J. L. and Lee, R. L. 2001. Color and spectral analysis of daylight in southern Europe. *J. Opt. Soc. Am.* 18, 1325-1335

- Johnsen, S., Kelber, A., Warrant, E. J., Sweeney, A. M., Widder, E. A., Lee, R. L. and Hernández-Andrés, J. 2006. Crepuscular and nocturnal illumination and its effects on color perception by the nocturnal hawkmoth *Deilephila elpenor*. *J. Exp. Biol.* 209, 789-800.
- Nora, I., E. R. Hickel & H. F. Prando. 2000. Moscas-das-frutas nos Estados brasileiros: Santa Catarina. p. 271 - 275. In: A. Malavasi & R. A. Zucchi. Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto. Holos Editora, 327.
- Wakefield, A. et al. 2015. Light-emitting diode street lights reduce last-ditch evasive manoeuvres by moths to bat echolocation calls Subject Category : Subject Areas: Royal Society Open Science, p. 6.
- Wooldridge, J., Scrase, L., Wall, R. 2007. Flight activity of the blowflies, *Calliphora vomitoria* and *Lucilia sericata*, in the dark. *Forensic science internacional journal*.

# EFEITO DA REFLEXÃO ULTRA-VIOLETA NA PREDÇÃO DE NINHOS ARTIFICIAIS

TALITA SOARES, BRUNA BASSO

**Orientador:** João Vitor de Mello Assis

## Resumo

As aves possuem fotorreceptores que reconhecem a radiação ultravioleta (UV), utilizando-os para discriminar ninhos, escolher parceiros sexuais, reconhecer sua prole e na busca por alimentos. Porém, a reflexão de UV pela casca dos ovos os torna mais suscetíveis à predação, interferindo negativamente no sucesso reprodutivo. No presente estudo, realizamos um experimento com ninhos artificiais, utilizando ovos de codorna que foram submetidos a tratamentos com bloqueador solar e a um creme sem bloqueador, em uma área de cerrado. Os ninhos foram verificados a cada 3 dias, totalizando 9 dias de exposição. A hipótese seria que os ovos com o tratamento sem bloqueador, teria a menor taxa de predação. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com bloqueador e sem bloqueador de UV. Outros fatores, como a atuação de predadores predominante olfativos, abundantes na área de estudo, podem ter sido determinantes no resultado obtido.

## Introdução

As aves possuem uma visão muito aguçada sendo capaz de perceber a radiação UV, utilizando a reflexão ou absorção dessa luz para localizar alimentos (J. Raichard 2009), para navegação e na escolha do parceiro. Poucos estudos mostram que as aves conseguem achar sementes, insetos, flores, através da reflexão UV que eles tem, mas essa reflexão depende também onde a presa está inserida no ambiente (Church et al., 2001). Desde da seleção sexual imposta por Darwin, há indícios da importância da plumagem como um caráter sexual secundário, como forma de avaliar o seu companheiro, evidenciando que a plumagem reflete UV, o que interfere na hora da escolha (Burkhardt, 1982).

Além da importância do UV para os pássaros, a reflexão da UV pela casca dos ovos causam um aumento nas taxas de

predação (Wang, 2015). Por isso, vem sendo apontada como uma das principais causas de insucesso reprodutivo, contribuindo assim para o declínio de populações de aves (Wilcove, 1985; Lima 1987). O risco da predação de ninhos pode variar conforme o ambiente (Hartley e Hunter et al, 1998), porém outros fatores podem colaborar, como a abundância de predadores de ninhos e o comportamento dos predadores em cada habitat (Ricklefs 1989). O efeito da radiação UV na taxa de predação de ovos ainda não havia sido avaliada em ecossistemas abertos, como por exemplo, o cerrado. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar se a reflexão UV pela casca dos ovos influencia na taxa de predação em uma área de cerrado *sensu-stricto*. Nossa hipótese é de que ovos com bloqueador de UV terão menor taxa de predação.

## Material e Métodos

O estudo foi conduzido entre 28 de janeiro à 06 de fevereiro de 2017, no Cerrado da Universidade Federal de São Carlos (21°58'-22°00' S e 47°51'-47°52' O, 815 – 895 metros de altitude), na cidade de São Carlos, região central do estado de São Paulo).

Utilizamos 36 ovos de codorna (*Coturnix coturnix*), ninhos artificiais, distantes 50 m entre si e a 5m da borda. Cada ninho recebeu um ovo, no qual foram aplicados, alternadamente, creme com duas composições distintas: TB - um creme sem bloqueador solar. e TA - com 60% de bloqueador UV (Parsol 1789 e MCX em proporção).

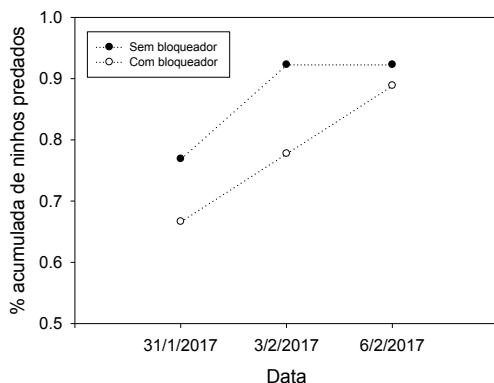
Os ninhos foram verificados a cada 3 dias no período entre 8h e 10h da manhã. Para cada ninho verificamos se ocorreu ou não a predação e qual era o tratamento.

Consideramos predado quando o ovo encontrava-se quebrado ou com marcas de tentativa de predação; ninhos que continuaram nas árvores porém estavam

tombados, sem o ovo. Utilizamos, para análise da taxa de predação, o protocolo de Mayfield (1961), que estima a probabilidade de sobrevivência diária de um ninho de acordo com o tratamento, utilizando como base o artigo de Yang 2015. Ela é obtida pelo quociente entre o número de ninhos predados e o somatório dos dias de exposição dos ninhos de um tratamento. Comparamos a probabilidade de sobrevivência em cada uma das datas de visitação através do teste Qui-Quadrado, utilizando o *software* Sigmaplot.

## Resultados

A probabilidade de predação de ninhos de acordo com o protocolo de Mayfield para os ninhos com bloqueador UV ( $n = 12$ ) e sem bloqueador UV ( $n = 16$ ) foram 0,2 e 0,19, respectivamente. As diferenças entre a predação nos tratamentos não foram significativas em nenhuma das datas ( $\chi^2 = 0,083$ ,  $Z = 0,773$ ,  $p = 0,05$  para 31/01,  $\chi^2 = 0,325$ ,  $Z = 0,568$ ,  $p = 0,05$  para 03/02 e  $\chi^2 = 0,073$ ,  $Z = 0,787$ ,  $p = 0,05$  para 06/02 (Fig. 1). Na primeira visita, 12 ovos estavam predados no tratamento TA e 10 no tratamento TB. No segundo dia, 2 ovos estavam predados no tratamento TA e 2 no tratamento TB e por último, o terceiro dia, 2 ovos estavam predados no TA e 0 no tratamento TB. Portanto, os dias de exposição dos ovos não influenciou no número de predação, apenas o primeiro dia teve um número alto de predação.



**Figura 1.** Porcentagem acumulada de ninhos predados ao longo do tempo de acordo com o tratamento.

## Discussão

Não houve efeito do bloqueio da reflexão UV na probabilidade de predação dos ovos. Vários fatores podem ter influenciado esse resultado. Entre eles a chuva, pois o experimento ocorreu em um período chuvoso, reduzindo a incidência de radiação UV e ainda pode ter removido parcialmente a cobertura com bloqueador. E a presença de predadores, como roedores e répteis, que são importantes predadores de ovos (Marini & Melo 1998). Foi observado ao colocar os últimos ninhos, a presença de saguis, e em sua dieta inclui néctar, mel, frutas e invertebrados (Miranda e Faria, 2001), mas saguis também são conhecidos por forragear ninhos de aves em busca de ovos ou filhotes (Lyra-Neves et al., 2007).

Outro fator que pode ter influenciado foi a distância de 5m da borda, trabalhos realizados mostram que a predação era maior nas proximidades das bordas do que nos interiores dos habitats (Gates e Gysel, 1978). Estudos mostram que em espécies de Passeriformes europeus, que ovos com maior reflexão de UV são em espécies que reproduzem em cavidades, pois em lugares escuros há uma maior reflexão da luz, porém pode ser uma desvantagem em ambientes abertos, por chamar a atenção de predadores aéreos (Avile et al., 2006).

Apesar dos fatores que puderam alterar nossos resultados, mostrando que ovos com bloqueador UV são menos predados, estudos indicam que a reflexão UV dos ovos afetam sim a sua predação (Yang 2015). Estudos futuros são necessários com maior controle das variáveis na tentativa de verificar se a reflexão UV pode afetar a taxa predação de ovos também em ambientes abertos.

## Agradecimentos

Agradeço às nossas famílias, pais, mãe, avó, irmãs. Ao Professor Dr. Rhainer, Professor Dr. Hugo e Professora Dr. Dalva que disponibilizou mais ninhos.

## Referências

- Avile's JM, Soler JJ, Pe' rez-Contreras T (2006) Dark nests and egg colour in birds: a possible functional role of ultravioleta reflectance in egg detectability. Proc R Soc LondB 273:2821–2829.
- Bennett A.T.D, Cuthills I.C (1994 ) Ultraviolet Vision in Birds: What is its fuction?

- Gates, J.E. e L.W.Gysel.1978. Avian nest dispersion and fledging success in field- forest ecotones. *Ecology* 59:871-883
- Lyra-Neves, R. M., Oliveira, M. A., Telino-Júnior, W. R. e Santos, E. M. 2007. Comportamentos interespecíficos entre *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae) e algumas aves de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. *Rev. Brasil. Zool.* 24(3): 709–716
- Marini, K. e Melo, C. (1998). Predators of quail eggs, and the evidence of the remains: implications for nest predation studies.
- Mayfield, H. 1961. Nesting success calculated from exposure. *The Wilson Bulletin*, 73: 255-261
- Miranda, G. H. B. and Faria, D. S. 2001. Ecological aspects of black-pinellated marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerrado and dense cerrado of the Brazilian Central Plateau. *Braz. J. Biol.* 61(3): 397–404
- Stuart C. Chuch, Annabel L S. L. Merrison (2001) Avian ultraviolet vision and frequency dependent seed preferences.
- Rajchard J (2009) Ultraviolet (UV) light perception by birds: a review. *Vet Med* 54:351–359
- Wilcove DS (1985) Nest Predation in Forest Tracts and the Decline of Migratory Songbirds. *Ecology*
- Yang, C. Wang, J. Liang, W. (2015) Blocking of ultraviolet reflectance on bird eggs reduces nest predation by aerial predators.

# COMPLEXIDADE AMBIENTAL AFETA O TEMPO DE CAPTURA DA PRESA EM *Xiphophorus hellerii*

EIKE MATHEUS CAMPANINI, THAIS FOMM

**Orientador:** Augusto F. Batisteli

## Resumo

Ambientes mais complexos reduzem a competição entre as espécies, além de aumentar a abundância de recursos alimentares. No entanto, poucos estudos avaliam a interferência da complexidade ambiental na eficiência de forrageio. O presente trabalho avaliou se a complexidade ambiental interfere na eficiência de forrageio da espécie *Xiphophorus hellerii*, mais especificamente no tempo de captura de presas (*Artemia salina*). Utilizamos 40 indivíduos observados separadamente em dois aquários, um representando o ambiente controle e outro representando o ambiente complexo, no qual foram homogeneamente distribuídos 95 canudos plásticos na vertical. A complexidade ambiental interferiu no número de presas capturadas, no tempo de captura da primeira presa e no tempo total de captura das presas. O sexo e o tamanho dos indivíduos, bem como a interação entre o sexo e os tratamentos, não afetaram o tempo total de captura. Nossos resultados sugerem a existência de um *trade-off* envolvendo a grande abundância de recursos alimentares em ambientes altamente complexos e a menor eficiência de captura, o que pode favorecer a manutenção de altos níveis de riqueza e abundância de espécies em ambientes mais complexos.

## Introdução

A manutenção da alta diversidade e da grande abundância de espécies de um ecossistema aquático pode ser explicada pela complexidade ambiental. Ambientes marinhos com maior complexidade

apresentam números maiores de espécies quando comparados com ambientes de baixa complexidade (Gratwicke & Speight, 2004). Um ambiente heterogêneo tende a reduzir a competição entre as espécies, aumentar os recursos alimentares e os meios de proteção contra predação (MacArthur & Levins, 1964). Todas essas características encontradas em um ambiente complexo favorecem o distanciamento de nichos ecológicos entre espécies e a colonização por novas espécies em áreas diferentes (Almany, 2004).

A complexidade ambiental, quando elevada, pode ter efeitos positivos e/ou negativos sobre a aptidão do indivíduo. Em ambientes estruturados, a quantidade de esconderijos de predadores é maior (Valdimarsson & Metcalfe, 1998), acarretando na diminuição no risco de predação (Hixon & Beets, 1993, Grutters et al., 2015). Por outro lado, a restrição a visibilidade de ambientes estruturados pode levar a uma diminuição no tempo de detecção da presa. (Wilzbach et al., 1986).

Poucos estudos têm avaliado a influência da complexidade ambiental na eficiência de forrageamento. Por exemplo, a sobrevivência de presas pode ser significativamente influenciada pelo nível de complexidade do habitat (Nelson & Bonsdorff, 1990). De fato, os comportamentos de forrageamento de peixes e suas respostas funcionais são altamente dependentes do contexto ambiental, do tipo e da disponibilidade de recursos alimentares (Murray & Stillman, 2015). Entretanto, não há estudos sobre a interferência da complexidade ambiental na

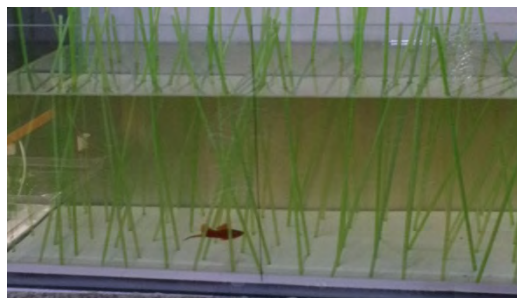
eficiência de forrageio em peixes que se alimentam de invertebrados, nem a comparação entre fêmeas, machos e jovens.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar se a complexidade ambiental interfere na eficiência de forrageio da espécie *Xiphophorus hellerii* (Heckel, 1848). Mais especificamente, testamos se a complexidade ambiental influencia o número de presas capturadas, o tempo até a captura da primeira presa, e criamos um modelo para avaliar se o tempo gasto para capturar um conjunto de presas é influenciado pela complexidade ambiental, pelo tamanho ou características do indivíduo (jovens, machos adultos e fêmeas adultas).

Nossas hipóteses são que: 1) a complexidade ambiental interfere na eficiência de forrageio do indivíduo; 2) machos, por apresentarem a espada como ornamento, tem menor eficiência de forrageio em relação a fêmeas e jovens e 3) peixes jovens apresentam maior eficiência de forrageio devido ao seu alto metabolismo e demanda energética (Menegatti & Vescovi, 2003).

### Material e Métodos

Utilizamos 40 indivíduos de *X. hellerii* obtidos de um criador comercial, sendo seis machos, oito fêmeas e seis jovens em cada tratamento. Utilizamos dois aquários de teste de 50 × 25 × 23 cm (comprimento × largura × altura). Um deles continha uma placa de PVC fixada no fundo, à qual foram presos verticalmente 95 canudos plásticos (comprimento: 25 cm, diâmetro: 3 mm), representando a complexidade ambiental (Fig. 1). O outro aquário possuía apenas a placa de PVC no fundo, representando o ambiente controle (Fig. 2).



**Figura 1.** Aquário de ambiente complexo.



**Figura 2.** Aquário “controle”.

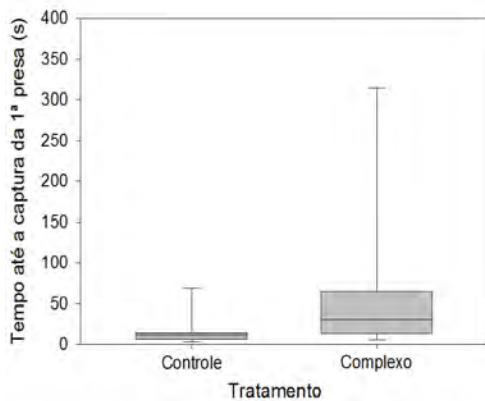
Após 5 min de aclimação, colocamos quatro presas da espécie *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), pequenos crustáceos que serviram como presa para os peixes. Cronometramos o tempo em segundos que o peixe levou para capturar cada presa após a introdução das mesmas no aquário. Denominamos tempo total de captura o intervalo entre a liberação das artêmias e a captura da última presa. As variáveis de resposta (número de presas capturadas, tempo de captura da primeira presa e tempo total de captura) não obtiveram distribuição normal (teste de Shapiro Wilk,  $p < 0,05$ ). Assim, comparamos o número de presas capturadas e o tempo de captura da primeira presa (T1) em cada tratamento utilizando o teste *U* de Mann-Whitney. Criamos um modelo linear generalizado utilizando como variável dependente o tempo, e como variáveis independentes o sexo, o tratamento (fatores fixos) e o tamanho do peixe (em cm) como co-variável. No ambiente complexo, dois indivíduos não capturaram nenhuma presa, e outros dois capturaram apenas duas (ver Resultados). Sendo assim, não foi possível estimar o tempo total de captura para esses indivíduos ( $n = 4$ ), e por esse motivo eles foram excluídos do modelo linear generalizado.



Os testes e gráficos foram feitos nos softwares SigmaPlot 11.0 (Systat Software) e SPS Statistics 20 (IBM, 2011).

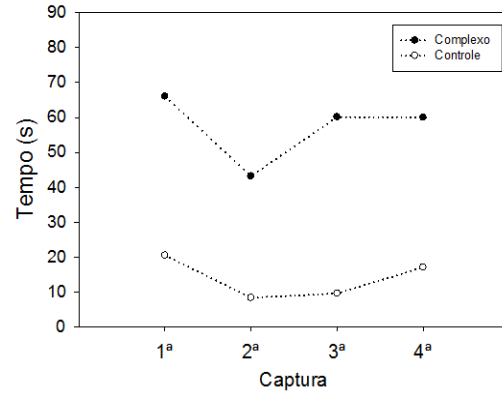
### Resultados

O número de presas capturadas diferiu entre os tratamentos (Mann-Whitney;  $U = 160,000$ ;  $p = 0,040$ ), assim como o tempo até a captura da primeira presa (Mann-Whitney;  $U = 126,000$ ;  $p = 0,047$ ) (Fig. 3). No tratamento controle, todos os indivíduos capturaram as quatro presas, enquanto no ambiente complexo, dois indivíduos capturaram apenas duas presas, e dois não capturaram presas. No ambiente complexo, a primeira captura ocorreu após  $73,35 \pm 108,02$  s (média  $\pm$  desvio padrão), enquanto no ambiente controle o tempo até a primeira captura foi de  $21,09 \pm 35,80$  s.



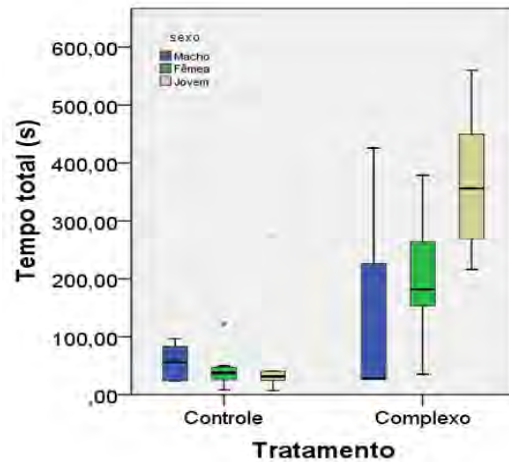
**Figura 3.** Tempo até a captura da primeira presa por tratamento.

O tempo total de captura de todas as presas foi influenciado pelo tratamento (GLM; Wald chi-square = 27,882;  $p = 0,006$ ) (Fig. 4), mas não pelo sexo (GLM; Wald chi-square = 3,318;  $p = 0,190$ ), nem pelo tamanho do indivíduo (GLM; Wald chi-square = 0,549;  $p = 0,459$ ). A maior complexidade ambiental fez com que o tempo total de captura de presas aumentasse.



**Figura 4.** Tempo de captura de cada presa em diferentes complexidades.

O tempo total de captura também não foi influenciado pela interação entre o tratamento e o sexo do indivíduo (GLM; Wald chi-square = 5,325;  $p = 0,070$ ) (Fig. 5). Além disso, os quatro peixes que não capturaram todas as presas no ambiente complexo eram machos.



**Figura 5.** Tempo total de captura das presas por diferentes indivíduos de *X. hellerii*.

### Discussão

A complexidade ambiental afetou a eficiência de forrageio, tanto pelo número de presas quanto pelo tempo de captura. Padrões semelhantes foram encontrados em estudos com outros grupos de animais. Por exemplo, nas aves *Pitangus sulphuratus* e *Tyrannus melancholicus*, a complexidade



ambiental influencia na eficiência de forrageio (Martins-Oliveira et al, 2012).

Peixes da espécie *Perca fluviatilis*, que se alimentam de pequenos peixes espinhosos, também têm sua taxa de forrageio alterada de acordo com a complexidade ambiental do habitat (Murray & Stillman, 2015). Da mesma forma, nossos resultados sugerem que o ambiente e suas características afetam o tempo de forrageamento também entre peixes que se alimentam de invertebrados.

O tempo de forrageio não foi influenciado pela fase de vida (adulto ou jovem) nem pelo sexo. No entanto, esse resultado vai de encontro ao reportado em outros estudos. Peixes mais jovens possuem metabolismo rápido, logo, apresenta taxas de forrageamento mais altas comparados com peixes adultos, consumindo grande quantidade de alimento (Menegatti & Vescovi, 2003). Porém, em nosso estudo, jovens tiveram tendência a menor eficiência de forrageio. Uma hipótese para tal comportamento se dá pela inexperiência no forrageio, o que significa que peixes jovens provavelmente não possuem a mesma capacidade visual de detecção da presa que os adultos.

Primatas também apresentam diferenças na eficiência no forrageamento entre machos e fêmeas. As fêmeas forrageiam e comem com mais frequência, enquanto machos descansam na maioria do tempo (Boinski, 1998). A maioria das fêmeas devem ser maximizadoras de energia, enquanto machos devem minimizar o tempo gasto no forrageamento para participar de atividades que aumentem seu fitness (Schoener, 1971).

Os machos de *X. hellerii* possuem uma nadadeira caudal alongada, parecida com uma espada, que está relacionada com a seleção sexual da espécie (Rosenthal & Evans, 1998). Caracteres e ornamentos como este acarretam em desvantagens ao macho (Zahavi, 1975). No entanto, em nossos resultados, observamos que machos

no ambiente complexo apresentaram menores tempos totais de captura de presas, embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Esse resultado, se confirmado, poderia sugerir que a desvantagem conferida ao macho dessa espécie pela presença da espada não está ligada à perda de eficiência no forrageio.

O aumento na complexidade ambiental diminui a frequência e ataques de predadores em presas, podendo estabilizar as interações entre espécies (Murdoch & Oaten, 1975; Sih, 1987). Nossos resultados corroboram a existência de um mecanismo de balanço existente em ambientes mais complexos, entre a grande oferta de alimento e a reduções nas taxas de captura. Esse mecanismo pode ser um fator chave na manutenção da alta biodiversidade em locais de alta complexidade ambiental.

### **Agradecimentos**

Agradecemos aos professores Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo Ferreira pela oportunidade de desenvolvermos este projeto, que tanto agregou na nossa trajetória acadêmica. Agradecemos imensamente ao nosso tutor Augusto F. Batisteli, por toda a ajuda e paciência durante a realização do projeto. Não podemos deixar de agradecer ao Rafael, tutor da disciplina, que nos cedeu as artêmias para dar continuidade ao trabalho.

### **Referências**

- Almany, GR. 2004. Differential effects of habitat complexity, predators and competitors on abundance of juveniles and adult coral reef fishes. *Oecologia* 141:105–113.
- Boinski, S. 1988. Sex Differences in the Foraging Behavior of Squirrel Monkeys in a Seasonal Habitat. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 23(3), 177-186.
- Gratwicke, B & Speight, MR. 2004. The Relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology*, 66: 650–667.

- Grutters, BMC, Pollux, BJ, Verberk, WCEP & Bakker, ES. 2015. Native and non-native plants provide similar refuge to invertebrate prey, but less than artificial plants. *PLoS One* 10, e 0124455.
- Hixon, MA & Beets, JP. 1993. Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fish assemblages. *Ecol. Monogr.* 63:77–101.
- MacArthur, RH & Levins, R. 1964. Competition, habitat selection, and character displacement in a patchy environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 51:1207–1210.
- Martins-Oliveira, L., Leal-Marques, R., Nunes, CH., Franchin, AG., & Júnior, OM. 2012. Forrageamento de *Pitangus sulphuratus* e de *Tyrannus melancholicus* (Aves: Tyrannidae) em habitats urbanos. *Bioscience Journal* 28:1038–1050.
- Menegatti, JV, Vescovi, DL & Floeter, SR. 2003. Interações agonísticas e forrageamento do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* (Peciformes: Pomacentridae). *Natureza on line* 1:45–50.
- Murdoch, WW & Oaten, A. 1975. Predation and population stability. *Adv. Ecol. Res.* 9:1- 458 129. doi: 10.1016/S0065–2504(08)60288-3.
- Murray, GPD, Stillman, RA & Britton, JR. 2015. Habitat complexity and food item size modify the foraging behaviour of a freshwater fish. *Hydrobiologia*. Switzerland.
- Nelson, WG & Bonsdorff, E. 1990. Fish predation and habitat complexity: are complexity thresholds real? *J Exp Mar Biol Ecol* 141:183–194.
- Rosenthal, GG, Evans, CS. 1998. Female preference for swords in *Xiphophorus helleri* reflects a bias for large apparent size. *Proc Natl Acad Sci USA* 95:4431–4436
- Schoener, TW. 1971. Theory of feeding strategies. *Ann Rev Ecol Syst* 2:369–404.
- Sih, A. 1987. Prey refuges and predator-prey stability. *Theor. Popul. Biol.* 31:1-12. doi: 10.1016/0040-5809(87)90019-0.
- Valdimarsson, SK & Metcalfe, NB. 1998. Shelter selection in juvenile Atlantic salmon or why do salmon seek shelter in winter? *J. Fish Biol.* 52:42–49.
- Zahavi, A. 1975. Mate selection - a selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology* 53:05–214.
- Wilzbach, MA, Cummins, KW & Hall, JD. 1986. Influence of habitat manipulations on interactions between cutthroat trout and invertebrate drift. *Ecology* 67:898–911.

# COMPORTAMENTO ANTI-PREDAÇÃO DE *Mus musculus* EM RESPOSTA A PISTAS SENSORIAIS DE *Felis catus*

ESTHER MEIRELLES & ANA JULIA SANT'ANA

**Orientador:** Augusto Batisteli

## Resumo

É de conhecimento geral que quando se sentem ameaçados, os animais buscam abrigos como forma de proteção. Este é um tipo de comportamento apresentado por presas em relação à predadores. Evidências sugerem que as presas sejam capazes de detectar pistas sensoriais dos predadores e responder adequadamente a eles. No entanto têm-se poucos estudos que avaliam se este comportamento é inato ou aprendido na presa. Neste estudo expusemos camundongos da espécie *Mus musculus* a pistas sensoriais (fezes) de um predador, *Felis catus*, pistas sensoriais (fezes) de um não predador, *Columba livia*, e um controle, tratamento sem fezes. O intuito foi quantificar o tempo em que o camundongo permanecia no esconderijo e a quantidade de vezes que ele entrava e saía dele. No presente experimento a presença ou não de fezes do predador não acarretou em uma mudança no comportamento do camundongo. Isso porque existem diversas variáveis que compõem o comportamento de fuga do animal, sendo muitas delas sinais indiretos da presença do predador. Assim, dependendo da situação o animal pode demonstrar um comportamento diferente do comportamento padrão, o que salienta a importância de um maior controle nas variáveis e a realização de uma análise mais abrangente.

## Introdução

Animais que ocupam a posição de presa nas cadeias tróficas sofrem uma intensa seleção para responder de maneira adequada à presença de predadores (Lima e Dill, 1990). Para que a presa seja capaz de responder de forma apropriada em relação ao predador, ela deve ser capaz de diferir predadores de não predadores (Mirza *et al.*, 2006).

A evolução acarretou em uma “corrida armamentista” entre presas e predadores, sendo então a sobrevivência um balanço de adaptações entre os envolvidos (Krebs e Davies, 1996). Por meio de adaptações morfológicas e comportamentais, as presas podem reduzir as chances de serem predadas (Lind e Cresswell, 2005). Os comportamentos de defesa das presas são divididos em primários e secundários. Os primários destinam-se a diminuição

da chance do encontro entre presa e predador. Os secundários são exibidos quando há o contato direto entre presa e predador (Edmunds, 1974 *apud*. Chelini *et al.*, 2009). Exemplos de defesas primárias são: mimetismo e aposematismo. Comportamentos como fuga, recuo e desvio de ataques são defesas secundárias (Gnaspini e Hara, 2007).

As presas são capazes de detectar os sinais dos predadores, e responder de maneira apropriada a eles (Curio, 1993; Kotler *et al.*, 1991). Um exemplo disso são os roedores, que são animais muito suscetíveis a odores, devido a especialização de seus quimiorreceptores, assim a exposição a odores de predadores pode acarretar fortes comportamentos defensivos (Blanchard *et al.*, 1990; Dielenberg e McGregor, 1999). No entanto, não se sabe ao certo se a resposta de presas a riscos de predadores específicos são comuns ou se essas presas utilizam sinais indiretos para evitar esse risco (Bouskila e Blumstein, 1992). Por exemplo, gerbos podem exibir um forrageio mais ativo quando há falta de luz, e em microhabitats que não são abertos, como os com arbustos (Kotler *et al.*, 1991).

O comportamento de defesa tem como principal função diminuir a vulnerabilidade do animal. A inadequação na resposta da presa a presença do predador pode acarretar em uma fatalidade, a morte (Yang *et al.*, 2004). O reconhecimento do predador pela presa pode de dar se forma inata ou aprendida (Mirza *et al.*, 2006). Existem estudos que demonstram vários animais que possuem um reconhecimento inato de predadores (Berejikian *et al.*, 2003; Veen *et al.*, 2000; Barros *et al.*, 2002). Porém também existem diversos estudos indicando que o reconhecimento dos predadores se dá por aprendizagem (Griffin *et al.*, 2001; Ferrari *et al.*, 2005; Maloney e McLean, 1995).

## Material e Métodos

No experimento foi utilizado um total de 39 camundongos machos da espécie *Mus musculus* (Linnaeus, 1758), cedidos pelo Biotério da Universidade Federal de São Carlos. Esses animais nunca tiveram contato com predador ou com pistas sensoriais do mesmo. O experimento foi composto de

3 tratamentos distintos, cada um realizado individualmente com 13 camundongos. Os tratamentos foram montados em três recintos de teste, um com a presença de fezes de gato doméstico, *Felis catus* (Linnaeus, 1758) como pista sensorial de predador, outro com fezes de Pombo, *Columba livia* (Gmelin, 1789) como pista sensorial de não predador e um terceiro como controle, utilizando um papel torcido de coloração preta para mimetizar o efeito visual das fezes.

Todos os recintos foram forrados com serragem e possuíam pequena caixa de papelão de 15 x 10 x 10 cm, com um orifício circular de entrada de diâmetro 5 cm, onde os camundongos puderam se esconder. A serragem e a toca usada foram substituídas por novas cada vez que mudava o indivíduo observado. Também estava presente no recinto ração de camundongo, para servir como atrativo para o animal permanecer fora da toca. (Fig. 1)



**Figura 1.** Representação do recinto que foi utilizado no experimento.

O camundongo foi inicialmente colocado no recinto, caixa plástica de 41 x 28 cm, entre a comida e as fezes/papel. Após a transferência dos camundongos para o recinto, contabilizamos durante 5 min o tempo em que eles permaneceram dentro da toca e quantas vezes o animal entrou e saiu da mesma. Durante todo o tempo do experimento os animais tinham água e comida disponíveis e ficavam em caixas diferentes das que foram utilizadas para a realização do experimento.

A normalidade dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk, que revelou que as variáveis tempo de permanência dentro da toca e o número de entradas na toca não obtiveram distribuição normal. Assim, as análises foram realizadas por Modelo Linear Generalizado. Para a variável tempo, que teve uma distribuição não normal, os resultados foram

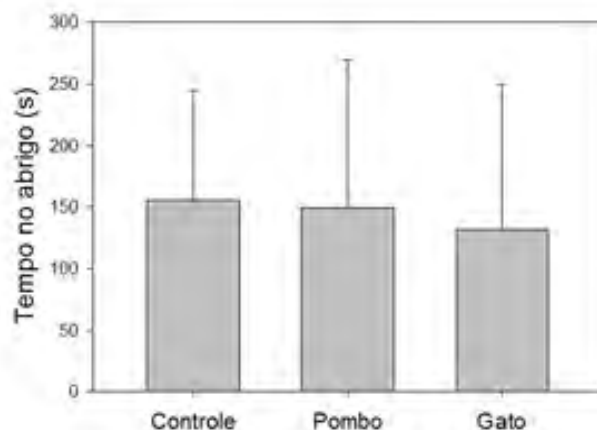
analisados por meio de Distribuição Linear. E para a variável números de entrada/saída, que também apresentaram uma distribuição não normal, os resultados foram analisados por meio de Distribuição de Poisson.

### Resultados

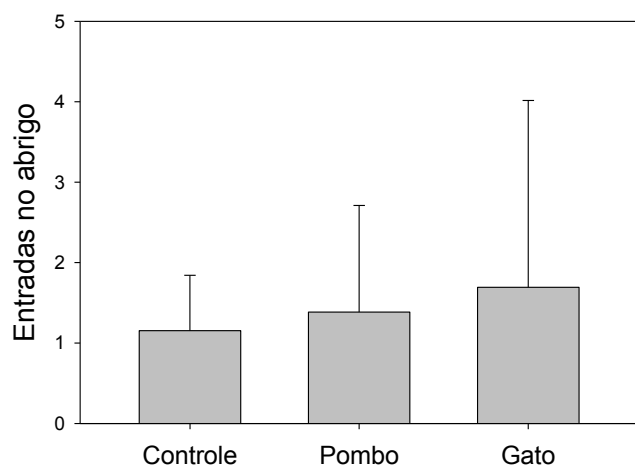
O tempo na toca não diferiu entre os tratamentos ( $p = 0,833$ )(Fig.2), que também não afetaram o número de entradas e saídas ( $p = 0,513$ )(Fig. 3). Os resultados da contabilização da permanência na toca e da quantidade de vezes que o animal entrou e saiu da toca. (Tabela 1)

**Tabela 1.** Tempo (média  $\pm$ desvio padrão) em que os indivíduos permaneceram dentro do esconderijo e do número total de vezes que eles entraram na toca, para cada tratamento.

Tratamento	Tempo na toca (s)	Número de entradas
Controle	155,77 $\pm$ 89,22	1,15 $\pm$ 0,69
Fezes de Pombo	149,31 $\pm$ 120,11	1,38 $\pm$ 1,32
Fezes de Gato	131,61 $\pm$ 117,55	1,69 $\pm$ 2,32



**Figura 2.** Tempo em segundos que os camundongos permaneceram dentro do esconderijo para cada tratamento.



**Figura 3.** Número médio de vezes que os camundongos entraram na toca para cada tratamento

### Discussão

Não observamos diferença no comportamento dos camundongos em relação aos diferentes tratamentos. Diversos estudos demonstram a existência de uma resposta inata exibida por ratos em relação a odores de gatos (Blanchard *et al.*, 1989; Dielenberg *et al.*, 2001; Perrot-Sinal *et al.*, 2004). Na presença de odor de gato, os ratos permanecem por um maior tempo dentro do esconderijo e exibem um comportamento de avaliação de risco denominado head-out (Blanchard *et al.*, 1989). Quando ratos adultos são expostos ao odor de gato esses animais também apresentam um estado de ansiedade e comportamentos defensivos (Perrot-Sinal *et al.*, 2004). Os camundongos, por exemplo, exibem um aumento significativo na atividade neural em núcleos específicos do hipotálamo quando expostos ao odor de gato (Oliveira *et al.*, 2015). No entanto, no presente experimento, a presença de fezes de predador no recinto não causou alteração no comportamento de fuga do animal.

Diversos fatores podem ter influenciado o resultado do experimento. Alguns animais utilizam de sinais indiretos da presença de predadores, como, por exemplo, o nível de iluminação (Kotler *et al.*, 1991). O forrageamento realizado por roedores tende a ser maior em noites escuras, sem luz da lua (Kotler *et al.*, 1991), ou quando há alta taxa de precipitação (King, 1968), porque tais características oferecem dificuldade para o predador e assim maior segurança para o roedor. O presente experimento foi realizado em fase de luminosidade exacerbada, sendo assim um possível indicativo da inatividade do predador, apesar da presença de fezes recentes.

Outra proposta para o comportamento observado refere-se a aspectos da dieta do predador. Ratos

podem responder às pistas sensoriais do predador de maneira diferenciada de acordo com a “dieta” do gato, apresentando comportamento de medo mais acentuado quando expostos a fezes de gatos com dieta carnívora do que no caso de fezes de gatos que mantinham uma dieta vegetariana (Berton, 1998). No presente experimento foram utilizadas fezes de gato cuja dieta não era carnívora, o que pode ter atenuado o comportamento de fuga do camundongo.

Animais tomam diversas decisões em busca de um melhor forrageamento (Foerster *et al.*, 2011; Gray e Lowery, 1998; Fellers e Pierson, 2002), dentre elas está a decisão de se arriscar ou não em busca do alimento na presença de um predador (Krebs e Davies, 1996). Assim o fato dos camundongos não apresentarem um comportamento de fuga acentuado poderia indicar uma escolha relacionada ao forrageio, mesmo sob risco, uma vez que havia alimento no recinto do experimento.

Desta forma, diversos fatores podem influenciar na resposta de fuga e forrageamento do animal. Com isso a realização de futuros trabalhos com a proposta de maior controle nas diversas variáveis apresentadas pode possibilitar uma maior compreensão deste tema.

### Agradecimentos

Agradecemos aos professores Hugo Sarmento e Rhainer Guillermo por nos dar a oportunidade de desenvolver uma pesquisa sobre comportamento animal durante a disciplina de Ecologia Comportamental, sendo que nunca havíamos trabalhado com essa área. Agradecemos também a nosso tutor Augusto Batisteli que nos ajudou e auxiliou durante todo o desenvolvimento do projeto e da pesquisa.

### Referências

- Barros, M, Boere, V, Mello, EL, & Tomaz, C. 2002. Reactions to potential predators in captive-born marmosets (*Callithrix penicillata*). *International Journal of Primatology* 23:443–454.
- Berejikian, BA, Tezak, EP, & LaRae, AL. 2003. Innate and enhanced predator recognition in hatchery-reared chinook salmon. *Environmental Biology of Fishes* 67:241–251.
- Berton, F, Vogel, E, & Belzung, C. 1998. Modulation of mice anxiety in response to cat odor as a consequence of predators diet. *Physiology & behavior* 65:247–254.
- Blanchard, RJ, Blanchard, DC, Rodgers, J, & Weiss, SM. 1991. The characterization and modelling of antipredator defensive behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 14:463–472.
- Bouskila, A, & Blumstein, DT. 1992. Rules of thumb for predation hazard assessment: predictions from a dynamic model. *The American Naturalist* 139:161–176.
- Chelini, MC, Willemart, RH, & Hebets, EA. 2009. Costs and benefits of freezing behaviour in the harvestman

- Eumesosoma roeweri (*Arachnida, Opiliones*). Behavioural processes, 82:153–159.
- Curio, E. 1993. Proximate and developmental aspects of antipredator behavior. *Advances in the Study of Behavior* 22:135–238.
- Dielenberg, RA, & McGregor, IS. 1999. Habituation of the hiding response to cat odor in rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Comparative Psychology* 113:376.
- Dielenberg, RA, Hunt, G. E, & McGregor, IS. 2001. 'When a rat smells a cat': the distribution of Fos immunoreactivity in rat brain following exposure to a predatory odor. *Neuroscience* 104:1085–1097.
- Fellers, GM, & Pierson, ED. 2002. Habitat use and foraging behavior of Townsend's big-eared bat (*Corynorhinus townsendii*) in coastal California. *Journal of mammalogy* 83:167–177.
- Ferrari, MC, Trowell, JJ, Brown, GE, & Chivers, DP. 2005. The role of learning in the development of threat-sensitive predator avoidance by fathead minnows. *Animal Behaviour* 70:777–784.
- Foerster, S, Cords, M, & Monfort, SL. 2011. Social behavior, foraging strategies, and fecal glucocorticoids in female blue monkeys (*Cercopithecus mitis*): potential fitness benefits of high rank in a forest guenon. *American journal of primatology* 73:870–882.
- Gnaspini, P, & Hara, MR. 2007. Defense mechanisms. *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, MA 374–399.
- Gray, V, & Lowery, D. 1998. To Lobby Alone or in a Flock Foraging Behavior Among Organized Interests. *American Politics Quarterly* 26:5–34.
- Griffin, AS, Evans, CS, & Blumstein, DT. 2001. Learning specificity in acquired predator recognition. *Animal Behaviour* 62:577–589.
- King, JA. 1968. Biology of *Peromyscus* (*Rodentia*). *Biology of Peromyscus (Rodentia)*. 2.
- Kotler, BP, Brown, JS, & Hasson, O. 1991. Factors affecting gerbil foraging behavior and rates of owl predation. *Ecology* 72:2249–2260.
- Krebs, JR, & Davies, NB. 1996. *Introdução à Ecologia Comportamental*. Atheneu, São Paulo, pp. 77–101.
- Lima, SL, & Dill, LM. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* 68:619–640.
- Lind, J, Cresswell, W, 2005. Determining the fitness consequences of antipredation behavior. *Behav. Ecol. Sociobiol* 16:945–956.
- Maloney, RF, & McLean, IG. 1995. Historical and experimental learned predator recognition in free-living New-Zealand robins. *Animal Behaviour* 50:1193–1201.
- Mirza, RS, Ferrari, MC, Kiesecker, JM, & Chivers, DP. 2006. Responses of American toad tadpoles to predation cues: behavioural response thresholds, threat-sensitivity and acquired predation recognition. *Behaviour* 143:877–889.
- Oliveira, CK, Andrade, WMG, Azevedo, SKD, Lima, RH, Oliveira, CMSM, Souza, CJ, ... & Cavalcante, JC. 2015. The differential mice response to cat and snake odor. *Physiology & behavior*, 152:272–279.
- Perrot-Sinal, TS, Gregus, A, Boudreau, D, & Kalynchuk, LE. 2004. Sex and repeated restraint stress interact to affect cat odor-induced defensive behavior in adult rats. *Brain research* 1027:161–172.
- Veen, T, Richardson, DS, Blaakmeer, K, & Komdeur, J. 2000. Experimental evidence for innate predator recognition in the Seychelles warbler. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 267:2253–2258.
- Yang, M, Augustsson, H, Markham, CM, Hubbard, DT, Webster, D, Wall, PM, & Blanchard, DC. 2004. The rat exposure test: a model of mouse defensive behaviors. *Physiology & behavior* 81:465–473.

# MECANISMO ANTI PREDACÃO EM *ESCHERICHIA COLI*

FÁBIO ROCHA RIGOLIN & LUCAS DA SILVA BASSO

**Orientador:** Erick Mateus Barros

## Resumo

A evolução de mecanismos anti predação possui relação com a coevolução de predador e presa. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi comparar os mecanismos de defesa de bactérias *Escherichia coli* em contato com amostras de água com traços químicos de predadores (cladóceros, *Ceriodaphnia* e peixes). Esperávamos observar a formação de aglomerados bacterianos em culturas onde foi adicionada a água com os traços de seus predadores. Para a análise, cultivamos os espécimes e utilizamos a técnica de citometria de fluxo para verificação de possíveis formações de aglomerados celulares bacterianos. Ao final do experimento observamos que as células bacterianas tiveram uma redução no tamanho, com exceção das amostras de peixes, evidenciando, assim, uma forma de evitar a predação por metazoários, mesmo que distinta da esperada.

## Introdução

Partindo de um ponto de vista ecológico, a importância das bactérias decorre de sua participação em todos os ciclos biogeoquímicos e representam uma massa global semelhante à de plantas (Whitman *et al.*, 1998). Ao que concerne ao aspecto evolucionário, tem-se preconizado que o desenvolvimento e evolução de formas recentes de vida no universo das bactérias (por exemplo, células procarióticas precursoras de organelas eucarióticas) têm emergido em virtude da predação (Guerrero *et al.*, 1986; Margulis, 1996). Além disso, a estruturação de traços fenotípicos tanto de presas quanto de predadores microbianos é atribuída a coevolução desses indivíduos (Stanley, 1973).

Em ecossistemas aquáticos, além do aporte nutricional, os microrganismos são fortemente influenciados pela presença de predadores protistas, em especial por nanoflagelados heterotróficos (HNF) (Pernthaler, 2005). O forrageamento desses

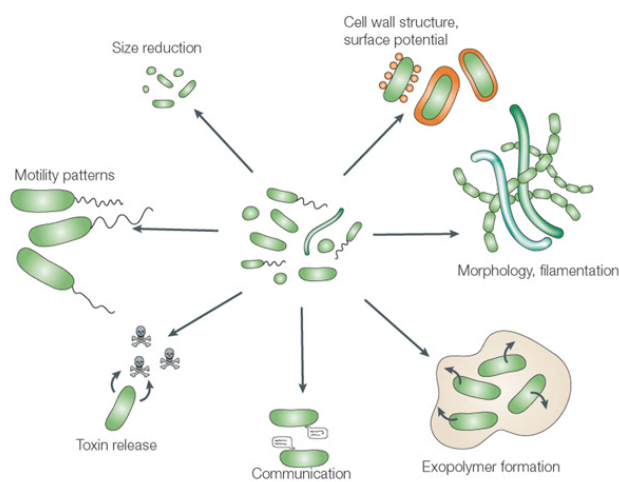
predadores é de extrema importância para a ciclagem de nutrientes (Caron *et al.*, 1988), necessários no desenvolvimento celular de procariotos e eucariotos, como o fósforo e nitrogênio (Pernthaler, 2005). Ademais, a atividade das bactérias e de suas abundâncias totais podem ser controladas por esses predadores (Del Giorgio *et al.*, 1996). Como formas de proteção, bactérias têm respondido ao ataque predatório de flagelados evoluindo mecanismos de defesa (Baumgartner *et al.*, 2016). Este argumento tem sido suportado por experimentos de cultura que confirmaram o desenvolvimento de resistência à predação, em algas (Boraas, Seale & Boxhorn, 1998) e formas coloniais oriundas de presas unicelulares em bactérias (Hahn *et al.* 2000; Matz, Deines & Jürgens, 2002).

Com isso, bactérias em ambientes aquáticos podem apresentar alguns fenótipos para a proteção contra protozoários, como: secreção de polímeros, formação de filamentos, alta motilidade, diminuição do tamanho celular, produção de toxinas, formação de estruturas na parede celular além de comunicação celular (Pernthaler, 2005) (Fig. 1).

As estratégias envolvendo morfologia podem ser ditas como alterações duradouras no tamanho pequeno ou grande da célula, auxiliando, assim, colônias diminutas a defenderem sua população do forrageio de um predador flagelado com a formação de aglomerados celulares extensos indigeríveis (Baumgartner *et al.*, 2016).

Como visto, interações predatórias estão associadas a maior fonte de mortalidade bacteriana em diversos ecossistemas (Fenchel, Blackburn & King, 2012; Sherr & Sherr, 2002). Porém, persiste uma lacuna de conhecimento relativa a como intercorre esses processos predatórios e quais repercussões desencadeiam na microbiota. Com isso, o presente estudo objetivou comparar respostas anti predação de *E. coli* em contato com a água de cultivo de diversos predadores (*Ceriodaphnia*, *Calanoida* e peixe). Esperávamos, portanto, observar a formação

de aglomerados bacterianos nas culturas com a água de predadores destes organismos.



Copyright © 2005 Nature Publishing Group  
Nature Reviews | Microbiology

**Figura 1.** Fenótipos microbianos associados à proteção contra a predação. Imagem retirada de Pernthaler (2005).

## Material e Métodos

Primeiramente inoculou-se bactérias da espécie *Escherichia coli* a 32°C por, aproximadamente, 18 horas. Concomitantemente, produziu-se o meio de cultivo líquido Luria-Bertani (LB) para posterior inoculação das bactérias. Para a produção do meio líquido foram necessários 10g de Baeto – Triptona ou Peptona; 5g de extrato de levedura; 10g de NaCl e 1L de água autoclavada.

As amostras dos predadores foram coletadas de aquários do laboratório do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos da Prof.<sup>a</sup> Maria da Graça Melão. De um primeiro aquário foi coletado 100 mL de cultivo de *Calanóida spp.*; de um segundo foi coletado 100 mL de cultivo de *Ceriodaphnia spp.* e, finalmente, 100 mL de água de um aquário com peixes.

Posteriormente, cada amostra foi filtrada, utilizando o filtro Millipore (0,3 µm de poro) em tubos Falcon autoclavados, sendo que cada amostra filtrada foi distribuída em réplicas. Acrescentou-se também uma réplica com água filtrada, a qual foi denominada de Controle.

A partir de um cultivo em placa de *E. coli*, as bactérias foram inoculadas ao meio líquido LB utilizando a câmara de fluxo laminar, a fim de evitar

contaminação e deixou-se o cultivo no agitador por aproximadamente 3 horas para acelerar o crescimento bacteriano.

Após o período estimado, foi diluído 1 µL de amostra em 199 µL de água destilada. A quantidade de amostra utilizada na diluição foi calculada através da fórmula de diluição de soluções  $C \times V = C' \times V'$ , em que:

- C = Concentração inicial (1x);
- V = Volume inicial (200 µL);
- C' = Concentração final (200x);
- V' = Volume final (x)

Após a diluição, produziu-se trélicas denominadas Branco para quantificar a concentração bacteriana inicial. Posteriormente, inoculou-se a amostra diluída junto às trélicas com as amostras dos predadores, produzidas anteriormente e proteladas no escuro por, aproximadamente, 19 horas.

Nos cinco dias subsequentes, foram retiradas alíquotas de 1000 µL de amostra e acrescentadas 200 µL de formol 10%, as quais foram armazenadas em freezer à temperatura de -20°C.

Utilizou-se um citômetro de fluxo FacsCalibur (Becton & Dickinson Franklin Lakes, NJ, E.U.A.) equipado com um laser de íon Argon de 15 mW (emissão de 488 nm) para análise das alíquotas. As amostras foram analisadas separadamente por 60 segundos a uma voltagem de 6,31V.

Para a determinação de bactérias heterotróficas (HB), foi adicionado 200 µL de amostra a uma diluição de SYTO-13 (Molecular Probes Inc., Eugene, OR, EUA) estoque (10:1) em 2,5 L µmol<sup>-1</sup> e, aguardou-se por cerca de 10 minutos no escuro para completar a coloração e posteriormente, ser executada no citômetro de fluxo. Pelo menos 30.000 eventos foram adquiridos a cada subamostra (geralmente 90.000 eventos) (Sarmiento *et al.*, 2008).

Os dados gerados pelo citômetro foram analisados com o software FlowJo. As HB foram identificadas e separadas de células mortas em biplots de dispersão de luz lateral (SSC) contra fluorescência verde (FL1). Para mais informações, veja Quiroga *et al.* (2017). O pacote FlowDiv para o programa R (R Development Core Team, 2013), registrou a diversidade de tamanhos em cada amostra.



Finalmente, realizou-se testes estatísticos para avaliar a normalidade dos dados através do Teste T e as variâncias pelo teste-F de igualdade de variâncias ou pelo método ANOVA ranqueado através dos testes de Kruskal-Wallis e Tukey.

### Resultados

Observou-se que a abundância bacteriana é semelhante em todas as amostras até o tempo T3, mas após esse período as amostras de Calanoida e Cladocero superaram a abundância de Peixe e do Controle, que entraram em declínio populacional (Fig. 2).

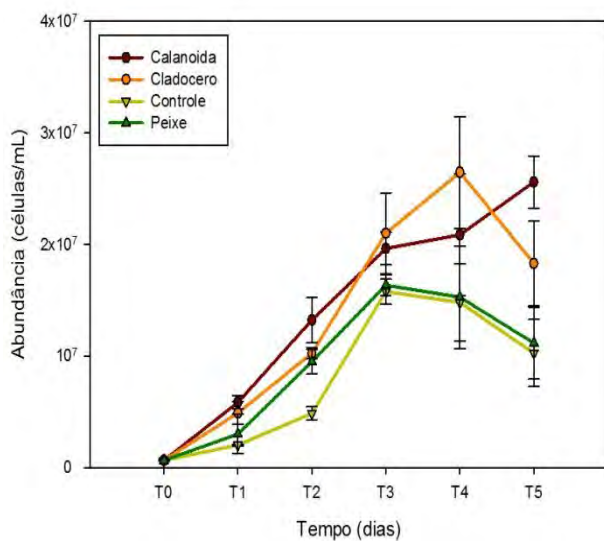


Figura 2. Abundância de células por amostra.

Constatou-se também que, o tamanho celular em todos os tratamentos diminuiu com o passar do tempo, porém, cada tratamento apresenta um fenômeno distinto. As amostras Calanoida e Cladocero apresentaram uma diminuição de tamanho significativa logo no tempo T1, e mantiveram diminuindo mais homogêneo até o fim do experimento. Peixe, por outro lado, possui suas células diminuindo constantemente com o passar do tempo, mas com células sempre significativamente maiores que Calanoida e Cladocero ( $P = < 0,005$ ). O fenômeno observado em Peixe foi igual ao Controle até o momento T3, à partir do qual, Controle teve uma diminuição substancial em tamanho e passou a estar relacionado com Calanoida e Cladocero e distinta de Peixe. (Fig. 3 e Fig. 4). Com tudo, o

experimento não permite inferir o motivo de Peixe diferenciar-se do Controle.

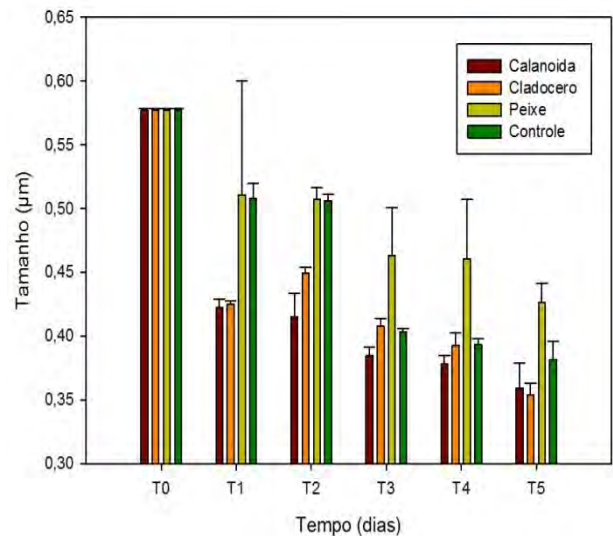


Figura 3. Tamanho celular vs. Tempo.

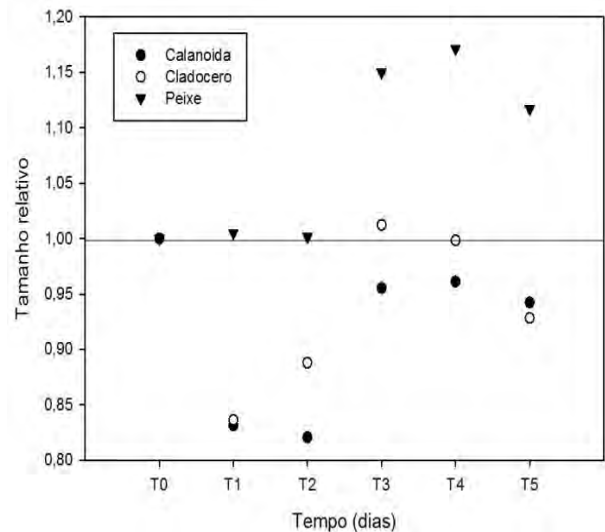
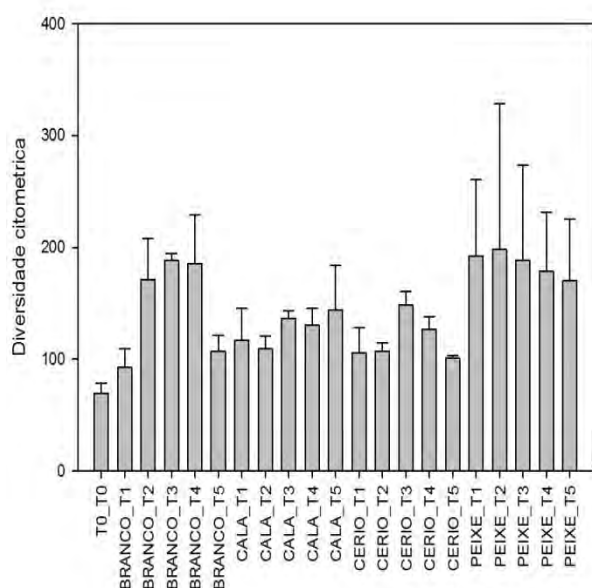


Figura 4. Tamanho relativo vs Tempo.

Em uma análise de abundância alfa, a amostra Peixe mostrou ser mais heterogênea, ou seja, os tamanhos celulares variaram em maior grau tanto para valores superiores quanto para inferiores em relação às amostras Controle. As amostras Calanoida e Cladocero apresentaram, por sua vez, tamanhos mais homogêneos (Fig. 5).



**Figura 5.** Diversidade Alfa.

## Discussão

Em monoculturas de linhagens bacterianas isoladas como presas demonstraram um notável grau de plasticidade fenotípica em algumas linhagens. Algumas alterações morfológicas reversíveis em relação à forma de crescimento de resistência a forrageadores, tais como, células crescendo em forma de microcolônias (Hahn, Moore & Höfle, 2000; Matz, Deines & Jürgens, 2002) ou células filamentosas (Hahn, Moore & Höfle, 1999; Corno & Jürgens, 2006) são resultantes dessa plasticidade. Neste trabalho foi evidenciada uma plasticidade fenotípica em *E. coli* como forma adaptativa, ocasionando uma menor mortalidade pelos predadores filtradores (Cladóceros e Calanoida).

Ao observar a figura 4, percebe-se que as células bacterianas das amostras Calanoida e Cladóceros cresceram menos ou apresentaram tamanho bem próximo às células presente no Controle. As células microbianas que variam de tamanho entre um a três milímetros são mais predadas por ciliados e HNFs planctônicos, enquanto que células menores sofrem menor predação (Monger & Landry, 1991; González, Sherr & Sherr, 1990). Sendo assim, compreende-se que a diminuição do tamanho celular, em Calanoida e Cladóceros, foi ocasionada pela pressão de predação causada pelos vestígios dos predadores presentes nos meios. Como consequência, mais nutrientes ficaram disponíveis para outras células aumentando, assim, a

abundância celular dos meios (Fig. 2). Existe outro indicativo desse comportamento quando, ao examinar os tamanhos relativos das células (Fig. 4), observou-se que as bactérias da amostra Cladóceros ficaram ligeiramente próximas ao Controle nos tempos T3 e T4, mas em seguida diminuíram, enquanto que as bactérias da amostra Calanoida não chegaram a atingir o tamanho médio; evidenciando, assim, redução do tamanho celular.

No presente estudo obteve-se respostas em consonância com metazoários (com exceção de peixe). Estes, podem ser caracterizados sob três circunstâncias em metazoários planctônicos que se alimentam por filtração: (1) temporalmente e espacialmente delimitados por suas pressões de predação; (2) dimensão da estrutura da comunidade microbiana, largura do aparato de filtração e a eficiência em reter depende da espécie de plâncton, sendo que bactérias planctônicas estão no limiar inferior de dimensões de partículas que podem ser ingeridas por eles e (3) dependem não apenas de bactéria como do espectro dimensional da presa como fonte de alimento (Jürgens, 2006). Devido ao fato de que na pesquisa em questão não explorar a diversidade microbiana em ambiente natural é razoável considerar apenas o tamanho do aparato filtrador e sua eficiência em retenção celular, em Cladóceros e Calanoida e, de forma oposta, a maneira que *E. coli* encontrou para não ser predada. Então, pode-se afirmar que *E. coli* ao reduzir sua morfologia celular maximizou seu fitness. Ademais, há também indícios que o predomínio de *Actinobacteria* de tamanho reduzido em lagos (Sekar *et al.*, 2003) pode estar associado a redução na vulnerabilidade em relação aos forrageadores protistas.

De fato, o grupo mais significativo a ser levado em consideração, em sistemas planctônicos de água doce parece ser o dos cladóceros, principalmente o gênero *Daphnia*. Foi demonstrado que o forrageamento por estes impacta todos os organismos da rede alimentar microbiana, dos grandes ciliados até o fitoplâncton. Além disso, presença de *Daphnia* no ambiente pode alterar rapidamente a estrutura da comunidade bacteriana (Jürgens, 1994).

Na assembléia bacteriana do experimento abordado por Jürgens *et al.* (1994), houve diminuição nos tamanhos celulares em mais de 50% de bactérias com menos de  $0.02 \mu\text{m}^3$ . Esse evento pareceu ocorrer

de forma aleatória em relação ao tipo de forrageador presente no meio, pois transcorreu quando protozoários eram os principais bacterívoros, e quando *Daphnia* eram os consumidores bacterianos. Corroborando Jürgens *et al.* (1994), um refúgio encontrado por bactérias é o tamanho diminuto da célula que reduz também a vulnerabilidade aos forrageadores (Chrzanowski & Simek, 1990; González, Sherr & Sherr, 1990), como comprovado em nosso experimento. Com isso, pudemos observar que vestígios desses microrganismos forrageadores nos meios engatilham um mecanismo de defesa anti predação das bactérias *E. coli*, visto que em ambas amostras Calanoida e Cladocero houve homogeneização do tamanho celular em relação às amostras Controle (Fig. 4). Porém, não foi corroborada a hipótese inicial, pois não se observou o aumento do tamanho celular que indicaria possível formação de agregados como mecanismo de defesa.

Em contrapartida, Cladóceros e copépodes evidenciaram ser os principais predadores de protistas em coluna d'água (Pace & Vaque, 1994; Jürgens *et al.*, 1996; Zeldis *et al.*, 2002), dispendo de dieta em bentos composta regularmente por protistas (Rieper, 1985; Sarvala, 1998; Dole-Olivier *et al.*, 2000). Além disso, oligoquetas, copépodes bentônicos e cladóceros, devido ao controle de cima para baixo, demonstraram ser um significativo fator limitante dos números de HNF (Wieltschnig *et al.*, 2003). No presente estudo constatou-se uma variação na constituição das amostras, confirmando a influência de predadores (cladóceros e copépode) em relação a microbiota do experimento.

Salienta-se a importância de realização de outros estudos para melhor compreensão dos mecanismos de defesa dos microrganismos, como, por exemplo, uma investigação da relação da concentração nutricional do meio, competição entre predadores e as possíveis alterações morfológicas nas presas.

### Agradecimentos

Agradecemos à professora Mirna Helena Regalli Selegim por contribuir nos fornecendo as bactérias *E. coli* para inoculação;

à professora Maria da Graça Melão e seu aluno Renan Gebara por nos permitir coletar amostras de seus cultivos de metazoários e peixes;

à professora Odete Rocha por nos fornecer amostras de seu cultivo de cladóceros;

ao nosso tutor Erick Mateus Barros pela dedicação para conosco e por nos auxiliar durante o experimento e escrita do artigo;

aos professores Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo pelo aprendizado durante a disciplina e em especial ao professor Hugo por ter nos orientado no trabalho com o citômetro de fluxo e análises estatísticas.

### Referências

- Baumgartner, M, Neu, TR, Blom, JF, Pernthaler, J. 2016. Protistan predation interferes with bacterial long-term adaptation to substrate restriction by selecting for defence morphotypes. *Journal of Evolutionary Biology* 9:2297–2310.
- Boraas, M, Seale, D & Boxhorn, J. 1998. Phagotrophy by a flagellate selects for colonial prey: A possible origin of multicellularity. *Evolutionary Ecology* 12:153–164.
- Chrzanowski, TH & Simek, K. 1990. Prey-size selection by fresh water flagellated protozoa. *Limnology and Oceanography* 35:1429-1436.
- Corno, G & Jurgens, K. 2006. Direct and indirect effects of protist predation on the population size structure of a bacterial strain with high phenotypic plasticity. *Applied and Environmental Microbiololy* 72:78–86.
- Dole-Olivier, MJ, Galassi, DMP, Marmonier, P, Creuzé Des Châtelliers, M. 2000. The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Freshwater Biology* 44:63–91.
- Fenchel T, Blackburn, H & King, GM. 2012. *Bacterial Biogeochemistry: The Ecophysiology of Mineral Cycling*. Academic Press.
- Gonzalez, JM, Sherr, EB & Sherr, BF. 1990. Size-selective grazing on bacteria by natural assemblages of estuarine flagellates and ciliates. *Applied and Environmental Microbiology* 56:583-589.
- Guerrero, R, Pedrós-Alió, C, Esteve, I, Mas, J, Chase, D, Margulis, L. 1986. Predatory prokaryotes predation and primary consumption evolved in bacteria. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 83:2138–2142.
- Hahn, MW, Moore, ERB & Hofle, MG. 1999. Bacterial filament formation, a defense mechanism against flagellate grazing, is growth rate controlled in bacteria of different phyla. *Applied and Environmental Microbiology* 65:25–35.
- Hahn, MW, Moore, ERB & Hofle, MG. 2000. Role of microcolony formation in the protistan grazing defense of the

- aquatic bacterium *Pseudomonas* sp. MWH1. *Microbial Ecology* 39:175–185.
- Jurgens, K. 1994. Impact of *Daphnia* on planktonic microbial food webs – a review. *Marine Microbial Food Webs* 8:295–324.
- Jurgens, K, Arndt, H & Rothhaupt, KO. 1994. Zooplankton-Mediated Changes of Bacterial Community Structure. *Microbial Ecology* 27:27-42.
- Jurgens, K. 2006. Predation on bacteria and bacterial resistance mechanisms: Comparative aspects among different predator groups in aquatic systems. In: *Predatory Prokaryotes*, Springer Berlin Heidelberg, pp.57-92.
- Margulis, L. 1996. Archaeal-eubacterial mergers in the origin of Eukarya: phylogenetic classification of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93:1071–1076.
- Matz, C, Deines, P & Jurgens, K. 2002. Phenotypic variation in *Pseudomonas* sp. CM10 determines microcolony formation and survival under protozoan grazing. *FEMS Microbiology Ecology* 39:57–65, 2002.
- Monger, BC & Landry, MR. 1991. Prey-size dependency of grazing by free-living marine flagellates. *Marine ecology progress series*. Oldendorf 74:239-248.
- Pace, ML & Vaque, D. 1994. The importance of *Daphnia* in determining mortality rates of protozoans and rotifers in lakes. *Limnology and Oceanography* 39:985– 996.
- Pernthaler, J. 2005. Predation on prokaryotes in the water column and its ecological implications. *Nature Reviews Microbiology* 3:537-546.
- Quiroga, MV, Mataloni, G, Wanderley, BM, Amado, AM, Unrein, F. 2017. Bacterioplankton morphotypes structure and cytometric fingerprint rely on environmental conditions in a sub-Antarctic peatland. *Hydrobiologia* 787:255-268.
- R Development Core Team, R. 2013. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/> Acessado em 8 de fevereiro de 2017.
- Rieper, M. 1985. Some lower food web organisms in the nutrition of marine harpacticoid copepods: an experimental study. *Helgolander Meeresuntersuchungen* 39:357–366.
- Sarmiento, H, Unrein, F, Isumbisho, M, Stenuite, S, Gasol, JM, Descy, JP. 2008. Abundance and distribution of picoplankton in tropical, oligotrophic Lake Kivu, eastern Africa. *Freshwater Biology* 53:756-771.
- Sarvala, J. 1998. Ecology and role of benthic copepods in northern lakes. *Journal of Marine Systems* 15:75–86.
- Sekar, R, Pernthaler, A, Pernthaler, J, Warnecke, F, Posch, T, Amann, R. 2003. An improved protocol for quantification of freshwater Actinobacteria by fluorescence in situ hybridization. *Applied and Environmental Microbiology* 69:2928-2935.
- Sherr, EB & Sherr, BF. 2002. Significance of predation by protists in aquatic food webs. *Antonie van Leeuwenhoek Journal of Microbiology* 81:293-308.
- Stanley, S. 1973. An ecological theory for the sudden origin of multicellular life in the late Precambrian. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 70:1486–1489.
- Wietschnig, C, Kirschner, AK, Fisher, UR, Velimirov, B. 2003. Top-down control of benthic heterotrophic nanoflagellates by oligochaetes and microcrustaceans in a littoral freshwater habitat. *Freshwater Biology* 48:1840–1849.
- Zeldis, J, James, MR, Grieve, J, Richards, L. 2002. Omnivory by copepods in the New Zealand Subtropical Frontal Zone. *Journal of Plankton Research* 24: 9–23.

# EFEITO DO AMBIENTE NA TOLERÂNCIA E DISTÂNCIA DE FUGA EM CORUJA BURQUEIRA (*Athene cunicularia*)

Fernanda Martins & Lucas Chiari

**Orientador:** Augusto Batisteli

**Resumo:** Os ambientes antropogênicos têm se expandido, e com isso aumento do efeito da presença humana sobre a avifauna. Apesar do grande número de estudos avaliando as respostas das aves a pressões antrópicas em regiões temperadas, tais respostas comportamentais ainda são pouco conhecidas em espécies neotropicais. Neste trabalho, analisamos se o ambiente pode influenciar no comportamento da Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), mensuramos a distância de fuga de indivíduos em ambientes com alto e com baixo grau de distúrbio antrópico. A distância de fuga foi maior em áreas com baixo grau de distúrbio (20,37 metros  $\pm$  6,474m) do que em áreas com alto grau de distúrbio (5,80metros  $\pm$  2,365m). Nossos resultados sugerem que as corujas-buraqueiras apresentam comportamento diferenciado como resposta ao grau de perturbação antrópica. Essas diferenças na tolerância a ameaças podem ocorrer tanto pela plasticidade individual, quanto pela ocupação diferenciada de cada território por indivíduos com diferentes síndromes comportamentais.

## Introdução

O impacto de ações antrópicas está presente no mundo inteiro (Lambin *et al*, 2001). E de modo similar, a América do Sul tem seguido o mesmo ritmo (Pimentel *et al*, 1998). No entanto, isso pode interferir diretamente na fauna de modo geral, contribuindo até mesmo para extinção de algumas espécies (Czech *et al*. 2000). A

grande maioria dos estudos com quantificação de aves em áreas urbanas, por exemplo, são conduzidos nos Estados Unidos e na Europa, enquanto na América do Sul são mais escassos. (Bellocq *et al*,2017).Uma das formas de entender a ação antrópica nos animais é estudar as respostascomportamentais das espécies (Ydenberg & Dill, 1986), como comportamentos do tipo escape (fuga) de predadores são de extrema importância no estudo dessa interferência. A decisão de fuga vai determinar se o indivíduo vai ser selecionado positiva ou negativamente. (Ydenberg & Dill, 1986). No entanto, presas que tomam esta decisão de forma precipitada são selecionadas negativamente, por exemplo, por abandonar uma determinada mancha de habitat precocemente (Ydenberg & Dill, 1986).

Segundo a Teoria do Escape Econômico (TEE), para que a fuga valha a pena, os riscos e os custos da fuga devem se equivaler (Cooper *et al*, 2014). Para viabilidade da teoria, é necessário que sejam conduzidos estudos baseados na distância de início de fuga (flight initiation distance, aqui chamado de FID) (Cooper *et al.*, 2015). A capacidade da espécie de aproveitar um ecossistema urbano, na medida em que representa vantagens em termos de exploração de recursos e riscos de predação, é de alto valor adaptativo (Skandrini *et al.*, 2016). Esta capacidade pode ser responsável pela conquista de ambientes urbanizados, pois enquanto muitas espécies são prejudicadas devido a urbanização, outras têm sido beneficiadas (Crocini, 2008).

Diversos estudos avaliam a distância de fuga em relação ao grau de perturbação antrópica dos ambientes são comumente realizados em países como Canadá, Austrália, Estados Unidos e países da Europa. (Cooper, 2005; Weston *et al*, 2016; Blumstein, 2003; Runyan, 2004; Legagneux & Ducatez, 2013). No entanto, tais estudos na região neotropical ainda são escassos, particularmente com espécies de aves predadores de topo de cadeia.

Assim, o objetivo do presente estudo é avaliar se a distância de fuga em indivíduos de coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) (Molina, 1782) pode ser determinada pelo grau de distúrbio antrópico. A hipótese gerada é de que a tolerância à perturbação humana da espécie *Athene cunicularia* é influenciada pelo ambiente. Supõe-se que indivíduos de ambientes com maior grau de distúrbio antropogênico possuem maior tolerância à presença humana.

## Material e Métodos

Realizamos as observações em 9 locais da cidade de São Carlos (Latitude: -22.0154, Longitude: -47.8911 22° 0' 55" Sul, 47° 53' 28" Oeste), do dia 17 de Janeiro de 2017 ao dia 30 de Janeiro de 2017.

Observamos 10 indivíduos em ambientes antropogênicos e 10 indivíduos de ambiente natural, que aqui será considerado desta forma por terem menos perturbações antrópicas.

Para diferenciação entre ambientes naturais e antropogênicos, conduzimos observações do movimento de veículos e circulação de pessoas em intervalos de uma hora, mensurando o nível de distúrbio presente nos locais.

Ambientes antropogênicos foram caracterizados pelo fluxo constante de

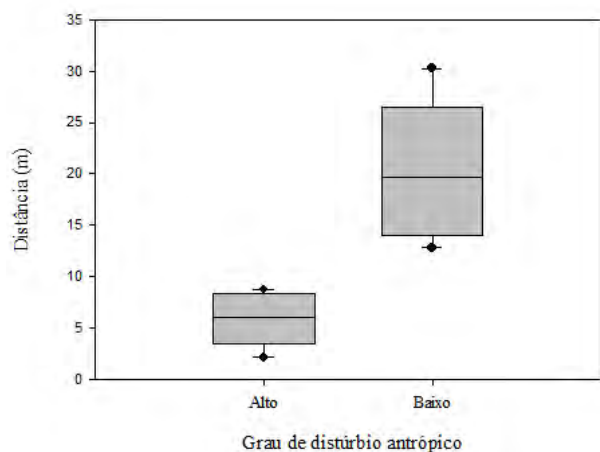
circulação de veículos e pessoas, quando mais de um veículo circulava em um período de 20 minutos, durante o intervalo de 1 hora. No caso de um ou nenhum carro circulado no local, foi então considerado um ambiente natural.

Para obtenção de dados, utilizamos um método de aproximação humana dos indivíduos. Desta forma, mensuramos a distância mínima entre o observador e assim que houve essa aproximação, foi demarcado o local de onde a ave levantou voo (distância de fuga). Em seguida, foi mensurada esta distância.

Os dados da variável distância de fuga obtiveram distribuição normal no teste de Shapiro-Wilk. Assim, utilizamos o teste T de Student para verificar se a distância de fuga diferiu entre indivíduos de acordo com o grau de distúrbio antrópico no ambiente. Os resultados do teste T foram plotados em forma de gráfico no *software* Sigmaplot.

## Resultados

O nível de distúrbio no ambiente influenciou diretamente na distância de fuga dos indivíduos de *Athene cunicularia* (teste T;  $p < 0,001$ ) (Fig. 1). Indivíduos em áreas de alto grau de distúrbio tiveram distância de fuga de em média 5,80 metros (com desvio padrão de 2,365m), variando de 2,10m a 8,70m. Por outro lado, para indivíduos nas áreas consideradas de baixo grau de distúrbio, a distância de fuga foi de 20,37 metros (com desvio padrão de 6,474m), variando de 12,80m a 30,27m..



**Figura 1.** Distância de fuga de indivíduos de coruja-buraqueira, *Athene cunicularia*, em ambientes com alto e baixo grau de distúrbio antrópico.

## Discussão

As corujas-buraqueiras de ambientes com alto grau de perturbação demonstraram menor distância de fuga, ou seja, maior tolerância à presença humana. Duas diferentes hipóteses podem explicar o mecanismo mediador desse tipo de resposta. Primeiro, o indivíduo analisado em cada ambiente pode ter desenvolvido a plasticidade ou, de forma alternativa, dentro da população de indivíduos, os mais tolerantes à perturbação humana obtiveram sucesso na ocupação desses ambientes (Thompson, 1991)

Um dos fatores que contribuem para desenvolver a plasticidade comportamental é o sucesso no forrageamento. (Skandrini *et al.*, 2016). Um estudo com pombos analisou que a facilidade dos indivíduos se socializarem para êxito no forrageamento é maior em ambientes urbanos (Skandrini *et al.*, 2016). Outros fatores podem ser o sucesso reprodutivo e baixa taxa de encontro com predadores. Um estudo realizado com

Psitacídeos observou estes fatores no sucesso de indivíduos na ocupação de ambientes urbanos (Marques, 2012).

Caso exista um mecanismo de seleção de um diferente perfil comportamental, no caso um comportamento mais tolerante, pode ocorrer de duas formas a princípio. A primeira a ser citada é a síndrome comportamental (Bell, 2007). Dentro de uma população pode haver diferentes comportamentos de indivíduos da mesma espécie, e tais comportamentos podem ter características que os afetam de formas diferentes, gerando diferentes personalidades (Reale *et al.*, 2007). Tais padrões de comportamento orientam as decisões dos indivíduos e podem afetar a sobrevivência. Um estudo realizado com ovelhas (*Ovis canadenses*) demonstrou que ovelhas de temperamento mais vulnerável eram predadas mais facilmente, se comparado às ovelhas de maior liderança (Réalea & Biancheta, 2003).

Outro fator a ser considerado é a seleção disruptiva. Tal seleção acontece quando determinados indivíduos de uma população apresentam comportamentos vantajosos e que possibilitam a formação de ecótipos (Via *et al.* 1995). Uma vez formados, os ecótipos podem culminar na canalização de um determinado comportamento por meio de isolamento dentro de áreas de dispersão de um deme (Mayr, 1982). Um estudo mostrando a presença de seleção disruptiva foi realizado com Sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), demonstrando que os indivíduos aninhavam mais frequentemente do que o esperado pelo acaso em locais mais altos, em graus diferentes de perturbação. A espécie aparentemente ajusta suas opções de formação de ninho para compensar o risco elevado de predação em habitats perturbados. Os resultados exibiram que quando T.

rufiventris escolhe o ninho, os que apresentam o comportamento de escolher ninhos de tal forma são mais bem-sucedidos em ambiente antropogênico. (Lomáscolo *et al*, 2010).

Diante destas possibilidades, pode-se dizer que os indivíduos de coruja-buraqueira apresentam diferentes respostas comportamentais frente à ocupação de ambientes antropogênicos de acordo com o grau de distúrbio dos mesmos. Estas respostas podem ser, portanto, individualmente construídas ao longo das experiências do indivíduo, como ou por algum mecanismo de seleção de comportamento a nível populacional, como no caso de *T. rufiventris* já citado.

### Agradecimentos

Agradecemos nosso tutor Augusto Batisteli, por ser de imensurável ajuda. Também aos professores Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo por nos darem a oportunidade de realizar este estudo e por nos auxiliar em sua realização.

### Referências

- Bell, A. M. Future directions in behavioural syndromes research. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 274, p. 755-761, 2007.
- Bennetts, R. E. (1997) Possible use of wading birds as beaters by Snail Kites, Boat-tailed Grackles, and Limpkins. *Wilson Bull.* 109:169-173
- Blumstein, D. T.; Flight-Initiation Distance in Birds Is Dependent on Intruder Starting Distance. *The Journal of Wildlife Management* Vol. 67, No. 4 (Oct., 2003), pp. 852-857
- Caldwell, G. S. (1981) Attraction to tropical mixed-species heron flocks: proximate mechanisms and consequences. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 8:98-104
- Cooper Jr, W. E. & Frederick, W. G. Optimal flight initiation distance. *J. Theor. Biol.* 244, 59–67 (2007).
- Cooper Jr, W. E. & Blumstein, D. T. *Escaping from predators: an integrative view of escape decisions.* (Cambridge University Press, 2015)
- Cooper W.E.; Blumstein D.T. ; Novel effects of monitoring predators on costs of fleeing and not fleeing explain flushing early in economic escape theory. *Behav Ecol* 2014; 25 (1): 44-52. doi: 10.1093/beheco/art083
- Croci S, Butet A, Clergeau P (2008) Does urbanisation filter birds on the basis of their biological traits? *Condor* 110:223–240.
- Czech B, Krausman PR, Devers PK (2000) Economic associations among causes of species endangerment in the United States. *Bioscience* 50:593–601
- Cunha ILD (2014) Comportamento e uso de habitat por aves dependentes de áreas úmidas no interior do estado de São Paulo. São Carlos, UFSCar. 2014
- Del-Claro, K.; Prezoto, F. *As distintas faces do comportamento animal.* São Paulo: Conceito, 2003.
- Dias, Reinaldo. *Gestão Ambiental: Responsabilidade ambiental e sustentabilidade.* São Paulo: Atlas, 2007.
- Fischer G, Folke C, George PS, Homewood K, Imbernon J, Leemans R, Li X, Moran EF, Mortimore M, Ramakishnan PS, Richards JF, Skanes H, Sttefen W, Stone GD, Svedin U, Veldkamp TA, Vogel C, Xu J (2001) The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Glob Environ Change* 11:261–269
- Guibu, S.D.; Monteiro, L.M.O; Martins, M.; Anjos-Aquino, E.A.C.; Albuquerque, L.B. Lagoa Itatiaia's birds: spacial distribution and Behavior. *Multitemas, Campo Grande-MS*, n. 35, p. 75-92, dez. 2007.
- Krebs, J.R.; Davies, N.B. *Introdução à ecologia comportamental.* São Paulo: Ateneu Editora, 1996
- Lambin EF, Turner BL, Geist HJ, Agbola SB, Angelsen A, Bruce JW, Coomes OT, Dirzo R,
- Legagneux P., Ducatez S.; European birds adjust their flight initiation distance to road speed limits. *Biol. Lett.* 2013 9 20130417; DOI: 10.1098/rsbl.2013.0417. Published October 2013
- Lomáscolo, S.B., Monmany A.C., Malizia, A., Martin T.; Flexibility in nest-site choice and nesting success of *Turdus rufiventris* (Turdidae) in montane forest in northwestern Argentina *The Wilson Journal of Ornithology* 122(4):674–680, 2010.



Marques, Carolina Prudente. Psitacídeos (Aves: Psittaciformes) em praças de Uberlândia, MG: um estudo sobre a exploração de recursos no ambiente urbano. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012

Mayr, E. 1982. Speciation and macroevolution. *Evolution* 36:1119-1132.

Pereira C.D., Lemônaco C.; Plasticidade Fisiológica e Comportamental de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em Duas Variedades de *Brassica oleracea* L. *Neotropical Entomology* 30(1): 29-35 (2001)

Realé, D., S. M. et al. Integrating animal temperament with ecology and evolution. *Biological Reviews*, v. 82, p. 291-318, 2007.

Réalea D., Biancheta M.F.; Predator-induced natural selection on temperament in bighorn ewes. *Animal Behaviour* Volume 65, Pages 463–470, March 2003

Runyan A.M., Blumstein D.T., Russell; Do individual differences influence flight initiation distance? *Journal of Wildlife Management* 2004 68 (4), 1124-1129.

Skandrani Z.; Bovet D.; Gasparini J.; Baldaccini N.E.; Prévot A.C.; *Sociality enhances birds' capacity to deal with anthropogenic ecosystems*. Springer Science Business Media New York, 2016.

Thompson, J.D.; Phenotypic plasticity as a component of evolutionary chance. *TREE* 6: 246-249. 1991.

Via, S., Gomulkiewicz, R., Dejong, G., Scheiner, S.M., Schlichting, C.D., Vantienderen, P.H; Adaptive phenotypic plasticity: consensus and controversy. *Trends in Ecology & Evolution* 19:212-217. 1995

Weston M.A, McLeod E.M, Blumstein D.T., Guay P-J; A review of flight-initiation distances and their application to managing disturbance to Australian birds *Emu - Austral Ornithology* Vol. 112 , Iss. 4, 2012.

Ydenberg, R. C. & Dill, L. M. The economics of fleeing from predators. *Adv. Study Behav.* 16, 229–249 (1986). 5.

# QUALIDADE DO RECURSO E RISCO DE PREDACÃO EM *Eupetomena macroura* (AVES: TROCHILIDAE)

HENRIQUE MICELI GONÇALVES, LUCAS SOLER RAMOS TERRONI

**Orientador:** Edvaldo Nunes da S. Neto

## Resumo

A Teoria do Forrageamento ótimo prevê a maximização do ganho líquido de energia, porém a presença de predadores pode modificar a relação custo-benefício, afetando as decisões dos indivíduos. Nesse trabalho foi testado se distância de alerta e fuga entre beija-flores e um potencial predador são menores quando há maior quantidade de recurso. Foram posicionados 3 bebedouros artificiais, sendo 2 com concentrações de sacarose distintas ( $[125\text{g l}^{-1}]$  e  $[250\text{g l}^{-1}]$ ) e 1 controle (contendo apenas água), em 3 áreas diferentes e medidas as se distâncias de alerta e fuga em exemplares de *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788). As observações mostraram que as diferenças nas concentrações de sacarose presente nos bebedouros influenciaram na distância de alerta e fuga dos beija-flores em questão. Pois, no bebedouro com maior concentração, as medidas das distâncias tanto de alerta, quanto de fuga, foram menores. Ao passo que, naquele com menor concentração, ambas as distâncias foram maiores. Corroborando a Teoria do Forrageamento Ótimo nesse modelo experimental.

## Introdução

A predação atua como uma fundamental força de seleção, gerando variadas respostas comportamentais dentro de uma população (Samsom *et al*, 2009). Essa variação de comportamento implica também em diferenças em termos de sobrevivência dos indivíduos, permitindo que animais com um comportamento anti-predatório mais eficiente tenham um aumento de seu fitness (Lima & Dill, 1990). Os

mecanismos para evitar a predação são flexíveis em resposta à variação do ambiente, assim o animal integra suas adaptações morfológicas e seu processo de decisão em frente à uma ameaça (Lima & Dill, 1990). Os animais podem utilizar do escape em uma situação de risco, sendo essa estratégia integrada com a atividade de forrageio (Samsom *et al*, 2009).

A distância mínima em que presas fogem quando um predador se aproxima é comumente chamada de Flight-Initiation Distance (FID) (Ydenberg & Dill, 1986). Para a presa, determinar essa distância mínima em relação a posição de um potencial predador é importante para avaliar o risco de se manter no local em que se encontra e o momento certo para iniciar o escape e evitar a predação (Cooper, 2005). São esperados diversos fatores que podem influenciar na decisão do escape, sendo um deles, a eficiência na obtenção do alimento (Mooler, 2009). Com isso temos a Teoria do Forrageamento Ótimo, a qual prediz que os animais obtenham uma maior quantidade de energia por unidade de tempo. Nesse contexto, espera-se que o animal balanceie o risco de ser predado e a eficiência no forrageamento a fim de se obter uma distância ótima (trade-off), assegurando sua sobrevivência e aumento do seu valor adaptativo (Mooler *et al*, 2013).

A grande maioria das aves voam como uma estratégia para evitar a predação, sendo grande alvo de estudos nos quais o método de FID se aplica. Muitos desses estudos procuram associar as características fisionômicas, interações ecológicas e histórico evolutivo dos diversos grupos das aves com seu comportamento diante de uma ameaça, influenciando dessa forma na distância de iniciação de fuga. Além disso, fatores externos como ocupação humana, sazonalidade, características do predador também influenciam na distância de fuga (Piratelli *et al*, 2015).

Apesar da ampla aplicação do método de FID em aves, poucos ou nenhum estudo foram conduzidos especificamente para o grupo dos beija-flores, pertencentes da Família Trochilidae. A Família Trochilidae possui aproximadamente 102 gêneros, pertence à Ordem Apodiformes, e é dividida em duas subfamílias: Phaetorninae (eremitas), com 34 espécies e Trochilinae (beija-flores “típicos”), com 294 espécies (Camfield, 2004).

Os beija-flores são encontrados exclusivamente no continente americano, com mais da metade das espécies sendo encontradas no Brasil e Equador (Camfield, 2004). Seu reduzido tamanho e seu típico padrão de voo (altamente custoso energeticamente) fazem com que esse animal possua uma das maiores taxas metabólicas basal entre os endotermos (Diamond *et al.*, 1986). Estas aves têm como fonte principal de alimento o néctar, que compõe cerca de 90% de sua dieta, sendo o restante da alimentação composta de pequenos artrópodes e pólen que fornecem lipídeos e proteínas (del Hoyo *et al.*, 1999). Para que fosse possível extrair o néctar das flores e suprir sua alta demanda energética, os beija-flores desenvolveram características únicas como bicos alongados, língua bifurcada e extensível e voo pairado (Camfield, 2004).

Em geral, os beija-flores são territorialistas e apresentam um display agressivo como vocalizações e confronto direto contra seus oponentes, utilizando desse comportamento para defender sua fonte de alimento (Williamson, 2002). Estas aves possuem poucos predadores na fase adulta, sendo basicamente serpentes, algumas espécies de coruja e outras aves de rapina (Camfield, 2004). Alguns grupos de beija-flores podem ser formados para expulsar um predador em potencial dentro de seu território (Williamson, 2002). Outra característica comportamental está na memorização e busca de áreas abundantes em flores, um comportamento comumente chamado traplining (Camfield, 2004).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi investigar se a oferta de alimento está relacionada com a distância mínima de fuga de aves da Família Trochilidae em relação a um potencial predador. Assim, levando em consideração a Teoria do Forrageamento Ótimo, a nossa hipótese é que em uma situação onde se encontra uma maior oferta de alimento, ocorra a diminuição da distância mínima de

fuga, já que essa estratégia otimiza a obtenção de recursos mesmo quando há um aumento do risco de predação.

## Material e Métodos

### *Áreas de estudo*

O presente estudo, foi realizado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – SP, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2017. Para determinação das áreas, foram levados em consideração, além da presença dos beija-flores em questão, alguns fatores importantes tais como: locais com a presença de plantas nectaríferas; área com menor interferência de estímulos externos possível, (e.g. presença humana, outros animais, ruídos de eletrônicos e máquinas, carros, etc).

Cinco locais foram escolhidos e os estudos então, realizados. Porém como os experimentos em campo possuem um pequeno grau de controle (em contraste com experimentos realizados em laboratórios, no qual há um maior controle), em apenas três locais os dados foram coletados, devido a uma maior presença dos beija-flores nestes locais (Fig. 1).

### *Procedimento dos experimentos*

Foram utilizados três bebedouros artificiais para a realização dos experimentos, especialmente dispostos em uma distância equivalente entre eles. Os ingredientes contidos nos mesmos eram açúcar (sacarose) e água. Um dos bebedouros continha apenas água, sendo utilizado dessa maneira como controle; um possuindo maior concentração de açúcar ( $250 \text{ gl}^{-1}$  – respectivamente para açúcar e água); e outro contendo uma menor concentração de açúcar ( $125 \text{ gl}^{-1}$  – respectivamente para açúcar e água).

Os bebedouros foram colocados nos determinados locais e após dois dias de aclimação, os experimentos foram iniciados de fato (de modo que cada local era analisado por vez, ou seja, a cada semana, o experimento ocorria em um local, devido ao comportamento territorialista dos beija-flores). Os locais foram observados por períodos mínimos de 60 minutos durante ambos os períodos da manhã e fim da tarde, por três semanas consecutivas.

Ao passo que um beija-flor forrageava em um dos bebedouros, um dos integrantes do grupo aproximava-se lentamente, simulando um possível

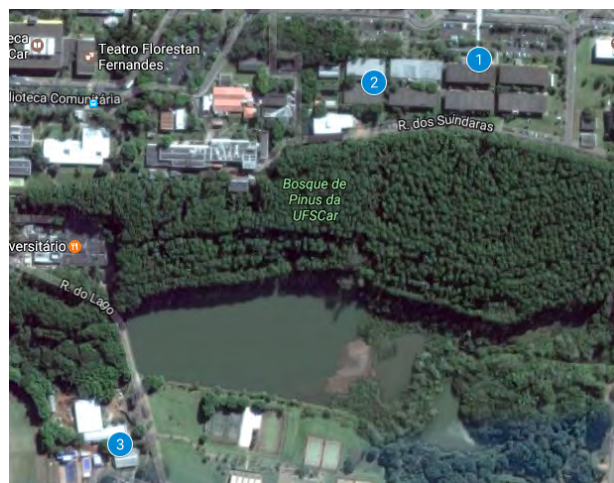
predador, com a finalidade de chegar o mais próximo possível do beija-flor. As distâncias de alerta (AD) e fuga (FID) foram medidas com o auxílio de uma trena métrica e respectivamente anotadas, para posterior análise estatística.

As medidas foram anotadas para ambos bebedouros, com maior e menor concentração de açúcar, visto que o bebedouro de controle, contendo apenas água, era raramente visitado pelos beija-flores e com permanência de poucos segundos. Na área 1 (DEBE), totalizamos 9 medições, tanto para aquele com maior concentração de açúcar, quanto para o de menor concentração. Na área 2 (CCBS), três medições foram obtidas para ambos os bebedouros e na área 3 (BB), obtivemos três medições para o bebedouro com maior concentração de açúcar e apenas duas medições para o de menor concentração. Todos os beija-flores envolvidos no estudo foram identificados em campo, sendo pertencentes à espécie *Eupetomena macroura*.

Essa espécie é bastante comum no território brasileiro, sendo amplamente encontrada em áreas verdes dos ambientes urbanos. Suas principais características são a longa cauda bifurcada (podendo medir até 18 cm) e seu comportamento territorialista (Toledo & Moreira, 2008).

#### Análises Estatísticas

Os dados obtidos dos experimentos foram submetidos à análise estatística utilizando o software IBM® SPSS® Statistics 20 para testar se houve diferenças significativas nos resultados encontrados, através do teste GLM (Generalized Linear Model).



**Figura 1.** Demarcação dos locais nos quais os experimentos foram realizados. (1) Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva (DEBE); (2) Centro de Ciências Biológicas e Saúde (CCBS) e (3) Banco do Brasil (BB).

#### Resultados

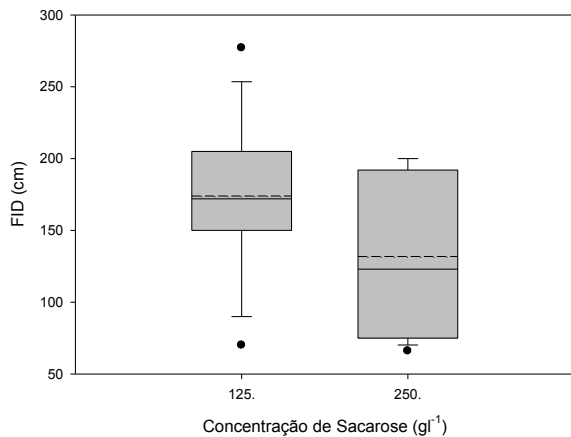
A concentração influenciou a distância de fuga (FID) ( $p=0,050$ ), mas não afetou a distância de alerta ( $p=0,089$ ). Para o efeito da influência da concentração, foram constatados (Tab. 1) que as distâncias de fuga e alerta foram maiores para uma solução com menor concentração de sacarose ( $125 \text{ g l}^{-1}$ ), e distâncias menores para uma concentração maior ( $250 \text{ g l}^{-1}$ ).

**Tabela 1.** Distâncias de alerta (AD) (média  $\pm$  desvio padrão) e fuga (FID) em relação à concentração de sacarose; n= número de observações.

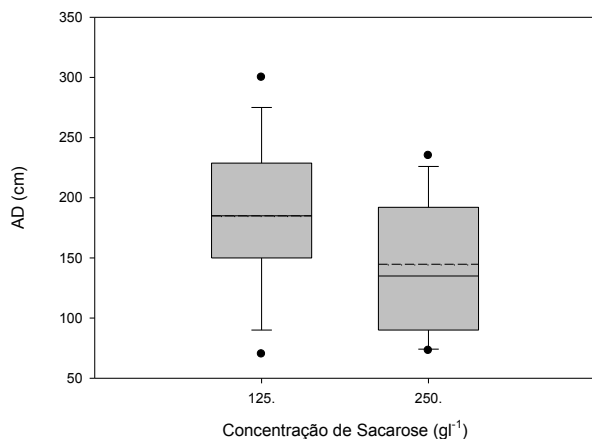
Concentração ( $\text{g l}^{-1}$ )	n	Distância (cm)	
		AD	FID
125	14	184,92 $\pm$ 58,45	173,9 $\pm$ 51,19
250	15	144,73 $\pm$ 57,04	131,8 $\pm$ 52,97

Verificou-se uma menor variação e valores mais próximos da média para a concentração menor de sacarose, indicando maior previsibilidade da FID de *E. Macroura* (Figura 2). No entanto, também foram observadas distâncias fora desse padrão. Para a concentração maior, foram obtidos valores mais dispersos, porém dentro da variação esperada e com significativa sobreposição em relação aos valores da concentração menor.

Ao analisar o efeito da concentração na distância de alerta (Figura 3), de forma geral foram observados valores próximos ou iguais em relação à FID, sugerindo uma correlação entre essas duas variáveis. No entanto, não foram realizadas análises estatísticas confirmando a correlação entre AD e FID.



**Figura 2.** Diagrama de caixa da distância de fuga (FID) em relação às diferentes concentrações de sacarose (125 g l<sup>-1</sup> e 250 g l<sup>-1</sup>). A linha tracejada indica a média e a linha cheia a mediana. O ponto preto indica valores discrepantes, as barras indicam os quartis 5% e 95% e as caixas indicam os quartis 25% e 75%.



**Figura 3.** Diagrama de caixa da distância de alerta (AD) em relação às diferentes concentrações de sacarose (125 g l<sup>-1</sup> e 250 g l<sup>-1</sup>). A linha tracejada indica a média e a linha cheia a mediana. O ponto preto indica valores discrepantes, as barras indicam os quartis 5% e 95% e as caixas indicam os quartis 25% e 75%.

## Discussão

Os resultados sugerem que os beija-flores ativamente mensuram uma distância segura em relação a um potencial predador de acordo com o

valor nutritivo da fonte alimentar. No entanto, a reduzida quantidade amostral e variação populacional dos dados obtidos neste trabalho, não permitem obter uma conclusão mais sólida e precisa do comportamento natural.

De forma geral, os indivíduos de *E. macroura* preferencialmente forrageavam o bebedouro com maior concentração de açúcar, além de dedicar mais tempo neste em detrimento do bebedouro de menor concentração. Desta forma, o animal buscava a maximização do ganho líquido de energia, conforme prevê a Teoria do Forrageamento Ótimo (Pyke, 1977). No entanto, o risco de predação evidenciou uma característica comportamental do beija-flor de maior alerta e prontidão para fuga, mesmo com o recurso prontamente disponível. Isso sugere que o comportamento de avaliação da distância presa-predador representa um ganho do valor adaptativo, estabelecendo uma distância ótima de fuga (Cooper & Frederick, 2007).

A teoria da distância ótima de fuga (“optimal escape theory”) baseia-se, entre suas premissas, que a distância de fuga aumenta em função dos riscos de predação e diminui conforme o custo energético de fuga, dessa forma o animal iniciaria a fuga a uma distância em que os riscos de permanecer forrageando se igualariam ao custo para fugir (Ydenberg, 1986). Estudos demonstram que o custo energético de manter o voo pairado pelos beija-flores é em geral maior que os custos para movimentar-se de frente, ou até mesmo de costas (Sapir & Dudley, 2012). Visto que os beija-flores sustentam o voo pairado durante a extração do néctar, é possível que o movimento de fuga não demande um maior esforço do ponto de vista energético. No entanto, engajar no movimento de fuga, significa menos tempo extraindo néctar e conseqüentemente, menor ganho líquido de energia, o qual é necessário para suprir a alta taxa metabólica que essas aves possuem.

Ao mesmo tempo, a recente hipótese FEAR prediz que há um custo em monitorar e avaliar o predador. Sendo assim, os animais, em geral, fugiriam ao avistar um predador (Blumstein, 2010; Samia & Blumstein, 2015). Porém durante o forrageio, o ganho líquido de energia pode compensar o custo do monitoramento, hipoteticamente o beija-flor se manteria no bebedouro até que este custo se igualasse ao ganho

líquido de energia. Embora adotamos que a distância de alerta seria o momento que o animal parou de forragear, mantendo-se próximo ao bebedouro, não é possível afirmar quando exatamente o monitoramento se iniciou.

Dentro deste contexto, observou-se que o beija-flor tende a abandonar o bebedouro com a solução menos concentrada mais facilmente, refletindo em distâncias de alerta e fuga maiores. O contrário também é válido, forragear uma fonte de alimento com mais qualidade, significa maximização do ganho e consequentemente, distâncias mais curtas entre o beija-flor e o potencial predador.

Diversos trabalhos de FID com aves, mostram outros fatores que também influenciam no comportamento de alerta e decisão de fuga, como por exemplo, a relação cérebro e corpo, tamanho dos olhos, capacidade cognitiva sendo inversamente proporcionais à distância de fuga (Moller & Erritzoe, 2014). Assim, embora a diversidade fisiológica, fisionômica, ecológica dentro do grupo das aves represente uma variação de FID, o mesmo padrão de maximizar o ganho energético em função do risco de predação mostra-se compartilhado.

Essa relação entre ganho líquido de energia e risco de predação também foi verificada para os grupos de invertebrados, como nos experimentos de Nonacs & Dill (1990a.) em que formigas da espécie *Lasius pallitarsis* (Provancher, 1881) quando apresentadas duas manchas para forrageio, uma contendo maior concentração de açúcar e outra menos concentrada, as formigas preferiam aquela com maior concentração de açúcar; quando o valor nutritivo das manchas era igual e os riscos de mortalidade diferentes, observou-se a preferência pela mancha mais segura; e quando os riscos e as manchas eram diferentes, as formigas balanceavam proporcionalmente (*trade-off*) os riscos com o ganho líquido de energia.

Em conclusão, os resultados deste trabalho sugerem mais um exemplo da relação entre o forrageamento ótimo e o comportamento de fuga diante de um potencial predador, observado em distintos grupos de animais. Porém, para se obter um resultado mais sólido, sugere-se obter os dados em diversos locais, para assim obter uma maior variação populacional. Também é sugerido uma quantidade

amostral mínima de 10 observações para cada concentração em cada local.

A importância do método FID está em unir os conceitos de maximização da obtenção de energia e a avaliação dos riscos de predação. Aplicando esse método em vários grupos de aves e analisando-os conjuntamente, talvez possibilite inferir como as características influenciam no FID, e consequentemente, no comportamento anti-predatório.

## Agradecimentos

Agradecemos primeiramente ao nosso tutor Edvaldo Neto pela excepcional ajuda na identificação das áreas nas quais os experimentos foram conduzidos, pelo empréstimo de um dos bebedouros utilizados, pela identificação *in situ* dos beija-flores estudados e também pela sua atenção e incentivo em relação à confecção desse projeto; como também saudamos Augusto Batisteli pela ajuda e críticas construtivas sobre o alicerce e desenvolvimento desse trabalho;

Agradecemos também os professores Hugo Sarmento e Rhainer Guillermo pela ajuda com as análises estatísticas realizadas e por fornecer a oportunidade do desenvolvimento desse projeto.

## Referências

- Blumstein, DT. 2010. Flush early and avoid the rush: a general rule of antipredator behavior? *Behavioral Ecology*, v. 21, n. 3, p. 440-442.
- Camfield, A. 2004. "Trochilidae" (On-line), *Animal Diversity Web* Disponível em: <<http://animaldiversity.org/accounts/Trochilidae/>>. Acesso em 4 de Dezembro de 2016.
- Cooper, WEJr. 2005. When and how do predator starting distances affect flight initiation distances? *Canadian Journal of Zoology*, v. 83, n. 8, p. 1045-1050.
- Cooper, WEJr., Frederick, WG. 2007. Optimal flight initiation distance. *J Theor Biol*, v. 244, n. 1, p. 59-67.
- Del Hoyo, JE, Elliot, A, Sargatal, J. 1999. *Handbook of the Birds of the World. Vol 5: Barn-owls to Hummingbirds*. Lynx Edicions.
- Diamond, JM. 1986. Digestive physiology is a determinant of foraging bout frequency in hummingbirds. *Nature*, v. 320, n. 6057, p. 62-3.

- Lima, SL, Dill, LM. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, v. 68, n. 4, p. 619-640
- Moller, AP. 2009. Basal metabolic rate and risk-taking behaviour in birds. *J Evol Biol*, v. 22, n. 12, p. 2420-9
- Moller, AP, Erritzoe, J. 2014. Predator-prey interactions, flight initiation distance and brain size. *J Evol Biol*, v. 27, n. 1, p. 34-42.
- Moller, AP, Vagasi, CI, Pap, PL. 2013. Risk-taking and the evolution of mechanisms for rapid escape from predators. *J Evol Biol*, v. 26, n. 5, p. 1143-50.
- Nonacs, P, Dill, LM. 1990. Mortality Risk vs. Food Quality Trade-Offs in a Common Currency: Ant Patch Preferences. *Ecology*, v. 71, n. 5, p. 1886-1892.
- Piratelli, AJ, Favoretto, GR, Maximiano MFDA. 2015. Factors affecting escape distance in birds. *Zoologia (Curitiba)*, v. 32, p. 438-444
- Pyke, GH, Pulliam, HR, Charnov, EL. 1977. Optimal Foraging: A Selective Review of Theory and Tests. *The Quarterly Review of Biology*, v. 52, n. 2, p. 137-154.
- Sansom, A, Lind, J, Creswell, W. 2009. Individual behavior and survival: the roles of predator avoidance, foraging success, and vigilance. *Behavioral Ecology*, v. 20, n. 6,
- Samia, DSM, Blumstein, DT. 2015. Birds Flush Early and Avoid the Rush: An Interspecific Study. *PLOS ONE*, v. 10, n. 3, p. e0119906,
- Sapir, N, Dudley, R. 2012. Backward flight in hummingbirds employs unique kinematic adjustments and entails low metabolic cost. *The Journal of Experimental Biology*, v. 215, n. 20, p. 3603-3611,.
- Toledo, MC, Moreira, DM. 2008. Analysis of the feeding habits of the swallow-tailed hummingbird, *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), in an urban park in southeastern Brazil. *Braz J Biol*, v. 68, n. 2, p. 419-26.
- Williamson, S. 2002. A field guide to hummingbirds of North America. Boston, NY, USA: Houghton Mifflin Company.
- Ydenberg, RC, Dill, LM. 1986. The Economics of Fleeing from Predators. (Ed.). *Advances in the Study of Behavior*: Academic Press, Volume 16, p.229-249.

# PREFERÊNCIA ALIMENTAR DA ESPÉCIE *HELICOVERPA ZEA* (LEPIDOPTERA - NOCTUIDAE)

**Isabella Barichello Giordano & Livia Tank Sampaio Barros**

**Orientador:** João Vitor de Mello Assis

## **Resumo**

O Forrageamento Ótimo envolve estratégias que visam otimizar o comportamento alimentar. O comportamento alimentar pode ser generalista ou especialista, ou seja, uma dieta de amplitude aumentada ou diminuída. Entre as espécies generalistas, podemos citar a *Helicoverpa zea*, inseto polífago e devido a isso, relevante praga na agricultura. No presente trabalho, experimentos foram conduzidos para testar a preferência alimentar da *H. zea* pelas folhas e frutos de três alimentos (Milho, Laranja e Tomate). A lagarta demonstrou preferência alimentar pelos frutos e mais especificamente pelo milho, não corroborando a hipótese, na qual não teriam uma preferência alimentar.

Os resultados sobre comportamento de espécies pragas é relevante para o manejo e controle das mesmas.

## **Introdução**

O comportamento alimentar está relacionado ao aumento de fitness, ou seja, uma boa alimentação influencia na reprodução. Para isso, os organismos usam de estratégias para otimizar sua alimentação, conhecidas como Forrageamento Ótimo. A Teoria do Forrageamento Ótimo mostra que os benefícios energéticos da alimentação devem ser maiores do que os custos relacionados a procura, captura e manipulação do alimento, ou seja, o ganho do forrageamento que resulta do tempo por quantidade de alimento deve ser maior do que a perda (MacArthur & Pianka, 1966).

Essas estratégias envolvem comportamentos alimentares generalistas ou individualistas baseados nas condições do ambiente e a fim de aumentar o fitness. Além disso, o indivíduo deve ser capaz de

escolher a mancha em que vai forragear e o tempo em que ficará nela. Também deve tomar decisões considerando aspectos fisiológicos como fome, saciação e custo energético, e ambientais como a presença ou não de predadores e qualidade do habitat (quantidade de presas disponíveis) (Chaves & Alves, 2010).

Um exemplo de espécie generalista é a *Helicoverpa zea*, descrita por Boddie, pertence ao gênero *Helicoverpa*, família *Noctuidae*, ordem *Lepidoptera*, classe *Insecta*. É um inseto polífago, tendo como hospedeiros o milho, outras gramíneas, solanáceas, leguminosas, frutíferas e hortaliças (Giolo *et al*, 2014). Devido a isso é uma espécie considerada praga na agricultura.

O presente trabalho teve como objetivo observar se a lagarta da espécie *Helicoverpa zea* possui preferência pelos alimentos orgânicos ofertados a ela (laranja, tomate e milho), tanto pela folha quanto pelo fruto sob a hipótese de que elas não apresentariam preferência alimentar alguma. O entendimento do comportamento de espécies pragas é útil para o manejo e controle das mesmas.

## **Material e Métodos**

### *Espécie de estudo*

A *Helicoverpa zea* (Lepidoptera – noctuidae) tem uma fase larval média de 18 dias, nos quais passam se alimentando para posteriormente irem para o solo e se prepararem para a fase de pupa que dura em média 15 dias. Após este período iniciam a fase adulta, com duração média de 7 dias, momento em que procuram um parceiro para reprodução e oviposição preferencialmente na face adaxial da folha. Possuem hábitos noturnos e se demonstram agressivas quando incomodadas.

Cerca de 45 indivíduos na fase jovem (lagartas) foram necessários para o experimento realizado no Laboratório de Produtos Naturais da



UFSCar, São Carlos. Esses indivíduos foram provenientes Empresa BUG Agentes Biológicos. Eles foram mantidos em ambiente controlado a aproximadamente 27 °C, umidade relativa de 70% em fotoperíodo de 12 horas. Os testes duraram 24 horas e foram realizados em triplicata, as observações foram feitas no início e no final das 24 horas.

Foram realizados dois testes de preferência alimentar onde todos os alimentos usados eram orgânicos e todas as lagartas estavam no terceiro ínstar. No teste de percepção, foram utilizados fipronil como agroquímico, fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* microencapsulado e extrato de nim formulado todos na mesma concentração de 32 g i.a./ha (Fipronil Nortox 800 WG).

#### Teste de escolha 1

Em uma placa de Petri foi colocado folhas de milho, de tomate e de laranja distribuídas igualmente e uma lagarta no centro na placa. Foi observada a preferência da lagarta pelas fases iniciais das culturas.

Em outra placa de Petri foi colocado grãos de milho cru, pedaços de tomate maduro e pedaços de laranja distribuídos igualmente e uma lagarta no centro. Foi observado a preferência da lagarta pela porção madura da planta.

#### Teste de escolha 2

Foram confeccionadas mais três placas de Petri com folhas e a parte madura dos alimentos alvo, uma para cada alimento. Eles foram distribuídos igualmente e uma lagarta foi colocada no centro da placa. Este teste avaliou qual parte do ciclo da planta a lagarta tem preferência.

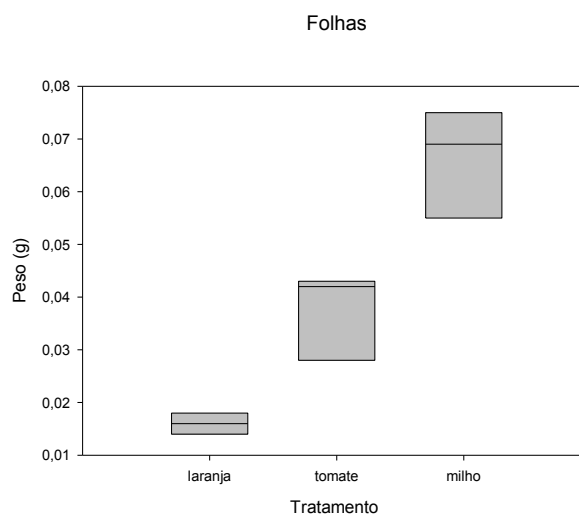
Para os testes 1 e 2, todos os pedaços de alimentos (folhas e frutos) foram pesados antes de serem colocados na placa e no final das 24 horas. Assim, foi obtido uma variação no peso o que indicou se a lagarta se alimentou ou não.

As análises dos dados dos testes de preferência alimentar foram realizadas através do Teste One way ANOVA, pelo Software SigmaPlot®.

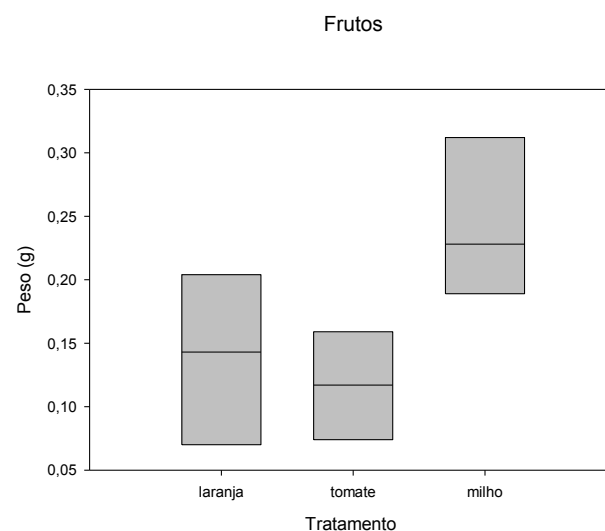
### Resultados

Os testes de preferência de *H. zea* pelos diferentes tipo de alimentos oferecidos indicam uma preferência pelo milho em ambas as fases de seu desenvolvimento (jovem e maduro). Nas análises

de preferência pelas partes foliares, depois do milho o mais consumido foi o tomate e por último a laranja. Quando analisada a preferência pelo fruto, entre laranja e tomate não houve diferença significativa na escolha. As figuras 1 e 2 demonstram estas escolhas.



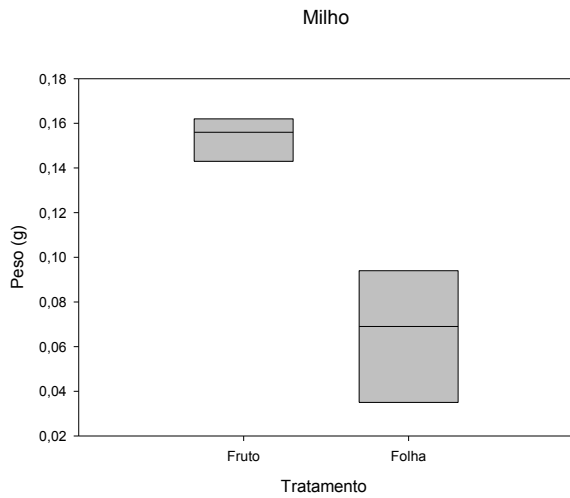
**Figura 1.** Preferência foliar entre diferentes espécies vegetais.



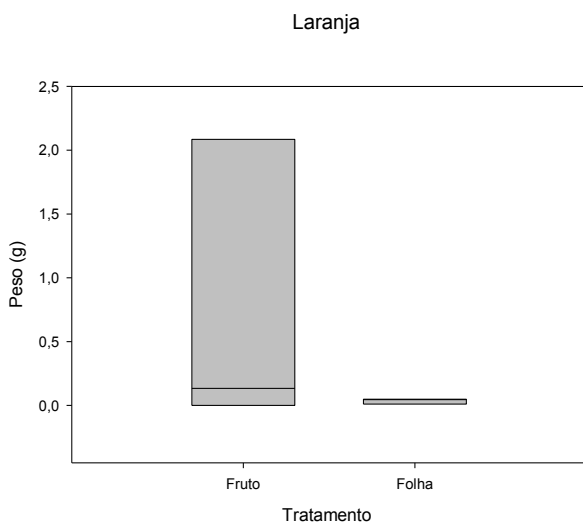
**Figura 2.** Preferência pelo fruto das diferentes espécies vegetais.

Assim como demonstram os gráficos das figuras 3, 4 e 5 abaixo, a preferência alimentar da *H. zea* quando comparados folha e fruto de um mesmo alimento levaram a concluir que tanto na laranja quanto no tomate, a diferença de peso não foi

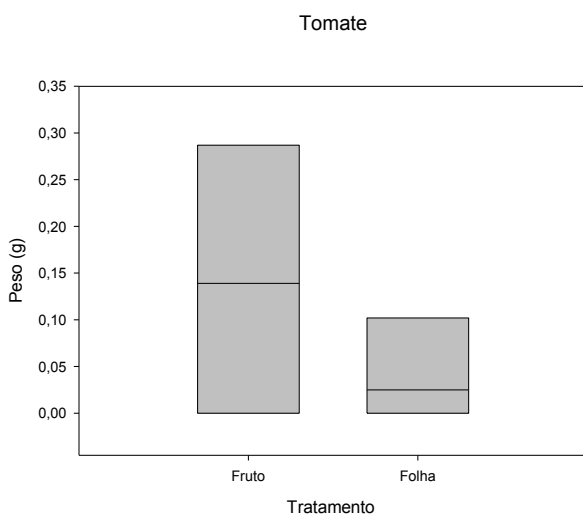
significante, já no milho, houve uma clara preferência ao fruto do que a folha.



**Figura 3.** Preferência entre folhas e fruto de milho.



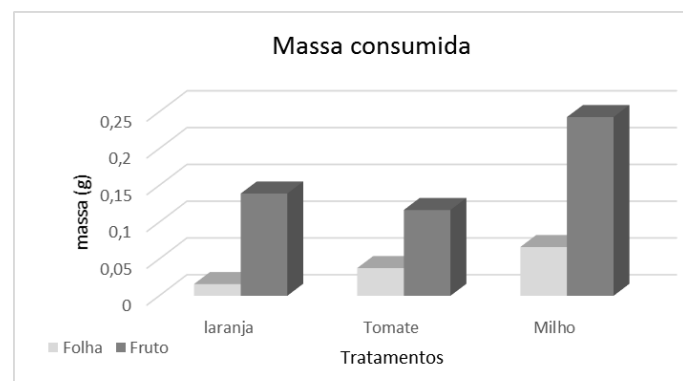
**Figura 4.** Preferência entre folhas e fruto de laranja.



**Figura 5.** Preferência entre folhas e fruto de tomate.

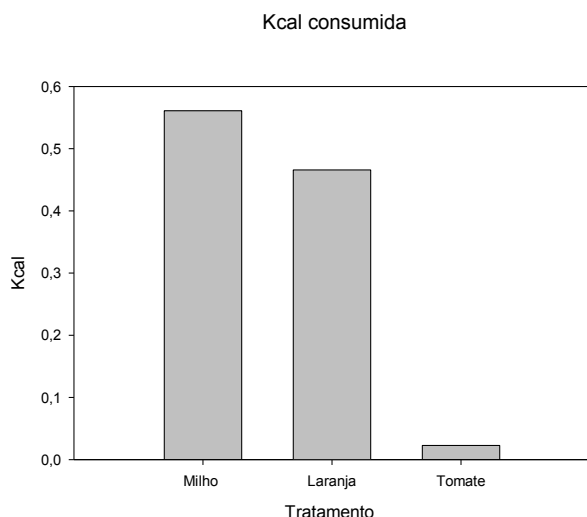
### Discussão

A partir das análises realizadas é possível afirmar que existe preferência alimentar em lagartas de *Helicoverpa zea* e que essa preferência é mais acentuada nos frutos quando comparados à suas respectivas folhas (figura 6). Além disso, foi possível observar que entre frutos também existe preferência, onde ela opta por aquele com o maior ganho energético. Essa preferência pode ser explicada pela teoria do forrageamento ótimo, onde o organismo tende a procurar o alimento com máximo ganho de energia no menor tempo possível (MacArthur & Pianka, 1966). Um animal valoriza determinado alimento de acordo com seu valor calórico por tempo (Emlen, 1966).



**Figura 6.** Média da massa em gramas consumida dos alimentos ofertados.

Nota-se que entre os três alimentos ofertados à *Helicoverpa zea*, aquele que possui melhores condições energéticas é o milho, chegando a 365 Kcal a cada 100 gramas de fruto, (USDA - 2016) as lagartas submetidas ao tratamento com milho tiveram um consumo médio em quilocalorias de 0,560 em 24 horas enquanto que as submetidas aos tratamentos com laranja e tomate, o consumo médio foi de 0,465 e 0,022 respectivamente. Fato este que corrobora a escolha alimentar da lagarta segundo a teoria do forrageio ótimo de MacArthur & Pianka, 1966.



**Figura 7.** Média da Kcal consumida por fruto.

Em uma análise mais detalha sobre o milho, foi possível verificar que a preferência da lagarta pelos grãos foi maior do que pelas folhas, este resultado nos remete a teoria de forrageamento ótimo, uma vez que a folha tem uma média de 15,63 Kcal (Hedin et al. 1998) enquanto o fruto 365 Kcal em 100 gramas.

Uma espécie generalista é aquela que possui uma amplitude de dieta maior quando comparada à espécies que são especialistas (Alcock, 1942). A *Helicoverpa zea* pode ser considerada uma espécie generalista, pois apesar da observada preferência por ambas as partes do milho, observou-se interesse alimentar pelos outros alimentos ofertados quando o milho não era uma opção, portanto sua preferência não exclui seus hábitos generalistas.

## Agradecimentos

Agradecemos ao professor Doutor Moacir Rossi Forim pelo espaço cedido em seu laboratório, aos amigos Renan Cesar Pereira, Edson Dornelas e Luis Guillermo Durango pelos materiais fornecidos e à Empresa BUG Agentes Biológicos pela doação dos insetos usados para a realização deste artigo. Aos professores Hugo Sarmiento e Rhainer G. Ferreira pelo conhecimento compartilhado e também o nosso tutor, João Vitor de Mello Assis, pela ajuda fornecida.

## Referências

- ALCOCK J. 1942. *Animal Behavior*. Arizona State University. 7th ed, p. 505.
- CHAVES F. G., ALVES M. A. S. 2010. Teoria do Forrageamento Ótimo: Premissas e Críticas em estudos com aves. *Oecologia Australis*. Pag 369-380.
- EMLEN J. M. 1966. The role of time and energy in food preference. *The American Naturalist* 100, 611 - 617.
- GIOLO, F. P. et al. 2014. Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850)(Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. *Current Agricultural Science and Technology*, v. 12, n. 2.
- HEDIN, P A.; WILLIAMS, W. P.; BUCKLEY, P. M. 1998. Caloric analyses of the distribution of energy in corn plants *Zea mays* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 46, n. 11, p. 4754-4758.
- MacARTHUR, R.H. & PIANKA, E.R. 1966. On optimal use of a patchy environment. *American Naturalist*, 100: 603-609.
- RUPPERT, E. E., FOX, R. S., BARNES, R. D.1996. *Zoologia dos Invertebrados*. 6ed. São Paulo: Roca.
- SANTOS, L. Q. 2016. Biologia e caracterização morfológica de imaturos e adultos de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805)(Lepidoptera, noctuidae, heliothinae).
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference 28 slightly revised May 2016 Software v.3.7 2017-02-01

# INFLUÊNCIA DA COLORAÇÃO E DA CONCENTRAÇÃO DO SUBSTRATO NA SELEÇÃO ALIMENTAR DE *Mechanitis* (LEPIDOPTERA, NYMPHALIDAE)

DEBORA CRISTINA DOS SANTOS, JÉSSICA NATALIA ZANIN DOS SANTOS

**Orientador:** Camen Elena Barragán Ruiz

## Resumo

A preferência alimentar está relacionada à seleção de recursos nutricionais disponíveis ao animal, visando maximizar seu ganho de energia em relação aos custos. Os indivíduos da ordem Lepidoptera geralmente apresentam duas estratégias de defesa resultantes de processos adaptativos: coloração críptica, similar ao substrato e a coloração aposemática, cores fortes que podem indicar impalatabilidade. A estratégia de agregação também pode ser utilizada como uma forma de diluir as chances de serem alvo de predadores. Com isso, o presente trabalho buscou analisar a seleção alimentar de borboletas do gênero *Mechanitis*, as quais apresentam uma coloração aposemática, avaliando a influência da cor do substrato (alaranjado e marrom) e da concentração da solução nutritiva (25% e 75%). Houve preferência pela menor concentração no substrato alaranjado, enquanto que no substrato marrom a preferência foi pela maior concentração. Nossos resultados sugerem que as borboletas do gênero *Mechanitis* buscam o alimento levando em consideração determinados aspectos, sendo eles maior semelhança com a coloração do substrato disponível e a sua qualidade energética, o tempo de exposição durante o forrageio e a formação de agregados. Tais escolhas podem resultar em uma proteção mais eficaz contra a predação e mais proveitosa em relação ao ganho energético.

## Introdução

A preferência alimentar diz respeito ao aproveitamento dos recursos nutricionais disponíveis ao animal maximizando seus ganhos energéticos. (Charnov, 1976). Assim, uma estratégia de forrageamento pode ser considerada efetiva quando possibilita o aproveitamento máximo dos ganhos

nutricionais reduzindo seus riscos de mortalidade (Bianchi & Moreira, 2005).

Os indivíduos da ordem Lepidoptera geralmente possuem dois tipos de defesa que são resultantes de processos adaptativos: podem possuir uma coloração críptica, que permite a combinação de suas cores com o substrato promovendo uma camuflagem ou podem possuir a coloração aposemática, na qual suas cores fortes sugerem visualmente aos predadores a condição de impalatabilidade (Dell'aglio *et al.*, 2016).

A agregação como estratégia antipredação ocorre quando diversos indivíduos de uma mesma espécie se reúnem em uma mesma mancha para se alimentarem enquanto diluem a chance de serem alvos de predadores (Alcock, 2011). As borboletas do gênero *Mechanitis*, da subfamília Ithomiinae, tem origem natural nos trópicos americanos, sendo elas aposemáticas pertencentes aos anéis Batesianos e Mullerianos (Vasconcellos-Neto, 1980). Geralmente, habitam a sombra de matas úmidas e densas, formando bolsões com espécies diferentes (Brown & Benson, 1974).

Tendo isto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a estratégia e preferência alimentar das borboletas do gênero *Mechanitis*, levando em consideração: (1) a escolha de cada indivíduo sobre a coloração do substrato e observando se há uma busca por um local com cor semelhante a ela, o que inicialmente compunha nossa hipótese, e (2) observando a preferência dos indivíduos com a disponibilidade de dois compostos com concentrações diferentes, simulando o néctar e relacionando com o substrato em que foi disponibilizado, assim como a frequência de busca pelos alimentos por parte de cada indivíduo.

## Material e Métodos

As coletas das borboletas do gênero *Mechanitis* foram realizadas no Bosque de Eucalipto pertencente a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), na cidade de São Carlos-SP (21°58'-22°00' S, 47°51'-47°52' O). Para a captura dos exemplares foi utilizada rede entomológica cedida pelo Departamento de Hidrobiologia da UFSCar.

As práticas de coleta foram divididas em dois dias sendo conduzidas no período da manhã, entre 10h e 12h. Em cada dia de coleta, foram capturados 10 indivíduos, totalizando 20 exemplares. Cada indivíduo recebeu uma pequena marcação em suas asas, em diferentes áreas, com caneta Pilot® preta, para melhor identifica-los e para uma melhor percepção do comportamento do indivíduo frente ao grupo.

As borboletas foram acomodadas em uma caixa adaptada de plástico, de dimensões 19 × 32 × 46 cm com uma abertura lateral protegida por uma rede de nylon, que possibilitava livre manejo dos animais. Em seu interior foram disponibilizadas esferas de algodão embebidas em água e uma placa de Petri com alimento (mel diluído em água) enquanto não ocorria a experimentação.

Para a realização da observação do comportamento, as borboletas foram submetidas a um jejum de 48 h antes da realização do experimento. Para a experimentação foram utilizados sachês de mel, diluídos em água potável com as proporções de 25% e 75% de concentração, simulando o néctar do qual elas se alimentam no ambiente natural.

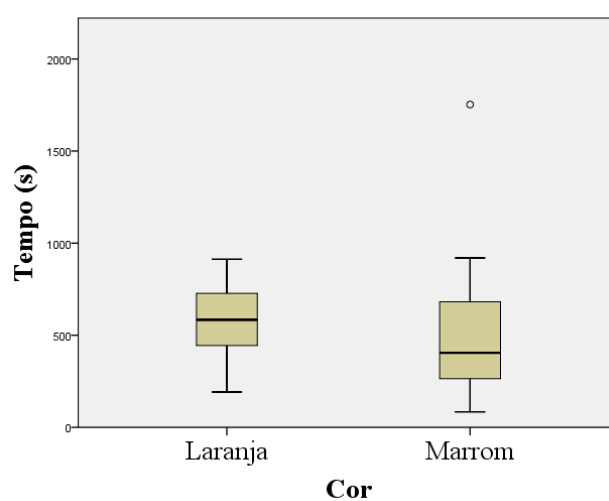
Em uma primeira análise, dentro da caixa adaptada, foram dispostos um prato de plástico marrom e um alaranjado que serviram como uma representação do substrato. Nos pratos, foram depositados o composto de mel e água nas concentrações de 25% e 75%, respectivamente. Na segunda análise, as concentrações foram invertidas, sendo que o prato alaranjado possuía a concentração de 25% e o prato marrom 75%. Ambas as análises foram realizadas com o auxílio da própria caixa adaptada, com a presença de todos os indivíduos em seu interior e cada análise teve duração de 30 min. Cronometramos o tempo, em segundos, que cada indivíduo permaneceu no substrato simulado com determinada concentração de néctar.

A análise estatística do comportamento de preferência alimentar foi realizada com o auxílio do

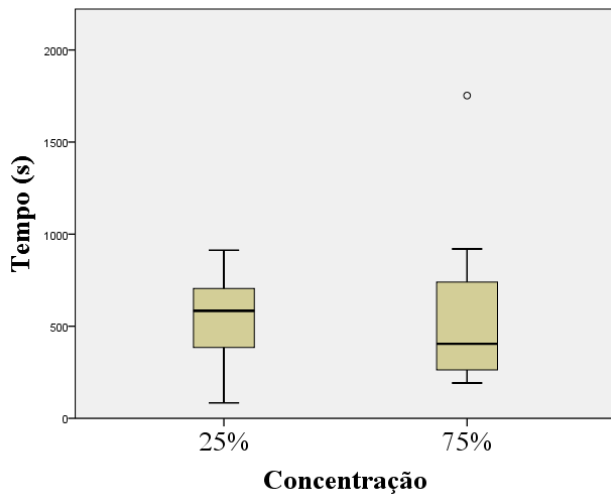
programa IBM SPSS Statistics 20, com base na duração do experimento, o tempo de aproveitamento alimentar de cada indivíduo e sua preferência pela coloração e concentração de cada amostra em cada fase de experimentação. Os Modelos Lineares Generalizados (GLM, em inglês), envolvem componentes sistemáticos e aleatórios com uma função de ligação (Turkman & Silva, 2000). Se baseiam, então, em uma análise onde a variável dependente se encontra relacionada linearmente com os fatores e covariáveis através de uma função de ligação, permitindo ainda que a variável dependente tenha uma distribuição não normal (IBM Knowledge Center; Rodríguez, 2001). O método estatístico utilizado foi o Modelo de Regressão de Poisson, parte dos GLM, importante em análises de dados contínuos onde os dados categorizados sejam equiparáveis a estes através do modelo de regressão normal (Cordeiro & Demétrio, 2007).

## Resultados

O tempo de permanência em cada substrato foi determinado pela cor ( $p = 0,007$ ) (Fig. 1) e pela concentração da solução ( $p < 0,001$ ) (Fig. 2). Na concentração 25%, os indivíduos permaneceram  $627,30 \pm 170,24$  s (média  $\pm$  desvio padrão) no substrato laranja e  $465,70 \pm 285,03$  s no substrato marrom, enquanto na concentração 75%, os indivíduos passaram  $470,55 \pm 324,23$  s no substrato laranja e  $600,22 \pm 511,68$  s no substrato marrom.

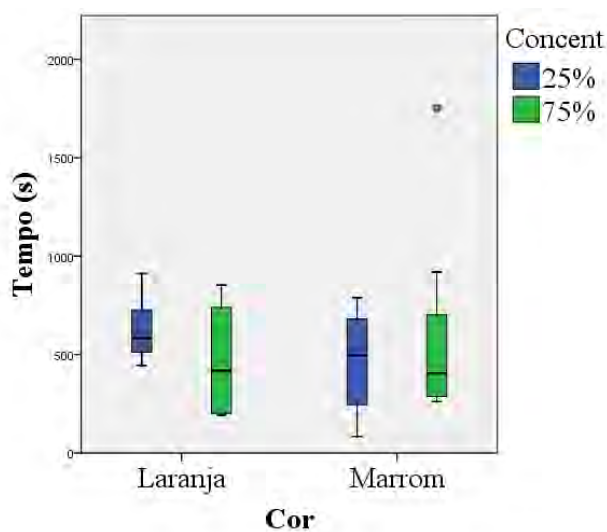


**Figura 1.** Tempo de permanência das borboletas nas diferentes cores de substrato.



**Figura 2.** Tempo de permanência das borboletas nas diferentes concentrações

As borboletas mostraram uma maior preferência para a concentração menor de (25%) na cor alaranjada, enquanto que ao trocarmos as concentrações dos pratos houve uma maior preferência para a concentração maior (75%) na cor marrom (Fig. 3).



**Figura 3.** Tempo de permanência das borboletas nas variações de concentrações e cores.

### Discussão

Houve preferência das borboletas pela cor do substrato e pela concentração da solução, demonstrando determinados padrões nas preferências alimentares das borboletas nesse estudo. Na disposição dos pratos com o composto simulando o néctar em diferentes concentrações, a busca pelo

prato laranja correu de forma mais significativa quando nele havia o composto com a concentração de 25%. Essa preferência pode ser relacionada com o fato de que as asas das espécies de *Mechanitis* terem como predominante a cor alaranjada e a presença de listras. Essa coloração pode ter função protetora, pois os predadores podem perceber as listras como objetos independentes que dividem toda a superfície da asa dando a aparência de vários fragmentos aparentemente desconectados (Stobbe & Schaefer, 2008). Essa vantagem pode favorecer a permanência da borboleta em um substrato por um período maior de tempo adquirindo os nutrientes de um alimento menos energético.

O tempo de permanência no prato marrom se mostrou maior quando neste se encontrava a solução de 75%. Diferente do prato laranja, as cores totalmente diferentes das asas em relação ao fundo do prato marrom, principalmente o tom alaranjado, podem ter proporcionado maior sensação de risco, devido a um maior destaque visual do indivíduo. Esse contraste cromático pode chamar a atenção de predadores como as aves, que fundamentam suas decisões e estratégias de forrageamento principalmente em contrastes cromáticos (Stobbe & Schaefer, 2008). Desse modo, a permanência no substrato que lhe confere destaque sugere um curto tempo até ser notada por um possível predador. Logo, o indivíduo necessita de uma alimentação com uma qualidade energética maior em um menor espaço de tempo. Essas decisões de forrageio buscam benefícios advindos da obtenção de uma quantidade maior de alimentos ou de sua qualidade (Dobrovolski *et al*, 2010). Sendo assim, os indivíduos moldam seu comportamento a fim de adquirir recursos nutricionais e ao mesmo tempo evitar predadores (Acero *et al*, 2016).

Nesse estudo, registramos uma tendência de agrupamento no momento da alimentação. Quando uma área de forrageio, no caso deste experimento o prato, era visitado por alguns indivíduos, o restante do grupo, aqueles que se alimentaram no momento da observação, buscavam a mesma área com certa proximidade entre os indivíduos. Isso pode ocorrer devido ao hábito de agregação, onde os indivíduos podem aumentar relativamente sua exposição a possíveis predadores, porém, em contrabalanço, possuem o efeito de diluição e a diminuição da

probabilidade de encontro *per capita* (Rippi *et al*, 2001). Outra explicação para o comportamento de agregação, em um aspecto geral, seria a presença de algum sinal específico que induziria a adoção de uma postura de defesa. Esse sinal ocorre quando há a percepção de algum alerta manifestado por outra presa ou até mesmo o reconhecimento de substâncias químicas que identificariam um possível predador (Perotti *et al*, 2006).

Nossos resultados sugerem que, no momento de forrageio, as borboletas do gênero *Mechanitis* buscam o alimento avaliando determinados aspectos. Entre eles, a semelhança com a coloração do substrato e a sua qualidade energética. Esses aspectos determinam o tempo de forrageio e exposição à predação, bem como podem facilitar a formação de agregados. Tais ajustes observados podem resultar em uma proteção mais eficaz contra a predação e mais proveitosa em relação ao ganho energético.

### Agradecimentos

Agradecemos de modo geral aos responsáveis pela disciplina, Prof. Dr. Hugo Sarmiento e ao Prof. Dr. Rhainer Guillermo, pela disponibilidade de tempo, recursos e do laboratório para realização do trabalho, aos tutores Augusto Batisteli e Carmen Elena Barragán Ruiz, por todo auxílio e orientação durante toda a realização deste estudo. Estendemos nossos agradecimentos, em especial, ao Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho por nos nortear e nos presentear com todo seu conhecimento sobre Lepidópteras.

### Referências

- Acero, A., de Moraes, LA., Parmigiani, R., & Biffi, V. L. 2016. Forrageio ótimo de girinos em diferentes condições de risco de predação. Curso de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade de São Paulo.
- Alcock, J. 2011. Comportamento animal: uma abordagem evolutiva. Porto Alegre: Artmed, Ed. 9, p. 196 – 211.
- Bianchi, V & Moreira, GR. 2005. Preferência alimentar, efeito da planta hospedeira e da densidade larval na sobrevivência e desenvolvimento de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae). Revista Brasileira de Zoologia 22 (1), p. 43–50.
- Brown, K S & Benson, WW. 1974. Adaptive polymorphism associated with multiple Mullerian mimicry in *Heliconius numata* (Lep. Nymph.). Biotropica, 6(4), p. 205-228.
- Charnov, E.L. 1976. Optimal foraging: attack strategy of a mantid. American Naturalist, 110:141-151.
- Cordeiro, GM & Demétrio, CG. 2007. Modelos Lineares Generalizados. Minicurso para o 12º SEAGRO e a 52ª Reunião Anual da RBRAS. UFSM, Santa Maria, RS.

- Dell'aglio, DD & Stevens, M. & Jiggins, CD. 2016. Avoidance of an aposematically coloured butterfly by wild birds in a tropical forest. Ecological Entomology, 41(5), p. 627–632.
- Dobrovolski, R., Pereira, KFR., & Guimarães, B. C. C. O. 2010. Comportamento agressivo em formigas não varia em resposta à disponibilidade de alimento. Inpa.
- Perotti, MG.; L.A. Fitzgerald; L. Moreno & M. Pueta. 2006. Behavioral responses of *Bufo arenarum* tadpoles to odonate naiad predation. Herpetological Conservation and Biology 1(2):117-120.
- Riipi, M., Alatalo, RV., Lindström, L., & Mappes, J. 2001. Multiple benefits of gregariousness cover detectability costs in aposematic aggregations. Nature, 413(6855), 512-514.
- Rodriguez, G. Appendix B. Generalized Linear Model Theory.
- Stobbe, N & Schaefer, H M. 2008. Enhancement of chromatic contrast increases predation risk for striped butterflies. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 275(1642), 1535-1541.
- Turkman, MA. & Silva, GL. 2000. Modelos Lineares Generalizados – da teoria à prática.
- Vasconcellos Neto, J. 1980. Dinâmica de Populações de Ithomiinae (Lep., Nymphalidae) em Sumaré - S.P. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, p. 206.

# DIAGNÓSTICO DE BEM-ESTAR EM BUBALINOS DA RAÇA *Murrah* NAS CONDIÇÕES DE ORDENHA MECÂNICA E MANUAL

**Júlia Galvão, Victor Bon**

**Orientador:** João Vitor de Mello Assis

## **Resumo**

O bem-estar animal é um aspecto muito importante, capaz de afetar diretamente os processos fisiológicos e psicológicos do indivíduo, seu diagnóstico pode se dar através dos tipos e frequências de comportamentos agonísticos representados por algum condicionamento. Dessa forma, a pesquisa é relacionada a bubalinos lactantes da raça *Murrah* e procuramos então, observar e analisar seis tipos de comportamentos agonísticos dos animais no momento de retirada do leite, sendo condicionados ao processo de ordenha mecanizada e manual, a fim de compará-las e obter possíveis respostas para tais tipos de comportamentos. Dessa forma, os animais que foram condicionados ao processo de ordenha mecanizada, apresentaram maiores frequências de comportamentos agonísticos e de ameaça indicando estresse. Contudo, também foi observado certo grau de plasticidade a esse processo, pois a frequência de alguns comportamentos agonísticos diminuiu consideravelmente ao longo dos dias.

## **Introdução**

O estudo do comportamento animal é uma ciência que relaciona de forma intrínseca as diversas funções fisiológicas, morfológicas, genéticas e fenotípicas do animal em um certo ambiente. Sendo utilizada para muitos fins, tais como: ampliar a compreensão evolutiva, possibilitar a preservação de animais e ecossistemas e até mesmo embasar estudos do comportamento humano (Del-Claro, 2004). A expressão comportamental é uma importante ferramenta para diagnóstico do bem-estar animal. Pois, a partir do momento que este é melhorado, pode haver aumento expressivo na produtividade animal, além de minimizar problemas e

consequências negativas para os tratadores, animais e produtor (Broom & Molento, 2004).

Desde a década de 60, a sociedade vem exigindo tratamentos mais éticos aos animais utilizados para o consumo, dando início a uma legislação mais específica referente ao bem-estar dos animais. As pesquisas na área de diagnóstico de bem-estar podem fornecer razões e dados importantes que auxiliam na elaboração de leis para o controle do bem-estar animal nos sistemas produtivos. (Bond et al, 2012).

A bubalinocultura é bastante expressiva no Brasil, e isso se deve ao temperamento dócil, à adaptação a diversas condições, além da alta produção de leite de qualidade e alto valor agregado aos seus derivados. O mesmo autor diz que a espécie *Bubalus bubalis* subdivide-se em três variedades: fulvus, bubalis e kerebau. A variedade bubalis, conhecida como búfalos de rio (representada pelas raças *Murrah*, Mediterrâneo e Jafarabadi) e a variedade kerebau, conhecida como búfalos de pântano (representada pela raça Carabao ou Rosilho) são as duas principais no Brasil (Bernardes, 2007).

Com o propósito de diagnosticar o bem-estar das búfalas, analisamos as frequências de seis classes comportamentais consideradas como agonísticos (Cavallina et al 2008) em situação de ordenha mecânica e manual, em oito indivíduos lactantes da raça *Murrah*.

Esperamos que a frequência de comportamentos agonísticos que indicam estresse seja maior no grupo de indivíduos ordenhados mecanicamente do que no grupo ordenhado manualmente, uma vez que estudos apontam que o equipamento de ordenha pode realmente ser considerado um ponto crítico que representa fonte potencial de estresse. Como os bubalinos não têm sido selecionados como gados leiteiros, possivelmente o instinto materno continua ser predominante, sendo mais perturbados (Van Reenen et al 2002; Saltalamacchia 2007).



O diagnóstico de bem-estar animal através da análise do comportamento é muito importante e relevante, pois através dele é possível identificar como os animais acometidos a determinadas situações reagem, sendo fundamental para identificar causas de problemas relacionados a saúde dos animais.

### Material e Métodos

A coleta dos dados foi realizada na Fazenda Pedra Vermelha, município de Analândia, estado de São Paulo - Brasil e se deu através de dez dias de observações, entre os dias 14 a 30 de janeiro de 2017. No total foram observados oito indivíduos que eram fêmeas lactantes, sendo separados cinco dias para ordenha manual e cinco dias para a ordenha mecanizada. Os indivíduos tiveram uma das pernas amarradas quando ordenhadas com a máquina ordenhadeira, enquanto que nenhum precisou ser amarrado quando a ordenha era manual.

Foi gerada uma tabela para cada dia de observação a fim de coletar as frequências dos seis tipos de comportamentos tido como agonísticos: coice, movimento brusco, defecação, micção, vocalização e fuga; as fêmeas eram alocadas aos pares nos piquetes (duas por vez) no período entre oito a dez minutos referentes a retirada total do leite.

O método de observação utilizado foi o Scan focal.

**Tabela 1.** Etograma com as classes de comportamentos.

	coi	m.b	voc	def	fug	mic
1						
2						
3						
4						

5						
6						
7						
8						

**Legendas:** coi= coice; m.b= movimento brusco; voc= vocalização; def= defecação; fug= fuga; mic=micção; 1 a 8= indivíduos;

Para análise de dados, foi utilizado o *Software* SigmaPlot e através dos testes estatísticos U de Mann Whitney e Regressão linear simples, pode-se verificar a diferença e evolução entre os dois tipos de tratamento

### Resultados

De acordo com os dados coletados, foi possível realizar algumas análises. A Tabela II foi gerada com o intuito de demonstrar a diferença entre as médias totais das frequências dos comportamentos agonísticos nos processos de ordenha mecanizada e manual.

**Tabela 2.** Média total das Frequências que cada comportamento ocorreu.

	C	M	V	D	F	M
	O	O	O	E	U	I
	I	V	C	F	G	C
MA N	0,14	0,29	0,06	0	0	0,04
ME C	3,22	3,95	0,02	0,14	0	0,20

MAN=manual; MEC=mecânica

Os resultados mostraram que as médias das frequências da ordenha mecânica são mais elevadas em comparação ao processo manual.

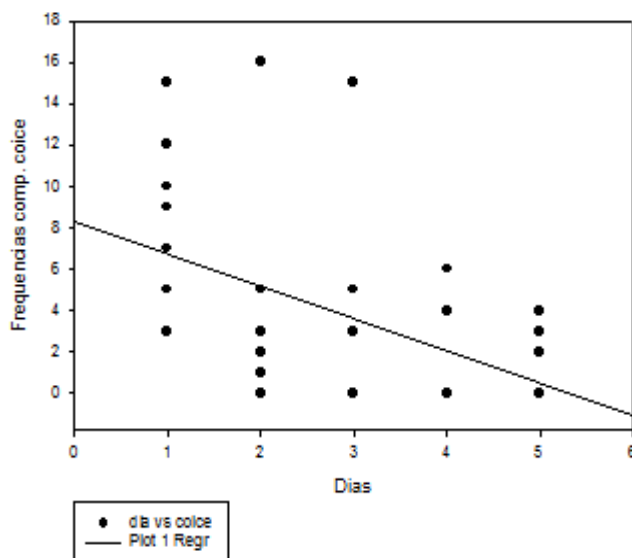
Após, foi verificado se houve diferenças estatísticas significantes entre as frequências dos seis tipos de comportamentos em relação a ordenha mecânica e manual.

Para essa análise dos dados utilizamos o teste T de Student para verificar a simetria das amostras, porém, em todos os casos elas não passaram no teste de normalidade e foi rejeitada (anormal) e então foi utilizado outro teste, denominado Mann-Whitney, por ser um teste não paramétrico aplicado para duas amostras não dependentes. Os testes indicaram alguns comportamentos com valores de probabilidade significativos (coice  $P = <0,001$ ; Movimento brusco  $P = <0,001$ ; Defecação  $P = 0,043$ ; Micção  $P = 0,024$ ) e outros não significativos (Vocalização  $P = 0,314$ ; Fuga  $P = 1,000$ ).

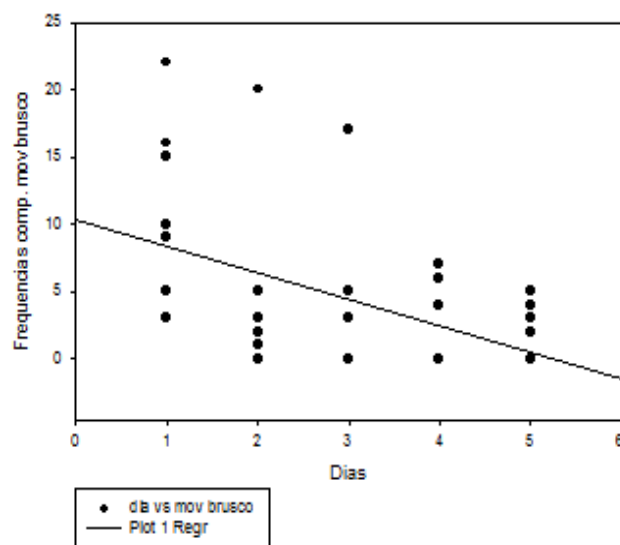
A segunda análise de dados ocorreu para verificar a plasticidade dos indivíduos ao longo dos dias, em função das frequências dos comportamentos para a condição de ordenha mecânica, o qual gerou mais frequências de comportamentos agonísticos relacionados ao estresse do animal. Sendo assim, foram escolhidos os comportamentos de coice e movimento brusco, os quais apresentaram maiores frequências de ocorrência no processo de ordenha mecânica, do primeiro ao último dia de observação.

Para essa análise, foi feita a regressão linear simples para verificar a variância das amostras ao decorrer dos dias. Os valores significativos de P para o comportamento de coice e movimento brusco foram respectivamente,  $P=0,012$  e  $P=0,002$ .

Os testes demonstraram que houve redução significativa nas frequências de comportamentos agonísticos ao longo dos dias, apontando um nível de plasticidade alto entre esses indivíduos, como mostra as figuras 1 e 2.



**Figura 1** - Frequência dos comportamentos de coice em relação aos dias realizados com a ordenha mecânica.



**Figura 2** - Frequência dos comportamentos de movimento brusco em relação aos dias realizados com a ordenha mecânica.

### Discussão

Os resultados através das análises estatísticas demonstraram que houve diferença significativa entre o tipo de ordenha manual e mecânica.

Apesar da frequência do comportamento de fuga não ser numericamente significativa é preciso ressaltar que os tratadores mantinham os indivíduos presos desde o começo quando iam ser ordenhados mecanicamente.

A partir deste estudo, ficou evidente que as búfalas são facilmente perturbadas pelas

mudanças, mesmo pequenas, na rotina de ordenha. Por isso, é fundamental realizar uma introdução gradual na linha de ordenha, juntamente com procedimentos de ordenha bem realizados, principalmente para búfalas primíparas, que deram a luz pela primeira vez (Thomas et al, 2005d).

Por outro lado, a análise de adaptação no momento da ordenha mecânica ao longo dos dias indicou que os comportamentos de estresse (coice e movimento brusco) tiveram suas frequências diminuídas, como demonstram as figuras 1 e 2. A medida que o tempo de exposição à determinada condição passa, pode haver alteração na quantidade ou tipo de comportamento anormal (Cronin & Wiepkema, 1984).

Concluimos assim, que a mecanização do processo de ordenha ocasiona um estresse inicial significativo em relação a ordenha manual, mas que diminui com o tempo. Consequentemente, o comportamento agonístico à ordenhadeira mecânica torna pelo menos em um primeiro momento a retirada do leite mais perigosa tanto para os animais quanto para os tratadores.

Deste modo, a cautela e a forma de manejar os animais tendem a apresentar menores zonas de fuga, sendo mais fáceis de trabalhar que aqueles manejados rudemente, além de evitar estresse crônico prejudicando a saúde psicológica e fisiológica do animal (Lensink et al., 2000b).

### **Agradecimentos**

Agradecemos aos nossos familiares, por nos dar todo o apoio nos momentos difíceis.

Agradecemos ao proprietário das búfalas, Felipe, por nos deixar realizar o experimento em sua fazenda e aos funcionários que nos ajudaram.

Agradecemos também aos nossos professores Rhainer Nascimento e Hugo Sarmiento; e ao nosso tutor João Vitor por repassar todo conhecimento da disciplina para que fossemos capazes de executar esse projeto.

### **Referências**

Bernardes O (2007) Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. Revista Brasileira de Reprodução Animal.

Bond, Guilherme Borges; Almeida, Rodrigo de; Ostrensky, André and Molento, Carla Forte Maiolino. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. *Cienc. Rural* [online]. 2012, vol.42, n.7

Broom, D.M.; Molento, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas- revisão. Archives of Veterinary Science, Curitiba

Cavallina R, Roncoroni C, Campagna MC, Minero M, Canali E (2008) Buffalo behavioural response to machine milking in early lactation. Italian Journal of Animal Science 7:287-295.

Cronin, G.M.; Wiepkema, P.R. An analysis of stereotyped behaviours in tethered sows. Annales de Recherches Vétérinaires, Paris

Del-Claro K (2004) Comportamento Animal: uma introdução a ecologia comportamental. Jundiaí: Livraria Conceito

Lensink, B.J., X. Boivin and P. Pradel. 2000a. Reducing veal calves' reactivity to people by providing additional human contact.

Saltalamacchia F, Tripaldi C, Castellano A, Napolitano F, Musto M, De Rosa G (2007) Human and animal behaviour in dairy buffalo at milking. Animal Welfare

Thomas CS, Bruckmaier RM, Bhosrekar MR, Svebberstensaunja K (2005d). Short-term influences of tactile stimulations on milking characteristics in buffaloes. Mastitis in dairy production, current knowledge and future solutions. Ed. H. Hogeveen Wageningen Academic Publishers, The Netherlands

Van Reenen CG, Van Der Werf JTN, Bruckmaier RM, Hopster H, Engel B, Noordhuizen JPTM, Blokhuis HJ (2002) Individual differences in behavioral and physiological responsiveness of primiparous dairy cows to machine milking. Journal of Dairy Science 8

# ALTERAÇÃO DE COLORAÇÃO CRÍPTICA EM LARVAS DE ODONATA: COENAGRIONIDAE

**Karina Fermi Orsolini e Pollyana V. W. Sanches**

**Orientador:** Rafael Tavares

## **Resumo**

Polimorfismos de cor são comuns na natureza. Dentre eles, encontram-se quatro padrões nos animais: camuflagem, coloração críptica, aposematismo e mimetismo. A coloração dos indivíduos da Ordem Odonata são diversas, entretanto, são utilizadas como base para estudos que focam no sucesso reprodutivo dessas espécies. O intuito desse trabalho foi verificar se existe alteração de coloração críptica em indivíduos larvais, quando submetidos a dois tratamentos, um de recipiente claro e outro de recipiente escuro. Como resultado, verificou-se alteração em ambos os tratamentos, sendo que o tratamento de recipiente claro teve uma resposta mais acentuada que o escuro. Os resultados indicam a existência da coloração críptica em indivíduos larvais, podendo ser uma ferramenta importante para evitar a predação.

## **Introdução**

Variações discretas em um traço fenotípico entre indivíduos de uma mesma espécie ocasionado por diversidade genética é chamado de polimorfismo (Herrera *et al.*, 2015). Polimorfismos são ubíquos na natureza e constituem um modelo ideal para estudo de processos evolutivos (Wellenreuther *et al.*, 2014). Em muitos casos, polimorfismos são mantidos na natureza através da seleção natural na forma de predação e também na seleção sexual na escolha de um parceiro reprodutivo (Herrera *et al.*, 2015).

Como exemplo de polimorfismo, tem-se os padrões de coloração dos animais, os quais possuem três funções: termorregulação, comunicação intraespecífica e evasão da predação (Endler, 1978). Durante a história evolutiva, os animais adquiriram a defesa de coloração como uma resposta primária aos predadores (Kang *et al.*, 2015). Como formas principais de explicar as variações de coloração observadas, tem-se os mecanismos que descrevem como essa variação ocorre e o porquê dessa variação, de forma a aumentar o valor adaptativo dos indivíduos (Tibergen, 1963). Na natureza, essa defesa é vista de diferentes formas, como camuflagem, coloração críptica, aposematismo e mimetismo, cujos fenótipos raros são menos predados (Wellenreuther *et al.*, 2014).

Ao se tratar de camuflagem, dois mecanismos têm sido propostos para aumentar sua eficiência, incluindo a escolha de um substrato apropriado e a coloração disruptiva (Stevens e Merilaita, 2011). A escolha do substrato tem por objetivo diminuir os riscos de ser detectado, tanto por parte das presas quanto dos predadores, e para alcançar tal objetivo os animais possuem colorações ou padrões para assemelhar-se ao meio que os cerca (Stevens e Merilaita, 2011). Esses padrões possuem variação quanto ao tamanho, forma, cor e brilho (Endler, 1984).

Diferentemente, a coloração críptica não é uma propriedade intrínseca das espécies, e sim uma característica da interação entre o indivíduo e o substrato

(Endler, 1978). Portanto, qualquer medida a ser feita depende de um substrato particular em que o animal é visto. Além disso, mecanismos de alteração de cor nas presas podem ser desencadeadas por uma força realizada pelos próprios predadores (Johansson, 2013).

No aposematismo, o indivíduo apresenta coloração diferenciada ou até mesmo chamativa, de forma a avisar o predador que ele possui toxinas e evitar, dessa forma, a predação (Ricklefs, 2008). Há, ainda, a relação com o tamanho da presa, já que foi visto que presas menores são mais benéficas que as maiores, mesmo possuindo toxinas (Smith, 2016). Tal toxina pode ser produzida pelo próprio animal aposemático ou, ainda, ser acumulada no organismo através da ingestão de plantas (Ricklefs, 2008).

Baruch e colaboradores (Baruch *et al.*, 2016) realizaram um trabalho com modelos de insetos que simulavam o aposematismo e a coloração críptica, com intuito de averiguar a preferência do predador ao forragear. Obtiveram como resultado que lagartos da espécie *Anolis humilis* escolhem atacar as presas de coloração críptica, ao invés das aposemáticas. Conclui-se então, que predadores aprendem mais rapidamente a evitar organismos aposemáticos ao invés da coloração críptica (Roper *et al.*, 1987).

Para ser classificado como mimético, o indivíduo precisa ser fisicamente semelhante a partes não-palatáveis da natureza, realizando o comportamento do objeto no qual ele está mimetizando, para que o disfarce seja completo e o predador não reconheça a presa (Ricklefs, 2008). O mimetismo também pode ocorrer por semelhança a indivíduos aposemáticos, no qual se aproveitam do fato de o predador já conhecer a fisionomia que indica a toxicidade das presas (Bates, 1862). Um clássico exemplo de mimetismo é a da

serpente falsa-coral, que consegue reproduzir quase que totalmente o padrão de coloração da coral verdadeira, mostrando-se como venenosa e impedindo sua predação (Brodie *et al.*, 1995).

Com o avanço na área de ecologia comportamental, hoje muito se sabe sobre a biologia dos Odonata. Entretanto, apesar de existir um embasamento teórico sobre alteração de cor nesses indivíduos, na sua grande maioria o intuito é de analisar como essa mudança altera o sucesso reprodutivo das espécies e, para isso, utiliza-se de indivíduos adultos.

Considerando que em ambientes naturais há padrões de alteração de cor como mecanismos de fuga da predação e que os indivíduos utilizam o substrato e hábitat onde vivem para auxiliar nessa fuga, o presente trabalho teve como objetivo analisar possíveis alterações de cor em indivíduos na fase larval (Ordem Odonata, Família Coenagrionidae) em resposta a duas cores de substrato. Com isso, a hipótese é de que as larvas alteram a cor, de forma a ficarem mais claras no tratamento claro e mais escuras no tratamento escuro.

## **Material e Métodos**

### *Grupo experimental*

Os indivíduos da ordem Odonata são pequenos insetos bem conhecidos de ampla distribuição (Costa *et al.*, 2000). São insetos diurnos, com olhos grandes compostos por milhares de pequenos olhos e de antena reduzida ou degenerada, implicando em um pobre senso auditivo e olfativo (Futahashi, 2016). Existem aproximadamente 5000 espécies pertencentes a três subordens: Anisozygoptera, Anisoptera e Zygoptera (Corbet, 1980). A família Coenagrionidae é a mais representativa dentre a Subordem Zygoptera, sendo incluídas as formas de menor tamanho e maior delicadeza (Costa *et al.*, 2000).

As fêmeas depositam os ovos em habitats aquáticos em sucessivos episódios, geralmente no mesmo dia. O desenvolvimento das larvas ocorre em instares que, dependendo da espécie, varia de 9 a 15. Os padrões de desenvolvimento envolvem a temperatura do meio e a disponibilidade de alimento (Corbet, 1980).

Segundo Robin John Tillayard, em seu livro “The Biology of Dragonflies”, nenhum outro inseto pode superar a Ordem Odonata em questão de beleza, variedade e brilho de sua coloração, a não ser as Lepidoptera. Na Ordem Lepidoptera, existe uma gama de cores evidenciada principalmente nas asas dos adultos, enquanto a diversidade de coloração em libélulas existe tanto em asas quanto no corpo dos indivíduos. A coloração é importante para a comunicação visual, tanto quanto para termorregulação e adaptação ao ambiente (Futahashi, 2016).

#### *Coleta e procedimento experimental*

A coleta foi realizada no Parque Ecológico de São Carlos, Dr. Antônio Teixeira Vianna. Os animais coletados foram levados ao Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos no Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos (LEIA/DHb/UFSCar) para triagem e fotografias para identificação inicial das larvas. Para isso, os indivíduos foram posicionados sobre um diagrama de cores em tons de cinza como parâmetro para o futura análise de intensidade luminosa das imagens. Após a fotoidentificação, cada animal foi separado aleatoriamente nos recipientes, os quais continham um número de identificação.

O experimento foi composto por dois grupos experimentais, cada qual com dezessete réplicas enumeradas, sendo eles divididos de acordo com a coloração do recipiente, claro e escuro. Cada recipiente alocou um indivíduo, totalizando 34

indivíduos (n = 34). Os recipientes foram acomodados em uma bandeja rasa branca com volume de 7,5 litros de água, com oxigenação contínua e sem alteração dos parâmetros físicos e químicos (pH = 6,5 a 6,8; NO<sub>2</sub> = 0; NH<sub>3</sub> = 0,10; Temperatura = 26°C).

A manutenção e troca da água dos recipientes foi realizada diariamente para manter a sua qualidade, e a cada 48 horas os animais foram alimentados com *Artemia sp.* O protocolo manteve-se por sete dias e ao final desse período cada animal foi retirado de seu recipiente para uma nova sessão de fotografias, a fim de realizar uma análise comparativa com as fotografias iniciais. Posteriormente, cada indivíduo foi fixado em álcool 100%, descrito a Ordem, data, tratamento e número de identificação.

#### *Análise estatística dos dados*

O editor de imagem Adobe Photoshop CC® foi o programa utilizado para comparar as luminosidades das fotografias pelo Sistema de Espaçamento de cores Lab. Foi feita uma quantificação média da luminosidade de cada indivíduo através de cinco pontos, sendo eles: cabeça, tórax e três pontos no abdômen (um rostral, um médio e um caudal). Com os dados médios individuais realizou-se a análise estatística GLM no programa SPSS, para averiguar a normalidade dos dados e sua replicabilidade.

#### *Teste de replicabilidade e Teste de normalidade*

Duas pessoas diferentes e em momentos distintos analisaram as mesmas imagens e extraíram os resultados das médias de luminosidade dos indivíduos com o intuito de verificar a replicabilidade dos dados. A partir da correlação dos mesmos, encontrou-se como resultado 97,5% de replicabilidade, com  $P < 0,00001$ .

Para conferir o tipo de análise a ser aplicada, fez-se necessário a realização do teste de normalidade. Os dados possuem distribuição normal com 96,1% de significância, apontando a análise paramétrica como ideal.

## Resultados

### *Alteração de coloração*

Os dados apresentaram uma alteração significativa quando comparados os valores de luminosidade antes e após o protocolo, em ambos os tratamentos, com valor de significância de 0,036 (Tabela 1). Houve também diferença significativa entre os tratamentos branco e preto, com valor de significância de 0,02 (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise estatística de significância

Tratamentos	df	F	Sig.
Antes-Depois	1	4,581	0,036

<b>Branco-Preto</b>	<b>1</b>	<b>5,689</b>	<b>0,020</b>
---------------------	----------	--------------	--------------

Os valores médios de luminosidade de cada indivíduo foram plotados na figura 1. Observa-se uma alteração de coloração nos indivíduos do tratamento claro mais evidente quando comparados à alteração de cor do tratamento escuro.

Isto é explicado pelo maior e menor deslocamento da mediana no tratamento claro e escuro, respectivamente, indicando que houve um clareamento nos indivíduos do tratamento claro e uma pequena alteração nos indivíduos do tratamento escuro.

Tais alterações também podem ser vistas pelas fotografias iniciais e finais ilustradas nas figuras 2 e 3.

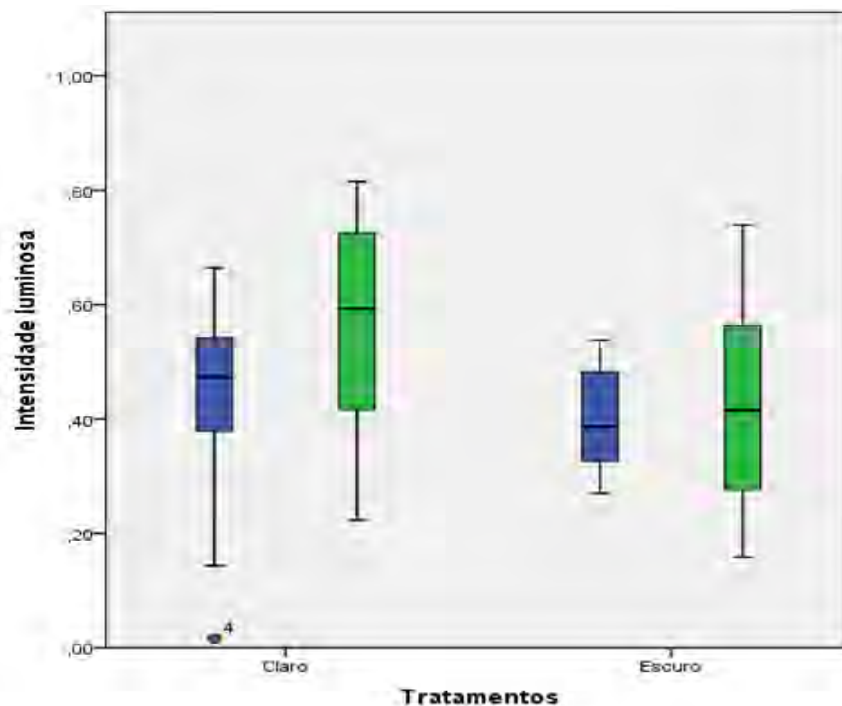
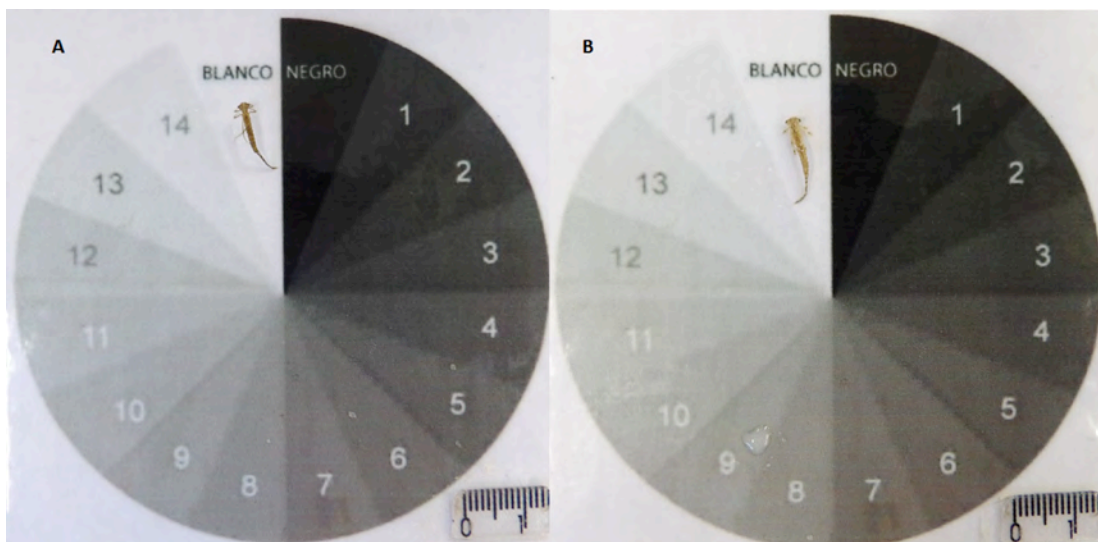


Figura 1. Os tratamentos utilizados foram claro e escuro representados no eixo X. As caixas azuis indicam os valores de intensidade luminosa obtidas a partir da



fotoidentificação inicial dos dois tratamentos, capturadas no dia da coleta, enquanto as caixas verdes indicam os valores após o final do protocolo.

Figura 2. Antes (A) e depois (B) da submissão das larvas ao tratamento claro. Neste exemplo é possível visualizar o clareamento da larva após os 7 dias de protocolo.

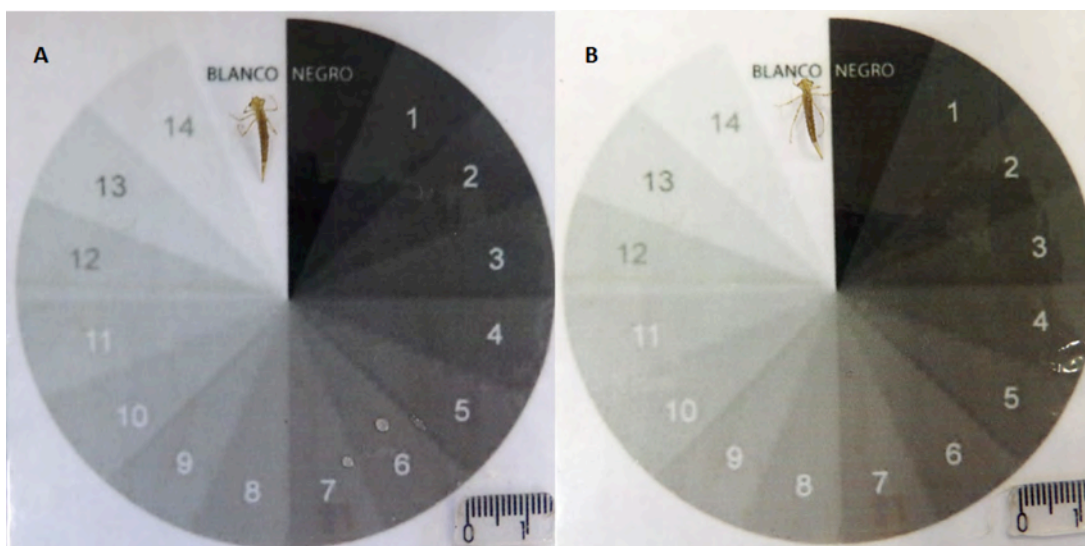


Figura 3. Antes (A) e depois (B) da submissão das larvas ao tratamento escuro. Neste exemplo, é possível visualizar que após os 7 dias de protocolo o indivíduo não apresentou uma diferença notável em sua coloração.



## Discussão

Ambos os tratamentos apresentaram alteração de coloração, entretanto os indivíduos do tratamento claro tiveram uma mudança de cor mais acentuada. No entanto, não foi observada no tratamento escuro alteração significativa entre as cores, presumindo-se que as larvas apresentam alteração na coloração quando submetidas a ambientes mais claros.

O hábitat de coleta das larvas é turvo e com pouca luminosidade, composta por muitas macrófitas que impedem a passagem de luz a partir da superfície da água. Nesse sentido, o tratamento escuro pode apresentar características semelhantes as condições naturais das larvas, assim não seria esperado encontrar uma mudança significativa de cor. No entanto, para se assemelhem ao tratamento claro, os indivíduos tornaram-se mais claros, quando em ambiente que se difere do seu hábitat.

Presume-se que essa alteração na coloração seja resultado da coloração críptica, mecanismo adaptativo de evasão da predação, tornando as larvas menos visíveis em relação ao substrato em que se encontram. Porém, para validação dessa resposta, outros trabalhos devem ser realizados.

Conclui-se que estudos durante a fase larval são importantes fontes para compreensão da biologia dos Odonata e, a partir dela, melhorar o entendimento ecológico sobre o risco de predação desses indivíduos e dos seus mecanismos de evasão.

## Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, aos professores Rhainer Guillermo e Hugo Sarmiento pela oportunidade de realizarmos um trabalho de importância ao campo da

Ecologia Comportamental e ao nosso crescimento acadêmico pessoal. Agradecemos ao nosso monitor Rafael Tavares por toda disponibilidade e ajuda no desenvolvimento desse projeto, nas coletas realizadas e pelo conhecimento transmitido. Por fim, agradecemos ao Parque Ecológico de São Carlos (PESC) Dr. Antônio Teixeira Vianna por disponibilizar a área de coleta e ao Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos (LEIA) pelo espaço cedido para a realização da parte prática.

## Referências

- Baruch, E. M., Manger, M. A., & Stynoski, J. L. (2016). Ground Anoles (*Anolis humilis*) Discriminate between Aposematic and Cryptic Model Insects. *Journal of Herpetology*, 50(2), 245-248.
- Bates, H. W. (1862). Contributions to an Insect Fauna of the Amazon Valley.—Lepidoptera:—Heliconinæ. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 6(22), 73-77.
- Brodie III, E. D., & Janzen, F. J. (1995). Experimental studies of coral snake mimicry: generalized avoidance of ringed snake patterns by free-ranging avian predators. *Functional Ecology*, 186-190.
- Corbet, P. S. (1980). Biology of odonata. *Annual review of entomology*, 25(1), 189-217.
- Costa, J. M., Machado, A. B. M., Lencioni, F. A., & Santos, T. C. (2000). Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no estado de São Paulo, Brasil: Parte I-Lista das espécies e registros bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, 80, 1-27.
- Endler, J. A. (1978). A predator's view of animal color patterns. In *Evolutionary biology* (pp. 319-364). Springer US.

- ENDLER, J. A. (1984). Progressive background in moths, and a quantitative measure of crypsis. *Biological Journal of the Linnean Society*, 22(3), 187-231.
- Futahashi, R. (2016). Color vision and color formation in dragonflies. *Current Opinion in Insect Science*, 17, 32-39.
- Herrera, M. S., Kuhn, W. R., Lorenzo-Carballa, M. O., Harding, K. M., Ankrom, N., Sherratt, T. N., ... & Beatty, C. D. (2015). Mixed signals? Morphological and molecular evidence suggest a color polymorphism in some neotropical Polythore damselflies. *PloS one*, 10(4), e0125074.
- Johansson, F., & Nilsson-Örtman, V. (2013). Predation and the relative importance of larval colour polymorphisms and colour polyphenism in a damselfly. *Evolutionary ecology*, 27(3), 579-591.
- Kang, C., Stevens, M., Moon, J. Y., Lee, S. I., & Jablonski, P. G. (2015). Camouflage through behavior in moths: the role of background matching and disruptive coloration. *Behavioral Ecology*, 26(1), 45-54.
- Ricklefs, R. E. (2008). *The economy of nature*. Macmillan.
- Roper, T. J., & Redston, S. (1987). Conspicuousness of distasteful prey affects the strength and durability of one-trial avoidance learning. *Animal Behaviour*, 35(3), 739-747.
- Smith, K. E., Halpin, C. G., & Rowe, C. (2016). The benefits of being toxic to deter predators depends on prey body size. *Behavioral Ecology*, arw086.
- Stevens, M., & Merilaita, S. (Eds.). (2011). *Animal camouflage: mechanisms and function*. Cambridge University Press.
- Tinbergen, N. (1963). On aims and methods of ethology. *Ethology*, 20(4), 410-433.
- Wellenreuther, M., Svensson, E. I., & Hansson, B. (2014). Sexual selection and genetic colour polymorphisms in animals. *Molecular ecology*, 23(22), 5398-5414.

# SELEÇÃO SEXUAL EM *ANASTREPHA FRATERCULUS* E *ANASTREPHA TURPINIAE* (DIPTERA, TEPHRITIDAE)

Caroline de Moraes Ferracioli, Lorena Marciano Rey Princigalli

**Orientadora: Carmen Elena Barragán Ruiz**

## Resumo

Em diversas espécies de animais, a coloração corporal exerce papel de comunicação, podendo informar a respeito da qualidade do indivíduo, sendo utilizada como parâmetro da seleção sexual. Os machos sexualmente ativos de *Anastrepha sp.* costumam formar grupos e, numa estratégia de *lek*, exibem comportamentos de corte para atrair indivíduos do sexo oposto. Portanto, este trabalho teve por objetivo averiguar se a coloração das asas nos indivíduos machos seria um parâmetro morfológico que interfere na preferência das fêmeas. Para isso, analisamos o comportamento de cortejo e cópula de 15 fêmeas e 30 machos de *A. turpiniae* e 12 fêmeas e 24 machos de *A. fraterculus*. Cada fêmea foi observada junto a um par de machos da mesma espécie, dos quais um teve suas asas pintadas de preto. Não observamos ocorrência de cópula, apenas cortejo, cuja frequência de ocorrência não foi relacionada à coloração das asas dos machos em nenhuma das espécies estudadas. Nossos resultados sugerem que a coloração das asas nestas espécies não está ligada à qualidade do indivíduo ou que este não é o principal fator analisado pelas fêmeas durante a seleção de parceiros.

## Introdução

A seleção sexual é definida como "a vantagem que certos indivíduos têm sobre outros do mesmo sexo e espécie, exclusivamente em relação à reprodução" (Cf. Darwin, 1871 *apud* Alcock, 2011). Assim, a maioria dos machos produz pequenos espermatozoides, mas em grande quantidade, podendo escolher várias fêmeas e, conseqüentemente, gerar múltiplos descendentes. No entanto, terão de competir

com outros machos pelas fêmeas receptivas, e estas irão selecionar o melhor macho de acordo com os seus parâmetros, podendo ser tamanho, apresentações elaboradas ou padrões de coloração (Alcock, 2011).

Esse comportamento dos machos pode não envolver procurar fêmeas, mas proteger uma pequena região juntamente com outros machos, exibindo uma série de sinais (visuais, químicos ou acústicos) de exibição e chamamento - assim as fêmeas vão a esses locais e escolhem o melhor parceiro para a cópula (Burk, 1983). Essa formação, conhecida como *Lek*, é comum em muitas espécies animais (Hunt, 2008), por exemplo em *Tephritidae* (Arita, 1989).

Em *Anastrepha* Schiner (Diptera: *Tephritidae*), onde ocorre essa formação de *Lek*, os machos liberam feromônios e vibram as asas de tal modo que as fêmeas os selecionam de acordo com determinados parâmetros morfológicos como, por exemplo, machos que passam mais tempo chamando; com olhos mais compridos e que estão no centro do *lek* (Segura, 2007). Por exemplo, em *Ceratitis capitata* (Wiedemann), pertencente à mesma família, foi observada uma preferência por machos maiores (Neto, 2012), com *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830) a seleção sexual age no comprimento do abdômen e largura da asa (Sciurano, 2007).

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar se a coloração das asas do macho interfere no comportamento seletivo da fêmea para as espécies *A. fraterculus* e *A. turpiniae* Stone, 1942. Nossa hipótese é de que os machos com a coloração da asa alterada estarão mais envolvidos nos comportamentos reprodutivos (cópula e cortejo).

## Metodologia

Os machos de *Anastrepha sp.* comumente têm sua maturação sexual entre os 7 e 18 dias após a emergência e esta pode ser observada pela formação de bolsas abdominais – um critério considerado como confiável (Facholi-Bendassoll & Uchôa-Fernandes 2006). Os animais foram separados por sexo (fácil identificação pela presença do ovipositor nas fêmeas) e espécie, para que não ocorressem cópulas anteriores ao nosso período de observação, o que poderia alterar a escolha das fêmeas pelos machos, já que este seria um possível critério de seleção (Santana & Joachim-Bravo, 2014).

Utilizamos 15 fêmeas e 30 machos de *A. turpiniae* e 12 fêmeas e 24 machos de *A. fraterculus*. Desses machos, metade tiveram suas asas pintadas com uma caneta preta de tinta não-tóxica (BIC®). Quatro gaiolas transparentes de dimensões 7 cm x 12 cm x 4 cm (comprimento x largura x altura) foram montadas: cada uma separada da outra por uma barreira de plástico, de modo que as moscas não pudessem interagir com moscas de outras gaiolas. Posteriormente, foram colocados juntos em cada gaiola, um macho com as asas pintadas, um macho com a coloração natural das asas e uma fêmea, para cada espécie, de modo que pudemos observar sua interação em busca de comportamento de corte ou cópula.

Em cada espécie de *Anastrepha* existe uma diferença entre os períodos de atividade sexual, variando entre o início do período matutino até o final do vespertino (Zucchi, 1979). Fizemos nossas observações em diferentes períodos do dia, de modo a captar interação entre os animais em diferentes horários. Os experimentos foram realizados nos dias 18, 19 e 20 de janeiro de 2017, das 10h às 12h, 16h às 18h e das 16h às 19h, respectivamente.

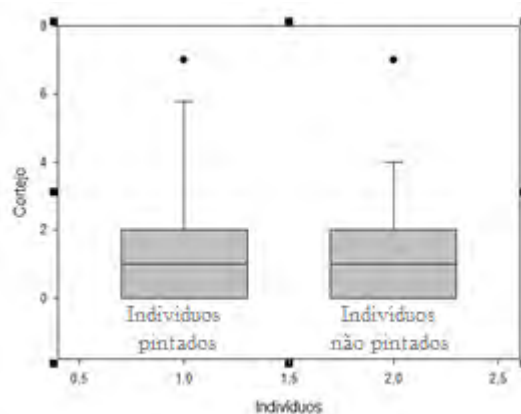
O comportamento das moscas foi analisado utilizando o método de *focal sampling* em busca de comportamento de cortejo e cópula,

durante observações de 20 minutos. Para cópula, identificada pelo levantamento do ovipositor da fêmea para acoplamento das genitálias de ambos (Lima & Howse, 1997), foi realizada uma anotação para contagem e identificação do macho, o mesmo foi feito para comportamentos de corte.

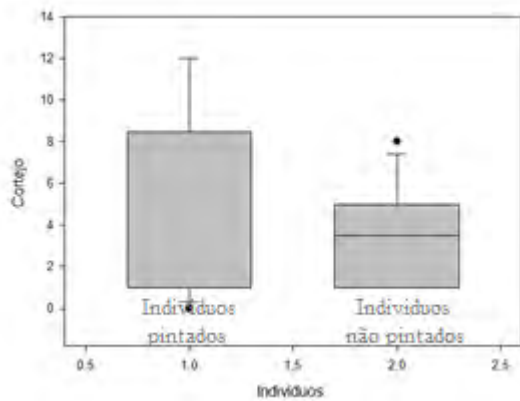
Foram coletados os dados de 12 repetições de *A. fraterculus* e 15 de *A. turpiniae*. Após isso, o programa *IBM SPSS Statistics®* foi utilizado para realizar o teste *Oneway ANOVA*.

## Resultados

Durante o período de observação os animais não exibiram comportamento de cópulas, de modo que retiramos esses dados das análises, avaliando apenas os comportamentos de cortejo dos animais. As fêmeas não demonstraram preferência sexual por alguma coloração de asas em *A. turpiniae* (ANOVA:  $F=0,425$ ,  $p=0,520$ ), nem em *A. fraterculus* (ANOVA:  $F=0,077$ ,  $p=0,784$ ).



**Figura 1:** Frequência do comportamento de cortejo para a espécie *A. turpiniae*



**Figura 2:** Frequência do comportamento de cortejo para a espécie *A. fraterculus*

### Discussão

As fêmeas das duas espécies estudadas não apresentaram respostas diferenciadas em relação à coloração da asa dos machos. Em muitos organismos, a coloração é utilizada como critério de seleção sexual por fêmeas de diversos grupos, como as aves (Hill, 1990; Metz & Weatherhead, 1990; Slagsvold & Lifjeld, 1992) e invertebrados (Hidaka & Yamashita, 1975; Wiernasz, 1989; Davis *et al.*, 2007; Davis *et al.*, 2012). No entanto, em nosso estudo, as fêmeas não demonstraram preferência pelo macho de acordo com a coloração das asas.

A qualidade dos indivíduos de algumas espécies, como *Drosophila elegans* (Ishii *et al.*, 2001), pode ser estipulada através de ornamentos (Zahavi, 1975, Johnstone, 1995): quanto maior o ornamento, sendo este a coloração por exemplo, maior o custo energético para mantê-lo (Cotton *et al.*, 2004, Roulin & Bize, 2006). Como nossos estudos não demonstraram haver uma preferência das fêmeas, a coloração da asa pode não ser um sinal de qualidade do indivíduo nas espécies estudadas. Desse modo, inferimos que as fêmeas de ambas as espécies teriam usado outros critérios de seleção de machos nos *leks*, entre eles podem estar: comprimento do tórax, largura das asas e outros traços escolhidos que são correlacionados com o tamanho do indivíduo (Sciurano, 2007), ferormônios liberados pelos machos, a dança realizada para

atrair a fêmea, maior tempo de chamamento, comprimento dos olhos (Segura, 2007) e do corpo do macho (Rodríguez *et al.*, 2002, Neto, 2012).

A formação de *leks* é uma resposta evolutiva ao sistema de seleção das fêmeas e sua distribuição espacial, forçando os machos a competir para diferenciar os aptos dos inaptos, tornando vantajoso para a fêmea se aproximar da conformação, conseguindo um parceiro de qualidade (Alcock, 2011). Por exemplo, as fêmeas de *C. capitata*, pertencente à mesma família da espécie estudada, escolhem o macho através de *leks* maiores, com 18 a 36 machos (Shelly, 2001). Em nosso experimento, apenas um par de machos permaneceu com a fêmea a cada observação. Essa limitação no número de machos pode ter dificultado a ocorrência de cópulas. De fato, logo após o experimento, ocorreram cópulas das mesmas fêmeas em gaiolas coletivas, com maior número de machos. Mudanças de proporções entre machos e fêmeas podem modificar a pressão seletiva sobre os caracteres relacionados ao sucesso reprodutivo, alterando assim a seleção sexual dos indivíduos (Sciurano, 2007).

Em conclusão, este trabalho demonstrou que a seleção sexual pode agir sobre diversos parâmetros, mas, para as espécies estudadas, a coloração das asas provavelmente não é um deles. Como essas espécies são consideradas como pragas agrícolas, é imprescindível mais estudos sobre o comportamento desses animais, especialmente sobre sua reprodução.

### Agradecimentos

Agradecemos aos professores Dr. Hugo Sarmiento e Dr. Rhainer Guillermo-Ferreira pelo apoio e aconselhamento; a Carmen Elena Barragán Ruiz por nos ceder os animais para estudo; ao Augusto Batisteli pela revisão do texto, paciência e ajuda.

### Referências

Alcock, J. 2011. Comportamento animal: uma abordagem evolutiva. 9. ed. - Porto Alegre: Artmed.

- Almeida, L, Rocha, LSM, Mendes, N & Souza, J. 2013. Escolha de parceiros sexuais em *Anastrepha zenildae* (Zucchi, 1979, Diptera: *Tephritidae*): papel dos caracteres morfológicos. *Revista Biotemas* 23:113–120.
- Araújo, E. et al. 1999. Caracterização Taxonômica, Novos Registros de Distribuição e de Hospedeiros de *Anastrepha turpiniae* Stone (Diptera: *Tephritidae*), no Brasil. *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira* 28:657–660.
- Arita, LH & Kaneshiro, KY. 1989. Sexual selection and lek behavior in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: *Tephritidae*). *Pacific Science* 43:135–143.
- Burk, T. 1983. Behavioral ecology of mating in the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: *Tephritidae*). *Florida Entomol* 66:330–244.
- Cendra, PG, Calcagno, G, Belluscio, L & Vilardi, J. 2011. Male courtship behavior of the South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus*, from an Argentinean laboratory strain. *Journal of Insect Science* 11:175.
- Cotton, S, Fowler, K & Pomiankowski, A. 2004. Do sexual ornaments demonstrate heightened condition-dependent expression as predicted by the handicap hypothesis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271:771–783.
- Davis, AK, Chi, J, Bradley, C & Altizer, S. 2012. The Redder the Better: Wing Color Predicts Flight Performance in Monarch Butterflies. *PLoS ONE* 7.
- Davis, AK, Cope, N, Smith, A & Solensky, MJ. 2007. Wing Color Predicts Future Mating Success in Male Monarch Butterflies. *Annals of the Entomological Society of America* 100:339–344.
- Facholi-Bendassolli, MCN & Uchôa-Fernandes MA. 2006. Comportamento sexual de *Anastrepha sororcula* Zucchi (Diptera, *Tephritidae*) em laboratório. *Revista Brasileira de Entomologia* 50:406–412.
- Hidaka, T & Yamashita, K. 1975. Wing Color Pattern as the Releaser of Mating Behavior in the Swallowtail, *Papilio xuthus* L. (Lepidoptera: *Papilionidae*). *Applied Entomology and Zoology* 10:263–267.
- Hill, GE. 1990. Female house finches prefer colourful males: sexual selection for a condition-dependent trait. *Animal Behavior* 40:563–572.
- Hunt J, Breuker CJ, Sadowski JA & Moore AJ. 2009. Male-male competition, female mate choice and their interaction: determining total sexual selection. *Journal of Evolutionary Biology* 22:13–26.
- Ishii, K, Hirai, Y, Katagiri, C & Kimura, MT. 2001. Sexual isolation and cuticular hydrocarbons in *Drosophila elegans*. *Heredity* 89:392–399.
- Johnstone, RA. 1995. Sexual selection, honest advertisement and the handicap principle: reviewing the evidence. *Biological Reviews* 70:1–65.
- López-Guillén, G, Virgen, A & Rojas, J. 2009. Color preference of *Anastrepha obliqua* (Diptera, *Tephritidae*). *Revista Brasileira de Entomologia* 53:157–159.
- Meltz, KJ & Weatherhead, PJ. 1991. Color brands function as secondary sexual traits in male red-winged blackbirds. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 28:23–27.
- Neto AMS, Simões VD & Joachim-Bravo IS. 2012. Comportamento Reprodutivo de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: *Tephritidae*): Efeito do Tamanho dos Machos Sobre o Seu Sucesso de Cópula. *EntomoBrasilis* 5.3: 190–197.
- Rodriguero, MS, Vilardi, JC, Vera, MT, Cayol, JP & Rial, E. 2002. Morphometric traits and sexual selection in Medfly (DIPTERA: *TEPHRITIDAE*) under field cage Conditions. *Florida Entomologist* 85:143–149.
- Roulin, A & Bize, P. 2007. Sexual selection in genetic colour-polymorphic species: a review of experimental studies and perspectives. *Japan Ethological Society and Springer-Verlag* 25:99–105.
- Slagsvold, T & Liffield, JT. 1992. Plumage Color is a condition-dependent sexual trait in male pied flycatchers. *Society for the Study of Evolution*, 46:825–828.
- Santana, L & Joachim-Bravo, I. 2014. Machos Virgens e Acasalados de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: *Tephritidae*) Apresentam o mesmo Sucesso de Cópula e a mesma Capacidade de Inibição de Recópula das Fêmeas? *EntomoBrasilis* 7:110–115.
- Sciuano, R. et al. 2007. Sexual selection on multivariate phenotypes in *Anastrepha fraterculus* (Diptera: *Tephritidae*) from Argentina. *Florida Entomologist* 90.1:163–170.
- Segura D, Petit-Marty N, Sciuano R, Vera T, Calcagno G, Allinghi A, Cendra PG, Cladera J & Vilardi J. 2007. Lekking behavior of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: *Tephritidae*). *Florida Entomology* 90:154–162.
- Shelly, TE. 2001. Lek size and female visitation in two species of tephritid fruit flies. *Animal Behaviour*, 62:33–40.
- West-Eberhard & Jane, M. 1984. Sexual Selection, Competitive Communication and Species-specific Signal for Insects. *Royal Entomological Society of London, Academic Press, N.Y.*, pp. 283–316.
- Wiernasz, DC. 1989. Female choice and sexual selection of male wing melanin pattern in *pieris occidentalis* (Lepidoptera) *Society for the Study of Evolution* 43:1672–1682.
- Zahavi, A. 1975. Mate selection—a selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology* 53:205–214.

# EFEITOS DA TEMPERATURA NO COMPORTAMENTO DO *Uromoides dermestoides* (FAIRMAIRE, 1893) (BESOURO DO AMENDOIM)

MARCELLE DAUD & RAFAELA ELIAS MENDES

**Orientadora:** Carmen Elena Barragán Ruiz

## Resumo

O aquecimento global tem sido tema de muitas discussões atualmente, especialmente sobre a forma como seus efeitos estão afetando espécies de animais e como isso pode influenciar em seus comportamentos. Neste trabalho foi realizado um experimento usando besouros de amendoim (*Uromoides dermestoides*) com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes temperaturas sobre o comportamento alimentar e atividade dos indivíduos, relacionando as mudanças comportamentais com as variações globais de temperaturas. Os indivíduos foram expostos a diversas temperaturas durante um período de duas semanas de experimento. Os resultados demonstraram que não houveram diferenças significativas entre os tratamentos.

## Introdução

Atualmente, muito tem-se discutido sobre o aquecimento global e suas consequências, especialmente sobre sua influência no comportamento animal (Sgrò & Terblanche, 2016; García-Robledo, 2015; Trail, 2010). Ao longo das últimas duas centenas de anos foi observado um aumento de 31% na concentração de gás carbônico na atmosfera (Hanse *et al.*, 2007). Em paralelo com o

aumento da concentração de gás carbônico, é possível observar o aumento na temperatura média global, tanto nas temperaturas máximas quanto nas temperaturas mínimas (Trail *et al.*, 2010). Um estudo observou que o aumento foi de 0,35 °C para temperatura máxima média anual e 1,13 °C para temperatura mínima média anual em um período de 25 anos (entre 1979 e 2003) (Peng *et al.*, 2004).

Existem estudos que relacionam mudanças ambientais de temperatura com variação no comportamento animal (Parmesan, 2006). Em casos mais extremos, as mudanças climáticas podem ocasionar a extinção. Acredita-se que a espécie *Bufo periglenes* tenha sido uma das primeiras a se extinguir em decorrência de mudanças climáticas (Pounds *et al.*, 1994). Um outro estudo mostrou em outras espécies, como por exemplo pássaros da espécie *Tachycineta bicolor* estão montando seus ninhos e botando seus ovos antes do considerado esperado, mudando assim seu comportamento decorrente das mudanças climáticas (Dunn e Winkler, 1999). Ainda, observaram também mudanças comportamentais em besouros do gênero *Scarabaeus* durante a reciclagem de nutrientes e o forrageamento, relacionados com aumento de temperatura no ambiente no qual estes animais estavam inseridos (Dunn *et al.*, 2009).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo analisar o efeito da temperatura no comportamento alimentar e na taxa de atividade de indivíduos da espécie *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893), relacionando as diferenças comportamentais com as variações de temperatura. Nossa hipótese era que haveria maior consumo de alimentos e maior taxa de atividade pelos animais expostos à temperatura elevada (32 °C) quando comparados com os outros ambientes.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Laboratório de Biodiversidade e Processos Microbianos do Departamento de Hidrobiologia (DHB) da Universidade Federal de São Carlos, na cidade de São Carlos, São Paulo.

Os besouros utilizados foram doados por Gustavo Rincon Mazão, os quais foram pesados em uma balança analítica, para possíveis classificações por tamanho e peso.

Indivíduos que apresentaram massa corpórea entre 10 a 12 g foram separados aleatoriamente em 4 grupos de 15 indivíduos e cada grupo foi colocado em um recipiente. Desses, três recipientes foram colocados em câmaras incubadoras nas temperaturas de 20 °C, 25 °C e 32 °C e um dos recipientes foi deixado em temperatura ambiente variável (controle). Em cada pote foi pesado e adicionado uma porção de amendoim, fonte de alimento para os besouros e banana usada como fonte de água.

A cada dois dias durante duas semanas, todos os indivíduos foram pesados para

analisar se houve perda ou ganho de massa. Além disso, em cada recipiente foram selecionados aleatoriamente sete indivíduos para registro da atividade física. Para isso foi colocado um besouro de cada vez em um papel milimetrado (1mm x 1mm) e contado o número de quadrados percorrido pelo organismo durante um período de 30 segundos. Em conjunto, as porções de banana e amendoim foram pesadas a fim de identificar o consumo de alimento em cada temperatura. Os dados obtidos foram transformados em log analisados utilizando o *software* IBM SPSS STATISTICS 20 utilizando *General Linear Model* (ANOVA), em um intervalo de confiança de 95%.

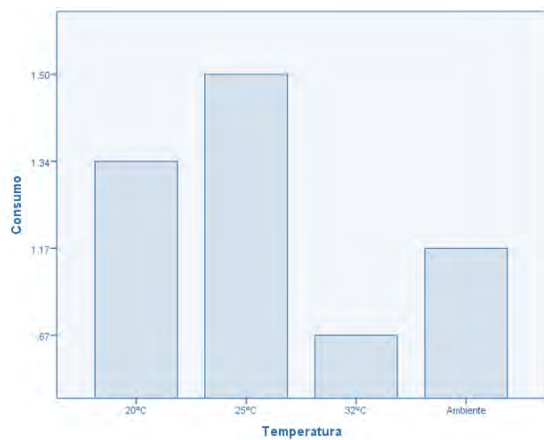
## **Resultados**

Os besouros que apresentaram maior consumo de alimento (amendoim) foram os besouros incubados à 25 °C enquanto que os que apresentaram menor consumo foram os incubados à 32 °C (Tabela 1). Com relação ao aumento de massa não obtivemos dados significantes para nenhum dos quatro tratamentos (Figura 2). O mesmo ocorreu com relação à atividade.

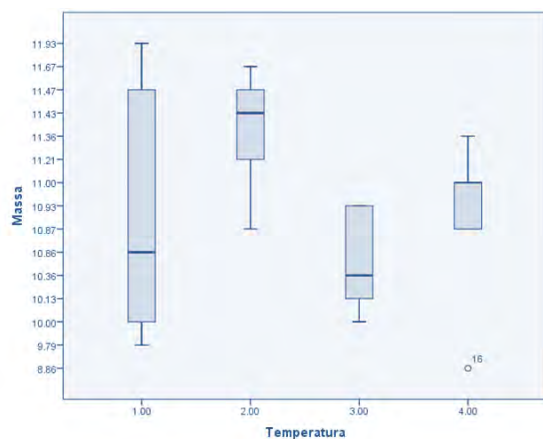
Os dados da atividade não foram significativos para nenhuma das quatro temperaturas testadas (Figura 3). Porém, obtivemos resultados significantes na relação entre atividade ao longo dos dias. Foi possível observar um aumento da atividade conforme o decorrer dos dias de experimentos (Figura 4).



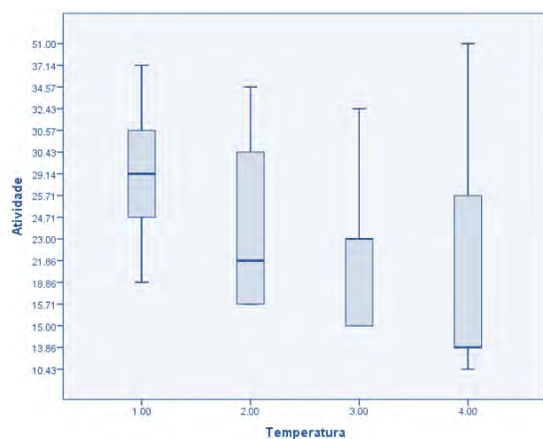
Foram identificados indivíduos mortos ao longo das duas semanas de experimento apenas no tratamento de 32 °C (Tabela 2).



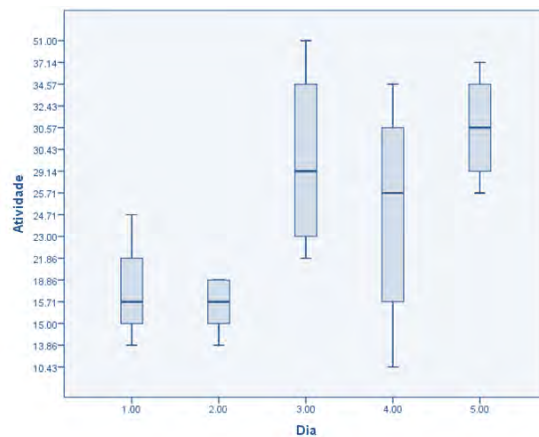
**Figura 1.** Total de amendoim consumido, em gramas nas diferentes temperaturas.



**Figura 2.** Relação da massa dos indivíduos (g) com a temperatura em que foram incubados (n = 60); (1) Ambiente; (2) 20 °C; (3) 25 °C e (4) 32 °C.



**Figura 3.** Relação da atividade dos indivíduos com a temperatura em que foram incubados (n = 60); (1) Ambiente; (2) 20 °C; (3) 25 °C e (4) 32 °C.



**Figura 4.** Relação entre atividade dos indivíduos no decorrer dos dias do experimento (n = 60); p = 0,034265.

**Tabela 1.** Resultado da análise *General Linear Model* (n=60).

Relação	F	Significância (atividade)
Dia	1,25	0,034265
Temperatura	1,35	0,390146

**Tabela 2.** Número total de mortes obtidos ao longo do experimento por tratamento (n=60).

Tratamento	Indivíduos mortos
Ambiente	0
20 °C	0
25 °C	0

## Discussão

Estudos anteriores mostraram que a temperatura é um componente ambiental que possui grande influência sobre o desenvolvimento dos insetos, principalmente por estar relacionada à processos bioquímicos (Morillo-Garcia *et al*, 2016). Determinar as temperaturas limites nas quais insetos apresentam tolerância fisiológica, tem sido um desafio para a ciência (García-Robledo *et al*, 2015).

Em contraste com nosso experimento, que utilizou a temperatura máxima de 32 °C, estudos anteriores que empregaram a espécie *Ulomoides dermestoides* como objeto de estudo utilizaram temperaturas máximas de 27 °C, tanto para avaliar seu ciclo de vida sob condições laboratoriais (Garcia-Robledo *et al*, 2015), quanto para avaliar a influência da temperatura e da dieta no desenvolvimento dos besouros (Marinoni & Ribeiro-Costa, 2001). Portanto, a temperatura de 32 °C pode ter excedido o limite tolerável por esta espécie e por isso, ter ocasionado a morte de quatro indivíduos.

Além disso, nosso experimento não contou com controle da umidade relativa do ar. Um estudo realizado com besouros concluiu que o ciclo de vida destes animais pode ser influenciado não apenas pela temperatura, mas também pela umidade do ambiente (Arthur *et al*, 2015).

Em adição, as respostas plásticas permitem que o indivíduo responda rapidamente a novas condições ambientais (Sgrò & Terblanche, 2016). Em nosso trabalho, os besouros apresentaram aumento da atividade no decorrer dos dias de experimento e este fato pode estar relacionado à plasticidade, fazendo com que eles respondessem às condições de temperatura na qual estavam inseridos. As respostas plásticas resultam no aumento da resistência às mudanças de temperatura e umidade, que acaba por ser um mecanismo essencial para que insetos tolerem mudanças nas condições ambientais (Sgrò & Terblanche, 2016).

Novos estudos devem ser feitos, considerando não apenas diferentes temperaturas, mas também a umidade relativa do ar. Além disso, um período mais longo de experimento é recomendado para avaliar se há perda ou ganho de massa por parte dos besouros. É importante ressaltar também que as mortes obtidas no último dia de experimento para a temperatura de 32 °C podem ter influenciado no resultado de nossas análises estatísticas e, portanto, seria interessante refazer as análises utilizando uma diferente abordagem.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Gustavo Rincon Mazão por ceder os besouros do amendoim para que pudéssemos realizar o experimento, aos professores Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo e à mestranda Carmen Elena

Barragán pelas orientações durante todo o período de execução do projeto.

## Referências

- Arthur, F. et al. Susceptibility of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Trogoderma inclusum* (Coleoptera: Dermestidae) to cold temperatures. *Journal of Stored Products Research*, v. 64, p. 45-53, 2015.
- Dunn, P. Winkler, D. Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 266, n. 1437, p. 2487-2490, 1999.
- Dunn, R. et al. The sixth mass coextinction: are most endangered species parasites and mutualists?. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 276, n. 1670, p. 3037-3045, 2009.
- García-Robledo, C. et al. Limited tolerance by insects to high temperatures across tropical elevational gradients and the implications of global warming for extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 113, n. 3, p. 680-685, 2016.
- Godfray, H.C.J., Hassell, M.P., Holt, R.D. The Population Dynamic Consequences of Phenological Asynchrony between Parasitoids and their Hosts. *The Journal of Animal Ecology*, v. 63, n. 1, p. 1, 1994.
- Hance, T. et al. Impact of Extreme Temperatures on Parasitoids in a Climate Change Perspective. *Annual Review of Entomology*, v. 52, n. 1, p. 107-126, 2007.
- Marinoni, R., Ribeiro-Costa, C. Influence of temperature and diet on the development of *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893) (Coleoptera, Tenebrionidae, Diaperinae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 44, n. 2, p. 129-134, 2001.
- Molion, Luiz Carlos Baldicero. Aquecimento Global: uma visão crítica. *Revista Brasileira de Climatologia*, 2008.
- Parmesan, C. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 37, n. 1, p. 637-669, 2006.
- Peng, S. et al. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 101, n. 27, p. 9971-9975, 2004.
- Pounds, J., Crump, M. Amphibian Declines and Climate Disturbance: The Case of the Golden Toad and the Harlequin Frog. *Conservation Biology*, v. 8, n. 1, p. 72-85, 1994.
- Sgrò, C.; Terblanche, J.; Hoffmann, A. What Can Plasticity Contribute to Insect Responses to Climate Change?. *Annual Review of Entomology*, v. 61, n. 1, p. 433-451, 2016.
- Traill, L. et al., Mechanisms driving change: altered species interactions and ecosystem function through global warming. *Journal of Animal Ecology*, v. 79, n. 5, p. 937-947, 2010.

# SÍNDROMES COMPORTAMENTAIS EM UM CICLÍDEO ANÃO NEOTROPICAL PREDIZEM COMPORTAMENTO ALIMENTAR

MARCELO MALISANO FILHO, TALITA YURI TAKAHASHI

**Orientador:** Erick Mateus Barros

## Resumo

A personalidade animal pode ser descrita através do termo *Síndrome Comportamental*, utilizado para descrever diferenças individuais no comportamento consistentes ao longo do tempo e mudanças no ambiente. A teoria das síndromes do ritmo de vida (*pace-of-life syndromes theory*, POLS), por sua vez, muito mais recente, propõe que indivíduos experimentando diferentes condições ecológicas apresentam variação em estratégias de história de vida associadas a diferentes personalidades ou síndromes. Este estudo teve como objetivo contribuir para o aprimoramento da POLS ao investigar três predições da teoria em uma espécie neotropical, *Apistogramma pertensis*: traços comportamentais são correlacionados, indivíduos ousados apresentam maior taxa de captura de presas e indivíduos mostram diferenças em comportamento de risco. Cinco traços comportamentais (ousadia, distancia arriscada, distancia movida, taxa de captura e primeira tentativa de captura) foram quantificados para 17 indivíduos da espécie, e então aplicados a modelos estatísticos (MGL e PCA) para o teste das hipóteses. Foi encontrada correlação positiva significativa entre os traços *ousadia*, *taxa de captura de presas* e *distancia arriscada*, além da identificação de síndromes comportamentais que sugerem que indivíduos ousados apresentam *maior taxa de captura de presas* e *arriscam-se a distancias maiores* de refúgios seguros; por outro lado não foi encontrada relação entre *ousadia* e *distancia total movida*. Em conclusão, nossos achados são importantes porque são evidências que síndromes comportamentais são associadas, de fato, com variação nas estratégias de ritmo de vida dos animais, e indicam que comportamentos alimentares podem ser preditos a partir do estudo de personalidades dos animais.

## Introdução

Síndrome comportamental é um termo utilizado para descrever aspectos do comportamento no eixo ousadia - timidez consistentes ao longo tempo e mudanças ambientais, e tem dominado a pesquisa em personalidade animal (Sih *et al.*, 2004; Réale *et al.*, 2007; White *et al.*, 2013). Diferentes níveis de ousadia ou timidez entre indivíduos de uma população podem afetar o resultado de desafios ecológicos diários, como por exemplo, forragear sob pressão de predação (White *et al.*, 2013; Stamps, 2007; Dugatkin, 1992). Diferentes fenótipos comportamentais ocorrem devido a prováveis conexões entre traços comportamentais, fisiológicos e de história de vida que tornam, por exemplo, alguns indivíduos mais ativos e mais agressivos que outros (Sih *et al.*, 2012; Réale *et al.*, 2010; Rierchert & Hedrick, 1993). Por exemplo, ao estudar o comportamento de esquilos, Dosmann e Mateo (2013) encontraram que alguns indivíduos são mais propensos ao comportamento de risco que outros, pois mesmo diante da ameaça de predadores, permanecem menos tempo em refúgios seguros. A propensão ao risco qualifica estes indivíduos a maiores taxas de captura de presas e de reprodução. Estes comportamentos têm sido reportados na literatura como variações em ousadia (*boldness*), mais especificamente como a tendência de um indivíduo em entrar em um novo ambiente, ou como a propensão para forragear sobre risco de predação (Sih *et al.*, 2004, White *et al.*, 2013, Réale *et al.*, 2007; Wolf *et al.*, 2007).

Nos últimos anos tem sido proposto que, síndromes comportamentais relacionadas ao ritmo de vida dos animais estão relacionadas com as diferentes condições ecológicas vivenciadas pelos indivíduos (Réale *et al.*, 2010; Hall, 2015; Biro & Stamps, 2008; Smith & Blumstein, 2008). A teoria das síndromes do ritmo de vida (*pace-of-life theory syndromes*, POLS), especifica que espécies proximalmente relacionadas

ou populações experimentando diferentes condições ecológicas devem diferir em um conjunto de traços metabólicos, comportamentais e de imunidade relacionados com as particularidades de história de vida associadas a estas condições ecológicas (Réale *et al.*, 2010). Dentro da perspectiva da teoria do ritmo de vida, conexões entre *boldness*, *agressividade*, *atividade* e *taxas de ingestão de alimento* são estudadas dentro de um contexto evolutivo e ecológico (Biro & Stamps, 2008). Por sua vez, é esperado que indivíduos que difiram em um conjunto de traços comportamentais, fisiológicos e de história de vida sejam afetados diferentemente por mudanças ambientais (Chitty, 1967).

Em fato, há evidência crescente para as numerosas conexões entre comportamento, fisiologia e traços de história de vida em várias taxa (Réale *et al.*, 2010). Por exemplo, um estudo com o badejo europeu (*Dicentrarchus labrax*) demonstrou que indivíduos com altas taxas metabólicas mostram maior propensão para decisões de risco quando em inanição (Killen *et al.*, 2011). Em adição, subpopulações de guppies de Trinidad e Tobago (*Poecilia reticulata*) que vivem sob pressões de predação baixas (montante dos riachos), mostram um ritmo de vida mais lento que populações que vivem sob altas taxas de predação (jusante) (Reznick *et al.*, 1996). Estes exemplos são evidências que síndromes comportamentais relacionadas ao ritmo de vida estão associados as condições impostas pelo ambiente vivenciado pelas espécies.

Neste estudo, com o objetivo de contribuir para o aprimoramento da teoria das síndromes comportamentais do ritmo de vida, foram investigadas três predições da POLS (Hall *et al.*, 2015) em um ciclídeo anão neotropical, *A. pertensis* (Haseman, 1911):

a) traços comportamentais, como ousadia (*boldness*), taxa de captura de presas, primeira tentativa de captura, distancia arriscada, distancia movida são correlacionados;

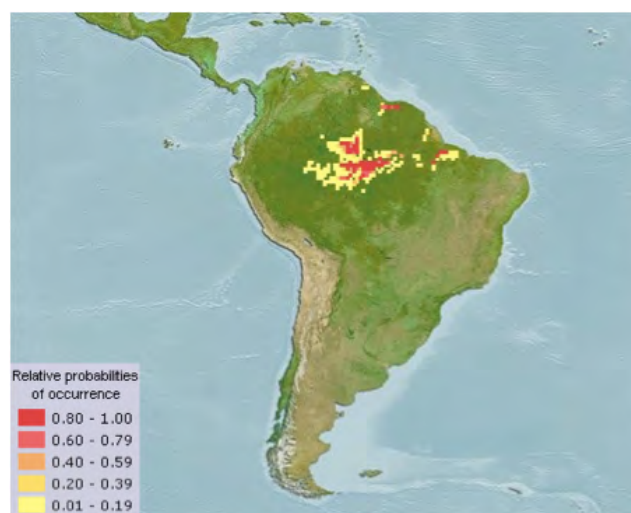
b) indivíduos ousados apresentam maior taxa de captura de presas;

c) indivíduos mostram diferenças em comportamento de risco.

## Material e Métodos

### Material de estudo

*A. pertensis*, chamado popularmente de pertense, é um ciclídeo de porte pequeno que habita riachos de água doce na região neotropical (Baensch & Riehl, 1985). Sua ocorrência se dá na América do sul, no Rio Amazonas, na porção inferior do Rio Negro, e também de Manacapuru a Monte Alegre, ao longo do rio Amazonas-Solimões (Figura 1). Os indivíduos machos apresentam comprimento corpóreo total de 3,9 cm, enquanto que as fêmeas apresentam 4,5 cm (Kullander, 2003).



**Figura 1.** Distribuição de *A. pertensis* em região neotropical. Fonte: AquaMaps ([http://www.aquamps.org/AM\\_Americas/receive.php#](http://www.aquamps.org/AM_Americas/receive.php#))

### Experimento

O experimento foi conduzido no Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) com 17 indivíduos jovens de *A. pertensis*, com pouca variação de tamanho. Os indivíduos foram mantidos em ambiente controlado, com fotoperíodo 12:12 e temperatura  $28^{\circ}\text{C}\pm 1$ .

Os indivíduos foram isoladamente colocados em um aquário retangular (Figura 2), com dimensões de 50 cm de comprimento x 25 cm de altura x 23 cm de largura forrado com areia formando um gradiente de inclinação de 15 cm de profundidade (área segura, contendo um refúgio) à uma profundidade rasa de 3 cm do outro lado (área insegura) (Joles, 2015). Nesta

profundidade rasa foram adicionados 3 tubos de ensaio contendo o pequeno crustáceo *Artemia salina* (presa).



**Figura 2.** Figura esquemática do aquário experimental.

Traços comportamentais foram medidos após os indivíduos permanecerem três dias sob inanição (adaptado de White, 2013). Durante o teste observacional de 15 minutos, cinco variáveis foram quantificadas para cada indivíduo: *tempo de latência*, (*ousadia* ou *boldness*), *primeira investida de captura*, *distância arriscada*, *distância total movida*, e *taxa de captura*. *Ousadia* foi quantificada como o tempo de aclimação, em segundos, que o indivíduo levou para deixar o refúgio após recolhimento inicial. A distância arriscada foi quantificada como o tempo relativo, em cm, que os indivíduos permaneceram em cada região do aquário (categorizada como a % de tempo gasto dentro de 3 zonas a partir do refúgio – 16,3 cm, 32,6 e 48,5 cm - após o período inicial de aclimação). A distância média arriscada foi determinada como a somatória da porcentagem de tempo gasto em cada categoria multiplicada pela distância que a categoria representa. A distância movida estimada foi quantificada com uma régua após o tempo observacional de 15 minutos estava completo. A taxa de captura dos indivíduos foi estimada pela taxa de mordidas em direção as presas durante o período observacional de 15 minutos. Cada período de observação foi filmado utilizando uma câmera Canon EOS REBEL T3i.

#### *Análise estatísticas*

Os dados obtidos dos experimentos foram submetidos à análise estatística, com a utilização do software IBM® SPSS® Statistics 20 e aplicação do

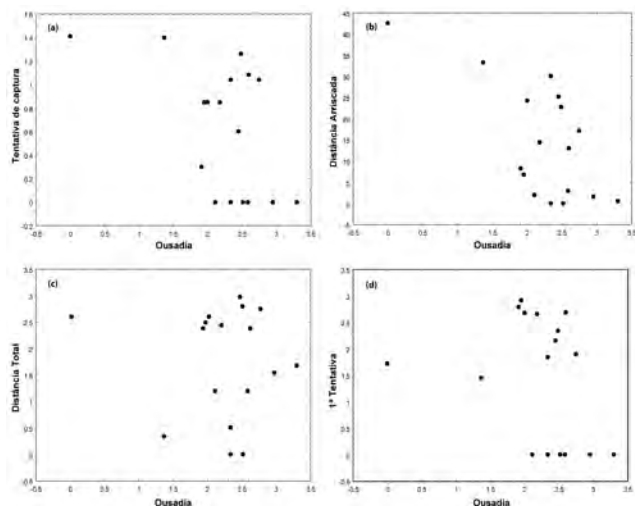
teste do modelo linear generalizado (MLG). A “ousadia” foi considerada como variável independente e “distância média arriscada”, “primeira tentativa de captura”, “taxa de mordidas” e “distância total movida” como variáveis dependentes. Valores de p iguais ou inferiores a 0,05 (probabilidade  $\geq 95\%$ ) foram considerados como significativos. Os dados das variáveis dependentes também foram submetidos a Análise dos Componentes Principais (Principal Component Analysis, PCA) utilizando-se o software *Statistical 10*, para identificação de padrões entre as variáveis.

#### **Resultados**

A hipótese nula foi rejeitada; o modelo de correlação linear generalizado (MGL) mostrou correlação positiva significativa entre *boldness* e taxa de captura de presas (p 0,009; gráfico (a) figura 3) e distância média arriscada (p 0,0002; gráfico (b) figura 3; tabela 1). Por outro lado, não foi encontrada correlação entre *boldness* e distância total movida ou primeira tentativa de captura de presas (gráfico c e d, respectivamente, figura 3, tabela 1).

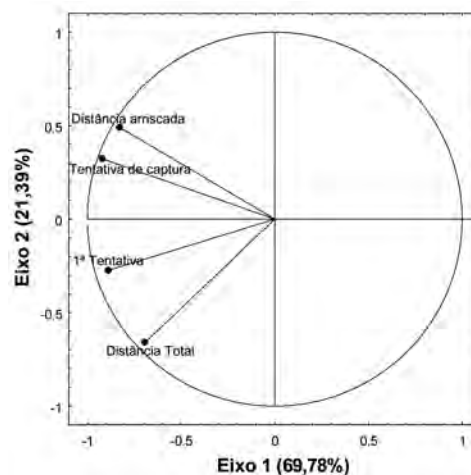
**Tabela 1.** Resultados do modelo linear generalizado em relação a ousadia de *A. pertensis*

	$\beta$	Wald $X^2$	p
<b>Tentativa de mordida</b>	-0,402	6,757	0,009
<b>1ª tentativa</b>	-0,498	1,702	0,192
<b>Distância total</b>	-0,142	0,173	0,678
<b>Distância arriscada</b>	-12,237	13,425	0,0002



**Figura 3.** Relação da ousadia com a taxa de captura (a), distância arriscada (b), distância total (c) e primeira tentativa de predação (d).

A PCA dos traços comportamentais estudados aqui (distância arriscada, tentativa de captura, primeira tentativa de predação e distância total) revelou a existência de dois grupos de síndromes comportamentais entre os indivíduos (Figura 4). O primeiro grupo apresentou indivíduos que assumem riscos, e são portanto ousados (grandes distâncias arriscadas) apresentando altas taxas de captura de presas (permanecem mais tempo na zona de risco). O segundo grupo, se deu por indivíduos mais cautelosos, que embora arisquem-se pelo menos uma vez na tentativa de captura de presas, permanecem a maior parte do tempo movendo-se no aquário sem investir na captura de presas. Uma possível explicação para estes achados, é que os indivíduos que compõe esse grupo embora desloquem-se bastante no aquário não apresentam ousadia suficiente para permanecer na zona de risco por tempo suficiente para atingir taxas de captura de presas elevadas.



**Figura 4.** Análise de componentes principais (PCA) dos traços estudados .

### Discussão

A proposta deste estudo foi investigar três predições da teoria das síndromes do ritmo de vida (POLS) em um ciclídeo anão neotropical, *A. pertensis*. Uma vez que a teoria prediz que traços comportamentais são correlacionados e que estes afetam a taxa de captura de presas (Réale *et al.*, 2010; Joles *et al.*, 2015; Biro & Stamps, 2008) esperava-se que *ousadia (boldness)*, *taxa de captura de presas*, *primeira tentativa de captura*, *distância arriscada*, *distância movida* fossem todos correlacionados, e que indivíduos ousados apresentassem maior taxa de captura de presas. A correlação positiva entre ousadia (*boldness*), distância arriscada e taxa de captura de presas revelaram que diferenças individuais de comportamento afetam consideravelmente ( $p = 0,009$  e  $0,0002$ , respectivamente; tabela 1) a quantidade de presas consumida pelos indivíduos. Por outro lado, não encontramos evidências neste estudo que os outros dois traços testados, *deslocamento total* e *primeira tentativa de captura* afetem significativamente a captura de presas.

Os padrões comportamentais identificados pela PCA (figura 4) corroboraram a terceira predição da teoria POLS: existe diferença em comportamento de risco entre os indivíduos. A existência de covariação entre as variáveis testadas sugerem que uma taxa de captura de presas maior está relacionada com a propensão do animal em permanecer por mais tempo na zona mais insegura do ambiente; mas não

com deslocamento total do indivíduo. Uma possível explicação para estes achados, é que embora alguns indivíduos desloquem-se bastante no aquário, estes não apresentam propensão para permanecer na zona de risco por tempo suficiente para afetar a taxas de captura de presas (ex. Joles *et al.*, 2015; Hall *et al.*, 2015).

A existência destas síndromes comportamentais são evidências que diferentes personalidades poderiam estar ligadas a estratégias de vida específicas dos indivíduos (Biro & Stamps, 2008; Smith & Blumstein, 2009; Réale *et al.*, 2009). Por exemplo, indivíduos que se arriscam mais na zona insegura do aquário podem ter motivação diferente para se alimentar do que indivíduos tímidos, devido a diferenças no metabolismo, processamento e digestão do alimento (Jolles *et al.*, 2015; Stamps, 2007; Wolf *et al.*, 2007; Biro & Stamps, 2010). Estas características propiciam a eles maior captura de presas, mas por outro lado aumentam o risco de serem predados. Padrões espaciais de atividade como este estariam, portanto, positivamente associados a altas mortalidades (Boon *et al.*, 2008). Isto tem implicações evolutivas e ecológicas importantes porque indivíduos que diferem em comportamento, fisiologia e estratégias de história de vida são afetados diferentemente por mudanças nas condições ambientais de densidade e abundância de recursos (Chitty, 1967).

As respostas correlacionadas encontradas neste estudo sugerem que a propensão para permanecer na zona de risco, a ousadia e a taxa de captura de presas podem ser traços geneticamente correlacionados. Como estes traços podem ter base fisiológica e serem herdáveis, podem ser sujeitos para a seleção natural nas gerações que se seguem (Boissy, 1995; Brown & Braithwaite, 2007; Réale & Festa-Bianchet, 2003). Numerosos estudos corroboram nossos achados e tem mostrado respostas correlacionadas a nível populacional. Por exemplo, Brown e Braithwaite (2007) encontraram forte correlação em dois diferentes ensaios de *boldness*, tempo para emergir em um novo ambiente e propensão para explorar o novo ambiente em *Poecilia reticulata*. Wilson e Godin (2009) reportaram fortes e consistentes diferenças individuais no comportamento exploratório, de atividade e anti-predatório de peixes-sol juvenis

(*Lepomis macrochirus*). Killen *et al.*, (2011) encontrou que indivíduos com altas taxas metabólicas mostram maior propensão para decisões de risco quando em inanição. Riechert e Maynard Smith (1989) e Riechert and Hedrick (1990) demonstraram respostas correlacionadas em traços como agressividade, comportamento anti-predatório e comportamento de forrageamento em populações de aranhas da espécie *Agelenopsis aperta*.

Embora correlações fenotípicas positivas entre traços não impliquem correlação genética ou que estes traços são herdáveis, elas sugerem que os traços sejam inter-relacionados e que correlação genética exista (Riechert & Hedrick, 1993; Cheverud, 1988). Por exemplo, sabe-se que diferenças genéticas em aranhas do gênero *Agelenopsis* condicionam populações para serem mais agressivas e com menos medo de predadores em condições de baixos níveis nutricionais (em regiões de pastagem no centro do sul do Novo México, EUA), que populações do mesmo gênero que vivem em ambientes ripários (Riechert & Hedrick, 1990). No contexto da correlação de traços, se indivíduos no Novo México são selecionados para serem mais agressivos, então “menor medo de predadores” também seria selecionado. De acordo com Sinervo e Svensson (2002), a correlação entre traços é um fator relevante para integração dos mesmos e, portanto, de suma importância para coadaptação. Na perspectiva da teoria do ritmo de vida essa integração de traços, tem papel central na coadaptação de traços comportamentais (como por exemplo, a coragem), metabolismo, mecanismos hormonais e estratégia dos indivíduos (Réale *et al.*, 2010).

Em conclusão, nossos achados são importantes porque são mais uma evidência que síndromes comportamentais são associadas, de fato, com a variação nas estratégias de ritmo de vida dos animais, mostrando que comportamentos alimentares podem ser preditos a partir do estudo de personalidades. Nossos resultados enriquecem a literatura sobre o tema por três razões: Primeiro que até hoje somente alguns estudos tem tentado quantificar comportamento usando múltiplos testes de ousadia entre indivíduos (White, 2013). Também, são importantes por apresentarem mais uma evidência da existência de síndromes comportamentais entre indivíduos de uma população



e que estas afetam a taxa de captura de presas (Jolles *et al.*, 2015). E finalmente sugere a correlação entre três das cinco variáveis testadas (ousadia, distância arriscada e taxa de captura de presas) corroborando a POLS (Réale *et al.*, 2010). Sugestões para estudos futuros incluem testes fisiológicos para investigação das relações entre taxas metabólicas altas e ousadia; e estudos de análise de genética quantitativa para se determinar o grau que os traços podem estar relacionados.

### Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaríamos de agradecer aos professores e amigos Hugo Sarmiento e Rhainer Guilherme pela amizade, compreensão e ensino, e também por propiciar todas as condições e apoio para que o projeto se tornasse uma realidade. Aos amigos Gustavo Rincon Mazão (Goiano) e Rafael Israel Santos Tavares (Rafu) pela amizade, compreensão, e ajuda na montagem e realização do experimento. Ao amigo e tutor Erick Mateus Barros, pela orientação, amizade e ajuda durante a condução do experimento. A professora Odete Rocha, que teve participação importante na concepção da ideia original do projeto e sempre esteve disponível para nos orientar. E por último, agradecemos Angélica Takahashi (mãe da Talita Takahashi) que nos ajudou cuidadosamente a revisar os erros ortográficos do trabalho.

### Referências

- Baensch, HA & Riehl, R. 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. pp. 1216.
- Biro, PA & Stamps, JA. 2008. Are animal personality traits linked to life-history productivity? *Trends Ecol. Evol.* 23:361–368.
- Boissy, A. 1995. Fear and fearfulness in animals. *Q Rev Biol.* 70:165–191.
- Boon, AK, Réale, D & Boutin, S. 2008. Personality, habitat use, and their consequences for survival in North American red squirrels (*Tamiasciurus hudsonicus*). *Oikos*, 117:1321–1328.
- Brown, C, Jones, F & Braithwaite, VA. 2007. Correlation between boldness and body mass in natural populations of the poeciliid *Brachyrhaphis episcopi*. *Journal of Fish Biology*, 71:1590–1601.
- Cheverud, JM. 1988. A comparison of genetic and phenotypic correlations. *Evolution*, 42:958–968.
- Chitty, D. 1967. The natural selection of self-regulatory behaviour in animal populations. *Proc. Ecol. Soc. Austral.* 2:51–78.
- Dosmann, A & Mateo, JM. 2014. Food, sex and predators: animal personality persists with multidimensional plasticity across complex environments. *Animal behavior*, 90:109–116.
- Dugatkin, LA. 1992. Tendency to inspect predators predicts mortality risk in the guppy (*Poecilia reticulata*). *Behav Ecol*, 3:124–127.
- Hall, ML, Van Asten, T, Katsis, AC, Dingemanse, NJ, Magrath, MJL & Mulder, RA. 2015. Animal personality and pace-of-life syndromes: do fast-exploring fairy-wrens die young? *Front. Ecol. Evol.* 3:28.
- Jolles, J.W.; Fleetwood-Wilson, A, Nakayama, S, Stumpe, MC, Johnstone, RA & Manica, A. 2014. The role of previous social experience on risk-taking and leadership in three-spined sticklebacks. *Behavioral Ecology*, 25: 1395–1401.
- Jolles, JW, Manica, A & Boogert, NJ. 2015. Food intake rates of inactive fish are positively linked to boldness in three-spined sticklebacks. *Journal of Fish Biology*,
- Killen, SS, Marras, S & McKenzie, DJ. 2011. Fuel, fasting, fear: routine metabolic rate and food deprivation exert synergistic effects on risk-taking in individual juvenile European sea bass. *Journal of Animal Ecology*, 80:1024–1033.
- Kullander, SO. 2003. Cichlidae (Cichlids). In RE. Reis, SO. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil. pp. 605-654.
- Réale, D, Reader, SM, Sol, DM, Macdougall, PT, Dingemanse & NJ. 2007. Integrating animal temperament with ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82:291-318.
- Réale D & Festa-Bianchet M. 2003. Predator-induced natural selection on temperament in bighorn ewes. *Animal Behaviour*, 65:463–470.
- Réale, D, Garant, D, Humphries, MM, Bergeron, P, Careau, V & Montiglio, PO. 2010. Personality and the emergence of the pace-of-life syndrome concept at the population level. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 365:4051–4063.
- Reznick, DN, Rodd, FH & Cardenas, M. 1996. Life-history evolution in guppies (*Poecilia reticulata*: Poeciliidae). IV. Parallelism in life-history phenotypes. *Am. Nat.* 147:319–338.
- Riechert, SE & Hedrick, AV. 1990. Levels of predation and genetically based anti-predator behaviour in the spider, *Agelenopsis aperta*. *Anim. Behav.*, 40:679-687.
- Riechert, SE & Hedrick, AV. 1993. A test for correlations across fitness-linked behavioural traits in the Spider *Agelenopsis aperta* (Arenae, Agelenidae). *Animal Behaviour*, 46:669-675.
- Riechert, SE & Maynard Smith, J. 1989. Genetic analyses of two behavioural traits linked to individual fitness in the desert fitness, *Agelenopsis aperta*. *Anim. Behav.*, 37:624-637.
- Rodriguez, CM. 1997. Phylogenetic analysis of the tribe Poeciliini (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Copeia*, 4:663-679.
- Sih, A, Bell, A & Johnson, JC. 2004. Behavioural syndromes : a n ecological and evolutionary overview. *Trends in Ecology & Evolution*, 19:372-378.

- Sih, A, Cote, J, Evans, M, Forgarty, S & Pruitt, J. Ecological implications of Behavioural syndromes. 2012. *Ecology letters*, 15:278-289.
- Sinervo B & Svensson E. 2002. Correlational selection and the evolution of genomic architecture. *Heredity*, 89:329–338.
- Smith, BR & Blumstein, DT. 2008. Fitness consequences of personality: a meta-analysis. *Behav. Ecol*, 19:448–455.
- Stamps, JA. 2007. Growth-mortality tradeoffs and ‘personality traits’ in animals. *Ecol. Lett*, 10:355–363.
- White, JR, Meekan, MG, McCormick, MI & Ferrari, MCO. 2013. A Comparison of Measures of Boldness and Their Relationships to Survival in Young Fish. *PLoS ONE*, 8(7).
- Wilson ADM, Godin JGJ. 2009. Boldness and behavioral syndromes in the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Behav Ecol*, 20: 231.
- Wolf, M, Van Doorn, GS, Leimar, O & Weissing, F. J. 2007. Life-history trade-offs favour the evolution of animal personalities. *Nature*, 447:581–584.

# O EFEITO DE ESTÍMULOS ALIMENTARES NA APRENDIZAGEM DO PEIXE *HYPHESSOBRYCON EQUES* STEINDACHNER, 1882 (OSTARIOPHYSI, CHARACIFORMES)

Gabrielle Abreu Nunes, Mariana Borges Costa, Sâmara Vieira Rocha

Orientador: Rafael Tavares

## Resumo

A ecologia comportamental busca estudar e entender o comportamento animal sob influência da seleção natural. Neste contexto está a aprendizagem que consiste no acúmulo de experiências do meio em que se vive. Em busca da melhor compreensão dos aspectos da aprendizagem, o presente estudo teve como objetivo avaliar a aprendizagem da espécie *Hyphessobrycon eques*, sob estímulo da emissão de feixes de luz intermitentes, seguidas de alimentação *ad libitum*, quantificando o ‘tempo em resposta à luz’ e o ‘tempo de resposta ao alimento’. Foi avaliado o comportamento dos animais, frente aos feixes de luz e ao alimento, de 16 aquários, sendo 8 controles com 6 peixes em cada, e 8 aquários com 5 peixes cada mais um ‘professor’ (peixe já treinado). Os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os dois grupos estudados, podendo haver influência do estresse no aprendizado em virtude da pequena quantidade de peixes em cada aquário.

## Introdução

A aprendizagem consiste na modificação adaptativa do comportamento, baseada na experiência. Esta confere uma flexibilidade comportamental, podendo ser considerada um polifenismo. A aprendizagem é determinada ambientalmente (experiências), porém deve ser levado em consideração que a aprendizagem ocorre no cérebro, com propriedades provenientes das interações

gene-ambiente e, dessa forma, o caráter genético na aprendizagem não deve ser ignorado (Alcock, 2009).

A seleção natural favorecerá mecanismos envolvidos com a aprendizagem, frente a alterações ambientais, apenas quando houver implicações no sucesso reprodutivo desses animais. Os mecanismos de aprendizagem são custosos, por isso, é necessário que haja benefícios que sobrepujem esses custos (Alcock, 2009).

Os mecanismos de aprendizagem em ambientes naturais, provavelmente, estão associados ao aumento da aptidão. Como por exemplo, os riscos de predação são maiores durante o dia se comparado à noite, assim os indivíduos procuram se proteger em certos locais, como próximos a macrófitas. Considerando a relação custo-benefício, sabe-se que o animal preferirá o local protegido até certo momento, em outro, sairá em busca do alimento, ainda que se exponha a predação. Por *imprinting* (estampagem) é bem possível que esse comportamento aprendido, quanto ao melhor momento de se alimentar e a melhor estratégia a ser utilizada, pode ser transmitido ao longo das gerações. E neste caso, o parental seria análogo ao “peixe professor” testado em laboratório, e da mesma forma, acredita-se que na presença deste o aprendizado seja mais rápido (Hess, 1959).

A aprendizagem pode então ser definida como a alteração de uma resposta a um novo estímulo, na acumulação de experiências

relacionadas ao meio em que vive. É uma forma de responder a diferentes pressões ou alterações do ambiente e consiste em uma característica presente em todo ser vivo (Dellinger, 2005; Gouveia, 2006).

Ao longo do tempo, este tipo de estudo despertou o interesse do homem em vista da análise de suas próprias ações através da observação do comportamento de outros animais em relação ao aprendizado, desenvolvimento, formas de alimentação e curiosidade, por exemplo. Além disso, atualmente essas observações são úteis para a domesticação ou para o simples conhecimento dos animais, possibilitando a reintrodução destes em seu hábitat, seu manejo adequado, o controle de pragas em vegetação entre outros (Del-Claro, 2004).

Neste trabalho, a aprendizagem foi associada à alimentação através da repetição de um estímulo seguido da alimentação durante um determinado período, já que pesquisas anteriores apontam que a repetição contribui para que um animal relacione o estímulo ao aprendizado desejado automaticamente (Rooney and Laming, 1987). Outros exemplos de estudos já feitos são a aprendizagem do contraste de cores e a manutenção da aprendizagem em um labirinto (Gouveia, 2006).

O objetivo do presente estudo foi comparar o tempo de aprendizagem de peixes com e sem um professor. A hipótese foi de que os peixes com um professor teriam um menor tempo de aprendizado em relação ao grupo de peixes sem professor. A espécie escolhida para este trabalho foi a *Hyphessobrycon eques* (Steindachner, 1882). A aprendizagem foi avaliada a partir da emissão de feixes de luz intermitentes seguida de alimentação *ad libitum*.

Deste modo, é possível que a capacidade de aprendizagem nesses peixes promova um aumento no valor adaptativo dos indivíduos.

## Material e Métodos

### Local de coleta

No mês de janeiro de 2017 foram coletados 100 peixes da espécie *Hyphessobrycon eques* no Córrego Monjolinho dentro dos limites do Parque Ecológico Municipal de São Carlos – Dr. Antônio Teixeira Vianna e encaminhados para aclimação no sistema de aquários do Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos (LEIA/DHb/UFSCar).

### Procedimentos experimentais

Os animais foram acondicionados para aclimação em um sistema fechado com 6 aquários de 90x45x25, cada um com duas divisórias de espuma de baixa densidade, perfazendo 3 recintos de aproximadamente 33 litros para cada aquário (figura 1). Os parâmetros físicos e químicos do sistema de aquário se mantiveram estáveis durante todo o experimento. A temperatura do sistema foi de

26°C, o pH 7, NH<sub>3</sub> de 0,10mg/L e NO<sub>2</sub> igual a 0.

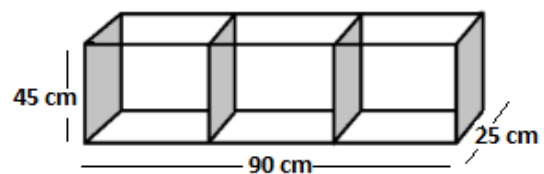


Figura 1: Esquema representativo do aquário utilizado para o experimento. Este apresenta duas divisórias.

### Experimento 1: Treinamento dos “professores”

Na primeira etapa foram separados 10 indivíduos como “professores” em um recinto isolado visualmente com papelão, com duas fendas, uma para a fixação de lanterna e outra para inserir a alimentação ao recinto (figura 2).



Figura 2: Recinto isolado por caixa de papelão com duas fendas, uma para a emissão dos feixes de luz, e outra para a alimentação.

O estímulo para o condicionamento dos peixes foi realizado com uma lanterna de duas lâmpadas de LED branca com foco intermitente. Os animais receberam o estímulo luminoso por vinte segundos e imediatamente receberam a ração (JBL NovoBite Click®). O método *Ad libitum* se repetia com intervalos luminosos intermitentes de 20 segundos até a saciedade alimentar do grupo. Esse procedimento foi repetido duas vezes ao dia, no matutino e vespertino, durante 14 dias consecutivos. Ao fim do ensaio, os peixes “professores” foram identificados com uma linha verde de algodão fixado na base da nadadeira caudal.

O tempo de resposta ao estímulo luminoso e a presença do alimento foram anotados em etograma.

### Experimento 2: condicionamento dos peixes aprendizes

Para o segundo experimento foram distribuídos 5 peixes em 8 recintos mais um indivíduo “professor” do experimento 1 em cada aquário, constituindo o grupo tratamento. Em outros 8 recintos repetiu-se os procedimentos com 6 peixes em cada sem um professor, constituindo o grupo controle.

O mesmo procedimento utilizado no experimento 1 foi realizado com os peixes desse experimento, porém com a presença de 6

peixes e o tempo de duração do experimento de cinco dias.

### Análise dos dados

O tempo de resposta ao estímulo luminoso e o tempo de resposta à presença do alimento entre os grupos experimentais foram analisados no Programa Estatístico *R* para a verificação da significância e correlação entre os aquários com professores e os controles. Foram calculadas as médias de cada dia entre todos os controles e também para todos os tratamentos com professores, para as duas variáveis ‘tempo de resposta à luz’ e ‘tempo de resposta ao alimento’. Foram feitos gráficos para cada variável através do programa *Sigma Plot 11.0* e calculados os desvios padrões para cada um dos casos. Dessa forma, foi possível representar os dados obtidos.

### Resultados

O recinto do experimento 1 apresentou 10 indivíduos que, ao longo dos dias, diminuiram o tempo de resposta à luz e ao alimento. Com base nos dados obtidos com esse grupo, foi feito um gráfico com os tempos de resposta médios obtidos (Figura 3).

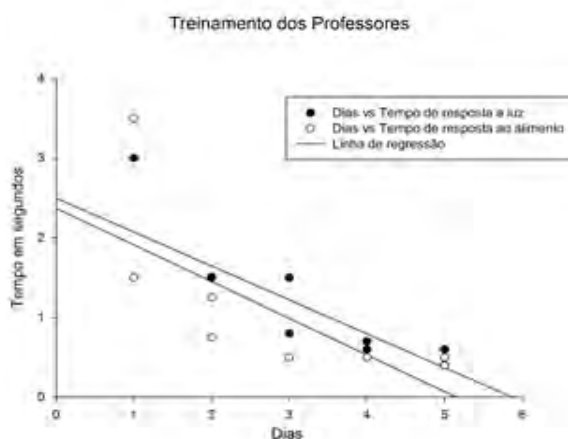


Figura 3. Gráfico de dispersão com a avaliação do tempo de resposta dos peixes a luz e ao alimento para o treinamento dos professores iniciais com n=10.

Com os professores alocados nos outros recintos com os novos peixes coletados (grupo tratamento), e os recintos com os peixes sem professores (grupo controle) as mesmas variáveis foram medidas e obteve-se o gráfico do tempo médio de resposta à luz pelo número de dias (Figura 4) e o gráfico do tempo médio de resposta ao alimento pelo número de dias (Figura 5). Foram utilizados tempo de resposta médio e desvio padrão visto que não houve diferenças significativas entre os grupos.

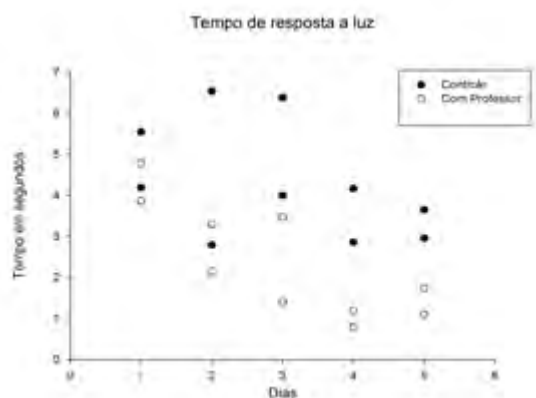


Figura 4. Gráfico de dispersão com a avaliação do tempo de resposta dos peixes ao estímulo luminoso para o controle e para o tratamento com professores.

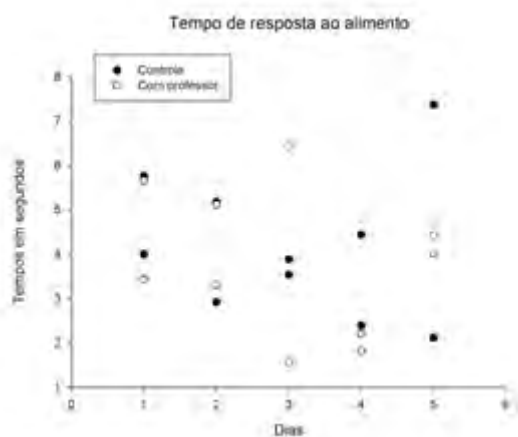


Figura 5. Gráfico de dispersão com a avaliação do tempo de resposta dos peixes ao alimento para o controle e para o tratamento com professores.

Ainda com as medidas de tempo aferidas, foram feitas duas tabelas, ambas com as médias do tempo obtidas em cada período de cada dia. Também foi feito o desvio padrão entre cada grupo avaliado. Ambas as tabelas 1 e 2 apresentam os dados em relação à resposta à luz e em relação à resposta ao alimento, sendo os resultados obtidos a partir da avaliação dos grupos controle (grupo de peixes sem acréscimo do professor) e dos grupos contendo um peixe professor, respectivamente (grupo tratamento).

Tabela 1 - Resposta dos peixes do tratamento sem professores (grupo controle) ao estímulo luminoso e ao alimento durante cinco dias de avaliação. M. (luz): média dos tempos de resposta à luz; D.P. (luz): desvio padrão dos tempos de resposta à luz; M. (alimento): média dos tempos de resposta ao alimento; D.P. (alimento): desvio padrão dos tempos de resposta ao alimento.

Controle	M. (luz)	D.P. (luz)	M. (alimento)	D.P. (alimento)
Dia 1	5,55	4,97	5,76	4,91
Dia 1	4,19	2,53	4,00	2,84
Dia 2	2,80	2,99	2,93	3,80
Dia 2	6,85	6,54	5,95	5,18
Dia 3	4,00	2,59	3,88	4,36
Dia 3	6,32	6,38	4,10	3,54
Dia 4	4,17	4,96	4,44	6,34
Dia 4	2,53	2,86	2,84	2,40
Dia 5	3,65	3,80	2,12	4,30
Dia 5	4,11	2,96	12,27	7,37

Tabela 2 - Resposta dos peixes do tratamento com professores ao estímulo luminoso e ao alimento durante cinco dias de avaliação. M. (luz): média dos tempos de resposta à luz; D.P. (luz): desvio padrão dos tempos de resposta à luz; M. (alimento): média dos tempos de resposta ao alimento; D.P. (alimento): desvio padrão dos tempos de resposta ao alimento.

Professores	M. (luz)	D. P. (luz)	M. (alimento)	D. P. (Alimento)
Dia 1	4,78	3,86	3,44	2,47
Dia 1	3,87	4,78	5,66	6,85
Dia 2	3,31	2,43	3,31	4,09
Dia 2	2,15	1,09	5,12	6,75
Dia 3	1,41	1,33	1,56	2,05
Dia 3	3,47	5,50	6,44	5,32
Dia 4	0,79	1,23	1,83	3,03
Dia 4	1,20	1,60	2,21	4,35
Dia 5	1,12	1,09	4,43	7,81
Dia 5	1,74	4,10	4,02	8,63

Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos estudados no

“Experimento 2”. Foram observados nos grupos desse mesmo experimento, a partir do 2º dia de experimento nos aquários controle C4, C6, C7, majoritariamente no C8 e nos grupos professores: P2,P3,P4,P5, P6, P7 sinais de estresse (figura 6), em que foram visualizados comportamentos agonísticos e exibição de hierarquia entre os peixes, além de uma alteração na coloração corporal dos indivíduos, em que estes ficaram mais escuros ao final do experimento quando comparado com seu início.

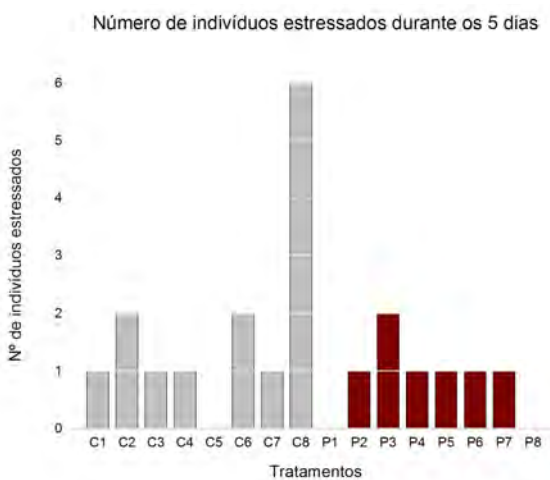


Figura 6. Número de indivíduos estressados por aquário tanto controle (em cinza) quanto com professores (em vermelho), durante os 5 dias de experimento.

## Discussão

O tempo de resposta a qualquer um dos estímulos diminuiu ao longo dos dias de treinamento dos professores, indicando que os animais, associaram o feixe de luz à alimentação. Isto porque, os animais são capazes de internalizarem informações relacionadas às experiências vividas, mediado pelo sistema nervoso sensitivo, permitindo que eles aprendam a informação e se lembrem da experiência de forrageio (Wildhaber et al, 1994).

A capacidade de aprendizagem é fundamental inclusive para o comportamento antipredador, permitindo que o animal se

ajuste às condições a qual é exposto (Kelley e Magurran, 2003). Os peixes podem aprender a forragear com base na exploração individual ou observando o comportamento dos outros indivíduos (Pitcher e Magurran, 1983; Pitcher e House, 1987). Contribuindo, dessa forma, para o aumento no valor adaptativo dos peixes.

Com base nas médias encontradas para as variáveis estudadas, foi possível assumir que os indivíduos do Experimento 2, de forma geral, não responderam aos estímulos em aquários que havia um ou dois espécimes com sinais de estresse; este encurralava os demais peixes em um canto do aquário, nos grupos tratamento e grupos controles. As respostas nesses aquários eram advindas, na maioria das vezes, apenas desse indivíduo “estressado”, pois somente ele se alimentava. A presença desse indivíduo “estereotipado” promoveu alterações comportamentais em todo o grupo, propiciando uma resposta aos estímulos sem um padrão.

Não se observou diferenças significativas para o Experimento 2, e uma das possíveis explicações seja a presença desse comportamento de estresse apresentado pelos grupos. Esse comportamento foi evidenciado através de mudanças na coloração corporal (figura 7). A fim de restabelecer a homeostase do indivíduo frente a um agente agressor, e favorecer seu desempenho físico e cognitivo, cortisol é liberado (Selye, 1946). Sugere-se que o aumento nos níveis de cortisol esteja indiretamente relacionado a essa mudança na cor. Isto porque, o ACTH, precursor do cortisol e o  $\alpha$ -MSH compartilham a mesma molécula precursora (POMC: proopiomelanocortina). Sabe-se que o MSH é o mediador responsável, em vertebrados de modo geral, com mudanças na coloração. É proposto um papel para o  $\alpha$ -MSH na adaptação ao estresse (Bonga, 1997). Por exemplo, foram encontrados níveis plasmáticos aumentados de cortisol,  $\beta$ -endorfina e  $\alpha$ -MSH em peixes expostos à



manipulação e confinamento, combinado com choque térmico (Sumpter et al, 1986) .

Vários aquários deste experimento apresentaram alterações no comportamento com base em sinais de estresse. Dentre eles, o Aquário controle 8 (denominado C8), foi o que apresentou mais indivíduos estressados, os quais não se alimentaram, bem como não responderam aos estímulos e, ao final do experimento, apresentaram uma coloração mais escura quando comparado ao início dos experimentos (figura 7).



Figura 7. Peixes correspondentes ao grupo controle 8 (c8), antes (a) e depois do experimento (b), com uma discreta hiperpigmentação

Já os comportamentos de exibição de hierarquia, poderiam ser justificados principalmente por ser utilizado um n amostral pequeno (6 indivíduos) na experimentação. Isso pois peixes de cardume quando colocados em pequenos números, propiciam uma situação de estresse no grupo e exibição de comportamentos hierárquicos (Karuse et al, 2000). Dessa forma, possivelmente a exibição da hierarquia está relacionada mais diretamente ao tamanho dos indivíduos em si, onde indivíduos maiores se sobressaem aos

outros mais facilmente, exibindo uma dominância no grupo.

Conclui-se que peixes da espécie *Hyphessobrycon eques* têm a capacidade de aprendizado, como visto no Experimento 1, e em ambientes naturais, espera-se que essa capacidade confira aos indivíduos um aumento no valor adaptativo, visto que o aprendizado confere, inclusive para outros grupos, melhores estratégias de forrageio (Werner et al, 1981), aprendizado espacial (Markel, 1994) e comportamentos antipredação (Kelley e Magurran, 2003). Porém, a presença de um peixe “professor” junto de peixes “aprendizes” não acelerou o processo de aprendizagem (Experimento 2) nas condições experimentais aqui testadas.

#### Agradecimentos

Agradecemos ao Prof<sup>o</sup> Dr Rhainer Guillermo Nascimento Ferreira, por ceder o laboratório e aquários. Ao Prof<sup>o</sup> Hugo Sarmiento pelo auxílio nas análises estatísticas e em dúvidas durante o desenvolvimento do projeto. Ao Rafael Tavares por se disponibilizar e auxiliar de diversas formas durante a execução do projeto.

#### Referências

- Alcock, John. 2011. Comportamento animal: uma abordagem evolutiva/John Alcock; coordenação da tradução: Eduardo Bessa Pereira da Silva; revisão técnica: Regina Helena Ferraz Macedo. - 9. ed. – Porto Alegre, Artmed.
- Bonga, S. W. 1997. The stress response in fish. *Physiol Rev*, 77, p.591-625.
- Del-Claro, K. 2004. Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental. Editora Livraria Conceito, Jundiaí, SP.
- Dellinger, F. T. U. 2005. Programa, conteúdos e métodos de ensino teórico e prático de etologia. Relatório da Universidade da Madeira.
- Gouveia Jr, A.; Maximino, C.; Brito, T. M. 2006. Hess, E.H. 1959. Imprinting. *Science*, Vol 130, p. 133-141.



- Krause, J., Butlin, R. K., Peuhkuri, N., & Pritchard, V. L. 2000. The social organization of fish shoals: a test of the predictive power of laboratory experiments for the field. *Biological Reviews*, 75(4): 477-501.
- Kelley, L. J., Magurran, A. E. 2003 Learned predator recognition and antipredator responses in fishes. *Fish and fisheries*, 4, 216-226.
- Markel, R. W. 1994. An adaptive value of spatial learning and memory in the blackeye goby, *Coryphopterus nicholsi*. *Anim. Behav.* 47, 1462-1464.
- Pitcher, T. J., and House, A. C. 1987. Foraging rules for group feeders: Area copying depends upon food density in shoaling goldfish. *Ethology* 76, 161-167.
- Pitcher, T. J., Magurran, A. E. 1983. Shoal size, patch profitability and information exchange in foraging goldfish. *Anim. Behav.* 31, 546-555.
- Rooney, D. J.; Laming, P. R. 1987. Teleost telencephalic involvement with habituation of arousal responses, 26(3):233-234.
- Sumpter, J.P., Dye, H.M., Benfey, T.J. 1986. The effects of stress on plasma ACTH,  $\alpha$ -MSH, and cortisol levels in salmonid fishes, *General and Comparative Endocrinology*. 62(3): 377-385. ISSN 0016-6480,
- Selye, H. 1946. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 6(2): p.117- 230.
- Werner, E.E., Mittelbach, G. G., Hall, D. J. 1981.. The role of foraging and experience in habitat use by the bluegill sunfish . *Ecology*, Washington, D.C., 62(1): 116-125, 1981.
- Wildhaber, M. L., Green, R., and Crowder, L. B. 1994. Bluegills continuously update patch giving-up times based on foraging experience. *Anim. Behav.* 47, 501-503.

# TAMANHO DO CARDUME E A INFLUÊNCIA NAS INTERAÇÕES AGONÍSTICAS

**Nádia Elisa Gonçalves, William Manuel Pereira Antunes Fortes**

**Orientador:** Edvaldo Nunes da Silva Neto

## **Resumo**

Em seus habitats os organismos estão expostos à pressões ambientais em consequência da limitação de recursos exploráveis. A competição é um evento que ocorre tanto em níveis interespecíficos como intraespecíficos. O desenvolvimento de estratégias, tais como a formação de grupos, maximizam a exploração de recursos garantindo benefícios que serão incorporados à aptidão dos indivíduos. No entanto, a formação de cardumes, pode trazer desvantagens, por exemplo, na forma de interações agressivas resultantes da competição intraespecífica. O tamanho ótimo de um grupo pode variar em relação às características ambientais e dos indivíduos. No entanto as literaturas carecem de estudos relacionando comportamento agonístico intraespecífico com o tamanho do grupo. No presente trabalho avaliamos se as taxas de interações agonísticas variam entre grupos com números de integrantes distintos (com 4 e 12 indivíduos) no peixe mato-grosso, *Hyphessobrycon eques*. O tamanho do cardume não influenciou a frequência absoluta nem a frequência relativa de agressões entre os indivíduos de ambos os grupos. Nossos resultados sugerem que o nível de agressividade dentro grupo deve ser mais fortemente influenciado por outros parâmetros, que não o número de indivíduos do cardume, como a razão sexual e variações intraespecíficas do nível de agressividade.

## **Introdução**

A competição caracteriza-se pelo uso ou defesa de um recurso por um indivíduo que

reduz a disponibilidade deste recurso para outros indivíduos (Ricklefs 2010). Este fenômeno pode ocorrer entre indivíduos de uma mesma espécie, intraespecífica, ou de espécies diferentes, interespecífica porém, tende a ser mais intensa entre espécies mais aparentadas por consequência da sobreposição de nichos (Yamamoto & Volpato, 2011).

Entre as estratégias de competição, a defesa de recursos envolve comportamentos relacionados à luta que compreendem não somente a agressão mas exibições, fugas e conciliação. Este conjunto de comportamentos sociais é denominado agonístico (Barrows, 2001).

Comportamentos agonísticos são relacionados fisiologicamente e funcionalmente, ou seja, estes padrões comportamentais estão diretamente associados ao aparato físico disponível. Outra característica entre as disputas é o aumento de sua intensidade à medida que os animais se aproximam. Inicialmente os movimentos são pouco dispendiosos com demonstrações a distância. Posteriormente estes padrões evoluem a comportamentos energeticamente mais onerosos e com contato físico sem danos. Por fim, atinge-se um estágio em que as investidas tornam-se mais intensas e perigosas e os danos físicos são inevitáveis. O aumento progressivo das ações durante o embate é denominado escalada e os conflitos serão finalizados quando um dos adversários demonstra submissão ou morre (Yamamoto & Volpato, 2011).

Os custos metabólicos com as defesas não devem ultrapassar os benefícios incorporados ao fitness do animal. Portanto, o

desenvolvimento de estratégias que maximizem a captação de recursos são valiosas para a sobrevivência. A formação de grupos traz vantagens e desvantagens sobre os custos e benefícios da exploração do ambiente. Além disto, as condições ambientais e as características dos indivíduos influenciarão no tamanho ótimo do grupo, tornando-o variável (Krebs & Davies, 1993).

Os cardumes são exemplos de interações sociais em grupo, no qual três ou mais peixes associam-se mutuamente (Partridge 1981, Helfman 1984). Mais de 10.000 espécies de peixes formam cardumes e destes ao menos 50% agregam-se na fase juvenil (Shaw 1978 ok). Tal comportamento pode ser um indicativo de que a formação de cardumes propicia vantagens adaptativas aos seus integrantes nesta fase de desenvolvimento. Considera-se que a estruturação em cardume é uma estratégia anti-predatória pois, a sincronização de movimentos pode confundir o predador (Partridge, 1981). Destaca-se ainda aspectos positivos relacionados à percepção de alimentos e otimização do forrageamento e reconhecimento de sítios reprodutivos respectivamente (Pitcher, 1986; Wootton, 1990). Contudo, a formação de grupos pode favorecer aspectos negativos influenciando a competição intraespecífica na obtenção de alimento ou seleção de parceiros, risco de canibalismo de juvenis, maior incidência de parasitas e uma maior possibilidade de serem notados pelos predadores (Krebs & Davies 1993).

Apesar dos numerosos estudos a respeito das consequências da formação de grupos, diante do exposto acima, o presente estudo objetiva avaliar se o tamanho do cardume interfere nas interações dos indivíduos analisando a ocorrência de comportamentos agonísticos em cada grupo. Assume-se que em grupos maiores, a taxa destas interações será mais elevada devido a intensificação da competição intraespecífica.

## Material e métodos

Os peixes foram coletados no canal que abastece o Rio Monjolinho (21°59'12.62"S 47°52'37.44"O), sob a ponte do Parque Ecológico de São Carlos (PESC), no mês de janeiro de 2016, em dias alternados, utilizando armadilha confeccionada com garrafa Pet.

Os Characidae são a mais diversa e amplamente distribuída família da ordem dos Characiformes, abrangendo espécies de tamanho considerável, como os dourados (*Salminus spp.*) até espécies de pequeno porte como as do gênero *Xenobrycon* (subfamília *Stevardiinae*). Entre as espécies de pequenos porte o gênero *Hyphessobrycon*, é destacado como um dos mais importantes no comércio internacional de peixes ornamentais (Lima, F. C. T. , et al, 2003, p.104-169).

A espécie estudada, *Hyphessobrycon eques*, é um peixe ornamental popularmente conhecido como “Mato Grosso” ou “Tetra serpa”, (Steindachner, 1882). Sua ocorrência varia desde a bacia Amazônica até as bacias do Rio Guaporé e Paraguai. Sua dieta onívora inclui vermes, crustáceos, insetos e plantas (Casal, 2010). Machos adultos possuem como características morfológicas a cor avermelhada do corpo e da nadadeira caudal e a nadadeira dorsal maior que os outros, com uma mancha em sua extremidade (Weitzman & Palmer , 1997 apud Acosta & Silva 2015)

Para a realização dos testes foram utilizados 128 indivíduos, divididos aleatoriamente em grupos, contendo 12 ou 4 integrantes cada. Em seguida, cada grupo foi colocado em um aquário (A, B, C, D, E, F, G, H), totalizando 8 réplicas para cada tratamento (número de indivíduos). Os indivíduos foram alocados em aquários de 30cm x 45cm x 25cm, com volume de 33 L com aeração constante.

Após a alocação, decorreram-se 72 horas para aclimação e consolidação dos novos cardumes antes do início da coleta de dados. Os registros foram realizados via vídeo em resolução HD, com auxílio de uma câmera Canon 60D, durante 1 minuto. As filmagens foram analisadas, em velocidade reduzida a 0,5 da original, contabilizando a frequência de

interações agonísticas entre os integrantes de cada grupo.

O teste de normalidade de Shapiro Wilk revelou distribuição normal para a frequência absoluta de agressões e distribuição não-normal para a frequência relativa de agressões. Dessa forma, aplicamos o teste t de Student comparando as frequências absolutas e o teste U de Mann-Whitney para as frequências relativas das interações por grupo.

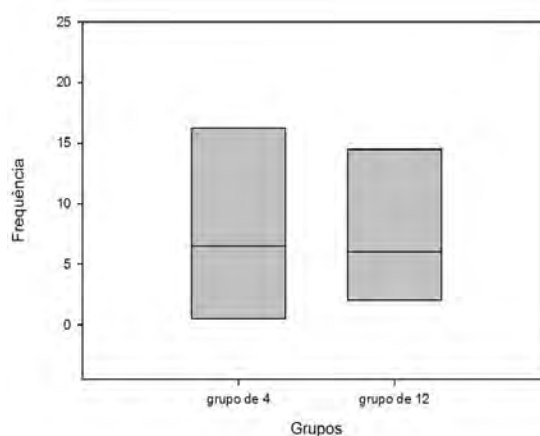
### Resultados

A frequência (absoluta e relativa) das interações agonísticas não apresentou diferença significativa em relação ao tamanho do cardume (teste t;  $p = 0,944$ ) (Fig. 1). Nos grupos menores ocorreram  $8 \pm 7,87$  (média  $\pm$  desvio padrão), enquanto nos grupos maiores  $7,75 \pm 6,04$ . O número de agressões variou entre zero (réplicas 4A e 4F) e 20 (réplica 4H) (Tabela 1). Em todas as réplicas com doze indivíduos foram observados comportamentos agonísticos, enquanto nos grupos menores ocorreram agressões em apenas 75%. O tamanho do cardume também não influenciou a frequência relativa de agressões (Mann-Whitney;  $U = 23,0$ ;  $p = 0,382$ ) (Fig. 2). A frequência relativa de agressões foi de em média  $2 \pm 1,97$  enquanto nos grupos menores de  $0,65 \pm 0,50$ .

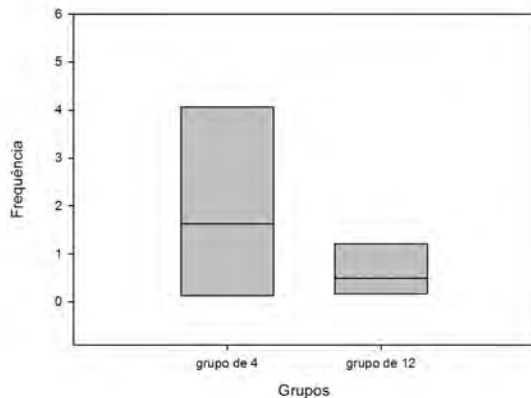
**Tabela 1-** Frequência absoluta e relativa de interações agonísticas por grupos de indivíduos

Grupo	Frequência absoluta	Frequência relativa
4A	0,00	0,00
4B	18,00	4,50
4C	11,00	2,75
4D	9,00	2,25

4E	4,00	1,00
4F	0,00	0,00
4G	2,00	0,50
4H	20,00	5,00
12A	2,00	0,17
12B	15,00	1,25
12C	2,00	0,17
12D	16,00	1,33
12E	7,00	0,58
12F	2,00	0,17
12G	5,00	0,42
12H	13,00	1,08



**Figura 1** : Frequência absoluta de comportamentos agonísticos em relação ao tamanho dos cardumes



**Figura 2** : Frequência relativa de comportamentos agonísticos em relação ao tamanho dos cardumes

### Discussão

Os resultados não evidenciaram diferenças significativas entre o tamanho do cardume e as interações agonísticas entre os indivíduos. Conforme todos os testes realizados, experimentais e estatísticos, não há relação entre o tamanho do cardume e a taxa de interações agonísticas na espécie estudada.

Durante o processo evolutivo, diversas táticas defensivas foram desenvolvidas por peixes. A camuflagem das espécies *Etranematchthys quadrifilis* (auchenipteridae), *Helogenes marmoratus* (Cetopsidae), e *Steatogenys duidae* (Hypopomidae), é considerado um mecanismo anti-predatório (Sazima et al. 2006). Assim como a síntese e lançamento de uma secreção repelente por insetos do gênero *Chrysoperla* (Steinmann, 1964) em situações de perigo imediato (Lamunyon & Adams, 1987). A pressão de predação sobre os indivíduos selecionou a formação de cardumes objetivando diminuir a eficácia de seus predadores. (Carvalho et al., 2006; Zuanon et al., 2006; Carvalho et al. 2007). Porém a formação de grupos é limitada pela densidade pois, grandes agregados podem ser facilmente notados por predadores (Ruxton et al., 2004). Em espécies sociais a reciprocidade característica da vida em grupo pode fazer com que um indivíduo tolere uma perda a curto prazo, como a demanda

energética durante a competição intraespecífica, até que sua colaboração seja recompensada, refletindo em ganho direto em sua aptidão (Alcock,2011)..

Outros fatores, além do número de indivíduos, podem influenciar o número de agressões dentro do grupo, como a razão sexual (Warner & Hoffman 1980 ). A competição de machos por fêmeas ocorre por meio de displays e comportamentos agonísticos como forma de assegurá-las. Uma maior densidade de machos poderá acarretar maior nível de hostilidade (Shibatta, A. O, 2006). Em nosso estudo, não foi possível discriminar o sexo dos indivíduos na divisão dos grupos, e isso pode ter influenciado nos resultados obtidos.

### Agradecimentos

Agradecemos aos Professores Doutores Hugo Sarmento e Rhainer Ferreira pela orientação no desenvolvimento do projeto e pela disponibilização de materiais e do laboratório do Departamento de Hidrobiologia para realização dos experimentos.

Agradecemos ainda Edvaldo Neto, Rafael Tavares e Augusto Batisteli pela atenção e disposição na realização do projeto.

### Referências

- Acosta, A A & Silva, RJ First record of *Hysterothylacium* sp. Moravec, Kohn et Fernandes, 1993 larvae (Nematoda: Anisakidae) infecting the ornamental fish *Hyphessobrycon eques* Steindachner, 1882 (Characiformes, Characidae). *Braz. J. Biol.*, 2015, vol. 75, no. 3, p. 638-642
- Barrows, Edward. *Animal Behavior Desk Reference: A Dictionary of Animal Behavior, Ecology, and Evolution*. CRC Press LLC, Washington, D.C. 2nd edition.
- Alcock, J. 2011. *Comportamento Animal: uma abordagem evolutiva*. Artmed, 9 ed..
- Casal, C. M. V. FishBase. World Wide Web Electronic Publication 2010. Disponível em <

<http://www.fishbase.org>>, Acessado em 4 dezembro 2016.

Carvalho, C. D.; Corneta, C. M. & V. S. Uieda. 2007. Schooling behavior of *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) in an estuary in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5 (1): 81-83.

Carvalho, L. N.; Zuanon, J. & I. Sazima. 2006. The almost invisible leage: crypsis and association between minute fishes and shrimps as a possible defense against visually hunting predators. *Neotropical Ichthyology*, 4 (2): 219- 224

Helfman, G.S. 1984. School fidelity in fishes: the yellow perch pattern. *Animal Behavior* 32 (3): 663-672. Volume 32, Issue 3, August 1984, pp 663–672

Krebs, J R & N B Davies. 1993. An introduction to behavioural ecology. Oxford, Blackwell Publishing, 3 ed., p. 432.

Lamunyon, C.W. & Adams, P. A. 1987. Use and effect an annal defensive secretion in larval Chrysopidae (Neuroptera). *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, v. 80, n. 6, p. 804-808.

Lima, F. C. T. et al. 2003. Checklist of the freshwater fishes of south and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, p. 104-169.

MacArthur, R H & Pianka, E.R. 1966. On optimal use of a patchy environment. *The American Society Naturalist*. v. 100. n. 916. pp.603-609.

Partridge, B L Internal dynamics and the interrelations of fish in schools. 1981. *Journal of Comparative Physiology*. A 144, n.3, p. 313-325.

Pough, F H, Janis, C.M. & Heiser, .B. 2008. A vida dos vertebrados Atheneu, São Paulo. 4.ed. p 750.

Pitcher, T J . 1986. Functions of shoaling behaviour in teleosts, p.294-337. *In*: PITCHER, T.J. (Ed.) *Behaviour of Teleost Fishes*. London, Croom Helm, 554p.

Ricklefs, E R . 2010. A Economia da Natureza. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 6 ed.

Ruxton, G.D.; T.N. Sherratt & M.P. Speed. 2004. Avoiding attack: the evolutionary ecology of crypsis,

warning signals, and mimicry. Oxford University Press, Oxford

Sazima, Ivan; Carvalho, Lucélia Nobre; Mendonça, Fernando Pereira and Zuanon, Jansen. . 2006. Fallen leaves on the water-bed: diurnal camouflage of three night active fish species in an Amazonian streamlet. *Neotrop. ichthyol.* [online]. vol.4, n.1, pp.119-122.

Shaw, E . 1978. Schooling Fishes: The school, a truly egalitarian form of organization in which all members of the group are alike in influence, offers substantial benefits to its participants. *American Scientist*. v 66, n. 2 ,p. 166-175, Março-Abril 1978.

Shibatta, Oscar A. 2006. Comportamento social do pirá-brasília, *Simpsonichthys boitonei* Carvalho (Cyprinodontiformes, Rivulidae). *Rev. Bras. Zool.* [online]. vol.23, n.2, pp.375-380.

Suzuki, F & Orsi, M L . 2008. Formação de cardumes por *Astyanax altiparanae* (Teleostei: Characidae) no Rio Congonhas, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 25, n. 3, p. 566-569.

Warner, R R & Hoffman, S G. 1980. Population density and the economics of territorial defence in a coral reef fish. *Ecology*, 61, 772–780.

Weitzman, S H & Palmer, L. 1997. A new species of *Hyphessobrycon* (Teleostei Characidae) from the Neblina region of Venezuela and Brazil, with comments on the putative “rosy tetra clade”. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, v. 7, n. 3, p. 209-242.

Wootton, J. R. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall Kluwer Academic Publishers. New York. 1 ed. p 386.

Yamamoto, E. M. & Volpato, L G . 2011. Comportamento animal. UFRN, Rio Grande do Norte. ed 2. p 290-307.

Zuanon, J.; Carvalho, L. N. & I. Sazima. 2006. A chamaleon characin: the plant-clinging and colour-changing *Ammocryprocharax elegans* (Characidiinae: Crenuchidae). *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, 17 (3): 225-232.

# EFICIÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO SONORO PARA DIFERENTES ESPÉCIES DE PSITACÍDEOS EM CATIVEIRO

NATHAN EUGENI ANDOLFATO, MELISSA FREITAS DA SILVA

**Orientador:** Erick Mateus Barros

## Resumo

A prática de manter animais em cativeiro é, hoje, utilizada como um dos principais métodos para a conservação de espécies. Entretanto, por se tratar de um ambiente pouco dinâmico, a ausência de estímulos em ambientes cativos pode gerar comportamentos anormais que prejudicam o bem-estar do animal. Logo, o enriquecimento ambiental surge como uma alternativa de buscar melhorar o bem-estar animal em ambientes cativos através da introdução de instrumentos práticos que promovam uma restauração dos comportamentos normais apresentados na natureza. Neste trabalho, foi aplicado o enriquecimento sonoro com a finalidade de reduzir os comportamentos estereotipados utilizando um áudio com sons de Floresta Amazônica para três espécies de psitacídeos, sendo eles: Arara-canindé (*Ara ararauna*), Ararajuba (*Guaruba guarouba*) e Arara-canga (*Ara macao*). Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que as respostas são variáveis entre as espécies, mesmo se tratando de aves da mesma família. Além disso, o estudo mostrou também que a música foi uma ferramenta importante na redução da frequência de exibição dos comportamentos estereotipados, sugerindo que ela possa ser utilizada como um mecanismo que aumente os estímulos em cativeiros e, dessa forma, minimize os efeitos negativos desse ambiente.

## Introdução

Animais que são criados em cativeiro podem apresentar comportamentos diferentes quando comparados aos comportamentos encontrados na natureza devido ao fato de que estão inseridos em um ambiente diferente pelos quais estão adaptados. Esses comportamentos atípicos desenvolvem-se principalmente devido à falta de diversos estímulos em ambientes cativos, prejudicando muitas vezes o bem-estar do animal. Alguns desafios diários encontrados na natureza são imperceptíveis e não acontecem no cativeiro, como a busca e obtenção pelo alimento, a fuga de predadores e a busca por parceiros sexuais (Broom 1998). Esses fatores, aliado a outros fatores extrínsecos, como a presença humana, acaba por comprometer o bem-estar do animal, que passa a apresentar comportamentos inapropriados e diferentes daqueles encontrados na natureza (Broom 1998).

A fim de reduzir todos esses danos e minimizar os efeitos causados pela criação em cativeiro, muitos zoológicos adotam uma técnica conhecida como enriquecimento ambiental. Essa técnica consiste na busca por meios alternativos de tentar trazer o comportamento animal de volta à normalidade (Schapiro & Bushong, 1994), ou seja, busca aumentar a interação dos animais com os seus recintos, promover o bem-estar para o animal, aumentar a qualidade de vida e minimizar os comportamentos inapropriados desenvolvido pelos animais cativos (Boere 2001; Celotti 1990; Newberry 1995).

Logo, estratégias de enriquecimento que aumentam os estímulos dos animais em cativeiro, principalmente na capacidade de

resolver determinados desafios (que muitas vezes são perdidos no cativeiro), apresentam resultados positivos ao reduzir ou eliminar comportamentos estereotipados, de forma a tornar esses comportamentos os mais naturais possíveis (Wells 2009). Podemos definir comportamentos estereotipados como um padrão de comportamento repetitivo, invariável e aparentemente sem função, que raramente é visto na natureza (Mason et al., 2007).

Diante da grande diversidade de técnicas de enriquecimento, o som se mostrou uma importante ferramenta de estímulo auditivo em animais em cativeiro (Wells 2004) e vem sendo implantado em diferentes espécies, como pássaros (Reed et al., 1993) e camundongos (da Cruz et al., 2011), por exemplo. Além disso, os efeitos da música podem ser altamente estimulantes para os animais, fornecendo, assim, uma estratégia que beneficia o bem-estar animal, já que muitas vezes servem para ocultar os ruídos adversos e estímulos acústicos negativos (Wells 2009).

Considerando a importância de proporcionar um ambiente adequado para a manutenção e bem-estar de animais cativos, este trabalho avaliou a eficiência da técnica de enriquecimento ambiental sonoro na redução de comportamentos estereotipados em três recintos de diferentes espécies da Classe Psittacidae. Assim, espera-se que o método utilizado seja eficiente na redução ou eliminação dos comportamentos previamente classificados como estereotipados, promovendo um ambiente mais estimulante e aumentando o bem-estar dos animais estudados neste trabalho.

## **Metodologia**

### *Animais e Área de estudo*

Os experimentos foram realizados em três recintos em exposição situados no Parque Ecológico de São Carlos “Dr. Antônio

Teixeira Vianna” (PESC), localizado no município de São Carlos, São Paulo. O presente trabalho foi realizado em Janeiro de 2017. As espécies que foram selecionadas para a análise comportamental foram: Arara-canindé (*Ara ararauna*; Linnaeus, 1758), Ararajuba (*Guaruba guarouba*; Gmelin, 1788) e Arara-canga (*Ara macao*; Linnaeus, 1758). Havia, no total, dois espécimes no recinto da Arara-canindé, dois espécimes no recinto da Arara-canga e quatro espécimes no recinto da Ararajuba. Os recintos das Araras-canga e Araras-canindé eram bastante semelhantes em tamanho, diferentemente do recinto das Ararajubas, que embora abriguem uma quantidade maior de indivíduos, possuía uma área bem menor.

### *Métodos de análise*

O estudo foi dividido em três fases: antes da colocação dos itens de enriquecimento ambiental (fase de pré-enriquecimento), durante a utilização dos itens de enriquecimento ambiental e após a retirada dos itens de enriquecimento ambiental do recinto das aves, onde as condições do ambiente retornaram àquelas da fase inicial.

Para cada fase foram realizadas seis observações de dez minutos, sendo essas consideradas como réplicas. Ao todo foram realizadas nove horas de observação, sendo três horas destinadas a cada recinto. As observações aconteceram das 8 às 9:30h no período da manhã, sempre antes da alimentação dos animais e no horário em que o zoológico apresentava pouca movimentação dos visitantes, limitando qualquer interferência externa durante a realização do experimento.

### *Pré-enriquecimento e elaboração do etograma*

Uma padronização dos comportamentos foi organizada durante a fase de pré-enriquecimento, na qual foi criado um etograma baseado nas observações do comportamento das



aves (Tab. 1). Os dados comportamentais foram coletados utilizando-se o método de amostragem *Animal Focal* e um intervalo amostral de dois minutos, registrando todos os comportamentos observados e a frequência com que eles eram expressos durante o tempo estipulado.

**Tabela 1.** Etograma inicial obtido na fase de pré-enriquecimento para Ararajuba, Araracanga e Arara-canindé.

Abreviação	Comportamentos	Descrição
PAP	Parado no poleiro	Parado no poleiro observando o ambiente.
PAT	Parado na tela	Parado na tela observando o ambiente
PI	Parado inativo (dormir)	Dormir ou repousar
VO	Vocalização da espécie	Vocalização típica da espécie.
VOH	Vocalização imitando humano	Vocalização imitando a fala humana.
VOS	Vocalização com frequência e alta	Vocalização com frequência alta e rápida.
MP	Movimento no poleiro	Deslocar no poleiro
MT	Movimento na tela	Deslocar na tela.
LP	Limpendo penas	Utilizar o bico ou o poleiro para limpar as penas
CD	Comendo na bandeja	Alimentar das frutas e sementes na bandeja colocada no recinto
BA	Bebendo água	Auto explicativo
V	Voando	Auto explicativo
BP	Bicando poleiro	Auto explicativo
BD	Bicando dedo	Auto explicativo
BAR	Bicando arame	Bicar o arame usado para fixar os poleiros
BC	Mexendo cabeça	Balançar a cabeça
OUTROS	Outros comportamentos	Coçar e sacudir as penas; Esticar asas e patas

De acordo com as observações, foram julgados como comportamentos estereotipados: Vocalização imitando humano (VOH); Vocalização com frequência e alta (VOS); Bicando o poleiro (BP); Bicando o dedo (BD); Bicando a Tela (BT); Bicando o arame (BAR); e Mexendo/Balançando a cabeça (BC). O restante dos comportamentos registrados foi considerado como naturais. É válido ressaltar que nem todos os comportamentos apareceram em todas as espécies.

#### *Aplicação e observação do enriquecimento auditivo*

Como as três espécies estudadas apresentam uma distribuição geográfica situada ao Norte do Brasil, um áudio com sons

típicos de Floresta Amazônica foi reproduzido para os três recintos durante a fase de enriquecimento dentro do tempo determinado. Uma caixa de som foi colocada a uma distância de aproximadamente 1 metro da grade do recinto voltada para os visitantes, a fim de potencializar a percepção dos animais com o som emitido pelo equipamento.

#### *Após o enriquecimento auditivo*

Nessa última fase, a caixa de som foi retirada para registrarmos se houve alterações comportamentais após o enriquecimento auditivo.

#### *Método estatístico*

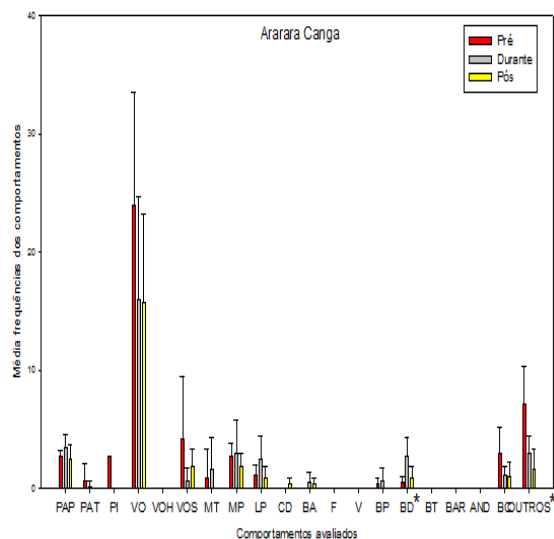
Os dados foram analisados quantitativamente para avaliar se houve influência significativa na frequência dos comportamentos com a introdução do mecanismo de enriquecimento sonoro. As taxas de exibição dos comportamentos foram comparadas entre as três fases do estudo para cada recinto utilizando o método não-paramétrico de análise de variância Kruskal-Wallis One-Way, no software SigmaPlot (Systat Software, San Jose, CA). Valores de “P” inferiores a 0,05 (probabilidade >95%) foram considerados como significativos.

Para a elaboração do gráfico, também realizado no software SigmaPlot, foi obtida a média da frequência com que cada comportamento foi exibido durante a realização da experimentação. A média representa, portanto, a periodicidade com que os comportamentos foram registrados a cada 10 minutos de observação, em um total de 1 hora de análise para cada fase de enriquecimento.

## **Resultados**

Durante a fase de pré-enriquecimento, os comportamentos mais exibidos pelas Araras-canga foram: VO, PAP, VOS, MP, BC e OUTROS. Durante a fase de

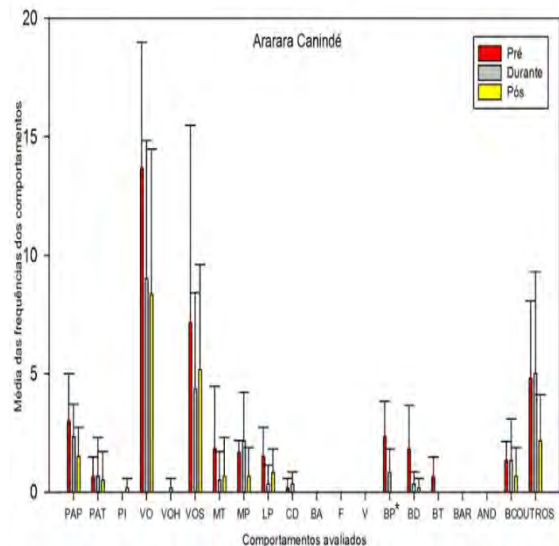
enriquecimento, os comportamentos que foram mais exibidos foram: PAP, VO, MP, LP, BD e OUTROS. Após a realização do enriquecimento sonoro, os principais comportamentos observados foram: VO e PAP. A média das frequências de todos os comportamentos em cada fase de teste da Arara-canga está representada na Figura 1. De acordo com as análises estatísticas e com a média da frequência de exibição dos comportamentos anormais, apenas dois comportamentos tiveram resultados significativos, BD e OUTROS, enquanto que VOH, BT e BAR não foram registrados em nenhuma das fases. O comportamento anormal VOS também diminuiu durante a utilização do método de enriquecimento, mas não diferiu estatisticamente entre as fases de estudo. Por fim, embora o comportamento BP tenha apresentado poucas alterações nas duas primeiras fases de análise, houve completa redução dessa atividade após a retirada do som. Entretanto, essas mudanças não foram suficientemente significativas (Fig. 1).



**Figura 1.** Média das frequências de todos os comportamentos registrados durante as três fases de enriquecimento no recinto das Araras-canga. Os comportamentos significativos (BD e OUTROS) estão representados na figura com um asterisco.

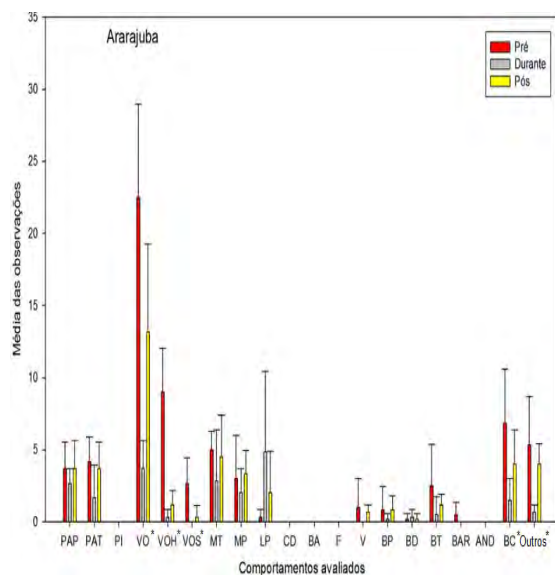
Em relação às Araras-canindé, os comportamentos mais evidenciados durante a

fase de pré-enriquecimento foram: PAP, VO, VOS, MT, BP, BD, MP e O. Durante o enriquecimento, os comportamentos mais observados foram: VO, VOS, MP e O. Na fase de pós-enriquecimento, os comportamentos mais observados foram: VO e VOS. A média das frequências de todos os comportamentos em cada fase de teste da Arara-canindé está representada na Figura 2. De acordo com as análises estatísticas e com a média da frequência de exibição dos comportamentos anormais, apenas um comportamento teve mudanças significativas entre as fases de enriquecimento, BP, enquanto que VOH e BAR não foram registrados em nenhuma das fases. Os comportamentos anormais VOS, BT e BD também diminuíram durante a utilização do método de enriquecimento e após o enriquecimento (praticamente desapareceram), mas não diferiu estatisticamente entre as fases de estudo. O comportamento BC se manteve praticamente inalterado durante as duas fases iniciais do trabalho, com uma leve alteração apenas na fase de pós-enriquecimento, mas essas mudanças não foram suficientemente significativas (Fig. 2).



**Figura 2.** Média das frequências de todos os comportamentos registrados durante as três fases de enriquecimento no recinto das Araras-canindé. O comportamento significativo (BP) está representado na figura com um asterisco (\*).

Por fim, os comportamentos mais registrados pelo espécime da Ararajuba foram: PAP, PAT, VO, VOH, VOS, MT, MP, BP, BT, BC e O. Durante o enriquecimento, os comportamentos mais observados foram: PAP, PAT, MT, MP e LP. Após a retirada do equipamento auditivo, os comportamentos que mais foram registrados foram: PAP, PAT, VO, MT, MP, LP, BC e Outros. A média das frequências de todos os comportamentos em cada fase de teste da Ararajuba está representada na Figura 3. De acordo com as análises estatísticas e com a média da frequência de exibição dos comportamentos anormais, ao todo, cinco comportamentos apresentaram resultados significativos: VO, VOS, VOH, BC e OUTROS. Embora os comportamentos estereotipados BP, BD, BT e BAR não foram estatisticamente significativos, eles apresentaram uma evidente redução principalmente durante a fase de execução do som, com exceção de BD, que permaneceu praticamente inalterado entre as três fases de enriquecimento (Fig. 3).



**Figura 3.** Média das frequências de todos os comportamentos registrados durante as três fases de enriquecimento no recinto das Ararajubas. O comportamento significativo (VO, VOH, VOS, BC e OUTROS) está representado na figura com um asterisco.

## Discussão

O método auditivo utilizado no trabalho resultou em alterações significativas em determinados comportamentos estereotipados que foram registrados nos animais estudados. Uma avaliação par-a-par entre as três fases de enriquecimento foi realizada para analisar comparativamente em qual das fases o método de enriquecimento foi significativo na redução (ou não) dos comportamentos anormais selecionados (Tab. 2).

**Tabela 2.** Avaliação par-a-par entre as fases de enriquecimento e os comportamentos estereotipados significativos (CES) em cada recinto. O 'X' representa as fases em que as alterações foram significativas, e o '-' representa as fases em que o enriquecimento não foi significativo.

Animais estudados	CES	Pré vs Durante	Pré vs Após	Durante vs Após
Arara-canga	BD	X	-	-
Arara-canindé	BP	X	X	-
	VOH	X	X	-
Ararajuba	VOS	X	-	-
	BC	X	-	-

Nas Araras-canga, o enriquecimento aumentou o comportamento de BD, cuja diferença foi evidenciada principalmente entre as fases de pré-enriquecimento/durante enriquecimento (Tab. 2, Fig. 1). Assim, o método utilizado não foi eficiente na redução desse comportamento, já que houve um aumento no registro de BD durante a fase de enriquecimento. Devido à proximidade do recinto dessas aves com a rua que passa dentro do Parque Ecológico, o período da manhã foi marcado pela grande movimentação de carros que promovem a manutenção do parque. Além disso, algumas observações durante e pós-

enriquecimento para esses indivíduos foram realizados em uma segunda-feira, dia em que o local de estudo está fechado para o público e, portanto, destinado à manutenção do Parque. Logo, houve muita interferência do barulho dos motores durante a realização das fases precedentes ao pré-enriquecimento, o que provavelmente tornou a fase de enriquecimento e pós-enriquecimento pouco efetiva na redução dos comportamentos estereotipados. Embora alguns comportamentos anormais tenham diminuído principalmente durante e após a fase de enriquecimento, os valores de VOS e BC foram superiores tiveram um valor de  $p > 0,05$  e, portanto, não constataram diferença estatística significativa em nenhum das fases analisadas. Por outro lado, o comportamento BP se reduziu por completo após a retirada do equipamento de som, mas não houve alterações significativas em relação às fases precedentes (Fig. 1).

Nas Araras-canindé, a fase durante e após o enriquecimento auditivo foram suficientes para reduzir o comportamento estereotipado (BD) registrado com alta frequência durante a etapa de pré-enriquecimento (Tab. 2). Essa redução deu-se principalmente devido ao aumento da interação e de atração dessas aves com o som que foi reproduzido, evidenciado também com o aumento do deslocamento e repouso desses animais na tela em direção ao local em que se posicionou o aparelho de som (Fig. 2). Os outros comportamentos estereotipados registrados no recinto, como BP, BD e BT, tiveram reduções nas fases durante enriquecimento e praticamente eliminadas após o enriquecimento, o que sugere que o método foi eficiente mesmo que essas diferenças não tenham sido estatisticamente significativas. O comportamento VOS diminuiu na fase em que o som estava sendo emitido, mas voltou a aumentar após o enriquecimento. Por fim, o comportamento BC permaneceu inalterado nas duas primeiras fases, mas diminuiu levemente na fase precedente (Fig. 2).

Por fim, as fases durante e pós-enriquecimento das Ararajubas diminuíram notavelmente toda a vocalização presente no recinto (VO, VOH e VOS), mesmo aquela que não foi considerada como estereotipada. A interação desse grupo de aves com a reprodução do som foi notável, além da diminuição de todas as vocalizações (duas delas consideradas como estereotipadas), houve também redução do comportamento BC, evidenciado principalmente durante a fase de enriquecimento. Logo, houve grande alteração comportamental registrada entre a fase de pré-enriquecimento/durante enriquecimento (VOS, VOH e BC) e pré-enriquecimento/após-enriquecimento (BC) (Tab.2). Os comportamentos anormais BP e BD também diminuíram durante a fase de enriquecimento, o que tornou o método também efetivo na promoção de um ambiente mais estimulante aos animais, mesmo que essas mudanças não tenham sido estatisticamente significativas. O comportamento BD, embora tenha sido pouco registrado no recinto, permaneceu praticamente inalterável durante as três fases de estudo (Fig. 2).

Portanto, quando não houve interferência externa durante as etapas posteriores ao pré-enriquecimento, o enriquecimento ambiental auditivo mostrou-se bastante eficiente na redução de alguns comportamentos julgados previamente como estereotipados. Essa redução torna-se um bom indicativo de que o enriquecimento ambiental é eficiente na melhoria do bem-estar (Broom 1999) e que a interação dos animais com o item de enriquecimento promove um aumento na qualidade de vida nos recintos (Ringdahl et al. 1997), como foi observado principalmente no recinto das Araras-canindé e das Ararajubas. Assim, a eficiência desse método foi eficaz na busca por um ambiente que promova um maior bem-estar para os animais cativos estudados, evidenciado principalmente nos recintos das Araras-canindé e das Ararajubas.

Finalmente, como este trabalho avaliou somente a influência do som na diminuição de determinados comportamentos, sugere-se que, para trabalhos futuros relacionados com enriquecimento ambiental auditivo, seja colocada uma grande variedade de sons alternativos para verificar qual a preferência dos animais e qual será mais eficiente na redução dos comportamentos anormais desenvolvidos em cativeiros. Além disso, outra sugestão é avaliar o efeito do mecanismo auditivo a longo prazo nos animais, ou seja, verificar se, com o passar do tempo, um mesmo mecanismo sonoro poderia ou não se continuar efetivo na redução dos comportamentos estereotipados, já que esses animais podem se adaptar (ou se acostumar) e, conseqüentemente, tornar esse método pouco eficiente.

### Agradecimentos

Agradecemos ao nosso tutor Erick por toda a ajuda que foi concedida durante o longo processo de desenvolvimento do presente trabalho, aos funcionários, coordenadores e administradores do Parque Ecológico de São Carlos pela receptividade e permissão para que o trabalho fosse executado no local, e aos professores da disciplina de Ecologia Comportamental, Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo, pelo auxílio com as dúvidas e ideias para a execução do projeto durante o semestre, além de nos fazer praticar, explorar e conhecer outros campos dentro do curso de Ciências Biológicas.

### Referências

BOERE, V. Environmental enrichment for neotropical primates in caPATivity. *Ciência Rural*, v. 31, n. 3, p. 543-551, 2001.

BOSSO, P.L. Enriquecimento Ambiental. [www.zoologico.sp.gov.br/peca.htm](http://www.zoologico.sp.gov.br/peca.htm) (consultado em 26/03 – 22:00).

BROOM, Donald M. The scientific assessment of animal welfare. *APAPplied Animal Behaviour Science*, v. 20, n. 1-2, p. 5-19, 1988.

BROOM, Donald M. (1999). Animal welfare: the concepts of the issues, p. 129-421. Em: F. Dolins (ed.) *Attitudes to Animal*. Cambridge: Cambridge University Press.

CELOTTI, S. Guia para o enriquecimento das condições ambientais do cativeiro. Federação de universidades para o bem estar dos animais (U.F. A.W.), Inglaterra e Sociedade Zoofila Educativa (SOZED), Brasil, 1990.

DA CRUZ, José Geraldo Pereira; DAL MAGRO, Débora Delwing; DA CRUZ, Júlia Niehues. Efeitos da música clássica como elemento de enriquecimento ambiental em *Mus musculus* em cativeiro (Rodentia: Muridae). *Biotemas*, v. 23, n. 2, p. 191-197, 2011.

MASON, G. et al. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour?. *APAPplied Animal Behaviour Science*, v. 102, n. 3, p. 163-188, 2007

NEWBERRY, Ruth C. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of caPATive environments. *APAPplied Animal Behaviour Science*, v. 44, n. 2-4, p. 229-243, 1995.

NOVAK, Melinda A.; SUOMI, Stephen J. Psychological well-being of primates in caPATivity. *American Psychologist*, v. 43, n. 10, p. 765, 1988.

REED, H. J. et al. The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. *APAPplied Animal Behaviour Science*, v. 36, n. 1, p. 39-46, 1993.

RINGDAHL, J. E.; Vollmer, T. R.; Marcus, B. A. e Roane, H. S. (1997). Analogue evaluation of environmental enrichment: the role of stimulus preference. *J. Appl. Behav. Anal.*, 30:203-216.

SICK, H. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 912p.

WELLS, Deborah L. Sensory stimulation as environmental enrichment for caPATive animals: a review. *APAPplied Animal Behaviour Science*, v. 118, n. 1, p. 1-11, 2009.

# COMPORTAMENTO DEFENSIVO DE *MISCHOCYTTARUS* (HYMENOPTERA, VESPIDAE)

RENAN PEREIRA, THALITA LIMA

**Orientador:** Edvaldo Neto

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar e descrever o comportamento de defesa da vespa *Mischocyttarus* diante invasores (formiga e aranha), uma vez que a bibliografia deste assunto é escassa. As vespas apresentaram diversos comportamentos considerados agressivos e não agressivos que foram relacionados com o conhecimento prévio ou não do invasor.

## Introdução

O comportamento de defesa se refere à proteção de uma área, chamada de território, a qual usualmente apresenta melhores recursos, contra outros indivíduos de mesma ou de espécies diferentes (Alcock, 2011). Este comportamento implica em inúmeras desvantagens, como gasto de energia, ferimentos provenientes de combates e efeitos maléficos indiretos causados pelos hormônios que estimulam a defesa, desvantagens estas que podem levar a uma vida mais curta (Alcock, 2011). Portanto, o resultado final deve sempre ser satisfatório, ou seja, os custos desencadeados por tal comportamento não devem sobrepor os benefícios por ele gerado.

Ao realizar a observação comportamental de um dado animal, deve-se atentar para a postura e movimento do indivíduo, bem como sua posição e deslocamento. Ao tratar de postura, nos referimos às partes do corpo de um animal, em relação a ele mesmo (Del-Claro, 2010). Intimamente relacionado, tem-se movimento, que aborda como acontecem as

mudanças de postura no animal estudado (Del-Claro, 2010). Posição descreve as partes do corpo do animal em relação ao meio em que ele se encontra (Del-Claro, 2010), e com deslocamento, temos as mudanças de posição do indivíduo em relação ao substrato (Del-Claro, 2010).

A capacidade de uma presa detectar pistas que indicam a presença de um invasor é fundamental para evitar uma possível predação ou para proteger seu território. Após detectar a presença de um possível predador, a presa pode apresentar comportamentos defensivos, como o comportamento anti-predatório.

O comportamento anti-predatório é dependente de qualidades intrínsecas da espécie em questão, como sentidos mais ou menos apurados, assim como a possibilidade de risco que a exposição a determinado predador representa para aquele organismo (Romero e Koricheva, 2011).

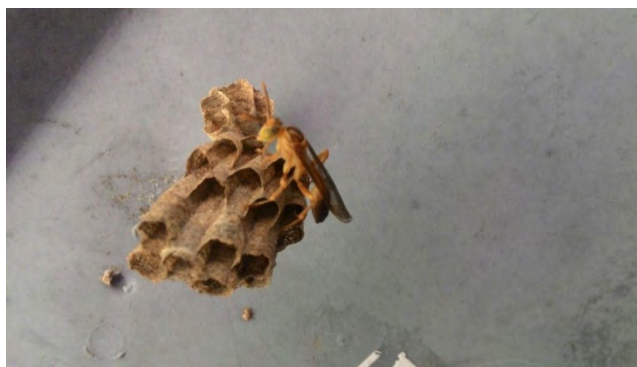
Em respostas a pressões seletivas originadas por predadores as presas apresentam mecanismos de defesa. Em contrapartida, a evolução dessa defesa age como uma pressão seletiva que beneficia os predadores que são mais aptos a superar esses mecanismos. Em insetos sociais, as estratégias de defesas são, muitas vezes, em detrimento da defesa do indivíduo (Wilson, 1971).

Vários estudos registram associações entre vespas e outros animais. Em certos casos, as vespas servem para induzir o os ataques de predadores, parasitas ou invasores sobre espécies associadas (Wilson, 1971). O presente estudo teve como objetivo descrever o comportamento de vespas do gênero *Mischocyttarus* diante invasores.

## Materiais e Métodos

A família Vespidae, conhecido popularmente como vespas, marimbondos ou cabas, é um grupo conhecido por seus hábitos sociais, pertencente à ordem Hymenoptera Contudo, vale lembrar que nem todas as vespas desta família são sociais, sendo possível observar espécies solitárias e eussociais primitivas (GADAKGAR, 1991). Poucos grupos animais são tão diversos e importantes biológica, ecológica e economicamente. Essa diversidade pode ser evidenciada pelo grande número de espécies descritas, cerca de 115 mil (Hanson & Gauld, 2006).

Dentro da família Vespidae, temos o gênero *Mischocyttarus*, (figura 1) vespas facilmente reconhecíveis por suas listras marrons e amarelas, primeiro segmento gastral longo, e terceiro e quarto segmento tarsal das pernas medianas e posterior assimétricos. As vespas do gênero *Mischocyttarus* são um excelente material para estudo de comportamento, já que não há invólucro cobrindo favo, poucos indivíduos por colônia e locais de nidificação acessíveis, permitem coleta com facilidade (Jeanne, 1972).



**Figura 1:** *Mischocyttarus* em seu ninho.

O presente estudo foi realizado na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, campus sede, sob condições de campo. Com duração entre os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro. Observamos o comportamento das vespas do gênero *Mischocyttarus* (Hymenoptera, Vespidae) na presença de dois invasores diferentes: aranha e formiga. Foram observadas um total de 21 indivíduos, distribuídos em 10 ninhos. Os ninhos estavam localizados em aparelhos de ar-condicionados, em alturas entre 0,5 m e 2m, em prédios do Departamento de Morfologia e Patologia (DMP), Departamento de Botânica (DB), Departamento de Ciências Fisiológicas (DCF), Departamento de Genética e Evolução (DGE) ,

Departamento de Engenharia de Produção (DEP) e Civil (DECiv) e Prefeitura Universitária (PU).

Previamente as observações, tentamos marcar os indivíduos de cinco ninhos, com tinta guache não tóxica, na região do tórax das vespas, para observações mais precisas, porém com insucesso, visto que as marcações não permaneceram; acreditamos que isto tenha ocorrido devido às chuvas intensas que se sucederam durante o período experimental. As observações ocorreram entre os dias 22 de Janeiro a 3 de Fevereiro. A captura de formigas foi realizada em um formigueiro próximo ao DMP, onde foram capturadas com pinça e colocadas em recipientes plásticos. As aranhas foram capturadas na Floresta de Bosque de Pinheiros, utilizando-se também recipientes plásticos e pinça. O método de observação utilizado foi o *ad libitum*, anotando-se os dados importantes de comportamento.

Em cinco ninhos foram utilizadas formigas e nos outros cinco foram utilizadas aranhas. As formigas e aranhas capturadas foram introduzidas nos ninhos com auxílio de uma pinça e a observação foi feita até que não houvesse mais interação entre a vespa e o invasor, isso acontecia quando a vespa derrubava o invasor do ninho ou quando a vespa simplesmente ignorava a presença do invasor e saía do ninho.

Os comportamentos avaliados foram: **A) Levantamento de asas (*lifting wings*):** a vespa em resposta a presença do invasor, levanta suas asas em posição de alerta (West-Eberhard, 1969). **B) Voar para fora ( *fly out*):** a vespa fica incomodada mediante presença do invasor e voa do ninho (Post et al., 1988). **C) Batimento do Gáster (*gaster beating*):** Movimento do gáster contra o ninho, levantando e abaixando o abdômen várias vezes (Fortunato et al., 2004). **D) Caminhada Agitada (*restless walking*):** a vespa anda sobre o ninho várias vezes em círculos ou em movimentos de zigue-zague (Togni & Giannotti, 2010). **E) Asas zumbindo ( *wing buzzing*)** Comportamento inquieto onde a vespa vibra suas asas, como se fosse voar, com curtos intervalos de tempo (Togni & Giannotti, 2010). **F) Abandono do ninho (*Abandoning the nest*):** A vespa reage ao invasor deixando o ninho e voando para longe (Togni & Giannotti, 2010). **G) Batimento da cabeça:**



Movimento o qual a vespa bate sua cabeça (região do clipeo) no invasor.

### Identificação

A espécie trabalhada foi identificada em nível de gênero, pela Mestranda Camila Sabadini, aluna do Programa de Pós Graduação em Genética Evolutiva e Molecular.

### Resultados

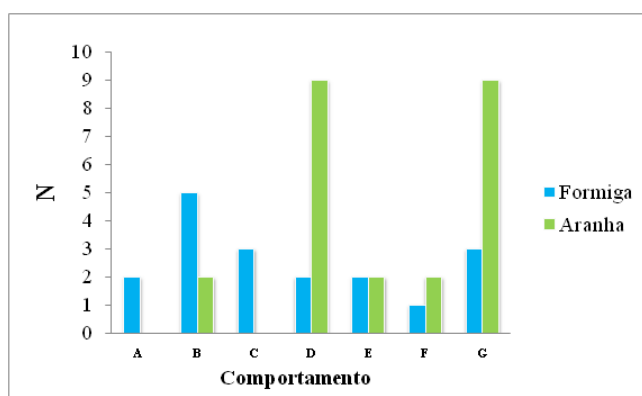
Os indivíduos dos 10 ninhos analisados exibiram 7 tipos de comportamentos durante a interação com o invasor, sendo que nos ninhos tratados com aranhas tivemos os seguintes resultados:

- 2 indivíduos tiveram o comportamento B;
- 9 indivíduos tiveram o comportamento D;
- 2 indivíduos tiveram o comportamento F;
- 9 indivíduos tiveram o comportamentos G.

E nos ninhos tratados com formigas, tivemos os seguintes resultados:

- 2 indivíduo tive o comportamento A
- 5 indivíduos tiveram o comportamento B
- 3 indivíduos tiveram o comportamento C
- 2 indivíduo tive o comportamento D;
- 2 indivíduo tive o comportamento E;
- 1 indivíduo tive o comportamento F;
- 3 indivíduo tiveram o comportamento G

Estes dados foram plotados em gráfico para melhor visualização (figura 2).



**Figura 2.** Distribuição dos comportamentos dos indivíduos, diante presença de invasores (aranha e formiga). Sendo N= o número de indivíduos.

### Discussão

Como podemos ver na fig. 2, os comportamentos mais reproduzidos na presença de aranha pela vespa foram: D (caminhada agitada) e G (batimento de cabeça). O comportamento G foi reconhecido como agressivo, dado a proximidade e contato direto com o invasor. Como a aranha foi recolhida de uma área distante do ninho das *Mischocyttarus*, é provável que não houvesse contato prévio entre os dois animais. Portanto, quando o invasor foi introduzido no ninho, as vespas reconheceram a aranha como predadora.

O comportamento D confere ao ninho um aumento em sua dinâmica, sendo este comportamento proporcional a provocação do invasor (Hermann e Chao, 1984). O ato de caminhar pelo ninho pode muitas vezes intimidar um possível predador, Dando a ele a impressão de que há mais vespas no ninho do que realmente há. O comportamento G foi descrito pelos autores, pois não foi encontrado algo semelhante a literatura. Acreditamos que tal comportamento seja uma tentativa de expulsão do invasor pela vespa ao perceber que o mesmo surgiu em seu ninho.

No tratamento com formigas, notou-se uma distribuição mais homogênea dos comportamentos apresentados, sendo o B (voar para fora) o mais evidenciado. Ao contrário da etapa anterior, nesta foram recolhidas formigas de áreas próximas aos ninhos das vespas, proximidade esta que leva a crer que o contato prévio entre as duas espécies já teria ocorrido. Neste caso, a semelhança do tratamento anterior, indivíduos jovens de *Mischocyttarus* usariam comportamentos defensivos que possibilitassem um reconhecimento do invasor. enquanto que vespas mais maduras reconheceriam de imediato as formigas como predadoras, já que as formigas são inimigas naturais das vespas e usam de estratégias para se defenderem desses predadores (Jeanne 1970,1972) utilizando, provavelmente, o comportamento voar para fora estrategicamente, visando economizar energia.

A presença de pupa poderia ter influência na forma resposta da vespa, levando a comportamentos mais agressivos (Togni e Giannotti, 2007). Encontramos pupa em alguns ninhos, contudo, não podemos chegar a uma relação com o comportamento apresentado, devido a impossibilidade de confirmar o grau de parentesco entre pupa e vespa adulta. Para tal, seria necessário o uso de marcadores genéticos, o que se mostrou inviável durante o experimento.

Em conclusão, nossos resultados indicaram que a vespa *Mischocyttarus* varia o seu comportamento, dependendo do invasor, comportamento este que se manifesta em diferentes graus de agressividade. A



adoção destes se deve à necessidade da defesa do território.

## Agradecimentos

Aos professores Hugo e Rhainer pela oportunidade e aprendizagem em realizar este trabalho.

A mestranda Camila Sabadini por identificar a vespa em nível de gênero, pelos conhecimentos compartilhados e pela boa vontade e disposição em nos ajudar.

## Referências

- Alcock, J. Comportamento Animal: uma abordagem evolutiva. 9ª ed. Artmed, 2011.
- Del-Claro, Kleber. Introdução à Ecologia Comportamental : um manual para o estudo do comportamento animal / Kleber Del-Claro. — 1. ed. — Rio de Janeiro : Technical Books, 2010.
- Fortunato A, Dani F.R, Sledge M.F, Fondelli L et al. Alarm communication in *Ropalidia* social wasps. *Insectes Sociaux* 51: 299-305. 2004.
- Gadagkar, Belongaster, *Mischocyttarus*, *Parapolybia*, and independent founding *Ropalidia*, p. 149–190. In: K. G. Ross & R. W. Matthews (eds.). *The social biology of wasps*. Ithaca, Cornell University Press, xvii-678 p. 1991.
- Giannotti, E. The colony cycle of the social wasp, *Mischocyttarus cerberus styx* Richards, 1940 (Hymenoptera, Vespidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 41: 217 - 224. 1998.
- Giannotti, E. NEST ARCHITECTURE OF *Mischocyttarus cerberus styx* Richards, 1940 (HYMENOPTERA, VESPIDAE) *Rev. bras. De Zootecnia Juiz de Fora* V. 1 Nº 1 p. 7 - 18, 1999.
- Hanson, P.; Gauld, I. D. Introducción. In: Hanson, P.; Gauld, I. D. (Ed.). *Hymenoptera de la Región Neotropical*. *Memoirs of the American Entomological Institute*, Gainesville, v. 77, p. 1-10, 2006.
- Hermann, H. R; Chao, J. Nesting Biology and Defensive Behavior of *Mischocyttarus* (*Monocyttarus*) *Mexicanus Cubicola* (Vespidae: Polistinae). *Psyche: A Journal of Entomology*, [s.l.], v. 91, n. 1-2, p.51-65, 1984.
- Jeanne R.L. 1. Chemical defense of brood by a social wasp. *Science* 168: 1465-1466. 1970.
- Jeanne, R. L. Social biology of the neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, *Bulletin of The Museum of Comparative Zoology*, 144, n. 3. p. 63-150. 1972.
- Lovelock, J, E , *Homage to Gaia: The Life of an Independent Scientist*. Oxford University Press, 2001.
- Montagna, T. S; Neves, E.F; Antonialli-Junior, W. F. First report of interspecific facultative social parasitism in the paper wasp genus *Mischocyttarus* Saussure (Hymenoptera, Vespidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 56(2): 263–265, junho, 2012.
- Pardi, P. Dominance order in *Polistes* wasps. *Physiol. Zool.*, v. 21, p. 1-13, 1948.
- Pinto, N. P. O; Gobbi, N; Noll, F. B et al. Coexistência Interspecífica em *Mischocyttarus* Saussure (Hymenoptera: Vespidae, *Mischocyttarini*) durante a Fase Inicial de Desenvolvimento de um Ninho. *Revista de Etologia*, Vol 6, Nº2, 95-100, 2004.
- Poltronieri, H. S. & Rodrigues, V. M. Vespídeos sociais: estudos de algumas espécies de *Mischocyttarus* Saussure, 1853 (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). *Dusenya*, 9: 99 – 105. 1976.
- Post, D. C, Jeanne R. L, Erickson Jr, E. H. Variation in behavior among workers of the primitively social wasp *Polistes fuscatus variatus*. In: Jeanne RL, editor. *Interindividual Behavioral Variability in Social Insects*, 283-321. 1998.
- Richards, O. W. *The social wasps of the Americas, excluding the Vespinae*. London: British Museum (Natural History), p.580. 1978.
- Romero, G. Q.; Koricheva, J. Contrasting cascade effects of carnivores on plant fitness: a meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*. v. 80. p. 696-704. 2011.
- Silva, E.R; Noda, S. C. M. Aspectos da atividade forrageadora de *Mischocyttarus cerberus styx* Richards, 1940 (Hymenoptera, Vespidae): duração das viagens, especialização individual e ritmos diário e sazonal. *Revista brasileira de zootecnia de Juiz de Fora*. V.2, Nº1 p.7-20, 2000.
- Snowdon, C. T. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. *Estudos em psicologia*, 4(2), 365-373, 1999.
- Soares, F; Sinzato, D. M. S; Ferreira, E.L. et al. Ocorrência e Nidificação de *Mischocyttarus cassununga* Von Hering 1903 (Polistinae, Vespidae) no centro universitário de Barra Mansa (UBM) Barra Mansa/RJ. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu - MG, 23 a 28 de Setembro de 2007,
- Somavilla, A; Oliveira, M. L; Silveira, O. T. Guia de identificação dos ninhos de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 56(4): 405–414, dezembro, 2012.
- Togni, O. C.; Giannotti, E. Nest defense behavior against the attack of ants in colonies of pre-emergent *Mischocyttarus cerberus* (Hymenoptera, Vespidae). *Sociobiology*. 50 (2): 675-694. 2007.
- Togni, O. C.; Giannotti, E. Colony defense behavior of the primitively eusocial wasp, *Mischocyttarus cerberus* is related to age. *Journal of Insect Science*, v. 10, n. 136, p. 1-14, 2010.
- Traniello, J. F. A. Foraging strategies of ants. *Annual Review Entomology* 34: 191-210, 1989.

Weiner, S.A; Woods, W. A. Jr; Starks, P, T. The energetic costs of stereotyped behavior in the paper wasp, *Polistes dominulus*. *Naturwissenschaften*, 96: 297, 2009

West-Eberhard, M. J. The social biology of Polistine wasps. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology of the University of Michigan* 140: 1-101, 1969.

Wilson, E. O. The insect societies, Cambridge, Massachusetts, USA: The Belknap Press of Harvard University, 548 p. 1971.