

Trabalhos Práticos da disciplina de Ecologia Comportamental

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

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

-2018-



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

<https://goo.gl/cvkGfm>

Professores responsáveis pela disciplina:

Prof. Hugo Sarmento

Prof. Rhainer Guillermo Ferreira

LISTA DE TRABALHOS

MOSCAS ANASTREPHA FRATERCULUS DEMONSTRAM PREFERÊNCIA CROMÁTICA NO FORRAGEIO

Henrique Santarosa, Natalia Bueno, Renan C. S. Pereira

CAPACIDADE DE RECONHECIMENTO DE PRESA PELO PREDADOR RHINELLA ORNATA (ANURA, BUFONIDAE) DIANTE DE DOIS TIPOS DIFERENTES DE BACKGROUND

Affonso Orlandi Neto, Leonardo G. da Rocha, Letícia Keller B. C. Lopes

O NÚMERO DE NINHOS EM COLÔNIA POLIDÔMICA AFETA TAXA DE RECRUTAMENTO EM CEPHALOTES AFF. DEPRESSUS (KLUG, 1824) (FORMICIDAE:MYRMICINAE).

Gabriela C. Mendes, Leonardo S. Ricioli, Marianela Pini

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA LUMINOSIDADE NO INVESTIMENTO DE FORRAGEAMENTO EM LARVAS DE NEUROPTERA: MYRMELEONTIDAE

Beatriz Segnini Soares, Márcia Cristina Martins da Silva, Maria Aparecida Gomes da Silva

MICROCRUSTÁCEO CERIODAPHNIA SILVESTRII DEMONSTRA PREFERÊNCIA ALIMENTAR POR ANKISTRODESMUS DENSUS DEVIDO A MORFOLOGIA DE SUA PAREDE CELULAR

Ana Beatriz Janduzzo, Gustavo Alexandre Cruz & Heloisa Bertolli de Almeida

INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA PRESA NA CONSTRUÇÃO DE ARMADILHAS POR LARVAS DE FORMIGA-LEÃO EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Anelyse Cortez, Solange Antão, Valentine Spagnol

USO DE ESTÍMULOS SENSORIAIS NO FORRAGEIO DE ABELHAS FRIESEOMELITTA VARIA (APIDAE, MELIPONINAE)

Camila Fernanda Panzeri, Fernanda Camila Sanches, Mariana de Cássia Bisio

IMPLANTAÇÃO DO JOGO SUPER TRUNFO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO NO PARQUE ECOLÓGICO DE SÃO CARLOS/SP

André Constantino, Cauê Fiorentino

NEOICNOLOGIA NA INTERPRETAÇÃO DE TRAÇOS FÓSSEIS DE BESOUROS (INSECTA: COLEOPTERA)

Aline Mandelli Martins, Letícia Prequero, Thândara Jacob

TOMADA DE DECISÕES EM VANELLUS CHILENSIS DIANTE DA PRESENÇA DE POSSÍVEIS AMEAÇAS

Gabriela Borges Vedovello, Janaina Andreia Costa Miranda, Natália Borges Simaroli

ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPONTÂNEO DO PEIXE TROGLÓBIO TRICHOMYCTERUS SP. (SILURIFORMES: TRICHOMYCTERIDAE)

Dayana Ferreira Torres; Graziela Gonçalves da Cruz

ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO “QUE BICHO SOU EU?”, A RESPEITO DOS COMPORTAMENTOS DE ANIMAIS VIVENTES NO PARQUE ECOLÓGICO DE SÃO CARLOS - SP.

Bruna Araújo, Carolyn Ortiz, Leticia Gamito, Rodrigo Valbuena & Mateus Costa

INFLUÊNCIA DE PREDADORES NO FORRAGEAMENTO DE AVES EM DIFERENTES ALTURAS

Lívia Maria dos Santos, Maria Janaina P. Bezerra, Thalita da Silva Lima

SENSIBILIZAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DAS ABELHAS SOLITÁRIAS

Ana Karla de O. T. Barbosa e Mariana de F. Machado

MOSCAS *ANASTREPHA FRATERCULUS* DEMONSTRAM PREFERÊNCIA CROMÁTICA NO FORRAGEIO

Henrique Santarosa, Natalia Bueno, Renan C. S. Pereira

Tutor: Erick Barros

Resumo

As moscas do gênero *Anastrepha fraterculus*. causam diversos danos em plantações de variados tipos de frutas, se alimentam delas e põem seus ovos gerando altos prejuízos à fruticultores. Esse estudo permite observar um restrito campo de preferência desses animais, sendo de grande valia para a agricultura visto que, dessa forma, é possível pensar em soluções para evitar a predação dos pomares mais afetados pelo forrageio dessa espécie. Esse projeto buscou saber se as moscas observadas demonstram alguma preferência em relação à qualidade nutricional do alimento fornecido e à cor da flor oferecida buscando otimizar o forrageio visto que, quanto mais energia é obtida com menor custo energético, melhor para o animal.

Introdução

O comprimento de luz emitido pela coloração de uma flor tem imenso impacto na atração dos polinizadores, facilitando ou dificultando a sua percepção a longa distância (SHRESTHA, DYER e BURD, 2013; BUKOVAC et al., 2016). O reconhecimento de uma flor por um inseto pode mudar, dependendo da altitude (KOSKI, ASHMAN, 2015), cores de fundo e formato da flor (KOETHE et al., 2016; BUKOVAC et al., 2017).

De fato, a composição da luz influencia diretamente na atração dos insetos (DONNERS et al., 2018). A maioria possui fotorreceptores verdes, que captam ondas a 530 nm, fotorreceptores azuis de 440 nm e fotorreceptores UV de 350 nm, enquanto alguns apresentam também os vermelhos, de 656 nm (BRISCOE, CHITTKA, 2001). Os diferentes pigmentos presentes participam na sensibilidade às ondas, caso da 3-hydroxyretinol no fotorreceptor UV, que absorve luz de ondas curtas (LEBHARDT; DESPLAN, 2017).

Contudo, o grau de discriminação de cores e formas não é claro. A coloração de fundo parece desempenhar um papel importante na detecção de plantas (BUKOVAC et al., 2017), assim como a cor e tamanho de predadores na escolha do local de forrageamento (GAVINI; QUINTERO; TADEY, 2018).

As diferenças mostradas anteriormente estão relacionadas com a eficiência de forrageio (RAINE; CHITTKA, 2007; DYER et al., 2016), e seria de se esperar variações, dado ao grande leque de ambientes que os insetos habitam, sempre visando o aumento do fitness naquela área. Acredita-se em uma coevolução entre planta-inseto para a cor da primeira e a recepção do segundo (DYER et al., 2012), e ao menos em *Apis mellifera* a preferência depende também da experiência (RESER et al., 2012). Os receptores de cores da ordem Hymenoptera são estruturalmente bem conservados, (CHITTKA, WELLS, 2004). o que levanta questões sobre a capacidade de aprendizagem dos insetos.

O que os insetos são capazes de enxergar e como enxergam, ainda é tema de discussão. Os modelos atuais sobre a atratividade da luz ainda são inadequados (VAN GRUNSVEN et al., 2014), e mais pesquisas são necessárias. Um conhecimento maior sobre esse assunto poderia ser de grande ajuda na manutenção de ambientes degradados.

Portanto, nosso objetivo foi analisar a preferência apresentada frente a flores de diferentes cores e concentrações. Como modelo de estudo, utilizamos *Anastrepha fraterculus*, e esperávamos que a cor amarela fosse escolhida sempre que as concentrações fossem iguais. Quando diferentes, era esperado que o inseto escolhesse a cor com maior quantidade de nutrientes.

Material e métodos

Foram utilizadas moscas da espécie *Anastrepha fraterculus*, três labirintos de isopor em Y (Figura 1), seis flores de papel colorido, sendo três azuis e três amarelas e também recipientes contendo uma mistura de banana e água. Para o preparo dos alimentos, usou-se açúcar nas situações em que este era mais concentrado. Quando menos concentrado, foi usado a fruta pura. Na extremidade dos braços de cada um dos labirintos foi posicionada uma flor amarela e uma azul, com os recipientes sobre, em diferentes valores nutricionais. Para o controle, ambas as cores continham menor concentração, sendo chamado de by. No labirinto 1, a flor amarela teve maior concentração, sendo referida como bY, e no labirinto 2, a flor azul foi a mais concentrada, portanto, By.



Figura 1. Labirinto em Y utilizado para o experimento

Moscas-das-frutas (Figura 2) são espécies frugívoras, que pertencem à família Tephritidae. Essas espécies de moscas produzem um grande impacto econômico, em razão ao grande estrago que suas larvas fazem em frutos carnosos (DUARTE & MALAVASI, 2000). Além desses danos causados diretamente às frutas, elas constituem-se em um dos

maiores entraves fitossanitários para a exportação de frutas frescas, tendo em vista as medidas rígidas de quarentenárias adotadas por países importadores (AGUIAR-MENEZES & MENEZES, 1997).

A família Tephritidae é endêmica da região Neotropical do continente americano, estando presente em toda América do Sul, América Central, México e no sul dos Estados Unidos (DUARTE & MALAVASI, 2000). A família compreende em torno de 500 gêneros distribuídos em 18 grupos, sendo um dos mais importantes à agricultura a subfamília Tephritinae, que compreende o gênero *Anastrepha*, e inclui um grande número de espécies de moscas-da-frutas, consideradas pragas, no México, Caribe e América do Sul (NORRBOOM, ZUCCHI e HERNÁNDEZ ORTIZ, 2000). O gênero *Anastrepha* inclui mais de 200 espécies descritas, sendo que aproximadamente metade delas ocorre no Brasil (URAMOTO e ZUCCHI, 2010).



Figura 2. *Anastrepha fraterculus*. Fonte: <http://gazeta-rs.com.br/wp-content/uploads/2017/08/mosca-1.jpg>

Um grupo de 10 moscas-da-fruta, da espécie *Anastrepha fraterculus*, foi posicionada em cada labirinto, em por 30 minutos foi analisado a preferência com base na cor da flor onde se alimentavam. A cada 2 minutos, anotava-se o número de indivíduos realizando esta ação.

Análises foram conduzidas duas vezes ao dia, por 6 dias. Utilizando o software SigmaPlot, aplicou-se o teste T pareado para análise dos dados de cada labirinto separadamente, comparando a preferência por amarelo ou azul. Em seguida, comparou-se a preferência por

uma das cores em cada tratamento, em tempos semelhantes, por exemplo, amarelo by e bY no tempo T0, azul by e By em T1.

Resultados

O teste T pareado para cada labirinto separadamente resultou em dados não significativos para by e para o bY, com $P = 0,192$ e $P = 0,080$, respectivamente. Para By, P foi menor que 0,001, indicando que esses dados são discrepantes demais para serem ao acaso, havendo portando uma menor preferência pelo azul (Figura 3).

Quando se comparou os tratamentos, não houve diferença significativa em nenhum tempo e em nenhuma combinação para o amarelo. Já com o azul, obteve-se resultados significativos ao comparar qualquer tratamento com bY.

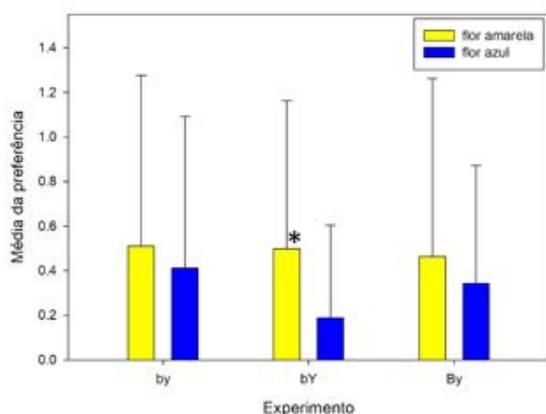


Figura 3. Gráfico demonstrando a média da preferência de *A. fraterculus* em cada experimento. O asterisco indica o teste onde houve diferença significativa com tendência não preferência ao azul mesmo quando este tem maior retorno energético.

Discussão

Estudos anteriores demonstram que *A. fraterculus* é atraída pela cor amarela (CYTRYNOWICZ; MORGANTE; SOUZA, 1982), fato corroborado pelo presente estudo. Pesquisas com uma espécie próxima, *A. obliqua* demonstram atração por comprimentos de onda entre 380 nm e 570 nm, que corresponde as cores: violeta, azul, verde e amarelo

(LÓPEZ-GUILLÉN; VIRGEN; ROJAS, 2009), o que poderia excluir a possibilidade de que a espécie trabalhada simplesmente não enxergasse a cor azul.

Ao que tudo indica, *A. fraterculus* sente atração pela cor amarela em comparação com a cor azul, mesmo quando esta não lhe oferece o maior retorno energético. Acreditamos que isto ocorra devido a coevolução proposta entre cor da flor e receptores visuais do inseto (DYER et al., 2012), em que a escolha seria inata e especializada. Tal hipótese trata de uma situação onde por milhões de anos as flores de cor amarela aumentaram o fitness daqueles que dela se alimentaram, e ao fazer isso, o animal também aumentava o fitness da planta. Tal relação teria atingido o ponto em que o inseto não precisava mais averiguar as concentrações de açúcar, pois na cor amarela ela sempre seria maior do que nas demais cores. Caso isto se confirme, impactos nas plantas se estenderia a populações de *A. fraterculus* aumentando os riscos da poluição, por exemplo.

A. ludens também é atraída pelo amarelo (ROBACKER; MORENO; WOLFENBARGER, 1990; ROBACKER, 1992), já *A. suspensa* é atraída pela cor laranja (GREANY et al., 1978), de ondas maiores. É muito provável que espécies de *Anastrepha* com preferências diferentes teriam tido uma coevolução diferente, e o estudo deste comportamento traria maior conhecimento não somente sobre o inseto, mas sobre todo o ecossistema em eras passadas.

Recomenda-se, portanto, estudos mais profundos, em que se buscaria maior conhecimento acerca do funcionamento dos receptores visuais, e das relações destes com as plantas da preferência da mosca. Tais estudos deveriam ser replicados em um grande número de espécies de *Anastrepha*, com o propósito de comparar as diferenças entre elas.

Agradecimentos

Agradecemos ao tutor Erick Barros pela ajuda na elaboração e execução do projeto, ao professor Reinaldo Brito do Departamento de Genética e Evolução da

Universidade Federal de São Carlos pela doação das moscas que foram utilizadas, ao professor Rhainer Guillermo por ceder o espaço em seu laboratório para execução dos testes e ao professor Hugo Sarmiento pela oportunidade de realização do projeto.

Referências

- AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B.. Natural Occurrence of Parasitoids of *Anastrepha* spp. Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) in Different Host Plants, in Itaguai (RJ), Brazil. *Biological Control*, v. 8, n. 1, p. 1–6, jan. 1997.
- ARIKAWA, K.; INOKUMA, K.; EGUCHI, E.. Pentachromatic visual system in a butterfly. *Naturwissenschaften*, [s.l.], v. 74, n. 6, p.297-298, jun. 1987. Springer Nature America, Inc. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00366422>.
- BRISCOE, A. D.; CHITTKA, L.. The Evolution of Color Vision In Insects. *Annual Review Of Entomology*, [s.l.], v. 46, n. 1, p.471-510, jan. 2001. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.471>.
- BUKOVAC, Z. et al.. Assessing the ecological significance of bee visual detection and colour discrimination on the evolution of flower colours. *Evolutionary Ecology*, [s.l.], v. 31, n. 2, p.153-172, 11 ago. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10682-016-9843-6>.
- BUKOVAC, Z. et al.. Why background colour matters to bees and flowers. *Journal Of Comparative Physiology A*, [s.l.], v. 203, n. 5, p.369-380, maio 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00359-017-1175-7>.
- COMEÇA o monitoramento das mosca-das-frutas na Serra. 2017. Disponível em: <<http://gazeta-rs.com.br/vinicola-aurora-aumenta-exportacoes-para-o-caribe-com-as-vendas-novo-cliente-em-curacao-2/>>. Acesso em: 6 ago. 2018.
- CYTRYNOWICZ, M.; MORGANTE, J. S.; SOUZA, H. M. L. de.. Visual Responses of South American Fruit Flies, *Anastrepha fraterculus*, and Mediterranean Fruit Flies, *Ceratitis capitata*, to Colored Rectangles and Spheres. *Environmental Entomology*, [s.l.], v. 11, n. 6, p.1202-1210, 1 dez. 1982. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/ee/11.6.1202>.
- DONNERS, M. et al.. Colors of attraction: Modeling insect flight to light behavior. *Journal Of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, [s.l.], p.1-7, 26 jun. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jez.2188>.
- DUARTE, A.L.; MALAVASI, A.. Tratamentos quarentenários, p. 187- 192. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (eds). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil (conhecimento básico e aplicado)*. FAPESP-Holos, Ribeirão Preto. 2000. 327 p.
- DYER, A. G. et al.. Parallel evolution of angiosperm colour signals: common evolutionary pressures linked to hymenopteran vision. *Proceedings Of The Royal Society B: Biological Sciences*, [s.l.], v. 279, n. 1742, p.3606-3615, 6 jun. 2012. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.0827>.
- GREANY, P. D. et al.. Increasing Effectiveness of Visual Traps For The Caribbean Fruit Fly, *Anastrepha suspensa* (DIPTERA: TEPHRITIDAE), by use of Fluorescent Colors. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, [s.l.], v. 23, n. 1, p.20-25, jan. 1978. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.1978.tb02727.x>.
- KOLB, G.. Ultrastructure and adaptation in the retina of *Aglais urticae* (Lepidoptera). *Zoomorphology*, [s.l.], v. 105, n. 2, p.90-98, abr. 1985. Springer Nature America, Inc. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00312143>.
- KOSHITAKA, H. et al.. Tetrachromacy in a butterfly that has eight varieties of spectral receptors. *Proceedings Of The Royal Society B: Biological Sciences*, [s.l.], v. 275, n. 1637, p.947-954, 22 abr. 2008. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2007.1614>.
- KOSKI, M. H.; ASHMAN, T.. An altitudinal cline in UV floral pattern corresponds with a behavioral change of ageneralist pollinator assemblage. *Ecology*, S.l, v. 96, n. 12, p.3343-3353, dez. 2015. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/24702591>>. Acesso em: 23 set. 2018.
- LEBHARDT, F.; DESPLAN, C.. Retinal perception and ecological significance of color vision in insects. *Current Opinion In Insect Science*, [s.l.], v. 24, p.75-83, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cois.2017.09.007>
- LÓPEZ-GUILLÉN, G.; VIRGEN, A.; ROJAS, J. C.. Color preference of *Anastrepha obliqua* (Diptera, Tephritidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, [s.l.], v. 53, n. 1, p.157-159, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0085-56262009000100034>.
- NORRBOM, A.L., R.A ZUCCHI e V. HERNÁNDEZ-ORTIZ. 2000. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology. In M. Aluja & A.L. Norrbom (eds.), *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior*. CRC Press, 944p.
- RAINE, N. E.; CHITTKA, L.. The Adaptive Significance of Sensory Bias in a Foraging Context: Floral Colour Preferences in the Bumblebee *Bombus terrestris*. *Plos One*, [s.l.], v. 2, n. 6, p.1-8, 20 jun. 2007. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0000556>.

RESER, D. H. et al. Honeybees (*Apis mellifera*) Learn Color Discriminations via Differential Conditioning Independent of Long Wavelength (Green) Photoreceptor Modulation. **Plos One**, [s.l.], v. 7, n. 11, p.1-8, 14 nov. 2012. Public Library of Science (PLoS).
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0048577>.

ROBACKER, D. C.; MORENO, D. S.; WOLFENBARGER, D. A.. Effects of Trap Color, Height, and Placement Around Trees on Capture of Mexican Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). **Journal Of Economic Entomology**, [s.l.], v. 83, n. 2, p.412-419, 1 abr. 1990. Oxford University Press (OUP).
<http://dx.doi.org/10.1093/jee/83.2.412>.

ROBACKER, D. C.. Effects of Shape and Size of Colored Traps on Attractiveness to Irradiated, Laboratory-Strain Mexican Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). **The Florida Entomologist**, [s.l.], v. 75, n. 2, p.230-241, jun. 1992. JSTOR.
<http://dx.doi.org/10.2307/3495625>.

SHRESTHA, M.; DYER, A. G.; BURD, M.. Evaluating the spectral discrimination capabilities of different pollinators and their effect on the evolution of flower colors. *Communicative & Integrative Biology*, [s.l.], v. 6, n. 3, p.1-4, 13 maio 2013. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.4161/cib.24000>.

URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A.. New species of *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae) from remnant area of the Atlantic Rain Forest and surroundings in the state of Espírito Santo, Brazil. *Zootaxa*, v. 2535, p. 49–60, 2010

VAN GRUNSVEN, R.H. A. et al. Spectral composition of light sources and insect phototaxis, with an evaluation of existing spectral response models. *Journal Of Insect Conservation*, [s.l.], v. 18, n. 2, p.225-231, abr. 2014. Springer Nature.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10841-014-9633-9>.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETTO, S.; NAKANO, O. Guia de identificação de pragas agrícolas. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139 p.

CAPACIDADE DE RECONHECIMENTO DE PRESA PELO PREDADOR RHINELLA ORNATA (ANURA, BUFONIDAE) DIANTE DE DOIS TIPOS DIFERENTES DE BACKGROUND

Affonso Orlandi Neto, Leonardo G. da Rocha, Leticia Keller B. C. Lopes

Tutor: Erick M. Barros

Resumo

Sapos costumam interpretar pequenos objetos em movimento como potenciais presas, enquanto que objetos grandes tendem a estimular displays de fuga. Já objetos estáticos são dificilmente reconhecidos pelo predador. Dessa maneira, a visão é uma primeira linha sensorial para detecção de presas por esses animais. Já para as presas, cabe encontrar as características que lhe confiram maior proteção, sendo a camuflagem uma das técnicas utilizadas para fugir do raio de detecção do predador. A partir do fenômeno de “inaccurate background matching”, se torna vantajoso para presas possuir a coloração geral de um determinado ambiente quando estão em locais heterogêneos com muitas alterações de cor e textura. Já em ambientes homogêneos, o processo de camuflagem tende a ser mais específico quanto à coloração e textura da presa. Entretanto, a problemática consiste na união das questões de movimentação e camuflagem da presa, bem como a maneira que o predador consegue reconhecer a mesma. Nesse artigo, foi testada a capacidade do predador *Rhinella ornata* de reconhecer as presas simuladas através de um vídeo com dois diferentes backgrounds (homogêneo-branco e heterogêneo-folhagem), analisando e comparando o número de tentativas de captura, tempo até a primeira tentativa e os intervalos entre as tentativas nos dois diferentes backgrounds. Com isso, obtivemos que as diferenças entre os backgrounds não foram significativas refutando a hipótese inicial de que houvesse uma maior taxa de tentativas no background homogêneo, nos levando a discussões de como esse processo de reconhecimento e de interesse do animal pela presa se inter-relacionam.

Introdução

Os padrões de coloração encontrados na natureza têm papéis fundamentais na comunicação intra e interespecífica, além de outros propósitos como termorregulação, evasão de predadores e camuflagem. Machos de algumas espécies podem utilizar ornamentos decorativos coloridos ou possuírem coloração diferente de fêmeas, que são exibidos a estas em intrincados rituais de corte que podem culminar em um aumento de seu sucesso reprodutivo. Um exemplo disso são as aranhas pavão australianas do gênero *Maratus* (família: Salticidae) onde, durante o processo de corte, o macho levanta e exhibe seu abdômen colorido para as fêmeas nas proximidades.

De acordo com Endler (1978), se o padrão de coloração da presa assemelhar-se a uma amostra aleatória do background, pela visão de um predador (levando em consideração fatores como coloração, semelhança na textura e geometria) ela será considerada críptica, no entanto, caso ela destaque-se do fundo, será considerada conspícua. Dessa maneira, processos onde a espécie possui algum tipo de camuflagem ou mimetismo, caracterizariam essa espécie como críptica.

Em geral, a camuflagem é utilizada para tornar a detecção da presa mais difícil no ambiente em que se encontra, sendo que a maioria dos exemplos envolvem coloração corporal (Stevens & Merilaita 2009), podendo assim, evitar o ataque por predadores visualmente orientados.

Uma presa será considerada difícil de ser detectada quando sua aparência visual for similar ao ambiente em que se encontra (Dimitrova & Merilaita 2010) – o “background”. Portanto, a capacidade do predador de reconhecer sua presa é diretamente afetada pela camuflagem desta

quando está em diferentes backgrounds, sendo que até mesmo uma pequena semelhança entre a presa e o background é capaz de fornecer, mesmo que pouca, certa proteção a presa (Merilaita & Dimitrova, 2014).

Contudo, o que observamos é o fenômeno de “inaccurate background matching”. Presas que são muito especialistas quanto a sua camuflagem em um determinado background têm sua capacidade de proteção diminuída quando mudam de ambiente ou quando encontram-se em ambientes heterogêneos (Merilaita & Dimitrova 2014). Dessa maneira, é comum que as espécies possuam cores gerais de um determinado background, sem apresentarem uma correspondência de coloração e textura tão próximas (Merilaita & Dimitrova 2014).

São duas as principais hipóteses sobre os mecanismos comportamentais de predação para a detecção de presas crípticas. De acordo com Tinbergen (1960), o predador tende a aumentar sua capacidade de reconhecimento de presa mediante experiências prévias de captura, reconhecendo e associando os padrões existentes entre o background e a presa.

Com isso, o predador busca pelo padrão mais comum no ambiente, resultando numa maior taxa de captura de presa nas que possuem fenótipos abundantes, resultando em uma maior taxa de sobrevivência para as presas que possuem fenótipos raros. Esse fenômeno é levado em consideração apenas quando há abundância de presa no local, pois quando há restrição alimentar ou uma redução na população de presas, os fenótipos raros também serão identificados com facilidade.

Já para Gendron & Staddon (1983), a eficiência de captura dessas presas crípticas depende da taxa de procura do animal em uma determinada mancha de recurso. Dessa maneira, se o predador passa mais tempo forrageando em uma determinada mancha, terá mais chances de encontrar a presa do que se passasse menos tempo. Esse modelo relaciona a maleabilidade das taxas de procura que um animal pode ter mediante à abundância de presas no ambiente. Se houver uma grande abundância de presas no local, o animal poderá aumentar sua eficiência de captura aumentando o tempo em que forrageia em

cada mancha. No entanto, se a abundância de presas estiver baixa, gastar mais energia forrageando em cada mancha poderá reduzir ainda mais a taxa de captura do animal.

Sapos (Amphibia: anura) são normalmente classificados como predadores do modelo “sit-and-wait”, ou seja, eles podem permanecer por longos períodos de tempo estáticos à espera de uma presa que se movimenta em seu campo de visão (Sillar, 2016). Quando reconhecem um objeto em movimento como presa, dão início a uma cadeia de movimentos para sua captura.

Em nosso estudo, buscamos entender a capacidade visual e eficiência de reconhecimento visual de presas por *Rhinella ornata* (Johann Baptist Von Spix, 1824) frente a dois backgrounds diferentes (homogêneo e heterogêneo), sendo que em um deles a presa está em evidência, enquanto que no outro ela está camuflada (possui a coloração geral do background). Ou seja, buscamos entender se a presa camuflada com o ambiente é capaz de fornecer proteção ao animal contra a predação de *Rhinella ornata*, ou se a simples movimentação dela já é o suficiente para que o animal consiga localizá-la.

Materiais e métodos

Foi utilizada para os experimentos a espécie modelo *Rhinella ornata* (Spix, 1824). A distribuição geográfica desta espécie abrange a extensão da floresta de Mata Atlântica, do sul do estado de Espírito Santo ao estado do Rio de Janeiro e São Paulo, até o norte do estado do Paraná, Brasil. Ocorre também no nordeste da Argentina, nas províncias de Misiones e Corrientes (Baldissera Jr. et.al., 2004).

Esta espécie possui hábitos tanto diurnos quanto noturnos, porém com uma tendência para o hábito noturno (Ohashi & Silva 2009, Rocha et al. 2011). Diferenças de desenvolvimento podem estar correlacionadas a esse tipo de comportamento, já que na grande maioria os sapos juvenis são encontrados durante o período diurno e adultos no período noturno, justamente para evitar a competição intraespecífica (Smith & Bragg 1949, Duellman & Trueb 1986, Ohashi & Silva 2009).

Estudos demonstram que esta espécie possui uma dieta variada, predominantemente artrópodes e insetos (principalmente Formicidae, Coleoptera e Isoptera), presas que são comumente encontradas em dietas de anuros em geral (e.g., Toft 1980, 1981, Van Sluys & Rocha 1998, Teixeira et al. 1999, Van Sluys et al. 2001, Rosa et al. 2002, Marra et al. 2004, Bull 2006, Sabagh & Carvalho-e-Silva 2008, Duré et al. 2009, Ferreira & Teixeira 2009, Quiroga et al. 2009, Martins et al. 2010, Almeida-Santos et al. 2011, Dorigo et al. 2012, Maia-Carneiro et al. 2012). Nesses estudos, Formicidae foi o grupo de presas mais predada por esta espécie, o que propiciou utilizarmos para este projeto uma formiga como presa em nossos testes, para maior sucesso de resultados.

Os animais foram capturados através de busca ativa em áreas ambientais e urbanas no município de São Carlos-SP, durante os meses de outubro e novembro. Após a captura, todos os animais foram alocados em uma caixa organizadora de 60 litros. O interior de cada caixa continha um substrato de terra e folhas junto à um pote de água, simulando um ambiente natural para menor estresse do animal e garantir melhores condições de aclimação ao cativeiro.

Criação do Vídeo simulador

Para a utilização nos experimentos, foi criado um vídeo que simula situações onde a presa é encontrada em evidência (background homogêneo-branco: imagem 1) e camuflada (background heterogêneo-folhagem: imagem 2). O vídeo foi reproduzido no tablet LG-V700 com resolução 1920x1080, em escalas de cinza para eliminarmos o fator da coloração na contabilização dos dados.

O vídeo simulou a presa caminhando sobre a tela, com velocidade



Figura 1 - background homogêneo-branco

de movimentação de seis segundos para que a mesma cruze de um lado ao outro da tela. A presa escolhida foi uma formiga de coloração preta, de 1,5 centímetros na tela tablet. Os movimentos das presas foram sorteados aleatoriamente e variaram da seguinte maneira: esquerda-direita e direita-esquerda, cima-baixo e baixo-cima, diagonais (cima-baixo e baixo-cima).

Realização dos testes

Para a realização dos testes, cada animal foi colocado em uma caixa de testes por vez, a qual estava em um ambiente escuro para não haver interferência externa que possa distrair o animal, além de possuir maior controle durante o experimento. Após o animal ser colocado na caixa de testes, o mesmo foi exposto a 5 minutos iniciais em uma tela branca para que houvesse a adaptação do indivíduo à luminosidade, e posteriormente aos testes que tiveram duração de dez minutos cada, totalizando 25 minutos para cada animal, com a presa cruzando a tela 100 vezes em cada vídeo (totalizando 200 vezes).

Foram realizados dois testes com cada animal, sem repetições. No primeiro teste foi apresentado aos indivíduos o vídeo com o background homogêneo (branco), simulando a presa em evidência, e, logo em seguida, o vídeo com o background heterogêneo (folhagem), simulando a presa camuflada.

Foram contabilizados para as análises o número de tentativas que os animais tiveram ao tocar a tela do Tablet, tanto ao redor da presa (em um espaço de, aproximadamente, 3 vezes o tamanho da presa) quanto os acertos certos, o intervalo entre as tentativas e o tempo para que houvesse a primeira tentativa. Todos os testes foram filmados por uma câmera GoPro Hero 6 para posterior análise e contabilização dos dados.



Figura 2 - background heterogêneo-folhagem

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas mediante a contabilização do número de tentativas de captura de cada indivíduo, tempo até a primeira tentativa e o tempo entre as tentativas, com a relação entre os diferentes backgrounds. Para isso, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para analisar a normalidade da distribuição dos dados e o teste-t pareado para comparar a diferença entre os tratamentos.

Resultados

De acordo com os resultados das análises, esboçados nas figuras 3, 4 e 5, não houve diferenças significativas nos resultados entre os dois tipos de backgrounds para as três informações analisadas: número de tentativas, tempo entre tentativas e tempo até a primeira tentativa.

Os resultados das três análises comparando os dois backgrounds diferentes não são suficientes para excluímos a possibilidade de que estas ocorreram ao acaso, sendo que: Número de tentativas ($P=0,415$), tempo entre as tentativas ($P=0,854$) e Tempo até a primeira tentativa ($P=0,147$).

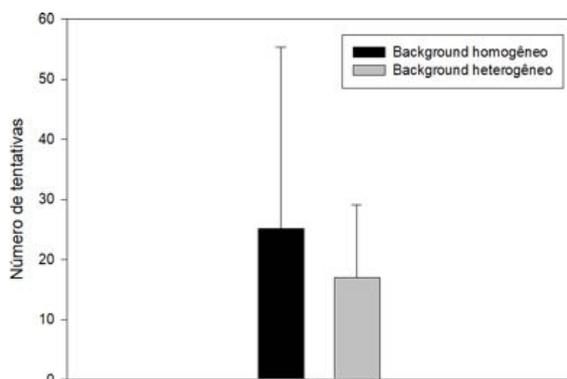


Figura 3 – média do número de tentativas para os dois backgrounds.

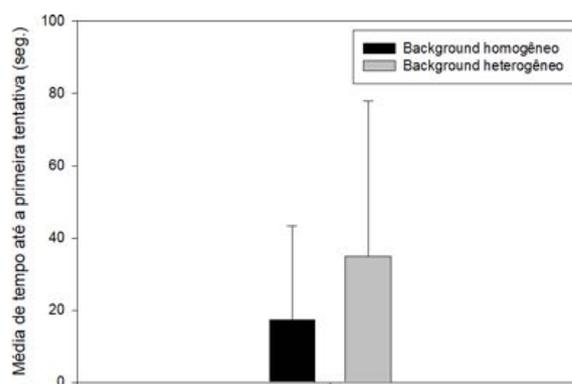


Figura 4 – Média de tempo em segundos dos intervalos entre as tentativas de captura da presa.

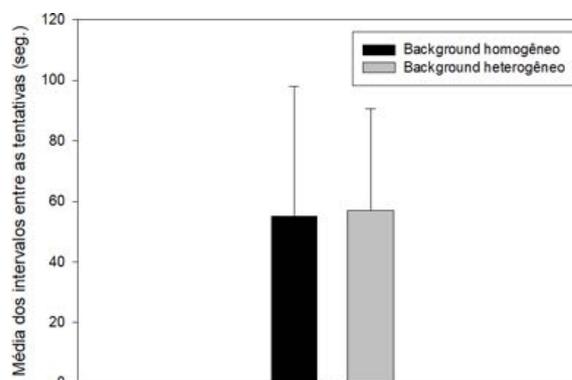


Figura 5 – Média de tempo em segundos até a primeira tentativa de captura da presa.

Discussão

Não foram encontradas potenciais alterações na taxa de captura das presas nos dois diferentes backgrounds, refutando nossa hipótese. Esse resultado pode ser explicado devido ao baixo número amostral de sapos utilizados na análise, que não permite que seja observada uma diferença significativa entre os valores obtidos nos dois diferentes backgrounds.

Outro fator a ser levado em consideração é a acuidade visual desses animais. Os sapos, ao contrário de outras espécies, que podem utilizar de outros aparatos sensoriais ou de espectros de luz diferentes (como infravermelho ou ultravioleta), são visualmente orientados. A visão tende a ser uma primeira linha sensorial para a detecção de presas, dependendo da complexidade e sofisticação dos olhos do predador. Os olhos dos sapos, em geral, são estáticos, ou seja, não produzem movimentos como os olhos humanos, chamados de “saccades”, que consistem na alternância de fixações

oculares de um ponto ao outro (Sillar, 2016). Por isso são relativamente cegos às cenas sem movimentos (Ewert, 1970).

Dessa maneira, a técnica de forrageamento adotada por esses animais consiste no modelo “sit-and-wait”, até que um objeto que o interesse se mova no seu campo de visão (Sillar, 2016). Enquanto pequenos objetos em movimento estimulam a predação, objetos grandes tendem a estimular displays de fuga. Pelo ponto de vista desses animais, objetos pequenos em movimento seriam potenciais presas, enquanto objetos grandes em movimento seriam potenciais predadores (Ewert, 1970).

Portanto, a simples movimentação da presa pode ter sido um fator chave para a sua detecção, independente do background, sendo que a percepção de um objeto de pequeno porte em movimento pode ter sido o suficiente para arriscar a captura.

Ademais, a presa simulada no vídeo tem um tamanho significativo quando comparada ao tamanho de *R. ornata*, o que pode ter facilitado seu reconhecimento, tanto em relação aos olhos do predador, quanto em ter ficado em evidência no background heterogêneo. Talvez o uso de uma presa menor possa oferecer diferentes resultados à análise.

Os resultados também podem estar relacionados à preferência alimentar dessa espécie. Alguns autores consideram bufonídeos como forrageadores oportunistas, ou seja, que a variedade de alimentos em sua dieta está diretamente relacionada à disponibilidade destes no ambiente (Batista et al 2011). Já outros autores consideram bufonídeos como formiga-especialistas (Rosa et al. 2002) por conta da alta proporção dessa presa na dieta (Maia-Carneiro, 2013). Uma alternativa seria o uso de outros formatos de presas, ou o de figuras geométricas.

Um estudo realizado em fragmentos de mata atlântica e cerrado sugeriu que *R. ornata* é um forrageador generalista e oportunista, em que o consumo de presas acontece de acordo com a sua disponibilidade, entretanto o tipo de presa que mais frequente encontrado é da família Formicidae (Maia-Carneiro, 2013), tendência que já foi encontrada em bufonídeos em geral (Batista et al. 2011).

Isso pode significar que esses animais possuem uma imagem de procura para presas com formato de formiga, facilitando a localização no background heterogêneo.

Outro fator observado foi a facilidade de dispersão de atenção observada nessa espécie, onde qualquer barulho ou fonte luminosa externa foi capaz de tirá-los do campo de visão da tela.

Estudos prévios com o peixe *Gasterosteus aculeatus L.*, conhecido popularmente como esgana-gato, sugerem que o efeito da correspondência de coloração com o background não é efetivo em diminuir o risco da detecção da presa quando estas se encontram em movimento (Ioannou, 2009). Assim, a maneira mais efetiva de garantir a camuflagem da presa é quando ocorre a união do efeito de camuflagem com o comportamento de se manterem estáticos. Portanto, a mera característica da presa possuir a coloração geral do ambiente não seria suficiente para garantir sua camuflagem, permitindo que o nosso predador, *R. ornata*, a encontrasse com facilidade.

Outros experimentos analisando a capacidade de captura de predadores com presas artificiais foram realizados com o pássaro chapim-azul (*Cyanistes caeruleus*), confirmando o efeito de camuflagem do tipo “inaccurate background matching”, melhorando as chances de sobrevivência da presa (Merilaita, 2014). Entretanto, não encontramos nenhuma bibliografia prévia para esse tipo de análise com anuros. Como os resultados nesse artigo foram, de certa forma, inconclusivos, ainda restam dúvidas com a real capacidade cognitiva desses animais, dando margem para a realização de novos estudos na área.

Agradecimentos

Agradecemos ao nosso tutor Erick pela paciência e cooperação para a realização deste estudo; aos professores Rhainer e Hugo pela atenção e ajuda durante a realização do mesmo; ao Pesque & Pague e Ranário Estrela pelo ótimo serviço prestado para conseguirmos as rãs touros; aos nossos pais por proporcionarem ótimas condições para nossos estudos; ao Eduardo Rossetto e Enzo Manzoli pela ajuda nas saídas de campo e aos amigos que

estiveram ao longo desse semestre nos apoiando e incentivando.

Referências

- Almeida-Santos, M., Siqueira, C.C., Van Sluys, M., Rocha, C.F.D. (2011): Ecology of the Brazilian fleafrog *Brachycephalus didactylus* (Terrarana: Brachycephalidae). *Journal of Herpetology* 45(2): 251-255.
- Baldissera, F.A., Caramaschi, U., Haddad, C.F.B. (2004): Review of the *Bufo crucifer* species group, with descriptions of two new related species (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Arquivos do Museu Nacional* 62(3): 255-282.
- Batista, R.C., De-Carvalho, C.B., Freitas, E.B., Franco, S.C., Batista, C.C., Coelho, W.A., Faria, R.G. (2011): Diet of *Rhinella schneideri* (Werner, 1894) (Anura: Bufonidae) in the Cerrado, Central Brazil. *Herpetology Notes* 4: 017-021.
- Bull, E. (2006): Sexual Differences in the Ecology and Habitat Selection of Western Toads (*Bufo boreas*) in Northeastern Oregon. *Herpetological Conservation and Biology* 1(1): 27-38.
- Dickerson, M. C. 1906. *The frog book*. Doubleday doran and company, inc., n. y., xvii + 253 pp.
- Dimitrova, M., & Merilaita, S. (2009). Prey concealment: visual background complexity and prey contrast distribution. *Behavioral Ecology*, 21(1), 176-181.
- Dorigo, T.A., Siqueira C.C., Vrcibradic, D., Maia-Carneiro, T., Almeida-Santos, M., Rocha, C.F.D. (2012): Ecological aspects of the pumpkin toadlet, *Brachycephalus garbeanus* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura: Neobatrachia: Brachycephalidae), in a highland forest of southeastern Brazil. *Journal of Natural History* 46(39- 40): 2497-2507.
- Duellman, W.E., Trueb, L. (1986): *Biology of Amphibians*. The Jonhs Hopkins University Press.
- Duré, M.I., Kehr, A.I., Schaefer, E.F. (2009): Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura, Bufonidae) from northeastern Argentina. *Phyllomedusa* 8(1): 27- 39.
- Endler, J. A. (1978). A predator's view of animal color patterns. In *Evolutionary biology* (pp. 319-364). Springer, Boston, MA.
- Ewert, J. P. (1970). Neural mechanisms of prey-catching and avoidance behavior in the toad (*Bufo bufo* L.). *Brain, behavior and evolution*, 3(1-4), 36-56.
- Ewert, J. P. (1970). Neural mechanisms of prey-catching and avoidance behavior in the toad (*Bufo bufo* L.). *Brain, behavior and evolution*, 3(1-4), 36-56.
- Ferreira, R.B., Teixeira, R.L. (2009): Feeding pattern and use of reproductive habitat of the Striped toad *Rhinella crucifer* (Anura: Bufonidae) from Southeastern Brazil. *Acta Herpetologica* 4(2): 125-134.
- Gendron, R. P., & Staddon, J. E. (1983). Searching for cryptic prey: the effect of search rate. *The American Naturalist*, 121(2), 172-186.
- Ingle, D. J. (1971). Prey-catching behavior of anurans toward moving and stationary objects. *Vision Research*, 11, 447-456.
- Ingle, D., & Cook, J. (1977). The effect of viewing distance upon size preference of frogs for prey. *Vision research*, 17(9), 1009-1013.
- Kotiaho, J., Alatalo, R. V., Mappes, J., Parri, S., & Rivero, A. (1998). Male mating success and risk of predation in a wolf spider: a balance between sexual and natural selection?. *Journal of Animal Ecology*, 67(2), 287-291.
- Maia-Carneiro, T., Dorigo, T.A., Almeida-Gomes, M., Van Sluys, M., Rocha, C.F.D. (2012): Feeding habits, microhabitat use, and daily activity of *Cycloramphus brasiliensis* (Anura: Cycloramphidae) from the Atlantic Rainforest, Brazil. *Zoologia* 29(3): 277-279.
- Maia-Carneiro, T., Kiefer, M. C., Van Sluys, M., ROCHA, D., & Frederico, C. (2013). Feeding habits, microhabitat use, and daily activity period of *Rhinella ornata* (Anura, Bufonidae) from three Atlantic rainforest remnants in southeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 9(1).
- Martins, A.C.J.S., Kiefer, M.C., Siqueira, C.C., Van Sluys, M., Menezes, V.A., Rocha, C.F.D. (2010): Ecology of *Ischnocnema parva* (Anura: Brachycephalidae) at the Atlantic Rainforest of Serra da Concórdia, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia* 27 2): 201–208.
- Merilaita, S., & Dimitrova, M. (2014). Accuracy of background matching and prey detection: predation by blue tits indicates intense selection for highly matching prey colour pattern. *Functional ecology*, 28(5), 1208-1215.
- Merilaita, S., & Dimitrova, M. (2014). Accuracy of background matching and prey detection: predation by blue tits indicates intense selection for highly matching prey colour pattern. *Functional ecology*, 28(5), 1208-1215.
- Ohashi, T.L., Silva, V.X. (2009): Importância da biomassa de *Rhinella ornata* (Anura, Bufonidae) para o fluxo de energia água-terra no Parque Estadual Nova Baden, Lambari - MG. *Anais do 3º Congresso Latino Americano de Ecologia*, 10 a 13 de Setembro de 2009, São Lourenço, Minas Gerais, pp. 1-3.
- Oliver, J. A. 1949. The peripatetic toad. *Natural history* 58(1) :30-33. . 1955. The natural history of north american amphibians and reptiles. D. Van Nostrand company, inc.,
- Prado, V.H.M., Silva, F.R., Dias, N.Y.N., Pires, J.S.R., Rossa-Feres, D.C. (2009): Anura, Estação Ecológica de Jataí, São Paulo state, southeastern Brazil. *Check List* 5(3): 495-502.
- Princeton, n. j., ix + 359 pp. riemer, W. J. 1958. Giant toads of florida. *Quart. J. Fla. Acad. sci.*, 21(3) :207- 211.

- Quiroga, L.B., Sanabria, E.A., Acosta, J.C. (2009): Size- and Sex-Dependent Variation in Diet of *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) in a Wetland of San Juan, Argentina. *Journal of Herpetology* 43(2): 311–317.
- Rocha, C.F.D., Vrcibradic, D., Kiefer, M.C., Siqueira, C.C., AlmeidaGomes, M., Borges-Júnio, V.N.T., Hatano, F.H., Fontes, A.F., Pontes, J.A.L., Klaion, T., Gil, L.O., Van Sluys, M. (2011): Parameters from the community of leaf-litter frogs from Estação Ecológica Estadual Paraíso, Guapimirim, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (Annals of the Brazilian Academy of Sciences)* 83(4): 1259-1267.
- Rosa, I., Canavero, A., Maneyro, R., Naya, D.E., Camargo, A. (2002): Diet of two sympatric anuran species in a temperate environment. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* 13: 12-20.
- Sabagh, L.T., Carvalho-e-Silva, A.M.P.T. (2008): Feeding overlap in two sympatric species of *Rhinella* (Anura: Bufonidae) of the Atlantic Rain Forest. *Revista Brasileira de Zoologia* 25(2): 247–253.
- Savage, R. M. 1962. The ecology and life history of the common frog. Hafner publ. co., n. y., vii + 211 pp.
- Sillar, K. T., Picton, L. D., & Heitler, W. J. (2016). The neuroethology of predation and escape. John Wiley & Sons.
- Silva, H.R., Carvalho, A.L.G., Bittencout-Silva, G.B. (2008): Frogs of Marambaia: a naturally isolated Restinga and Atlantic Forest remnant of southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 8(4): 167-174.
- Silva-Soares, T., Hepp, F., Costa, P.N., Luna-Dias, C., Gomes, M.R., Silva, A.M.P.T.C., Silva, S.P.C. (2010): Anfíbios anuros da RPPN Campo Escoteiro Geraldo Hugo Nunes, Município de Guapimirim, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 10(2): 225-233.
- Smith, C.C., Bragg, A.N. (1949): Observations on the ecology and natural history of anura, VII. Food and feeding habits of the common species of toads in Oklahoma. *Ecology* 30(3): 333-349.
- Stebbins, R. C. 1951. Amphibians of western north america. University of Calif. Press, Berkeley, ix + 539 pp.
- Stevens, M. (2007). Predator perception and the interrelation between different forms of protective coloration. *Proceedings of the royal society of london b: biological sciences*, 274(1617), 1457-1464.
- Stevens, M., & Cuthill, I. C. (2006). Disruptive coloration, crypsis and edge detection in early visual processing. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 273(1598), 2141-2147.
- Stevens, M., & Merilaita, S. (2009). Animal camouflage: current issues and new perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1516), 423-427.
- Teixeira, L.R., Schneider, J.A.P., Giovanelli, M. (1999): Diet of the Toad *Bufo granulatus* (Amphibia, Bufonidae) from sandy coastal plain in southeastern Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 10: 29-31.
- Tinbergen, L. (1960). The natural control of insects in pinewoods. 1. factors influencing the intensity of predation by songbirds. *Archives neerlandaises de zoologie*, 13(3), 265-343.
- Tingley, R., Phillips, B. I., Letnic, M., Brown, G. P., Shine, R., & Baird, S. J. E. (2012). Identifying optimal barriers to halt the invasion of cane toads *Rhinella marina* in arid australia. *journal of applied ecology*, 50(1), 129–137. doi:10.1111/1365-2664.12021
- Toft, C.A. (1980): Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia* 45: 131- 141.
- Van Sluys, M., Rocha, C.F.D. (1998): Feeding habits and microhabitat utilization by two syntopic Brazilian Amazonian frogs *Hyla minuta* e *Pseudopaludicola* sp. (gr. *Falcipes*). *Revista Brasileira de Biologia* 58(4): 559-562.
- Van Sluys, M., Rocha, C.F.D., Souza M.B. (2001): Diet, reproduction, and diversity of the leptodactylid litter frog *Zachaeus parvulus* in an Atlantic Rain Forest of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 35: 322-325.
- Vasconcellos-Neto, J., & de Oliveira Gonzaga, M. (2000). Evolução dos padrões de coloração em artrópodes. *Oecologia Brasiliensis*, 8(1), 14.
- Wright, A. H., and A. A. wright. 1949. Handbook of frogs and toads. Comstock publishing co., inc., ithaca, n. y., xii + 640 pp.

O NÚMERO DE NINHOS EM COLÔNIA POLIDÔMICA AFETA TAXA DE RECRUTAMENTO EM *CEPHALOTES* AFF. *DEPRESSUS* (KLUG, 1824) (*FORMICIDAE:MYRMICINAE*).

Gabriela C. Mendes, Leonardo S. Ricioli, Marianela Pini

Tutor: Vinicius M. Lopez

Resumo

A polidomia é definida como uma estrutura de organização colonial que consiste em pelo menos dois ninhos espacialmente separados e socialmente relacionados. Atualmente, um número expressivo de trabalhos têm buscado elucidar possíveis explicações para a evolução da polidomia, como a diminuição da flutuação na disponibilidade de recursos, ou a maior proteção dos imaturos. Entretanto, a relação entre a polidomia e recrutamento ainda permanece obscura para a maioria dos grupos que apresentam essa estratégia. No presente estudo, relatamos pela primeira vez a estratégia polidômica para *Cephalotes* aff. *depressus* e sugerimos uma relação positiva entre a taxa de recrutamento e o número de ninhos em colônias da espécie. Nossos resultados sugerem que colônias polidômicas maiores podem recrutar mais indivíduos em um recurso. Ao final, discutimos o possível benefício evolutivo dessa estratégia comportamental.

Introdução

Colônias de insetos sociais podem ocupar um único ninho, sendo chamadas de monodômicas, ou vários ninhos, ditas polidômicas (Hölldobler & Wilson, 1977). A polidomia consiste na formação de colônias constituídas de diversos ninhos em que há pelo menos dois ninhos separados espacialmente e socialmente interligados (Debout et al. 2007). Podemos definir ninho como uma estrutura física que contenha pelo menos, adultos e imaturos aparentados e de uma mesma espécie (Debout et al. 2007).

Em formigas (Hymenoptera: Formicidae) este comportamento pode ser observado em diversas espécies, como por exemplo, *Ectatomma opaciventre* (Roger) e *Linepithema humile* (Mayr) (Tofolo et al. 2014). Em alguns casos a polidomia pode variar em função da densidade de indivíduos, como ocorre em *Temnothorax rugatulus* Emery (Formicidae: Crematogastrini)

(Cao, 2013), ou variar sazonalmente como é o caso em *Tapinoma sessile* (Say) (Formicidae: Dolichoderini) (Buczowski & Bennett, 2008). Em formigas polidômicas há fluxo de trabalhadores entre os ninhos de uma mesma colônia e os soldados não realizam ataques uns contra os outros (Cerdá et al., 2002; Robinson, 2014). Esta característica pode estar relacionada com a similaridade genética entre os indivíduos da população (Giraud et al. 2002). Os trabalhadores também compartilham tarefas ligadas ao forrageio e transferência dos recursos, que ocorre através de diversos estágios antes do alimento chegar até o seu destino. Quando o recurso alimentar é encontrado, é transportado através do ambiente pelos forrageadores até o ninho, onde é distribuído entre os indivíduos (Ellis et al. 2014).

Apesar dos benefícios (e.g., capacidade de explorar e proteger recursos), a socialidade predispõe custos, por exemplo, a diminuição do ganho líquido *per capita* dos indivíduos conforme há um aumento no tamanho da colônia (Michener, 1964). Essa questão ficou conhecida como “Paradoxo de Michener” e leva a questionamentos sobre o porquê da seleção natural ter agido a favor da socialidade mesmo na ausência de ganho líquido na aptidão dos indivíduos.

A polidomia é vista como uma estratégia que contorna este paradoxo, pois possibilita que a exploração de recursos ocorra em ninhos espalhados (Stroeymeyt et al. 2017), superando a saturação dos locais centrais de forrageamento, que se tornam mais dispersos (McIver, 1991), de forma que a flutuação na disponibilidade de recursos para a colônia é menor. Essa estratégia também pode aumentar o alcance espacial da colônia e consequentemente os locais de forrageamento (Traniello & Levings, 1986). A polidomia também foi proposta como uma forma de otimização de forrageio, diminuindo a distância que trabalhadoras precisam percorrer para coletar e depositar os recursos entre diferentes fragmentos (Holway & Case, 2000). Por exemplo, formigas polidômicas da espécie

Crematogaster torosa Mayr (Crematogastrini) constroem seus ninhos preferencialmente próximos a recursos alimentares temporários e aumentam seu contingente de trabalhadores nesses ninhos próximos aos recursos (Lanan et al., 2010). Outra hipótese proposta é que a polidomia funciona como uma estratégia para a otimização do uso de recursos mais estáveis, como néctar extrafloral, através do estabelecimento de ninhos fixos, permitindo a monopolização dos recursos (Pfeiffer & Linsenmair, 1998).

Apesar da polidomia ser encontrada em diversas espécies, poucas explicações foram propostas e, menos ainda foram testadas em relação aos benefícios evolutivos por essa estratégia comportamental (Lanan et al. 2010). Este estudo tem como proposta analisar os efeitos da polidomia na taxa de recrutamento no forrageamento em *Cephalotes* aff. *depressus*. A hipótese deste estudo é que o comportamento polidômico possibilita o recrutamento mais eficiente nas iscas oferecidas.

Materiais e métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido em um fragmento de cerrado *strito sensu*, uma das fisionomias da savana (Batalha, 2011) (-21.976757, -47.873448), no campus da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), localizada em São Carlos - SP (Figura 1).

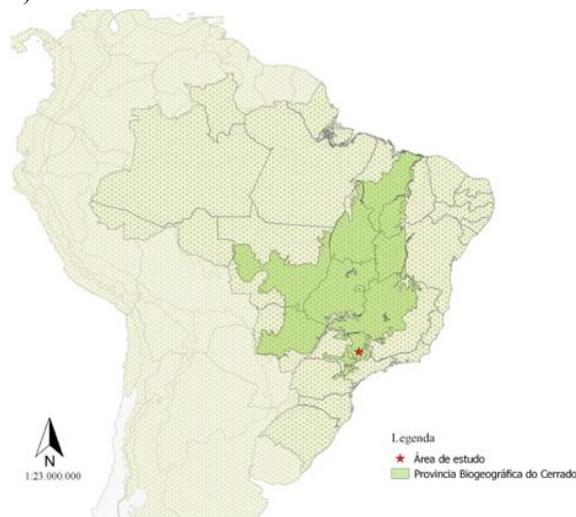


Figura 1: Local onde foi conduzido o estudo de polidomia em *Cephalotes* aff. *depressus* (Klug) no município de São Carlos, São Paulo. A estrela vermelha indica o ponto de coleta dentro do campus da

UFSCar e área esverdeada destaca a província biogeográfica do Cerrado.

Grupo taxonômico de estudo

Utilizamos *C.* aff. *depressus*. As observações sobre os hábitos dessas formigas sugerem que além da nidificação arbórea, elas compartilham similaridades com outras espécies do mesmo gênero no que diz respeito à reutilização de galerias feitas por larvas de besouros em troncos podres para estabelecer ninhos. As observações de fluxo de indivíduos entre diferentes ninhos também nos possibilitou fazer inferências sobre os hábitos polidômicos dessas formigas.

Delimitação espacial da colônia

Os ninhos foram encontrados através de observações *ad libitum*. Por conta de os ninhos serem arbóreos, árvores de um determinado local foram inspecionadas à procura de ninhos. Os ninhos quantificados foram marcados com fitas coloridas e numerados.

Para determinar quais ninhos pertenciam à mesma colônia, realizamos testes de agressão, como proposto por Cerdá *et al.* (2002). O teste consistiu em colocar 1 indivíduo de um ninho junto a 5 indivíduos de outro ninho e observação das interações entre eles durante 15 minutos. Os indivíduos foram inseridos em uma placa de Petri, onde foram marcados com corante alimentício para possibilitar sua identificação. As interações observadas foram categorizadas em agonísticas e não-agonísticas (Figura 2). Nos casos em que os indivíduos responderam agressivamente à presença do outro (Fig. 2B), assumimos que os ninhos de origem destes indivíduos não faziam parte da mesma colônia.

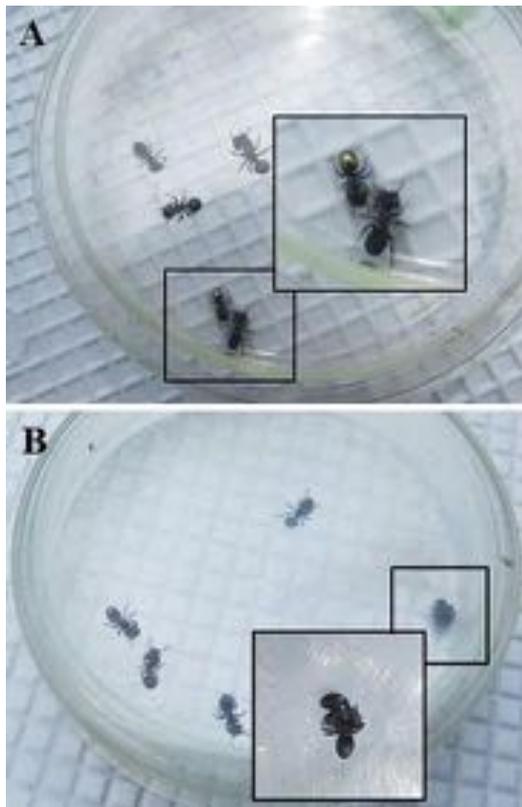


Figura 2: Exemplo do teste de agressão utilizado para definir os limites das colônias. Figura (A): interação não-agonística entre os indivíduos de *Cephalotes* aff. *depressus* (Klug) e (B): interação agonística entre os indivíduos de *Cephalotes* aff. *depressus*.

Para determinar os limites espaciais de um ninho, os testes de agressão foram realizados, até que nas bordas da colônia fossem encontrados ninhos que não fizessem parte da colônia. Para representar tal arranjo, utilizamos esquematizações gráficas contendo os pontos (ninhos) e suas respectivas distâncias (Figuras 3A e 3B).

Após a determinação dos limites da colônia, os ninhos pertencentes à esta foram ligados entre si por uma corda, de forma a criar uma trilha alternativa entre esses ninhos (Figura 4).

Disposição espacial das iscas
No presente estudo, as trilhas foram pré estabelecidas, através de uma corda estendida entre os ninhos. Isso porque em testes preliminares *C. aff depressus* não forrageou em iscas colocadas no chão, em pontos aleatorizados na vegetação. Por exemplo, em muitos momentos a isca foi dominada por outras espécies de formigas (e.g., *Pheidole* sp.). Foi necessário o estabelecimento de uma trilha alternativa, que

possibilitou o isolamento da presença de outras formigas. Utilizamos plataformas com base de bambu e uma superfície de papelão em seu ápice (Figura 4A), onde o recurso foi ofertado.

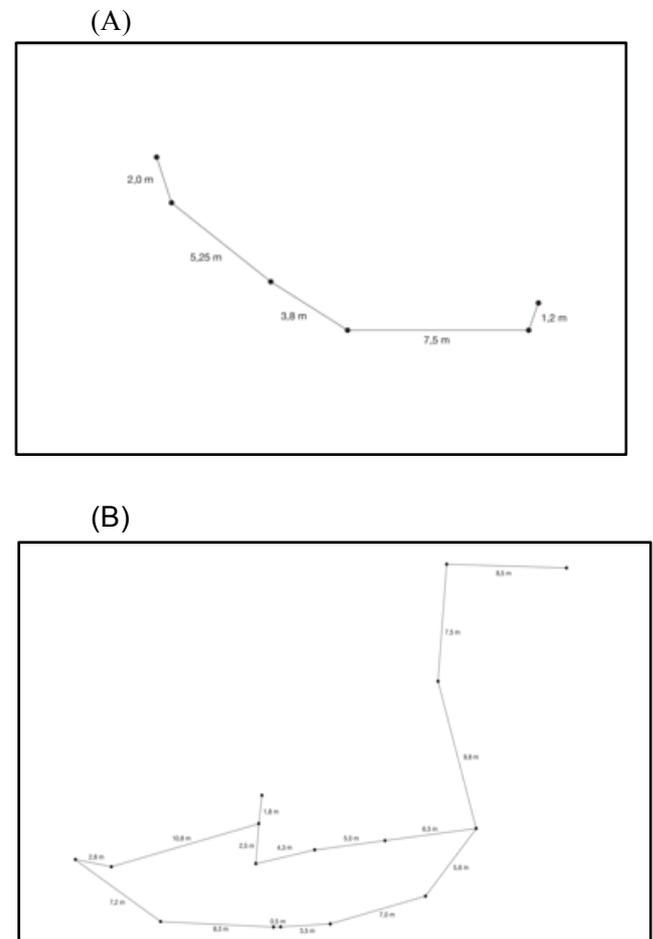


Figura 3: (A) Esquematização gráfica da distribuição dos ninhos na colônia a (N=6) e (B) na colônia b (N=16). Os pontos em cinza representam ninhos pertencentes à uma mesma colônia. A linha entre esses ninhos representa a corda colocada entre eles.

As plataformas foram posicionadas no meio entre dois ninhos adjacentes, de forma que o acesso ao recurso (disposto na superfície de papelão) fosse possível através das cordas que ligavam os ninhos. Para diminuir a interferência de outros insetos presentes no recurso durante o experimento, aplicamos uma camada de cera lipossolúvel na base da plataforma. O recurso ofertado consistiu de uma mistura preparada a partir de atum, mel e manteiga de amendoim, colocado sobre a superfície de papelão de cada uma das plataformas (Figura 4B). Este recurso foi escolhido por consistir tanto de

proteínas, glicose e gorduras, sendo interessantes para uma plétora de formigas.

Estimativa da taxa de recrutamento

Utilizamos o método SCAN para coleta de dados das taxas de recrutamento (Alcock, 2006). Realizamos um total de 7 scans para cada isca, com 10 minutos de intervalo entre eles (totalizando 70 minutos). Para cada scan, registramos o número de formigas presentes no recurso ofertado.



Figura 4: Exemplo da plataforma de recrutamento colocada entre os ninhos de *Cephalotes aff. depressus* (Klug). Figura (A): plataformas contendo alimento dispostas no ponto médio entre dois ninhos adjacentes e (B): indivíduos de *C. aff. depressus* explorando o recurso ofertado.

Análises de dados

Devido a distribuição não normal dos dados obtidos, realizamos um teste de equações de estimativas generalizadas (GEE). Com este teste foi possível correlacionar as medidas de cada scan com a colônia a que pertenciam. Para uma melhor representação gráfica realizamos um BOXPLOT simples, no software open source R 3.5.1, com o plugin Rstudio. Com o GEE foi possível analisar o número de formigas amostradas em cada scan, atribuindo os resultados obtidos às colônias correspondentes.

Dessa forma, dois resultados distintos foram obtidos para as respectivas colônias encontradas. Através do GEE, também testamos a relação entre o número de formigas recrutadas e os scans.

Resultados

Através das observações diretas, 2 colônias foram encontradas (N=2). A colônia menor (a) possuía 6 ninhos, enquanto a colônia maior (b) possuía 16 ninhos. As análises da taxa de recrutamento da colônia menor e da colônia maior demonstraram uma diferença significativa ($p=0,000002$) entre as duas amostragens. A diferença observada entre os scans não foi significativa ($p=0,096$), o que remete a um esforço amostral padronizado.

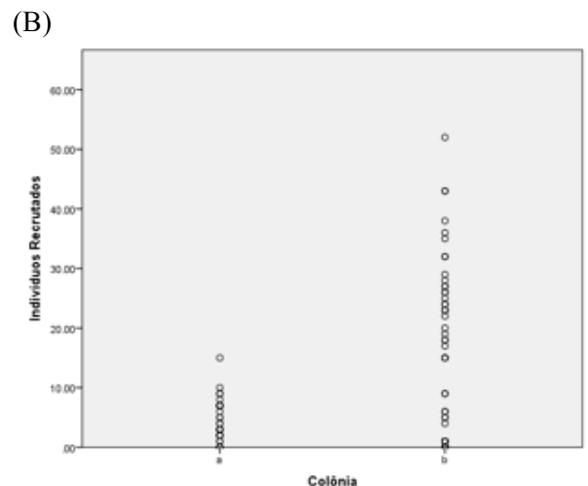
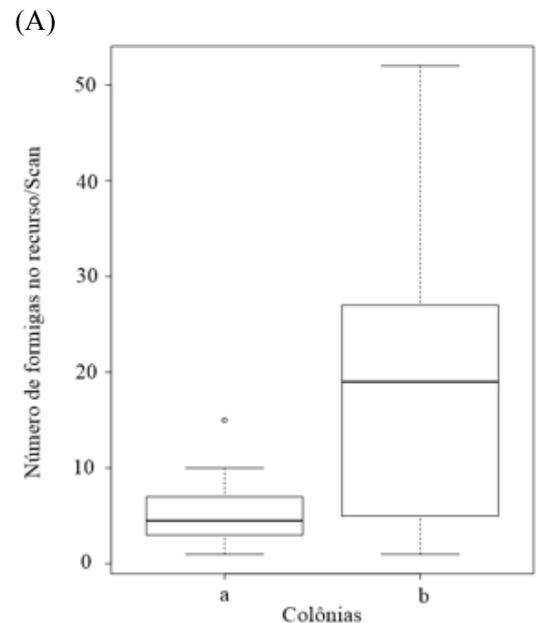


Figura 5: (A) BOXPLOT representando a correlação obtida entre o número de formigas recrutadas para cada colônia (a e b). (B) Resultados do teste GEE referentes aos dados amostrados.

O BOXPLOT evidencia a diferença da distribuição dos dados obtidos referentes à cada uma das 2 colônias. Podemos observar que exceto por um *outlier*, a colônia a raramente teve mais de 10 formigas recrutadas em uma isca (Figura 5A).

Discussão

A polidomia pode ser vista como uma estratégia para diminuir a competição por recursos dentro da colônia a partir do estabelecimento de novos ninhos, sob condições de alta densidade populacional (Cao, 2013). Partindo dessa premissa, colônias com muitos ninhos deverão ser mais populosas do que as colônias que possuem ninhos escassos. Desse modo, a maior taxa de recrutamento observada na colônia “b” (Fig.5) pode ter uma relação com a alta densidade populacional da colônia. Entretanto, para confirmar essa previsão, faz-se necessário que o número total de indivíduos em cada colônia seja amostrado. Esse cenário se torna interessante, uma vez que a confirmação deste resultado, corrobora a hipótese de que a polidomia ocorre em momento de alta densidade do ninho (Cao, 2013).

Um outro fator, embora menos sustentado, que poderia elucidar as diferenças obtidas para cada colônia diz respeito à eficiência do recrutamento devido à sinalização química entre os trabalhadores. Entretanto, a eficiência do recrutamento neste sentido é dependente do grau de comunicação e fluxo de informações entre os trabalhadores - que são diminuídos em colônias polidômicas em relação às monodômicas (O'Donnell et al., 2007). Além disso as iscas foram posicionadas entre dois ninhos adjacentes tornando pouco provável que formigas de ninhos distantes estivessem forrageando no mesmo recurso. Essas adversidades tornam conflituosa a relação entre o nível de polidomia das colônias e o recrutamento mais eficiente devido à comunicação química entre trabalhadores.

Segundo a hipótese do recrutamento em múltiplos ninhos, que ressalta que ninhos polidômicos tem a possibilidade de recrutar operárias de vários ninhos (Pfeiffer & Linsenmair, 1998), a polidomia em *Cephalotes* pode conferir benefícios a esse respeito, já que pode ocorrer em vários ninhos, ou em trilhas já pré-estabelecidas, em que existe um fluxo contínuo de formigas (Pfeiffer & Linsenmair, 1998; Lanan & Bronstein,

2013). Estes benefícios podem mitigar os custos associados aos efeitos negativos em relação ao grau de comunicação entre forrageadores. Portanto, nossos resultados são mais condizentes com a hipótese do recrutamento em múltiplos ninhos, tendo em vista que a colônia com mais ninhos apresentou maior taxa de recrutamento (Fig. 5).

Devido à carência de informações na literatura sobre polidomia em *Cephalotes*, fica evidente a necessidade de serem coletados dados adicionais. A relação entre o nível de polidomia e as taxas obtidas para o recrutamento não pôde ser completamente elucidada, isso porque não pudemos inferir uma causalidade clara a respeito da densidade de indivíduos, tendo em vista que esta não foi uma variável medida.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores Rhainer Guillermo Ferreira e Hugo Sarmento pela oportunidade e pelos constantes auxílios a este projeto. Agradecemos ao tutor Vinicius M. Lopez pelo auxílio no campo e na redação do manuscrito. Agradecemos também a Prof. Livia Fusari por disponibilizar materiais utilizados no desenvolvimento do estudo e aos grupos de revisores pelos valiosos comentários ao manuscrito.

Referências

- Alcock, J. (2006). *Animal behavior: an evolutionary approach; das Original mit Übersetzungshilfen*. Elsevier, Spektrum Akad. Verlag.
- Batalha, M. A. (2011). O cerrado não é um bioma. *Biota Neotropica*, 11(1).
- Buczkowski, G. & Bennett, G. (2008). Seasonal polydomy in a polygynous supercolony of the odorous house ant, *Tapinoma sessile*. *Ecological Entomology*, 33(6), 780-788.
- Cao, T.T. (2013). High social density increases foraging and scouting rates and induces polydomy in *Temnothorax* ants. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67(11), 1799-1807.
- Cerdá, X., Dahbi, A. & Retana, J. (2002). Spatial patterns, temporal variability, and the role of multi-nest colonies in a monogynous Spanish desert ant. *Ecological entomology*, 27(1), 7-15.
- Debout, G., Schatz, B., Elias, M. & Mckey, D. (2007). Polydomy in ants: what we know, what we think we know,

and what remains to be done. **Biological Journal of the Linnean Society**, 90(2), 319-348.

Ellis, S., Franks, D. W., & Robinson, E. J. (2014). Resource redistribution in polydomous ant nest networks: local or global?. **Behavioral Ecology**, 25(5), 1183-1191.

Giraud, T., Pedersen, J. S., & Keller, L. (2002). Evolution of supercolonies: the Argentine ants of southern Europe. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 99(9), 6075-6079.

Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1977). The number of queens: an important trait in ant evolution. **Naturwissenschaften**, 64(1), 8-15.

Holway, D.A. & Case, T.J. (2000). Mechanisms of dispersed central-place foraging in polydomous colonies of the Argentine ant. **Animal Behaviour**, 59(2), 433-441.

Lanan, M.C. (2010). Collective decision-making and foraging in a community of desert ants. *In: Entomology and Insect Science*, vol PhD. University of Arizona, Tucson.

Lanan, M.C. & Bronstein, J.L. (2013). An ant's-eye view of an ant-plant protection mutualism. **Oecologia**, 172(3), 779-790.

McIver, J. D. (1991). Dispersed central place foraging in Australian meat ants. **Insectes Sociaux** 38(2)129-137.

Michener, C. D. (1964). Reproductive efficiency in relation to colony size in hymenopterous societies. **Insectes sociaux**, 11(4), 317-341.

O'Donnel, S.; & Bulova, S. J. (2007). Worker connectivity: a review of the design of worker communication systems and their effects on task performance in insect societies. **Insectes Sociaux**, 54, (3). 203-210.

Pfeiffer, M. & Linsenmair, K.E. (1998). Polydomy and the organization of foraging in a colony of the Malaysian giant ant *Camponotus gigas* (Hym./Form.). **Oecologia** 117:579–590.

R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Robinson, E. J. (2014). Polydomy: the organisation and adaptive function of complex nest systems in ants. **Current Opinion in Insect Science**, 5, 37-43.

Stroeymeyt, N., Joye, P. & Keller, L. (2017). Polydomy enhances foraging performance in ant colonies. **Proceedings of the Royal Society**, 284(1853), 20170269.

Tofolo, V.C., Giannotti, E., Neves, E.F., Andrade, L. H., M Lima, S., Suárez, Y. R. & Antonialli-Junior, W.F. (2014).

Polydomy in the ant *Ectatomma opaciventre*. **Journal of insect science**, 14(1).

Traniello, J.F., & Levings, S.C. (1986). Intra-and intercolony patterns of nest dispersion in the ant *Lasius neoniger*: correlations with territoriality and foraging ecology. **Oecologia**, 69(3), 413-419.

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA LUMINOSIDADE NO INVESTIMENTO DE FORRAGEAMENTO EM LARVAS DE NEUROPTERA: MYRMELEONTIDAE

Beatriz Segnini Soares, Márcia Cristina Martins da Silva, Maria Aparecida Gomes da Silva

Tutor: Guilherme Gonzaga da Silva

Resumo

Formigas-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) são insetos cujas larvas possuem comportamento alimentar tipicamente predatório, capturando suas presas através de armadilhas do tipo funil. Neste estudo, analisamos de que forma a luminosidade interfere na construção das armadilhas e, conseqüentemente, no investimento de forrageamento das larvas de Myrmeleontidae. O experimento foi conduzido em laboratório, onde distribuímos as larvas coletadas em bandejas, as quais possuíam um dos lados cobertos, para manter metade da área escura. Um dia após a montagem do experimento e também ao final dele, a preferência por claro ou escuro foi avaliada e a dimensão dos funis foi medida. A escolha pelo microhabitat exposto à luz foi preferida em detrimento ao escuro, contudo não foram observadas diferenças significativas em relação à dimensão das armadilhas nas duas áreas.

Introdução

O comportamento de selecionar um habitat em detrimento de outro apresentado pelos indivíduos pode levar ao aumento da aptidão, visto que, na área preferida, possivelmente haverá um aumento no fitness, ou seja, serão capazes de deixar um maior número de descendentes, caso a competição não seja um fator que restrinja o sucesso reprodutivo nesse local (ALCOCK, 2011). Considerando isso, o comportamento de forrageamento pode ser um dos diversos fatores que podem levar o indivíduo a preferir um habitat, pois pode haver uma relação direta entre a área preferida e a disponibilidade e/ou qualidade de recursos alimentares (ALCOCK, 2011).

As larvas da formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) são animais predadores que possuem o hábito de forrageio do tipo

senta-e-espera, as quais constroem armadilhas em forma de funil no solo, como estratégia de captura de suas presas (GRIFFITHS, 1986; NAPOLITANO, 1998). Sendo assim, a decisão de escolha do melhor microhabitat para a construção de sua armadilha é fundamental para esses animais (ARNETT; GOTELLI, 2001), visto que há diversos fatores, tais como: a dimensão dos grãos, profundidade do solo, grau de perturbação do local, abundância de presas, luminosidade e temperatura do solo, que podem influenciar os custos de investimento na construção e manutenção dos funis, bem como na sua efetividade na captura das presas (LUCAS, 1982; SCHARF et al., 2009; DEVETAK et al., 2012).

A luz é um fator abiótico de grande importância em praticamente toda a vida animal, em que diferentes condições de luminosidade ambiental pode influenciar vários padrões de atividades, como migração, ritmos de reprodução, forrageio e seleção de habitat. Usando relógios biológicos endógenos, os animais conseguem se antecipar e se adaptar aos ciclos diários claros-escuros em seus ambientes para otimizar o metabolismo, a fisiologia e o comportamento a cada dia. (ZHDANOVA, REEBS, 2006; NAVARA, 2007).

Alguns trabalhos sugerem que a construção de armadilhas nessa família seja influenciada pelo fotoperíodo, ou seja, pela quantidade de luz e escuridão em um ciclo de 24 h, o que influencia o comportamento dos animais em ciclos diários, sazonais ou anuais. (SCHARF et al, 2008; STELZL & GEPP, 1990; VAN ZYL et al., 1996). Os animais que possuem melhor aptidão são aqueles que possuem a capacidade de coordenar diferentes processos fisiológicos/comportamentais, através da

deteção e resposta a mudanças no fotoperíodo (JACKSON, 2009). Assim, o comportamento animal pode ser alterado de várias maneiras pela influência do fotoperíodo, refletindo diretamente na variação da intensidade e da duração de suas atividades, como, por exemplo, no forrageamento, em que os animais precisam ajustar o tempo que irá forragear, tomando decisões de serem ativos durante o dia ou à noite, para que possam ter vantagens sobre suas presas. (SCHARF et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi analisar de que forma a luminosidade pode afetar a construção das armadilhas, verificando a preferência por claro ou escuro e também se há diferença significativa nos tamanhos dos funis construídos entre os dois microhabitats analisados, o que influenciaria diretamente o comportamento de forrageamento ótimo desses animais, visto que o diâmetro e a profundidade das armadilhas são fatores que podem ser relacionados tanto com a energia demandada para sua construção, bem como com a quantidade e/ou qualidade dos recursos alimentares que serão obtidos por meio delas (LUCAS, 1982; GRIFFITHS, 1986).

Materiais e métodos

Área de coleta

A coleta das larvas foi realizada nos arredores do prédio do Centro de Ciências Biológicas e Saúde, no campus da Universidade Federal de São Carlos, no município de São Carlos-SP (21° 59' S 47° 52' O), cujo clima classifica-se em Cwa, tropical com verão úmido e inverno seco, e Awai, sendo quente e com período seco definido, apresentando uma temperatura anual média de 19,6 °C (TOLENTINO, 1967).

Objeto de estudo

A família Myrmeleontidae apresenta cerca de 2000 espécies de insetos holometábolos que vivem de 1 a 3 anos, e são encontrados em habitats arborícolas e rochosos (DEVETAK et al., 2012; SCHARF; OVADIA, 2006). Passam por três instares, onde no último formam casulos de areia de onde eclode o adulto (ARNETT; GOTELLI, 2001). As suas larvas (Fig. 1) predam utilizando a estratégia de forrageio do tipo sentar-e-esperar, para tanto,

constroem armadilhas cônicas no substrato (Fig. 2) para capturarem invertebrados, tais como formigas. (ARNETT; GOTELLI, 2001).



Figura 1. Larva de formiga-leão. Fonte: acervo dos autores.



Figura 2: armadilha do tipo funil de uma formiga-leão. Fonte: acervo dos autores.

Métodos

Foram localizadas 45 larvas de formiga-leão por busca visual e, com o auxílio de uma pá de jardinagem, elas foram retiradas do solo e peneiradas para serem separadas deste. No laboratório, as larvas foram individualizadas, medidas com uma régua e colocadas em 12 bandejas de 25 X 40 cm de diâmetro, com 3 cm de substrato peneirado e homogêneo.

Cada bandeja foi subdividida em três áreas, por divisórias de papelão, mantendo assim um espaço de 25 x 13,33 cm, sendo que cada qual recebeu uma larva que foi depositada no meio da bandeja e com a região da cabeça orientada para a mesma direção, de modo a não interferir

na escolha de nenhum lado específico da bandeja. Um dos lados de cada área foi coberto por papel alumínio, mantendo assim uma área escura e outra exposta (Fig. 3).

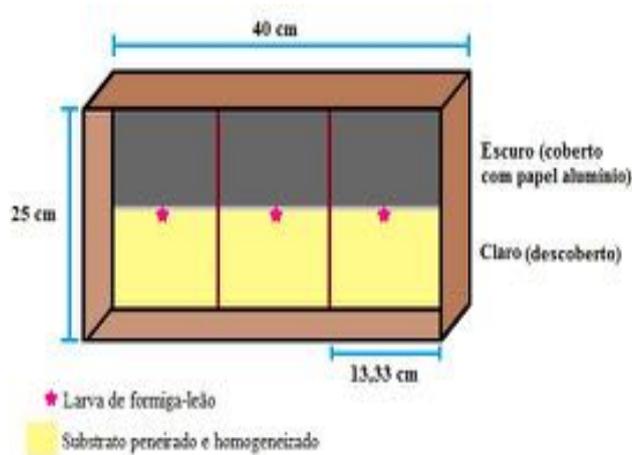


Figura 3. Esquema da disposição das bandejas na montagem do experimento. Fonte: acervo dos autores.

A preferência por claro ou escuro e a dimensão das armadilhas foram avaliadas e medidas no 1º e 4º dia após a montagem do experimento.

Análises estatísticas

Para avaliar a preferência por microhabitat (“claro” ou “escuro”) foi realizado um teste de qui-quadrado. Para analisar a distribuição dos dados foi utilizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. As relações entre preferência e dimensões dos funis foram testadas pelo Modelo Linear Generalizado (GLM). Por uma Regressão Linear Simples foi obtida a relação entre a dimensão dos funis e o tamanho corpóreo das larvas.

Todas as análises foram realizadas no software IBM SPSS 24.

Resultados

A preferência observada pelo microhabitat claro se sobressaiu em detrimento ao escuro (Fig. 4) e foi corroborada pelo teste do Qui-quadrado ($\chi^2 = 5,593$, $p = 0,018$), contudo não houve relação significativa entre a escolha pelo claro e a dimensão dos funis, bem como também não houve relação entre o volume destes com o tamanho corpóreo das larvas (Fig. 5 e 6).

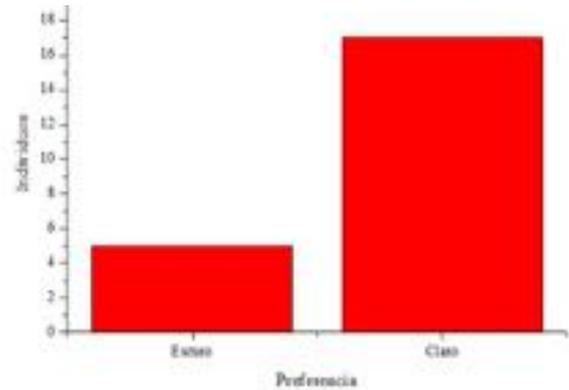


Figura 4. Representação gráfica da preferência por “claro” ou “escuro” no experimento.

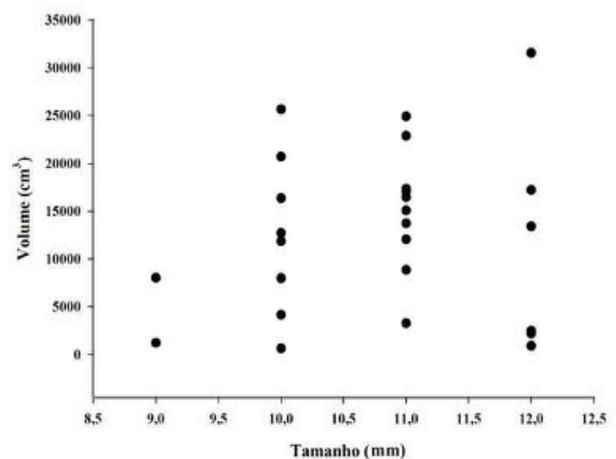


Figura 5. Representação gráfica da dispersão dos dados relacionando tamanho corpóreo e volume dos funis construídos no primeiro dia de avaliação do experimento.

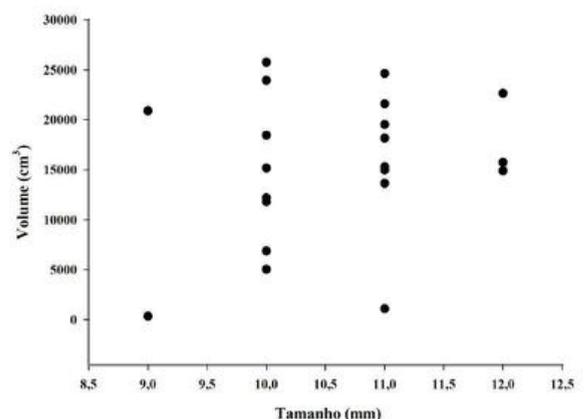


Figura 6. Representação gráfica da dispersão dos dados relacionando tamanho corpóreo e volume dos funis construídos no segundo dia de avaliação do experimento.

Discussão

O experimento foi conduzido em laboratório entre o final de setembro e início de outubro, portanto, durante a primavera. As formigas-leão são insetos cuja distribuição varia sazonalmente (VAN ZYL et al., 1996), das 45 larvas coletadas, várias delas puparam ao longo do experimento, ocasionando uma redução significativa do número de réplicas no último dia, comprometendo algumas das análises dos dados. Esperávamos que no microhabitat claro o volume dos funis fosse maior, refletindo um maior investimento no forrageio,

A preferência pela construção das armadilhas no microhabitat claro, contudo, foi observada desde o primeiro dia após a montagem do experimento. Por serem predadores sésseis e, assim, terem dependência das atividades de suas presas, a seleção do local mais apropriado para fazerem as armadilhas influencia o sucesso na captura de presas e, conseqüentemente, a sobrevivência dos indivíduos (GRIFFITHS, 1980).

Pelo fato da luminosidade ser um fator que se relaciona diretamente à temperatura, é possível que a preferência verificada pelo microhabitat claro esteja ligada a questões fisiológicas, visto que insetos são animais ectotérmicos que dependem, portanto, das condições de temperatura do ambiente tanto para realizar suas atividades (MARSH, 1987) ou até mesmo para atingir a produção adequada das substâncias químicas que serão injetadas para imobilizar e/ou matar as presas após a captura (YOSHIDA et al., 1999; MATSUDA et al., 1995).

Futuros estudos que objetivem analisar a interferência de diferentes fatores nas dimensões das armadilhas construídas pelo predador podem envolver o desfazimento artificial dessas armadilhas entre as avaliações. Além disso, há outros fatores de interferência, quanto ao volume das armadilhas, que devem ser considerados em futuros experimentos,

dentre eles: em qual instar a larva se encontra e o intervalo de alimentação (se elas estão famintas ou alimentadas e, neste caso, se a presa foi colocada diretamente no centro do funil ou fora), pois estas também são variáveis que podem alterar o investimento do forrageio, que é refletido na dimensão e volume das armadilhas (ALCALAY et al., 2014; GRIFFITHS, 1980).

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente o nosso tutor Guilherme Gonzaga pelo tempo, disposição e zelo dedicados a nos orientar neste experimento e aos professores Hugo Sarmento e Rhainer Guillermo Ferreira pelas orientações e condições para a realização deste trabalho na disciplina de Ecologia Comportamental.

Agradecemos também à Alexandra Elbakyan, fundadora do repositório Sci-Hub, cujo acesso possibilitou que grande parte da teoria deste trabalho pudesse ser consultada.

Referências

- ALCALAY, Y.; BARKAE, E. D.; OVADIA, O.; SCHARF, I. Consequences of the instar stage for behavior in a pit-building antlion. **Behavioural processes** 103, 105-111, mar. 2014.
- ALCOCK, J. **Comportamento animal: Uma abordagem evolutiva**. 9. ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- ARNETT, A. E.; GOTELLI, N. J. Pit-building decisions of larval antlions: effects of larval age, temperature, food, and population source. **J. Insect Behav.** 14: 89-97, ago. 2001.
- DEVETAK, D.; NOVAK, T.; JANŽEKOVIČ, F. Effect of substrate density on behaviour of antlion larvae (Neuroptera: Myrmeleontidae). **Acta Oecologica**, v. 43, p. 1-7, ago. 2012.
- GRIFFITHS, D. The feeding biology of ant-lion larvae: prey capture, handling and utilization. **Journal of Animal Ecology**. 49, 99-125.
- GRIFFITHS, D. Pit construction by antlion larvae: a cost-benefit analysis. **J. Anim. Ecol.** 55, 39-57, fev. 1986.
- JACKSON, S. D. Plant responses to photoperiod. **New Phytologist**, v. 181, n. 3, p. 517-531, 2009.
- LUCAS, J. R. The biophysics of pit construction by

antlion larvae (Myrmeleon, Neuroptera). **Animal Behaviour**, v. 30, n. 3, p. 651–664, ago. 1982.

MARSH, A. C. Thermal responses and temperature tolerance of a desert ant-lion larva. **J. Therm. Biol.** 12: 295–300, 1987.

MATSUDA, K.; SUZUKI, H.; NAKANISHI, F., SHIO, K.; KOMAI, K.; NISHIMURA, K. Purification and characterization of a paralytic polypeptide from larvae of Myrmeleon bore. **Biochem Biophys Res Commun.** 215:167–171, 1995.

NAPOLITANO, J. F. Myrmelon mobilis (Neuroptera: Myrmeleontidae). **Fla. Entomol.** 81: 562-566, dez. 1998.

NAVARA, K. J.; NELSON, R. J. The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. **Journal of pineal research**, v. 43, n. 3, p. 215-224, 2007.

SCHARF, I.; OVADIA, O. Factors Influencing Site Abandonment and Site Selection in a Sit-and-Wait Predator: A Review of Pit-Building Antlion Larvae. **Journal of Insect Behavior**, v. 19, n. 2, p. 197–218, mar. 2006.

SCHARF, I.; SUBACH, A.; OVADIA, O. Foraging behaviour and habitat selection in pit-building antlion larvae in constant light or dark conditions. **Animal Behaviour**, v. 76, n. 6, p. 2049–2057, dez. 2008.

SCHARF, I.; GOLAN, B.; OVADIA, O. The effect of sand depth, feeding regime, density, and body mass on the foraging behaviour of a pit-building antlion. **Ecol. Entomol.** 34, 26e33, jan. 2009.

STELZL, M., GEPP, J. Food-analysis of imagines of central European Myrmeleontidae (Insecta: Neuroptera). In: Mansell, M.W., Aspöck, H. (Eds.), *Advances in Neuropterology. Proceedings of the Third International Symposium on Neuropterology.* Berg en Dal, Kruger National Park, South Africa, pp. 205–201, 1990..

TOLENTINO, M. Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos. São Carlos: Prefeitura Municipal, 1967.

VAN ZYL, A.; VAN DER LINDE, T. C. D. K.; VAN DER WESTHUIZEN, M. C. Ecological aspects of pitbuilding and non-pitbuilding antlions (Neuroptera: Myrmeleontidae) in the Kalahari. **African Entomology**, Volume 4, Number 2, 1 January 1996, pp. 143-152(10).

YOSHIDA, N.; SUGAMA, H.; GOTOH, S.; MATSUDA, K.; NISHIMURA, K.; KOMAI, K.. Detection of ALMB-toxin in the larval body of Myrmeleon bore by anti-N-terminus peptide antibodies. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry** 63, 232–234, 1999.

ZHDANOVA, I. V.; REEBS, S. G. Circadian rhythms in fish. **Fish physiology**, v. 24, p. 197, 2006.

MICROCRUSTÁCEO *CERIODAPHNIA SILVESTRII* DEMONSTRA PREFERÊNCIA ALIMENTAR POR *ANKISTRODESMUS DENSUS* DEVIDO A MORFOLOGIA DE SUA PAREDE CELULAR

Ana Beatriz Janduzzo, Gustavo Alexandre Cruz & Heloisa Bertolli de Almeida

Tutor: Erick Mateus Barros

Resumo

Ceriodaphnia silvestrii é um microcrustáceo amplamente estudado na área de ecotoxicologia. Suas características metabólicas e reprodutivas caracterizam um bom modelo de estudo. Uma questão importante para estudos laboratoriais com animais são seu comportamento e hábito alimentar. Como discutido por estudos anteriores, a usual preferência desses animais por algas clorofíceas pode estar correlacionado com a morfologia de suas paredes celulares. Para mapear e detectar a preferência, realizamos um teste de escolha entre as microalgas *Coelastrum sphaericum* e *Ankistrodesmus densus* em três circunstâncias diferentes. A *Ceriodaphnia Silvestrii* teve acesso exclusivo à *Coelastrum sphaericum*, acesso exclusivo à *Ankistrodesmus densus* e acesso à uma mescla das duas. Os resultados apontaram uma diferença significativa entre o consumo de *A. densus* e *C. sphaericum*, indicando preferência pela primeira. Diante da análise de dados, há preferência por *Ankistrodesmus densus* ao longo de todo período de exposição. Entendemos que a escolha de presa pode estar relacionada às características da composição da parede celular dessa microalga verde.

Introdução

O hábito alimentar orchestra diversos comportamentos e tomadas de decisão na vida de um animal. Constatar a preferência alimentar de uma espécie é como mapear parte do seu comportamento e fornecer referência para trabalhos futuros. Nesse contexto, identificar a predação de

Ceriodaphnia silvestrii em um cenário com opções pode caracterizar uma importante característica ecológica comportamental.

Um dos principais contextos envolvidos no estudo de *Ceriodaphnia silvestrii* e seus familiares taxonômicos é o da ecotoxicologia (Moreira, Mansano, Silva & Rocha, 2014). Conforme definido por Truhaut (1977), a ecotoxicologia é uma vertente da toxicologia empenhada no estudo dos efeitos tóxicos causados por poluentes naturais ou artificiais no ecossistema e seus constituintes. A sensibilidade aos contaminantes, a alta disponibilidade amostral e a ampla distribuição geográfica propõem os cladóceros como bons modelos de estudo. A eficiência dos experimentos resulta de um competente delineamento metodológico, que inclui o conhecimento ecológico e comportamental do animal em questão.

Uma população de microcrustáceos só se desenvolverá satisfatoriamente se houver alimento adequado e em quantidade suficiente (Melão, 1999 *apud* Le Cren & Lowe-McConnell, 1980). Cladóceros são usualmente animais herbívoros, capazes de complementar sua alimentação com bactérias (Melão, 1999). Trabalhos anteriores demonstraram a preferência de uma parte de organismos zooplancônicos por clorofíceas (Melão, 1999 *apud* Matsumura-Tundisi, Tundisi & Tavares 1984; Sipaúba-Tavares, 1988), os gêneros de uso comum são *Chorella* e *Scenedesmus* que crescem rapidamente em cultivo laboratorial (Melão, 1999).

A preferência alimentar de *Ceriodaphnia silvestrii* foi mapeada usando as microalgas verdes *Coelastrum sphaericum* e *Ankistrodesmus densus*,

sendo a primeira uma alga de formato cocóide e a segunda de formato fusiforme. Nesse contexto, o objetivo do trabalho é verificar a preferência alimentar de *Ceriodaphnia silvestrii* e investigar a influência da morfologia celular das algas neste comportamento.

Material e métodos

Objetos de estudo

A *Ceriodaphnia silvestrii* é um microcrustáceo pertencente a ordem Cladocera, sendo uma espécie endêmica de águas doces de regiões tropicais descrita por Daday, 1902, presente em diversas regiões do Brasil (Rocha & Guntzel, 2000) e da Argentina, podendo atingir entre 0.8 e 0.9 mm de comprimento (Moreira, Mansano, Silva & Rocha, 2014). O microcrustáceo se alimenta de plâncton, sendo facilmente identificado em razão da presença de um seio cervical acentuado e olho grande que ocupa grande parte da região anterior da cabeça, 9-12 espinhas anais, além de uma garra (Olivier; 1962).

A preferência alimentar foi testada usando duas espécies de microalgas verdes de água doce, *Coelastrum sphaericum* e *Ankistrodesmus densus*, que coexistem no mesmo ambiente.

A espécie *Coelastrum sphaericum* é uma alga verde de água doce pertencente ao filo Chlorophyta, na classe Chlorophyceae, ordem Sphaeropleales, apresentando como morfologia aspecto globular. (M. D. & Guiry; 2018). Já a espécie *Ankistrodesmus densus* também é uma alga verde de água doce, pertencente à mesma ordem anterior, com aspecto longo fusiforme, porém pode apresentar também aspecto arqueada ou sigmoide (M. D. & Guiry; 2018).

Coleta e tratamento

Os objetos de estudo biológico foram espécimes de *Ceriodaphnia silvestrii* cedidos pelo Laboratório de Limnologia do Departamento de Biologia Evolutiva e

Ecologia da Universidade Federal de São Carlos sob coordenação da pesquisadora Odete Rocha, tendo sido previamente isolados da Represa do Broa em Brotas - SP, e as microalgas verdes foram cedidas pelo Laboratório de Ficologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos sob coordenação da pesquisadora Inessa Lacativa Bagatini. As cepas utilizadas neste trabalho são mantidas em condições axênicas na Coleção de Culturas de Microalgas de Água Doce na Universidade Federal de São Carlos (CCMA-UFSCar) e foram identificadas acordo com Garcia (2016).

Privados de alimentação durante 48 horas, os indivíduos foram instalados em recipientes individuais e discriminados de acordo com três tratamentos diferentes: o primeiro disponibilizava exclusivamente *Ankistrodesmus densus* para alimentação, e o segundo disponibilizava exclusivamente *Coelastrum sphaericum*. Por fim, o terceiro tratamento era composto pela mistura de *Ankistrodesmus densus* e *Coelastrum sphaericum*. Cada recipiente recebeu 75 mL de meio de cultivo de *Ceriodaphnia silvestrii*, composto por água reconstituída de acordo com a norma NBR 13373 (ABNT, 2005) com as seguintes características: pH 7,0 a 7,8, dureza entre 40 e 48 mg de CaCO₃ e condutividade de 160 µS cm⁻¹

Cada tratamento foi analisado através de cinco réplicas, totalizando a amostragem em quinze indivíduos. Para disponibilizar o alimento, os recipientes individuais receberam a adição de 200.000 células/mL de meio de alimentação computadas pela técnica de contagem de células por quadrante. Para aquisição dos dados, utilizamos a mesma técnica de contagem após 0.5 hora, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas e 5 horas de disponibilidade alimentar.

Análises estatísticas

A partir dos dados obtidos utilizamos o pacote de índice de preferência alimentar Ivlev (Jason Richardson, 2017) no software R (R Core Team, 2018). Após

o tratamento dos dados, foi aplicado o teste de análise de variância (ANOVA) usando SigmaPlot versão 11.0, (Systat Software, Inc., San Jose California USA), com valores aceitos quando $P < 0,05$ a fim de compararmos nossas séries de dados. Utilizamos o teste de Tukey para comparações múltiplas com a finalidade de encontrar entre quais grupos a variação era significativa entre os tratamentos 1 e 2 (A e C). Utilizamos também do teste U de Mann-Whitney comparando as medianas para sabermos se havia variância significativa entre os dados.

Resultados

Através dos dados pudemos observar que *Ceriodaphnia silvestrii* tem preferência alimentar pela alga *Ankistrodesmus densus* em detrimento da *Coelastrum sphaericum* no terceiro tratamento, como é visto no teste U de Mann-Whitney, onde $P < 0,001$ indica elevado grau de significância entre os dados. A figura 1 mostra tais dados de forma mais clara, onde o maior consumo de *A. densus* é notável.

Quanto aos tratamentos um e dois, o teste de Tukey obteve baixo grau de significância, ou seja, não há diferença significativa quanto ao consumo das duas espécies de algas separadamente.

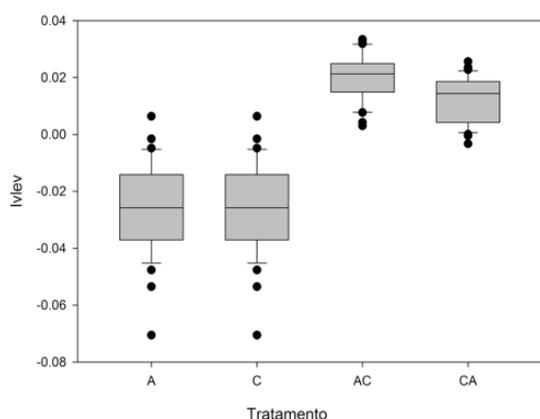


Figura 1 – Taxas alimentares correspondentes aos tratamentos 1, 2 e 3, com A representando *Ankistrodesmus densus*, C representando *Coelastrum*

sphaericum, AC representando o consumo de *A. densus* no tratamento 3 e CA representando o consumo de *C. sphaericum* no tratamento 3.

Discussão

Quando tratamos do hábito alimentar dos organismos zooplancônicos, é observado que há uma preferência por algas clorofíceas (Melão, 1999 *apud* Matsumura-Tundisi, Tundisi & Tavares 1984; Sipaúba-Tavares, 1988) em conjunto com bactérias (Melão, 1999), uma vez que as clorofíceas apresentam paredes celulares finas, implicando num baixo conteúdo de cinzas e uma alta relação entre o carbono orgânico e o peso seco (Melão, 1999 *apud* Sipaúba-Tavares & Rocha, 1994).

Organismos pertencentes à espécie *Coelastrum sphaericum* possuem uma combinação de polímeros para a formação de sua parede celular que cria uma camada extremamente resistente à ruptura mecânica e degradação química (Rodríguez; Nosedá; Cerezo, 1999). Este tipo de composto polimérico não é uma simples mistura de compostos semelhantes, mas um complexo formado por três diferentes biopolímeros, tendo um domínio de alifático hidrofóbico predominante e composto por cadeias poli metilênicas em conjunto com aminas não-hidrolisáveis, pequenas quantidades de celulose e possivelmente manana e proteínas (Rodríguez & Cerezo, 1996). Tal composição explica a alta resistência da parede celular (Rodríguez & Cerezo, 1996), e possivelmente a baixa predação por parte da *Ceriodaphnia silvestrii* em relação a *Ankistrodesmus densus*.

Algas da espécie *Ankistrodesmus densus*, bem como outras microalgas (Nordi, Cavagliere, Vieira & Nascimento, 2005), produzem uma camada mucilaginosa de polissacarídeos (Vieira & Myklesstad, 1986 *apud* Fott, 1969), cuja função, entre outras, é a de evitar a predação por parte de espécies de zooplâncton (Nordi, Cavagliere, Vieira & Nascimento, 2005 *apud* Porter, 1977). Tal

mecanismo de defesa pode ser tão difícil de quebrar quanto a resistente parede celular de *Coelastrum sphaericum*, explicando a falta de preferência em tratamentos isolados, como podemos observar.

A partir desses dados é possível afirmar que existe uma preferência alimentar da *Ceriodaphnia silvestrii* por *Ankistrodesmus densus*, e isso se deve provavelmente à resistência da parede celular de *Coelastrum sphaericum*. Novos estudos sobre a morfologia e composição química de tais paredes celulares precisam ser realizados para melhor entendermos a influência de tal caractere na preferência alimentar dos microcrustáceos.

Agradecimentos

Agradecemos aos tutores Erick e Guilherme, aos professores Hugo, Rhainer, Alberto Peret e Odete Rocha, e às pesquisadoras Naiara Arcanjo e Mariana Miguel.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. 2005. *NBR 13373: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com Ceriodaphnia spp. (Crustacea, Cladocera)*. Rio de Janeiro: ABNT. p. 15.

Garcia, T. S.; Bock, C.; Santanna, C.; Bagatini, I. L.; Wodniok, S.; Vieira, A. A. H. Selenastraceae (Sphaeropleales, Chlorophyceae): rbcL, 18S rDNA and ITS-2 secondary structure enlightens traditional taxonomy, with description of two new genera, *Messastrum* gen. nov. and *Curvastrum* gen. nov. *Fottea*, p. 1-19, 2016

Richardson, J. (2017). selectapref: Analysis of Field and Laboratory Foraging. R package versão 0.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=selectapref>

M. D. GUIRY EM GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M. 2018. AlgaeBase. Publicação eletrônica mundial, Universidade Nacional da Irlanda, Galway. <http://www.algaebase.org>; procurou em 05 de dezembro de 2018.

Matsumura-Tundisi, T.; Tundisi, J. G.; Tavares, L. S. Diel migration and vertical distribution of Cladocera in Lake D. Helvecio (Minas Gerais, Brazil). *Hydrobiologia*, v. 113, n. 1, p. 299-306, 1984.

Melao, M. G. G. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. Pompêo, MLM org (eds.). *Perspectivas da Limnologia no Brasil*, p. 45-57, 1999.

Moreira, R. A.; Mansano, A. da S.; Silva, L. C. da; Rocha, O. A comparative study of the acute toxicity of the herbicide atrazine to cladocerans *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia silvestrii* and *Macrothrix flabelligera*. *Acta Limnologica Brasiliensia* (Online), v. 26, p. 1-8, 2014.

Nordi, C. de S. F.; Cavagliere, T. G. W. F.; Vieira, A. A. H.; Nascimento, O. R. do. Efeito caotrópico do íon lítio na permeabilidade da cápsula polissacarídica da microalga *Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korsikov (Chlorophyceae). *Acta Botanica Brasílica*, v. 20, n.2, p. 449-454, 2006.

Olivier, S.R., 1962. Los Cladoceros Argentinos. *Rev. Mus. La Plata Secc. Zool.*, 7:173-269.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

Rocha, O. & Guntzel, A.M. 2000. Crustacea Branchiopoda. In: Ismael, D., Valente, W.C., Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. (eds.) *Invertebrados de água doce. Biota/Fapesp*, São Paulo, v.4, p.109-120.

Rodriguez, M. C.; Cerezo, A. S. The resistant 'biopolymer' in cell walls of *Coelastrum sphaericum*. *Phytochemistry* 43: 732-734, 1996.

Rodriguez, M. C.; Nosedá, M. D.; Cerezo, A. S. The fibrillar polysaccharides and their linkage to algaenan in the trilaminar layer of the cell wall of *Coelastrum sphaericum* (Chlorophyceae). *Journal of phycology*, v. 35, n. 5, p. 1025-1031, 1999.

Truhaut, René. Ecotoxicology: objectives, principles and perspectives. *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 1, n. 2, p. 151-173, 1977.

Vieira, A. A. H.; Mykkestad, S. Production of extracellular carbohydrates from *Ankistrodesmus densus* Kors. (Chlorophyceae). *Journal of Plankton Research*, v. 8, n.1, p. 985-994, 1986.

INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA PRESA NA CONSTRUÇÃO DE ARMADILHAS POR LARVAS DE FORMIGA-LEÃO EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Anelyse Cortez, Solange Antão, Valentine Spagnol

Tutor: Guilherme Gonzaga da Silva

Resumo

Larvas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) são pequenos predadores oportunistas que constroem armadilhas cônicas semelhantes a um funil e aguardam suas presas caírem nas mesmas. A estratégia de forrageio de senta-espere utilizada por esses animais os tornam alvos de estudos sobre comportamento animal. Entretanto, nenhum estudo abrangente avaliou conjuntamente a densidade do substrato e o tamanho da presa no investimento de uma nova armadilha por larvas de formiga-leão. Nesse trabalho, conduzido em laboratório, fornecemos diferentes condições de substrato e alimentação, a fim de observar se tais variáveis exercem influência no investimento do animal na armadilha, por meio da análise das dimensões do funil construído. Nossos resultados não indicaram influência significativa das variáveis estabelecidas, contudo demonstramos que as dimensões corpóreas das larvas se correlacionam positivamente com o volume dos funis construídos.

Introdução

O estudo do comportamento animal permite a compreensão de aspectos fisiológicos e morfológicos dos animais, bem como a relação existente entre eles e o meio onde os recursos essenciais para sua sobrevivência estão distribuídos. Além disso, permite entender a diversidade e a evolução dos animais, uma vez que o comportamento tem papel fundamental nas adaptações das funções biológicas (Snowdon, 1999).

Comportamentos relacionados aos cuidados parentais, anti-predatórios, reprodutivos e alimentares, por exemplo, são essenciais para a sobrevivência animal. Contudo, a continuação da vida somente é possível graças à disponibilidade de energia

utilizável pelas células, e a alimentação é o modo pelo qual este recurso é obtido (Chaves; Alves, 2010).

Como forrageio, entende-se todo o processo que engloba desde a busca, a captura, a manipulação e o consumo de uma determinada presa ou determinado item alimentar. Para todo animal, tempo e energia são recursos limitados, de tal forma que, a cada escolha de forrageamento, os organismos necessitam equilibrar os custos energéticos para a obtenção do item alimentar, os custos de risco aos quais ele se sujeitará e os ganhos energéticos que, efetivamente, aquele item alimentar lhe trará. O animal, portanto, depara-se constantemente com diferentes possibilidades de escolhas, sendo que a escolha ótima de forrageamento visa sempre a maximização dos ganhos e a minimização dos custos (Alcock, 2011).

Em qualquer população, observam-se diferenças fenotípicas entre os indivíduos, tais fenótipos conferem diferentes estratégias e habilidades para seus portadores obterem o alimento. Nesse contexto, a vantagem é dada ao animal que obtiver o alimento da maneira mais “econômica”, ou seja, minimizando os custos energéticos e de risco e maximizando os ganhos energéticos absorvidos do alimento. Essa vantagem, por sua vez, é dada pela maximização do valor adaptativo (*fitness*) do animal que conseguir maximizar o ganho energético por unidade de tempo a cada atividade de forrageio (MacArthur & Pianka, 1966. Emlen, 1966).

Menos tempo despendido na atividade de forrageio permite ao animal realocar esse tempo, bem como a energia poupada, em atividades de reprodução, defesa do território, busca por novos territórios, fuga de predadores, entre outras, as quais direta ou indiretamente levam ao aumento da sobrevivência do animal e,

principalmente, da probabilidade de deixar descendentes na próxima geração. Essa maximização do *fitness* do indivíduo, refletida por seu maior sucesso reprodutivo, é em última instância favorecida pela seleção natural (MacArthur & Pianka, 1966; Emlen, 1966).

Portanto, o comportamento de forrageio observado no presente foi favorecido pela seleção natural no passado, ou seja, o animal que, dentre vários outros da população, apresentou determinado comportamento conseguiu aumentar seu sucesso reprodutivo, deixando mais descendentes como ele na próxima geração (Alcock, 2011).

Existem duas estratégias principais de forrageio: a busca ativa, na qual os predadores vão ativamente atrás de seus itens alimentares, e a estratégia de senta-espera (do inglês, “*sit and wait*”), na qual o predador seleciona um local para emboscar a presa (Pianka, 1966). Na maioria dos casos, a busca ativa pela presa envolve maior custo energético do que apenas aguardá-la cair em algum tipo de armadilha (Stamps, 2009).

Entretanto, nos predadores de senta-espera, a seleção do local mais adequado para emboscar as presas também envolve custos, uma vez que o local que apresenta uma grande disponibilidade de presas pode também apresentar uma grande presença de predadores (Pianka, 1966). Portanto, essa estratégia apenas torna-se vantajosa quando o ganho energético obtido com a presa capturada for superior ao gasto energético despendido na construção da armadilha (Foelix, 2011). Assim, as características do habitat são cruciais na determinação do comportamento de forrageio dos estrategistas de senta-espera (MacArthur & Pianka, 1966).

As larvas de formiga-leão, conhecidas popularmente como tatuzinhos, são predadores oportunistas que constroem armadilhas cônicas semelhantes a um funil e aguardam suas presas, geralmente pequenos artrópodes, caírem nessa construção estratégica. Embora o nome popular seja sugestivo, esses animais não são formigas (Hymenoptera) de fato, sendo

pertencentes à ordem dos insetos neurópteros, da família Myrmeleontidae. São normalmente encontradas em substratos secos e finos, cuja estratégia de forrageio é a de senta-espera (Alcalay, 2014).

Os animais permanecem no fundo do funil após construírem suas armadilhas e, assim que os grãos de solo rolam, sinalizando que uma possível presa circula ao redor, as larvas de formiga-leão utilizam suas longas mandíbulas para lançar jatos de terra ou areia sobre o alimento. A presa cai, então, no fundo do buraco e é imediatamente capturada pelo predador.

Os fatores abióticos relacionados ao microambiente em que as larvas se instalam e constroem seus funis influenciam significativamente o sucesso de forrageio desses animais. Dessa forma, a decisão de manutenção das armadilhas ou mesmo a construção de uma nova é muito bem avaliada pelo indivíduo que busca maximizar sua absorção de energia por unidade de tempo, pois apresenta um risco e é bastante custosa (Scharf, 2018; Lucas, 1982).

Demonstrou-se recentemente que o substrato molhado exerce influência negativa nos funis, que têm seu tamanho consideravelmente diminuído, além de aumentar a probabilidade da presa conseguir escapar da armadilha (Scharf, 2018). Trabalhos que analisaram diferentes densidades de solo não encontraram influência significativa no tamanho dos funis, em decorrência de as larvas poderem construir suas armadilhas numa ampla gama de densidades (Topoff, 1977).

Ademais, outros trabalhos com larvas de formiga-leão (Scharf, 2010; Hollis, 2017) também mostraram que a alimentação com diferentes tamanhos de presa interfere no comportamento de forrageamento das larvas.

Com isso, o trabalho em questão teve por objetivo avaliar a influência do aumento da densidade do substrato e do tamanho da presa na construção de uma nova armadilha a partir da medição do volume dos funis construídos, visto que o

diâmetro e a profundidade das armadilhas refletem diretamente a energia despendida pelo animal na sua construção e indiretamente a quantidade e/ou a qualidade dos recursos alimentares capturados.

Materiais e métodos

Foram coletadas 40 larvas de formiga-leão na Reserva Legal de Cerrado localizada no campus da Universidade Federal de São Carlos, no município de São Carlos-SP. As larvas coletadas foram mantidas em bandejas plásticas contendo substrato fino, uma vez que, na natureza, são normalmente encontradas nessas superfícies (Alcalay *et al.*, 2014), mantidas à temperatura ambiente e alimentadas a cada 48 horas até três dias antes da realização dos experimentos.

As larvas de formiga-leão foram divididas em quatro grupos experimentais denominados A, B, C e D (**Figura 1**), cada um contendo 10 indivíduos isolados em uma área de aproximadamente 165 cm² delimitada por divisórias de papelão em bandejas de dimensões 25 cm por 40 cm. Os grupos constituem de uma permuta das quatro diferentes condições testadas, sendo dois tipos de substrato (fino e granulado) e dois tamanhos distintos de presa (grande e pequena, em uma proporção de 3:1).

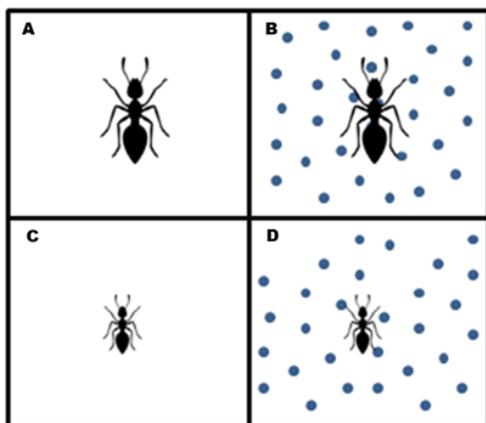


Figura 1. Esquema dos quatro grupos experimentais estabelecidos: Grupo A- substrato fino/ presa grande; grupo B- substrato granulado/ presa grande; grupo C- substrato fino/ presa pequena; grupo D- substrato granulado/ presa pequena.

As larvas foram colocadas individualmente nos seus devidos substratos e, após 24 horas, foram medidos os diâmetros e as profundidades das armadilhas construídas com auxílio de um paquímetro digital. As larvas foram alimentadas de acordo com o grupo pertencente dentro das quatro categorias estabelecidas e, passadas 24 horas da alimentação, as armadilhas foram novamente medidas seguindo a mesma metodologia. Ao fim do experimento, o tamanho corpóreo de cada larva também foi medido.

Foi utilizado o teste Modelos Lineares Generalizados (GLM) para analisar o efeito dos fatores tamanho da presa e tipos de substrato nas dimensões das armadilhas construídas.

O teste de covariância (*One-way ANCOVA*) foi utilizada para determinar a influência do tamanho dos indivíduos nas dimensões das armadilhas construídas considerando os diferentes grupos de presas e substrato. Foram calculados os volumes das armadilhas com os dados de profundidade e diâmetro obtidos. A análise pelo Modelo Linear Generalizado foi realizada no *software* IBM SPSS 24. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk e a análise de covariância foram feitos no *software* SigmaPlot versão 11.0.

Resultados

O teste de Generalized Linear Models (GLM) não encontrou efeitos significativos do tipo de alimento ou do tipo de substrato na variação de volume das armadilhas construídas (**Tabela 1**).

Tabela 1: Valores de Qui-quadrado de Wald e valores de p respectivos para as condições testadas obtidas com o teste GLM.

Tipo III			
Origem	Qui-quadrado de Wald	gl	p
(Intercepto)	132,624	1	0,000
Alimento	0,767	1	0,381
Substrato	0,387	1	0,534

A análise de covariância considerando tamanho do corpo como covariável e volume da armadilha como variável dependente mostrou efeito significativo da interação substrato*tamanho corporal ($F = 19,776$, $gL = 1$, $p < 0,05$), com distribuição normal dos dados pelo teste de normalidade Shapiro-Wilk ($p = 0,153$). A representação gráfica deste resultado consiste em um gráfico de dispersão com retas de regressão para o modelo de interação de $\text{Volume} = 31744,366 - (2427,118 * \text{tamanho corporal})$ e $\text{Volume} = -28294,693 + (4467,859 * \text{tamanho corporal})$ para areia fina e areia granulosa, respectivamente (**Figura 2**). Não houve efeito de interação para presas*tamanho corporal ($F = 1,377$, $gL = 1$, $p = 0,249$).

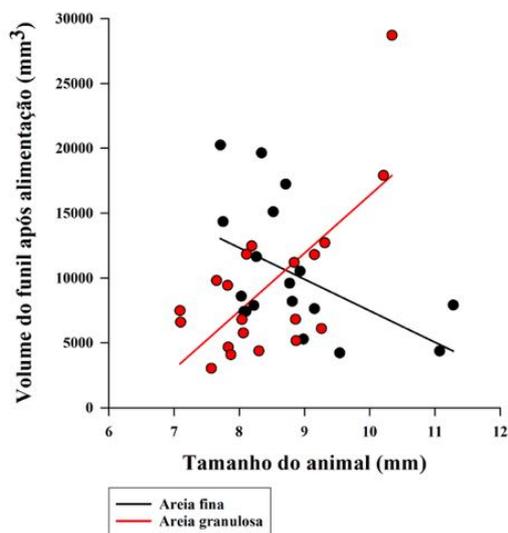


Figura 2. Gráfico de dispersão dos dados com as retas de regressão para os modelos de interação entre tamanho corporal e tipos de substrato. Pontos vermelhos: larvas em substrato granuloso. Pontos pretos: larvas em substrato fino.

Discussão

O gráfico de dispersão dos dados das dimensões das armadilhas construídas mostra que em substrato granuloso, a correlação entre as variáveis foi positiva, ou seja, animais com tamanho corpóreo maior constroem funis com volumes também maiores, enquanto que, em substrato fino, a correlação entre as variáveis foi negativa, ou seja, animais com tamanho corpóreo maior constroem funis com volumes menores.

A não influência da granulidade do substrato condiz com o estudo realizado por Topoff (1977), que demonstra que o tamanho das partículas do solo não influencia significativamente o tamanho dos funis em decorrência de as larvas poderem construir suas armadilhas numa ampla gama de densidades de substratos.

A observação de que larvas de tamanho corporal maior constroem armadilhas de dimensões maiores condiz com os estudos realizados por Griffiths (1980; 1986), que relacionam funis maiores à maior força física oriunda de apêndices maiores.

O período de coleta das larvas e realização dos experimentos compreendeu o início do mês de outubro. As formigas-leão são insetos cujo desenvolvimento é fortemente relacionado à sazonalidade (VAN ZYL et al., 1996). Durante a execução do experimento tivemos uma larva que pupou no período de 24 horas pós-alimentação, impossibilitando a segunda medição do funil.

Os funis foram medidos antes e após a alimentação sem que houvesse a destruição dos mesmos, o que forçaria o animal a reconstruir uma nova armadilha. Ao implementar a destruição dos funis na metodologia, obteríamos dados da possibilidade de existência de um comportamento inato, ou seja, seria

possível observar se as larvas tendem a manter as dimensões de seus funis construídos.

As larvas de formiga-leão são responsáveis pela nutrição do animal desde a fase larval até o final da fase de pupa, onde o animal adulto emergirá (Griffiths, 1980; 1985). Tais larvas são capazes de permanecer sem alimentação por longos períodos de tempo (Scharff & Ovadia, 2006; Burgess, 2008), podendo alcançar vários dias em jejum. Tal característica, devido à ausência de repetição da alimentação no experimento, pode ter influenciado diretamente nos resultados obtidos, de modo que a realização do mesmo experimento com repetições poderia trazer resultados mais representativos da influência do tamanho da presa utilizada na alimentação na construção da armadilha.

Uma variável a ser considerada é o instar em que o animal está no momento do experimento, pois ele exerce influência direta na construção das armadilhas (Alcalay *et al*, 2013). Seria necessário um melhor monitoramento para evitar desvios decorrentes das larvas estarem em diferentes fases do desenvolvimento.

Agradecimentos

Agradecemos ao nosso tutor Guilherme, pela ajuda, disponibilidade e atenção em nos orientar e aos professores Dr. Hugo Sarmento e Dr. Rhainer Guillermo Ferreira pela oportunidade de realizar o trabalho e produzir um artigo científico, o que certamente contribuiu para nosso crescimento profissional.

Referências

Alcalay Y, Barkae ED, Ovadia O, Scharf I. 2014. Consequences of the instar stage for behavior in a pit-building antlion. **Behavioural Processes**, [s.l.], v. 103, p.105-111. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2013.11.009>.

Alcock, John. 2011. Comportamento animal: Uma abordagem evolutiva. 9 ed. Porto Alegre. Artmed,

Burgess, Matthew G. 2009. Sub-optimal pit construction in predatory ant lion larvae (Myrmeleon sp.). **Journal of theoretical biology** 260.3 : 379-385.

Chaves, Flávia Guimarães; Alves, Maria Alice S. 2010. Teoria Do Forrageamento Ótimo: Premissas E Críticas Em Estudos Com Aves. **Oecologia Australis**, [s.l.], v. 14, n. 02, p.369-380. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2010.1402.03>.

Devetak, D., Spornjak, A. & Janzekovic, F. 2005. Substrate particle size affects pit building decision and pit size in the antlion larvae *Euroleon nostra* (Neuroptera: Myrmeleontidae). **Physiological Entomology**, 30, 158e163.

Devetak, Dušan, Tone Novak, and Franc Janžekovič. 2012. Effect of substrate density on behaviour of antlion larvae (Neuroptera: Myrmeleontidae). **Acta oecologica** 43: 1-7.

Emlen, J. Merritt. 1966. The role of time and energy in food preference. **The American Naturalist**, v. 100, n. 916, p. 611-617,

Foelix, R.F. Biology of spiders. **Oxford University Press**, New York. 2011.

Griffiths, D. 1980. The feeding biology of ant-lion larvae: prey capture, handling and utilization. **The Journal of Animal Ecology** : 99-125.

Griffiths, D. 1985. Phenology and larval-adult size relations in the ant-lion *Macroleon quinque maculatus*. **Journal of Animal Ecology**. 52, 573-581.

Griffiths, D. 1986. Pit construction by ant-lion larvae: a cost-benefit analysis. **The Journal of Animal Ecology** : 39-57.

Hollis, Karen L.; Harrsch, Felicia A.; Nowbahari, Elise. 2015. Ants vs. antlions: An insect model for studying the role of learned and hard-wired behavior in coevolution. **Learning And Motivation**, [s.l.], v. 50, p.68-82, Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lmot.2014.11.003>.

Lucas, Jeffrey R. 1982. THE BIOPHYSICS OF PIT CONSTRUCTION BY ANTLION LARVAE (MYRMELEON, NEUROPTERA). **Animal Behavior**, Florida, v. 30, p.651-664.

MacArthur, Robert H.; Pianka, Eric R. 1966. On optimal use of a patchy environment. **The American Naturalist**, v. 100, n. 916, p. 603-609.

Matsura, T., Yamaga, Y. & Itoh, M. 2005. Substrate selection for pit making and oviposition in an antlion, *Myrmeleon bore* Tjeder, in terms of sand particle size. **Entomological Science**, 8, 347e353.

Pianka, E.R. 1966. Convexity, desert lizards and spatial heterogeneity. **Ecology**, 47:1055-1059.

Scharf, I., Hollender, Y., Subach, A. & Ovadia, O. 2008. Effect of spatial pattern and microhabitat on pit construction and relocation in *Myrmeleon hyalinus* (Neuroptera: Myrmeleontidae) larvae. **Ecological Entomology**, 33, 337e345.

Scharf, I., Ovadia, O., 2006. Factors influencing site abandonment and site selection in a sit-and-wait predator: a review of pit-building antlion larvae. **Journal of Insect Behavior** 19, 197–218.

Scharf, Inon, Erez David Barkae, and Ofer Ovadia. 2010. Response of pit-building antlions to repeated unsuccessful encounters with prey. **Animal behaviour**. 79.1 : 153-158.

Scharf, I., Gilad, T., Bar-Ziv, M. A., Katz, N., Gregorian, E., Pruitt, J. N., & Subach, A. 2018. The contribution of shelter from rain to the success of pit-building predators in urban habitats. **Elsevier: Animal Behavior**, v. 142, p.139-145.

Snowdon, Charles T. 1999. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. **Estudos de Psicologia, Madison**, v. 2, n. 4, p.365-373.

Stamps, J. 2009. Habitat selection, pp. 38-44. In: *The Princeton guide to ecology* (S.A. Levin, ed.). **Princeton University Press**, Princeton.

Topoff, H. 1977. The pit and the antlion. **Natural History** 86: 65–71.

Van Zyl, A.; Van Der Linde, T. C. D. K.; Van Der Westhuizen, M. C. 1996. Ecological aspects of pitbuilding and non-pitbuilding antlions (Neuroptera: Myrmeleontidae) in the Kalahari. **African Entomology**, Volume 4, Number 2. pp. 143-152(10).

USO DE ESTÍMULOS SENSORIAIS NO FORRAGEIO DE ABELHAS *FRIESEOMELITTA VARIA* (APIDAE, MELIPONINAE)

Camila Fernanda Panzeri, Fernanda Camila Sanches, Mariana de Cássia Bisio
Tutora: Thais de Assis Angeloni

Resumo

As abelhas da espécie *Frieseomelitta varia* são sociais de médio porte e sem ferrão pertencentes à família Apidae, subfamília Meliponinae, cuja distribuição geográfica abrange os estados da Bahia, Minas Gerais e São Paulo. Essa espécie compõe um bom sistema para estudos de forrageamento; no entanto, pouco se conhece sobre esse comportamento. Este trabalho visa identificar as possíveis estratégias utilizadas por essa espécie durante o forrageio, como o uso de pontos de referência. Para testar essas hipóteses, foi utilizado um labirinto em Y com um dos trajetos contendo uma recompensa açucarada no final. Os indivíduos coletados foram submetidos a três testes distintos no labirinto: um de aprendizagem, um com o uso de pistas visuais e um sem pistas, nos quais alcançavam a recompensa se escolhessem o trajeto correto. Nosso estudo mostrou que as *F. varia* utilizam principalmente pistas visuais para o forrageio e, diferentemente de outras espécies, foram incapazes de encontrar o trajeto correto sem o auxílio dessas pistas. Os resultados também reforçam a ideia de divisão de funções entre operárias forrageiras e guardas.

Introdução

A capacidade dos insetos de retornar à fonte de alimento tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores (Wehner, 1981). Muitos métodos estão sendo desenvolvidos na tentativa de entender as técnicas utilizadas durante o forrageio, como por exemplo o método "dead-reckoning", que diz respeito a insetos que contam a distância percorrida a partir do ninho como ocorre com formigas, que forrageiam na direção certa e na distância apropriada (Wehner e Srinivasan, 1981). Contudo, encontrar a fonte de alimento utilizando

somente a contagem da distância provavelmente não seria suficiente para ter a localização exata; assim, muitos pesquisadores sugerem que os insetos utilizam pontos de referência e outras técnicas para guiá-los ao local de interesse (Wehner, 1981).

As abelhas podem forragear por distâncias de até 10 Km (von Frisch, 1993) e voltar infalivelmente ao ninho. Karl von Frisch (1993) seguido por outros estudos estabeleceu que as abelhas utilizam a posição do Sol para determinar a direção, uma espécie de bússola solar. Esse mecanismo é bem estudado devido à dança "waggle" realizada para informar às outras forrageiras a direção e a distância do alimento.

Acreditava-se que a medida da distância percorrida fosse baseada na energia total gasta durante o forrageio (Heran e Wanke, 1952). Porém, estudos recentes sugerem que ela possa estar relacionada a pistas visuais, ao invés de ser baseada apenas em energia (Srinivasan, 2014). Estudos similares sugerem que as abelhas sem ferrão (*Melipona seminigra*) também utilizam pistas ópticas para calcular a distância do forrageio (Hrncir et al., 2003). Nesse contexto, a espécie mais amplamente estudada é a *Apis mellifera*, em que as operárias, semi-especialistas, são responsáveis por papéis distintos ao longo de seu desenvolvimento no qual no último estágio desempenham de fato o forrageamento (Seeley, 1982). Este estágio as expõe a maiores riscos pois estarão mais vulneráveis fora da colméia, por isso está destinado a abelhas mais velhas, garantindo assim a maior contribuição possível à colônia ao longo de sua vida (Seeley, 1982, 1985).

Atividades relacionadas ao forrageamento geralmente têm início com a execução de

voos de reconhecimento das novas forrageiras em torno da colônia, possibilitando a identificação de marcos a fim de familiarizá-las com a área ao redor. Há ainda uma divisão das atividades do forrageio, com o alimento sendo passado a operárias receptoras após sua coleta (Winston, 1987), proporcionando a sinalização da condição nutricional da colônia por meio desta interação, permitindo ajustes no forrageio (Seeley, 1995).

A quantidade de abelhas forrageiras responde à necessidade da colônia (Huang e Robinson, 1996), e a habilidade destas de compartilhar informações sobre a localização e disponibilidade de alimento faz com que haja uma alta eficiência no processo. A comunicação se dá através de uma linguagem referencial por meio de movimentos dentro do ninho, com os quais serão informadas direção e distância às outras abelhas, e estas irão usar tais informações para localizar a mancha indicada (Seeley, 1985; Dyer, 2002).

Uma das estratégias de forrageamento é a realização desta atividade em grupo, pois aumenta não só a sua eficiência, como também a defesa dos recursos adquiridos durante a mesma (Lichtenberg, Imperatriz-Fonseca e Nieh, 2010). Estudos já demonstraram que tal prática realizada em grupo por alguns animais sociais melhoram o seu rendimento em vários setores (Clark e Mangel, 1984; Bednarz, 1988; Traniello e Beshers, 1991; Holway e Case, 2001; Fernández-Juricic et al., 2004). Abelhas sem ferrão possuem indivíduos que forrageiam em grupos, por meio de recrutamento, com o uso de trilha de odor ou vibrações referenciais, enquanto outros realizam a atividade de forma individual (Johnson, 1983). Estas abelhas sociais são pertencentes à família Apidae e à subfamília Meliponinae, e compreendem aproximadamente 400 espécies com distribuição Neotropical (Camargo e Pedro, 2007). Ademais, constituem polinizadores de considerável importância para as florestas tropicais (Barth, 2006).

O gênero *Frieseomelitta* é composto por abelhas sem ferrão neotropicais com ampla distribuição geográfica, sendo encontradas do sudoeste do México ao sudeste do Brasil (Teixeira et al., 2007). Dentre elas, há a espécie *Frieseomelitta varia* (Lepelletier, 1836) que integra abelhas neotropicais de médio porte (Camargo e Pedro, 2007), encontradas em áreas naturais (Teixeira et al., 2007) e em áreas urbanas (Marques-Souza, 2010). Nessa espécie foi identificada a presença de operárias denominadas guardas, que ficam localizadas na entrada, muitas vezes bloqueando a passagem, e ao redor da colônia, que possuem como única função defender a entrada contra possíveis invasores (Couvillon & Ratnieks, 2007; Butler & Free 1952). Essas guardas são altamente letais quando comparadas a outras espécies de abelhas, pois frequentemente decapitam um invasor (Couvillon & Ratnieks, 2007). O método de reconhecimento das companheiras de nidificação das não companheiras se dá por pistas olfativas (Breed, 1998). As guardas aceitam as companheiras quando elas não possuem pistas olfativas indesejáveis; assim é mais comum tornar uma operária inaceitável do que aceitável, diminuindo os possíveis erros de aceitação de invasores (Couvillon & Ratnieks, 2007).

Em um estudo realizado por Jarau e colaboradores (2003), os indivíduos da espécie *F. varia* mostraram não recrutar companheiras de ninho durante o seu forrageio, porém não descartaram que tal resultado possa variar em diferentes épocas do ano. Assim, mais informações precisam ser coletadas para a melhor compreensão do comportamento de forrageio desta espécie.

As abelhas sem ferrão, em geral, compõem um bom sistema para estudos que envolvam o forrageamento em grupo; entretanto, as estratégias de forrageamento utilizadas por essas espécies ainda são pouco compreendidas e pouco testadas (Lichtenberg, Imperatriz-Fonseca e Nieh, 2010). Estudos sobre o comportamento de forrageio de abelhas sociais se restringem ao setor de controle de espécies,

comparando seu caráter agressivo ou não agressivo (Biesmeijer e Slaa, 2004).

Este trabalho teve como objetivo avaliar as possíveis estratégias utilizadas pela abelha da espécie *Frieseomelitta varia* durante o forrageio: se utilizam pistas visuais como pontos de referência e se deixam rastros para sinalizar às outras operárias o caminho certo durante o teste, contribuindo para a compreensão do comportamento de forrageio da mesma.

Materiais e métodos

I - Design do labirinto

Foi utilizado um labirinto de madeira em formato de Y de medidas 26 x 2 x 1 cm, este foi coberto com papel celofane transparente para visualização e registro dos dados. No final de apenas um dos trajetos foi colocada uma recompensa composta por uma solução açucarada (28g de açúcar para 250 mL de água). Ao longo do trajeto até a solução foram depositados marcadores de papel colorido para servirem como marcos de referência visuais para que as abelhas seguissem até o caminho correto (Fig. 1).



Figura 1. Labirinto em formato de Y, no qual a recompensa final está indicada pela seta vermelha. Ao longo do trajeto até a solução foram depositados retalhos de papel colorido para servirem como marcos.

II - Coleta de indivíduos

Foram coletadas 20 abelhas da espécie *Frieseomelitta varia*, operárias experimentalmente ingênuas, com o auxílio de tubos “Falcon” e o marco atrativo caracterizado por um prato amarelo

contendo isca açucarada e frutas (Fig. 2). A colméia utilizada para o experimento estava localizada na área externa do laboratório de Genética de Sistemas do Departamento de Genética e Evolução (DGE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

O experimento foi realizado no período de três semanas no período matutino e vespertino na qual nos dois primeiros dias foi deixado próximo à colônia um prato amarelo contendo uma porção da isca açucarada, para que as abelhas se familiarizassem com o tipo de alimento e o marco, e começassem a coletar a calda ali presente. Nos dias subsequentes, as abelhas foram coletadas, uma por vez para que não ficassem estressadas, com o auxílio de um tubo “Falcon”. Em seguida foram colocadas, uma a uma, na entrada do labirinto.



Figura 2: Marco atrativo caracterizado por um prato amarelo contendo isca açucarada e tubo “Falcon” transparente utilizado na coleta das operárias.

III - Procedimento experimental e análise dos dados

As etapas de treinamento e aprendizagem no labirinto foram realizadas segundo Moreno e colaboradores (2012) e consistem em: um primeiro momento, no qual as operárias foram ensinadas a encontrar o caminho até a recompensa por meio da aplicação de uma pequena porção de isca (aproximadamente 0,1 mL), que foi

considerado um estímulo junto à entrada do labirinto (primeiro estímulo). No interior do labirinto, próximo ao estímulo na entrada, foi colocada outra porção (segundo estímulo). Desse modo, a abelha aprendeu a colher o alimento junto ao primeiro estímulo e, em seguida, andar pelo labirinto e colher junto ao segundo estímulo. (Fig. 3). Houve repetição deste processo até ser adequadamente modelado à cadeia comportamental, que consistia em: colher a isca junto ao estímulo na entrada do labirinto; caminhar pelo interior do do mesmo, colher a solução açucarada no segundo estímulo e continuar caminhando até chegar à recompensa final.



Figura 3. Aplicação de uma pequena porção de isca na entrada do labirinto sinalizada como primeiro estímulo, uma segunda porção da isca foi colocada no interior no labirinto (segundo estímulo). Para que a operária aprendesse a associar o primeiro e o segundo estímulo aos marcos visuais indicados em rosa e laranja a recompensa no final do caminho sinalizado.

Após a primeira etapa, os pontos de referência permaneceram, mas foram retirados o primeiro e o segundo estímulo do trajeto, posicionados antes da recompensa final, a fim de testar se as abelhas estavam utilizando as pistas visuais para localizar a fonte de alimento (Fig. 4).



Figura 4. Houve a remoção do primeiro e segundo estímulo, contudo permaneceram

as pistas visuais indicadas em rosa e laranja.

Em seguida foram removidos os pontos de referência para testar de se as abelhas estavam associando a fonte de alimento ao arranjo dos pontos ou se utilizavam rastros deixados anteriormente para se orientar no labirinto (Cartwright & Collett, 1983) (Fig. 5).

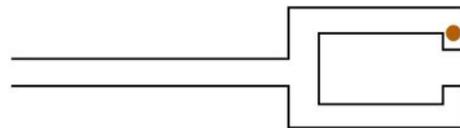


Figura 5. O primeiro e segundo estímulo continuaram ausentes e foram removidos as pistas visuais, que antes eram indicadas em rosa e laranja. Permanecendo assim apenas a recompensa final.

A conclusão dos testes era aceita como um acerto quando a abelha chegava até a recompensa final, ou era aceita como um erro quando passava-se 5 minutos e a abelha não chegava até a recompensa. Portanto, foi realizada uma análise qualitativa onde o número de acertos e erros foi contabilizado e transformados em porcentagens de abelhas que chegaram ou não até a recompensa final.

Resultados

Os dados obtidos durante os testes (Tabela 1) mostraram que das 20 abelhas coletadas aleatoriamente, 14 operárias, correspondente a 70% da amostra, foram capazes de aprender a colher a solução dada como primeiro estímulo na entrada do labirinto, caminhar pelo interior do mesmo e colher o segundo estímulo, conseqüentemente chegando à recompensa localizada no final do caminho sinalizado com as pistas visuais. Os mesmos 70% também foram capazes de seguir pistas visuais e chegar ao final do labirinto somente com estas, ou seja, sem a aplicação de um estímulo na entrada e no interior do labirinto, essas abelhas foram coletadas na isca deixada para atrair as operárias forrageiras. No entanto, 30% das abelhas, que foram coletadas na entrada e ao redor

da colônia, não foram capazes de aprender a coletar os estímulos açucarados até chegar a recompensa final e não completaram o percurso do labirinto seguindo pistas visuais, ou seja, não foram capazes de associar as pistas visuais à recompensa no fim do mesmo. Essas abelhas apenas tentaram encontrar uma saída do labirinto durante o período do teste.

Tabela 1. Porcentagem de erros e acertos dos indivíduos da espécie *Frieseomelitta varia* nos três testes experimentais. O número bruto corresponde ao número de abelhas, dentre as 20 coletadas, que responderam aos testes aprendizado, com pistas e sem a presença de pistas e a porcentagem correspondente a essas respostas.

Número/ Porcentagem	Aprendizado	Com pistas	Sem pistas
Número bruto	14	14	0
Porcentagem	70%	70%	0

Segundo nossas observações durante a realização do experimento, as abelhas coletadas pertencentes aos 30%, deixaram uma substância no fundo no tubo Falcon, o que acarretou em uma influencia na próxima coleta, fazendo com que a próxima abelha, coletada na isca ou ao redor da colônia, não saísse do tubo em direção ao labirinto, como geralmente ocorria, e ficasse acuada na região onde foi depositada a substância.

Os mesmos 70% que acertaram no teste de aprendizagem e no teste com pistas visuais, erraram no teste de estímulos olfativos, que não continham estímulo por iscas ou pistas visuais. Porém, os que erraram no primeiro teste também erraram os testes seguintes, como ocorreu com os 30%.

Os dados sugerem que as abelhas coletadas não deixaram rastros para sinalizar às operárias seguintes o caminho até a recompensa. As abelhas que eram colocadas após as que já haviam realizado o teste e acertado, passavam pelo mesmo processo de aprendizado, não seguiam o caminho como se este estivesse sinalizado. Mesmo que uma abelha acertasse o

percurso com as pistas visuais, não era capaz de repetir o mesmo caminho sem a presença das pistas.

Discussão

Nosso estudo mostrou que 70% das 20 abelhas coletadas da espécie *Frieseomelitta varia* são capazes de aprender a seguir pistas visuais para chegar na recompensa ao final do labirinto, ou seja, é capaz de discriminar padrões de um caminho com marcações visuais e de um caminho sem tais marcações, e a partir desse aprendizado de discriminação, fazer escolhas corretas. Os nossos resultados confirmam as descobertas realizadas por Moreno e colaboradores (2012) de que as abelhas sem ferrão do Brasil, estudo realizado com a espécie *Melipona rufiventris*, são capazes de aprender a discriminar padrões, podendo alcançar um critério de aprendizagem de 100% de escolhas corretas. Assim como foi mostrado pelo mesmo estudo em que as abelhas da espécie *Apis mellifera* também são capazes de aprender após o treinamento.

As mesmas 70% que foram capazes de aprender mostraram seguir predominantemente as pistas visuais para encontrar o caminho correto que as levariam até a recompensa e se mostraram perdidas quando os marcos visuais foram removidos. De acordo com Eckles et al (2012) as forrageiras da espécie *Melipona panamica* utilizam predominantemente sinais ópticos para realizar o deslocamento vertical, e assim, medir com precisão a altura em que o alimento se encontra. Além disso, o mesmo estudo verificou que essas forrageiras também utilizam marcos visuais durante o deslocamento horizontal, mas com menos precisão. Ainda concordando com os nossos resultados, esse estudo mostrou que a remoção dos marcos deixaram-nas desorientadas, fazendo com que voassem aleatoriamente pelo túnel experimental e não fizessem uma busca direcionada.

Segundo Moreno, Souza e Reinhard (2010), a incapacidade de seguir estímulos olfativos não se deve a limitações sensoriais, pois são

capazes de reconhecer estímulos distintos de domínio visual, como mostrado aqui, e de domínio olfativo, como já demonstrado pela espécie *Melipona quadrifasciata* (McCabe e Farina, 2009). Ademais, o não aprendizado de trajetos arbitrários pode estar relacionado ao seu comportamento de forrageio como exposto anteriormente, e o fato de serem especialistas também pode contribuir com a redução da necessidade de aprender diferentes tipos de sinais simultaneamente (Moreno, Souza e Reinhard, 2010).

As forrageiras da espécie *Apis mellifera*, em testes semelhantes aos realizados neste trabalho, se mostraram predominantemente dependentes do odômetro visual para buscar a distância até o alimentador e que em alguns casos esses marcos visuais se mostraram mais importante que os marcos aprendidos (Menzel et al, 2010). Contudo, possivelmente memorizaram a disposição espacial do labirinto ou aprenderam uma sequência de comandos motores, pois são capazes de encontrar o caminho sem pistas visuais, ainda que em proporções menores (Zhang, Bartsch e Srinivasan, 1996). Em contrapartida, os resultados apresentados aqui mostram que abelhas da subfamília Meliponinae parecem não ter essa capacidade, o que pode ser decorrente das diferenças ambientais nas quais as subfamílias de abelhas evoluíram, que podem ter sido influenciados pela ação de diferentes pressões seletivas (Moreno, Souza e Reinhard, 2010).

Das 20 abelhas utilizadas no experimento, 14 (70%) foram coletadas na isca e se comportam como forrageiras, assim como as 6 (30%) que foram coletadas na entrada e ao redor da colônia possuem respostas comportamentais diferentes. Portanto, levando em consideração que essas operárias foram coletadas em dois locais diferentes (isca e entrada da colônia) e possuem comportamentos diferentes em relação ao experimento, os resultados podem ser tratados como situações distintas. Assim, as 14 abelhas poderiam ser tratadas como 100% da amostragem coletada na isca e teriam uma resposta de

100% para essa condição, como foi discutido podem ser consideradas forrageiras, e as 6 abelhas coletadas também teriam 100% de resposta de não se comportar como uma forrageira.

As 30% coletadas na entrada ou nos arredores da colônia que não responderam às pistas, ou seja, não foram capazes de associar as pistas visuais à recompensa no fim do labirinto podem ser consideradas guardas, segundo (Couvillon e Ratnieks, 2007, Butler e Free 1952, Breed 1998). As guardas da espécie *Frieseomelitta varia* possuem como função assegurar que invasores não entrem na colônia para roubar os alimentos, sendo assim elas frequentemente ficam localizadas na entrada bloqueando a passagem e saem quando precisam atacar e frequentemente voam perto da colônia para fazer a segurança (Couvillon e Ratnieks, 2007). Essas informações vão ao encontro dos nossos dados, pois as abelhas coletadas nessas condições não responderam ao teste em nenhuma circunstância, apenas procuraram por uma saída.

Segundo nossas observações durante o experimento, todas as vezes em que uma abelha guarda era coletada, deixava uma substância no fundo no tubo Falcon, que influenciava na próxima coleta fazendo com que a abelha forrageira que fosse coletada a seguir não sáísse do tubo em direção ao labirinto, e ficasse acuada na região onde foi depositada a substância. Segundo Goulson (2009) a troca de informações entre abelhas sociais por sinalização permite de modo geral uma maior eficiência de interação, podendo as abelhas associarem através de aprendizado prévio ações de atração ou fuga para determinados sinais, tais como marcadores químicos intra ou inter específicos que indiquem presença de predadores ou perigo a colônia.

A sinalização deixada pelas guardas no fundo do tubo atua de maneira semelhante à sinalização de fuga citada por Goulson (2009), indicando sua tentativa de comunicar a colônia sua captura, estresse e potencial perigo, assim como

inquietação das abelhas seguintes quando colocadas nos tubos marcados tende a indicar o reconhecimento da sinalização ali depositada.

Como observado na Tabela 1, os mesmos indivíduos que acertaram no teste de aprendizagem, acertaram no teste com pistas visuais e erraram no teste de estímulos olfativos, que não continha pistas visuais. Porém, os que erraram no primeiro teste também erraram os testes seguintes, o que nos leva a inferir a possibilidade de precisarem de várias visitas ao labirinto para conseguir deixar rastros olfativos de caráter atrativo detectáveis por outros indivíduos da colônia, pois tais estímulos são cumulativos, como encontrado por Hrnair e colaboradores (2004) na espécie *Melipona seminigra*, que necessita de 40 visitas para que se atinja potencial atrativo eficaz.

Nossos dados reforçam que há uma clara divisão de trabalho, que determinam diferenças comportamentais entre as operárias de *Frieseomelitta varia*, em que as operárias forrageiras, coletadas no prato amarelo, possuem a função de forragear em busca de alimentos para colônia e utilizam-se predominantemente de recursos visuais para seguir pistas; já as operárias guardas, coletadas na entrada da colônia, possuem a função de proteção, não seguindo pistas visuais e não forrageando em busca de alimento.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores Hugo e Rhainer pela oportunidade e apoio para o desenvolvimento deste projeto, à tutora Thais por todo auxílio, colaboração e sugestões construtivas em todas as etapas envolvidas, ao professor Francis pela disponibilização de sua colônia de abelhas para os procedimentos experimentais e pelas dicas fornecidas, e ao professor Pedro Galetti pela disponibilização de seu laboratório para o armazenamento dos materiais utilizados.

Referências

Barth, OM. 2006. Palynological analysis of geopolis samples obtained from six species of

Meliponinae in the Campus of the Universidade de Ribeirão Preto, USP, Brazil. *Apiacta*, v. 42, 14 p.

Bednarz, JC. 1988. Cooperative hunting in Harris' hawks (*Parabuteo unicinctus*). *Science*. 239:1525-1527.

Biesmeijer, JC & Slaa, EJ. 2004. Information flow and organization of stingless bee foraging. *Apidologie*. 35:143-157.

Breed, MD. 1998. Recognition pheromones of the honey bee. *Bioscience*. 48:463-470.

Butler, CB & Free, JB. 1952. The behaviour of worker honeybees at the hive entrance. *Behaviour*. 4:262-292.

Camargo, JMF & Pedro, SRM. 2007. Meliponini Lepelletier, 1836. In: J.S. Moure, D. Urban & G.A.R. Melo (Eds.), *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia. p. 272-578.

Cartwright, BA & Collett, TS. 1983. Landmark Learning in Bees. *Journal Of Comparative Physiology, A, England*. 5 (151):521-543.

Clark, CW & Mangel, M. 1984. Foraging and flocking strategies: information in an uncertain environment. *Am. Nat.* 123:626-641.

Couvillon, MJ & Ratnieks, FLW. 2007. Odour transfer in stingless bee marmelada (*Frieseomelitta varia*) demonstrates that entrance guards use an "undesirable-absent" recognition system. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 62:1099-1105.

Dyer, FC. 2002. The biology of the dance language. *Annual Review of Entomology*. 47:917-949.

Eckles, MA, Roubik, DW, Nieh, JC. 2012. A stingless bee can use visual odometry to estimate both height and distance. *J Exp Biol*. 15: 215-60.

Fernández-Juricic, E, Siller, S & Kacelnik, A. 2004. Flock density, social foraging, and scanning: an experiment with starlings. *Behav. Ecol*. 15:371-379.

Goulson, D. 2009. The use of scent marks by foraging bumble bees. In: Jarau S, Hrnair M. *Food Exploitation by Social Insects: Ecological, Behavioral, and Theoretical Approaches*. 251-260

Heran, H & Wanke, L. 1952. Beobachtungen über die Entfernungsmeldung der Sammelbienen. *Z Vergl Physiol*. 34:383-393.

Holway, DA & Case, TJ. 2001. Effects of colony-level variation on competitive ability in the invasive Argentine ant. *Anim. Behav*. 61:1181-1192.

Hrnair M, Jarau S, Zucchi R & Barth FG. 2003. A stingless bee (*Melipona seminigra*) uses optic flow to

- estimate flight distances. *J Comp Physiol A*. 189:761–768.
- Hrncir M, Jarau S, Zucchi R & Barth FG. 2004. On the origin and properties of scent marks deposited at the food source by a stingless bee, *Melipona seminigra*. *Apidologie*. 35:3–13.
- Huang, Z-Y & Robinson, GE. 1996. Regulation of honey bee division of labor by colony age demography. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 39:147-158.
- Jarau, S, Hrncir, M, Schmidt, VM, Zucchi, R & Barth, FG. 2003. Effectiveness of recruitment behavior in stingless bees (Apidae, Meliponini). *Insect. Soc.* 50:365–374.
- Johnson, LK. 1983. Foraging strategies and the structure of stingless bee communities in Costa Rica. Social insects in the tropics: Proc. 1st Int. Symp. I.U.S.S.I. and Soc. Mex. Entomol., Cocoyoc, Morelos, Mexico. p 31-58.
- Lichtenberg, EM, Imperatriz-Fonseca, VL & Nieh, JC. 2010. Behavioral suites mediate group-level foraging dynamics in communities of tropical stingless bees. *Insect. Soc.* 57:105-113.
- Marques-Souza, ACM. 2010. Ocorrência do pólen de *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae) nas coletas de *Frieseomelitta varia* Lepeletier 1836 (Apidae: Meliponinae) em uma área de Manaus, AM, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 24:558-566.
- McCabe, SI, Farina, WM. 2009. Transferência de informação sobre os odores na abelha sem ferrão *Melipona quadrifasciata*: efeito de experiências in-hive no condicionamento clássico da extensão da probóscide. *J Comp Physiol A*. 195: 113-122.
- Menzel, R. Fuchs, J. Nadler, L. Weiss, B. Kumbischinski, N. Adebisi, D. Hartfil, S. and Greggers, U. 2010. Dominance of the odometer over serial landmark learning in honeybee navigation. *Naturwissenschaften*. 97: 763-767.
- Moreno, AM, Souza, DG & Reinhard, J. 2012. A Comparative Study of Relational Learning Capacity in Honeybees (*Apis mellifera*) and Stingless Bees (*Melipona rufiventris*). *Plos One*. Public Library of Science (PLoS). 7 (12):51467-3456.
- Seeley, T. D. 1982. Adaptive significance of the age polyethism schedule in honeybee colonies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 11:287-293.
- Seeley, T. D. 1985. *Honey bee ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ. 281p.
- Seeley, T. D. 1995. *The wisdom of the hive - the social physiology of honey bee colonies*. Cambridge, London: Harvard University Press. 295p.
- Srinivasan, MV. 2014. Going with the flow: a brief history of the study of the honeybee's navigational 'odometer'. *Journal Of Comparative Physiology A*. Springer Nature. 200 (6):563-573.
- Teixeira, AFR, Oliveira, FF & Viana, BF. 2007. Utilization of floral resources by bees of the genus *Frieseomelitta* von Ihering (Hymenoptera: Apidae). *Neotrop. Entomol.* 36:675-684.
- Traniello, JFA & Beshers, SN. 1991. Maximization of foraging efficiency and resource defense by group retrieval in the ant *Formica schaufussii*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 29:283-289.
- von Frisch, K. 1993. *The dance language and orientation of bees*. Harvard University Press, Cambridge.
- Wehner, R. 1981. Spatial vision in arthropods. In: Autrum H(ed) *Handbook of sensory physiology*, vol VII/6C. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 287-617.
- Wehner, R, Srinivasan, MV .1981. Searching behaviour of desertants, genus *Cataglyphis* (Formicidae, Hymenoptera). *J Comp Physiol.* 142:315-338.
- Winston, ML. 1987. *The biology of the honey bee*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 281p.

IMPLANTAÇÃO DO JOGO SUPER TRUNFO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO NO PARQUE ECOLÓGICO DE SÃO CARLOS/SP

André Constantino, Cauê Fiorentino

Tutor: Mariana Lopes Campagnoli

Resumo

A utilização de jogos didáticos é uma alternativa em recursos didático-pedagógicos eficazes na construção do conhecimento. Com isso, proporciona o desenvolvimento do raciocínio e da argumentação. Este trabalho tem por objetivo a construção do jogo para que os visitantes do parque compreendam as características e comportamentos dos animais encontrados no Parque ecológico de São Carlos, SP. Os aspectos lúdicos e cognitivos presentes neste jogo didático são importantes estratégias na fixação de conceitos de ecologia e fisiologia animal.

Palavras-chave: extinção, comportamento, aprendizado, características dos animais.

Introdução

A Biologia Comportamental traz consigo, ao longo de sua história, o título de disciplina explicativa. O trabalho do professor dentro de sala de aula se inicia a partir da quebra deste rótulo. Para isso, é necessário encontrar formas de tornar o ensino do comportamento dos animais mais atrativo e mais próximo dos alunos, adotando novas estratégias de ensino. Nesse sentido, a busca por diferentes metodologias deve fazer parte do

planejamento cotidiano do professor e de seu constante processo de atualização. Buscando aumentar o leque de opções disponíveis a seu favor, o professor deve buscar infindáveis estratégias de ensino. Entre as muitas estratégias que podem ser utilizadas surgem os jogos como uma alternativa de dinamizar este processo de aprendizagem.

Embora a origem dos jogos seja desconhecida, sabe-se que diversos povos, tais como egípcios, romanos e maias, já faziam uso com o objetivo de ensinar normas, valores e padrões de vida advindos das gerações antecedentes (Moratori, 2003). Deste modo, os jogos já eram vistos como fonte importante no processo de ensino e aprendizagem, pois acreditava-se que por meio destes jogos, o ato de educar fortaleceria a imaginação, a curiosidade e a própria aprendizagem de maneira alegre e eficaz (Contin e Ferreira, 2008)

Os jogos didáticos são instrumentos utilizados como alternativa à aula expositiva, com o objetivo de motivar o trabalho em equipe e estimular o aprendizado de uma forma divertida que tende a aumentar o interesse do aluno sobre o conteúdo proposto, além de auxiliar no desenvolvimento do raciocínio e habilidades que facilitam o aprendizado do

conceito (Vygotsky, 1989).

Utilizar os jogos como estratégia de ensino é, de certa forma, tornar o processo de aprendizagem mais atrativo, convidando o aluno a participar deste processo despertando o campo de suas percepções e o desafiando a atualizar seu conhecimento.

A introdução e o desenvolvimento de conteúdo de difícil compreensão, a participação ativa do aluno na construção do seu autoconhecimento sobre o tema, a socialização entre os alunos e a conscientização do trabalho em equipe estão entre os fatores benéficos advindos da utilização de jogos lúdicos dentro e fora da sala de aula. (Grando, 2001).

Sendo assim, este artigo é dividido em três partes a se destacar: em um primeiro momento é feita uma abordagem teórica do caminho que o ensino do comportamento animal percorreu até chegar nos dias atuais, mostrando quais caminhos tomou e onde se pretende chegar; em seguida é apresentado o jogo, e suas definições/características, e seu papel estratégico no processo do desenvolvimento característico dos animais; mais adiante é apresentado o jogo Super Trunfo Animais, suas características e como foi desenvolvido. O objetivo deste trabalho é a verificação da aplicação do jogo Super Trunfo dos Animais auxilia no aprendizado dos visitantes sobre as características e comportamentos dos animais do Parque ecológico.

O material denominado jogo “Super Trunfo Animais do Parque” foi elaborado inspirado

no mesmo conceito do jogo Super Trunfo existente no comércio, com abordagem em assuntos dos mais variados, tais como veículos, sistema solar, esportes, etc. O jogo Super Trunfo Animais do Parque possui uma abordagem que envolve características e comportamentos dos animais em exposição no parque ecológico de São Carlos, SP e foi direcionado aos alunos visitantes do parque.

O jogo Super Trunfo

O jogo comporta de dois a quatro jogadores e o baralho possui 52 cartas, que são divididas igualmente entre os participantes. O objetivo do jogo é um dos jogadores obter todas as cartas do oponente. As cartas contêm informações sobre os animais mais relevantes expostos no parque ecológico de São Carlos. Sendo os itens de confronto: peso, comprimento, expectativa de vida, risco de extinção (neste item criou-se uma escala que varia entre 1 a 10, onde 1 são animais sem risco de extinção e 10 animais extintos) e por último, curiosidade sobre o comportamento do animal (Figura 1).



Cisne pescoço preto	
Peso	36,7 Kg
Comprimento	1 metro
Tempo de gestação	36 dias
Expectativa de Vida	25 anos
Risco de extinção	3
Curiosidade É excessivamente arisco, quando presente o perigo, levanta voo com grande alarido. Desajeitado no andar, precisa correr alguma distância para levantar voo.	



Figura 1: Exemplos de cartas do jogo Super Trunfo

No início do jogo as cartas são igualmente divididas entre os participantes. A primeira carta de cada participante é a carta que será confrontada. A rodada se inicia com a escolha de um item de confrontamento que o primeiro jogador julga ter o valor capaz de superar o mesmo item de seus adversários, e, caso este item seja superior, o vencedor obtém todas as cartas daquela jogada dos adversários e as coloca embaixo do seu baralho. Do contrário, deve-se dar carta ao ganhador que será o próximo a jogar escolher o item de confrontamento

Para análise de funcionalidade do jogo como instrumento facilitador primeiramente avaliouse os conhecimentos prévios que os visitantes e jogadores tinham sobre o parque e sobre os animais, através de um questionário contendo questões objetivas e subjetivas. Após o termino das atividades (jogo e visitaçao ao parque) foi aplicado outro questionário contendo questões objetivas e subjetivas, para verificar o quanto o jogo impactou sobre os conhecimentos a respeito dos animais expostos, além da opinião sobre o jogo utilizado.

Questionário

Antes da excursão ao parque

1. Conhece o parque ecológico de São Carlos?
2. Conhece animais silvestres?
3. Quais animais silvestres você conhece?
4. Já foi em algum zoológico? O que achou?
5. O que acha de um jogo com características de animais para um determinado local que contenha esses animais?

Após da excursão ao parque

1. Você visitaria o parque ecológico depois do jogo?
2. Qual animal você mais gostou?
3. Depois do jogo, você ampliou seus conhecimentos por animais silvestres?
4. Você acha que seria interessante ser

exposto esse jogo em outros lugares, como parques zoológicos?

5. Qual sua opinião sobre o jogo? Deveria ser jogado antes ou depois da visita?

Realização dos testes

Realizamos o teste em pessoas de 12 a 56 anos, contabilizando um total de 24 pessoas. Realizamos um total de 6 partidas com todas as cartas, aplicando o questionário antes de depois do jogo, obtendo um resultado bastante satisfatório logo após o jogo, mostrando que a pessoa pode adquirir conhecimento prévio sobre os animais existentes nas cartas.

Resultado

Os resultados demonstram que o jogo foi eficaz em aumentar o conhecimento dos visitantes sobre os animais do parque, além de proporcionar uma fonte de entretenimento diferenciada para os visitantes.

O resultado dos questionários aplicados antes e depois do jogo, mostram que gera um conhecimento prévio sobre o comportamento e as características dos animais presentes nas cartas, assim os visitantes sabiam olhar o comportamento do animal em sua visita.

Com isso os resultados se tornaram satisfatórios, pois conseguimos atingir nossos objetivos levando o jogo para o parque ecológico, transmitindo conhecimento e um público maior para visitar o grande acervo dentro desse parque.

Discussão

O jogo super trunfo sobre os animais do

parque ecológico é um jogo bastante interativo, quem não conhece o parque e, pretende visita-lo, pode saber mais sobre os animais nele existentes.

Quando se joga, e depois visita o parque tem-se uma curiosidade a mais pra conhecer os animais, pois gera um conhecimento prévio sobre eles.

Foi discutido que esse jogo poderia ser sustentável, pois não vamos imprimir as cartas, e sim fazer um aplicativo de celulares onde todos terão um maior acesso e poderão jogar em sua casa. Considerando que o acesso à tecnologia é muito mais abrangente e que crianças pequenas já sabem mexer em smartphones e tablets.

Então concluindo nossa discussão, esse jogo trará maior conhecimento sobre o parque ecológico e uma curiosidade para conhecer os animais assim que terminar a partida de cartas.

Ele foi testado com pessoas que não conheciam animais silvestres e nem os animais do parque ecológico, proporcionou uma curiosidade para visitar o parque e um conhecimento sobre animais que essas pessoas não sabiam que existiam.

Depois então do jogado, percebemos um incentivo a mais para fazer uma visita, conhecer e descobrir um pouco mais do comportamento dos animais exibidos nas cartas.

Assim o jogo pode se tornar um atrativo para trazer mais visitante para o parque ecológico, dando a possibilidade desse jogo se expandir para zoológicos e parques que possam receber

o pessoal.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à tutora do grupo, Mariana Lopes Campagnoli, por todo o apoio e engajamento na orientação do projeto, aos professores Rhainer Guillermo Ferreira e Hugo Sarmiento pelas orientações gerais sobre biologia comportamental dentro da disciplina Ecologia Comportamental e todo o suporte dado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) durante a execução do projeto.

Referências

BORGES, R. M. R.; SCHWARZ, V. O Papel dos jogos educativos no processo de qualificação de professores de ciências. In: Encontro ibero-americano de coletivos escolares e redes de professores que fazem na escola, 4, 2005, Lajeado, RS. Anais. Lajeado: UNIVATES, 2005.

Contin, R.C. e Ferreira, W.A. (2008). Jogos: Instrumentos pedagógicos no Ensino da Matemática.

Grando, R.C. (2001). O jogo na educação: aspectos didático-metodológicos do jogo na educação matemática.

Moratori, P.B. (2003). Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem? Trabalho de conclusão da disciplina introdução a informática na educação, no Mestrado de Informática aplicada à Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Ricklefs, R.E. 2003. A Economia da Natureza. 5ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Townsend, C. R., M. Begon e J. L. Harper 2006. Fundamentos em Ecologia. 2ªed. Artmed, Porto Alegre.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1989;

TEMPO DE FORRAGEAMENTO DE FORMIGAS EM NINHOS URBANOS E NÃO URBANOS

Anderson Augusto de Oliveira, Vitor Sartori

Tutora: Mariana Lopes Campagnoli

Resumo

Um importante aspecto da biologia de insetos sociais diz respeito às estratégias coletivas de forrageamento empregadas na exploração de recursos do ambiente. Recrutamento em grupo e em massa são abordagens relativamente complexas utilizadas por muitas formigas para tal fim. Entretanto, diferentes ambientes aplicam diferentes influências sobre esta ação, resultando em quadros distintos dependentes do contexto ambiental. O trabalho mostrou que o tempo empregado pelas formigas no forrageamento e início de recrutamento em uma área não urbana é menor do que em uma área urbana. Além disso, são discutidos alguns fatores que possivelmente influenciam na dinâmica desse comportamento.

Introdução

O forrageamento é crucial para a sobrevivência de qualquer organismo vivo. Uma variedade de estratégias de forrageamento foi desenvolvida nos animais, através de seleção, de forma que houvesse a maximização na exploração dos recursos disponíveis no ambiente (Pyke; Pulliam; Charnov, 1977). Dentro dos insetos sociais, essa atividade ocorre como um processo coletivo, composto por atividades de vários indivíduos com comportamento integrado (Traniello, 1989).

De maneira generalizada, o comportamento de forrageamento cooperativo em formigas pode ser descrito da seguinte maneira: o indivíduo deixa o ninho fazendo um trajeto aleatório ou definido; ele permanece nesse trajeto durante certo tempo,

se distanciando cada vez mais do ninho; em determinado ponto ele passa a se dirigir a vários locais diferentes, caracterizando o início de uma busca. Dependendo da espécie da formiga, qualidade e quantidade de alimento, o forrageador irá comunicar a sua localização aos outros indivíduos da colônia dando início à atividade de *recrutamento* (Traniello, 1989).

As estratégias de recrutamento em formigas se distinguem principalmente quanto à complexidade da comunicação envolvida e a quantidade de indivíduos recrutados (Guénard; Silverman, 2011). São basicamente de três tipos: *tandem*, no qual o recrutamento ocorre pelo contato físico direto de um forrageador com outro indivíduo de sua colônia; *recrutamento em grupo*, quando um forrageador emite um sinal químico de intensidade variável, capaz de recrutar um pequeno número de indivíduos; *recrutamento em massa*, quando o recrutamento ocorre indiretamente e ao voltar para a colônia, é deixado um rastro de feromônio que leva outros indivíduos ao recurso, estimulando-os a percorrerem o mesmo caminho, reforçando o rastro culminando em uma *trilha* (Bonabeau; Theraulaz; Deneubourg, 1998). Como as estratégias de recrutamento em grupo e em massa são usualmente sobreponíveis (Beckers, 1989), elas podem ser consideradas, para os fins deste trabalho, parte de um mesmo sistema.

Os processos envolvidos no recrutamento em insetos sociais dependem de decisões ‘coletivas’ complexas que estão além das capacidades de um indivíduo. Pequenas diferenças no grau de cooperatividade no mecanismo de recrutamento podem levar a enormes diferenças no padrão da exploração

de recursos (Beckers, 1990). Levando isso em consideração, torna-se interessante contrastar a atividade de forrageamento em cenários ambientais distintos. Sabendo-se que o ambiente urbano exerce forte influência, de maneira geral, no comportamento dos animais (Sol, 2013), com este trabalho pretendemos analisar alterações no tempo de forrageamento a partir de um modelo simples com formigas. A hipótese do presente trabalho é de que há diferença significativa no tempo de forrageamento entre os tratamentos: ninhos em ambientes urbanos reagiriam mais rapidamente à oferta de recursos para diminuir o tempo de exposição à perturbações.

Materiais e Métodos

Local

O experimento foi conduzido na cidade de São Carlos, entre os dias 3 e 25 de Novembro de 2018, nos períodos da tarde (entre 12 e 17 horas), em dias não chuvosos. Os tratamentos eram caracterizados por dois locais representando ambientes diferentes: urbano e não urbano. Para o primeiro, foi selecionada uma praça muito movimentada localizada no Bairro Cidade Jardim e para o ambiente não urbano, um trecho do Cerrado da UFSCar.

Delimitação dos ninhos

Realizou-se um piloto para testar quais colônias de formiga eram responsivas e, para isso, foram utilizadas iscas (nas dimensões de uma porção colhida com colher de café) compostas de uma mistura homogênea de sardinha enlatada, pasta de amendoim e mel nas proporções 1:1:1 (tal mistura nutritiva possui um amplo espectro de preferência alimentar, fornecendo proteína, lipídios e carboidratos). Além disso, a seleção foi restringida àqueles ninhos que apresentaram como estratégia de forrageamento o *recrutamento em massa* (com algum grau de *recrutamento em grupo*), no qual há a formação de uma trilha com vários indivíduos (Bonabeau; Theraulaz; Deneubourg, 1998).

Assim, foram desconsideradas as diferenças entre as espécies, uma vez que, mesmo dentro das populações da mesma espécie, diferentes estratégias podem ocorrer (Traniello, 1989).

Coleta de dados

Um total de 41 réplicas foram feitas a partir dos ninhos selecionados (das quais 23 no ambiente não urbano e 18 no ambiente urbano). As iscas foram posicionadas a um metro do olheiro dos ninhos. As variáveis utilizadas foram: T_i , que representa o tempo decorrido da alocação da isca até que 10 ou mais indivíduos estivessem comprometidos com a formação de uma trilha (Bonabeau; Theraulaz; Deneubourg, 1998); T_f representando o tempo até que o número de indivíduos comprometidos com a isca atinja o ápice e se torne constante, ou seja, quando o número de indivíduos que voltam ao ninho é igual ao número de indivíduos que chegam até a isca; e posteriormente foi calculado o T_{i-f} ($T_i - T_f$), que representa o tempo que as formigas levaram desde o comprometimento inicial com a isca (T_i) até o grau máximo de mobilização (T_f).

Após as coletas, os dados foram registrados em uma planilha. Para a realização dos testes estatísticos, assim como para a geração de gráficos, foi usado o programa IBM SPSS Statistics 2.0. Os desvios de distribuição normal dos dados foram verificados com o teste Shapiro-Wilks ($P > 0.05$). Para os dados que apresentam distribuição normal é aplicada ANOVA para comparar a significância dos resultados. A comparação dos dados não paramétricos foi realizada com o teste U de Mann-Whitney.

Resultados

Os dados obtidos a partir das coletas tiveram seus valores médios (respectivos de cada variável) plotados em um gráfico (Figura 1).

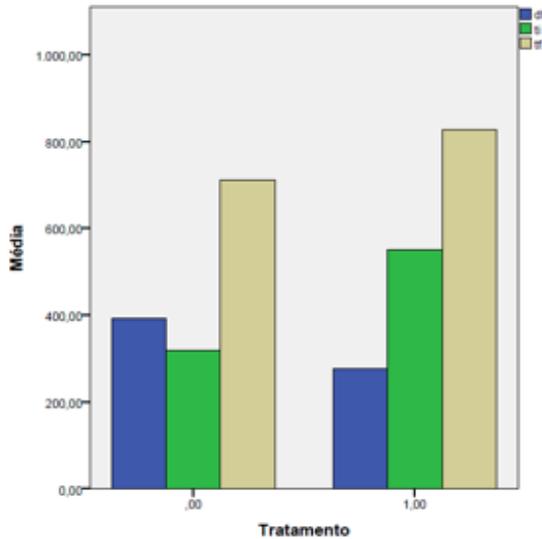


Figura 1. Distribuição das médias (em segundos) nos tratamentos (urbano = 1.00; não urbano = .00)

O teste Shapiro-Wilk indicou que não havia normalidade de distribuição de dados entre os tratamentos com relação às variáveis *dt* e *Ti* (tabela 1).

Tabela 1. Teste Shapiro-Wilk de normalidade. Como para as variáveis *dt* e *Ti* o valor de probabilidade está abaixo do valor alfa ($p < 0.05$), a hipótese nula é rejeitada.

Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Significance
dt	.900	41	.002
Ti	.941	41	.034
Tf	.974	41	.465

O resultado do teste não paramétrico (teste U de Mann-Whitney; $P < 0,05$) rejeita a hipótese nula para a distribuição de dados entre os tratamentos com relação ao tempo inicial de forrageamento (*Ti*), ou seja, a diferença observada é significativa. Os ninhos do tratamento não urbano (Cerrado) levaram, em média, menos tempo até encontrar a isca e

efetivar o início do forrageamento do que os urbanos (Figura 2).

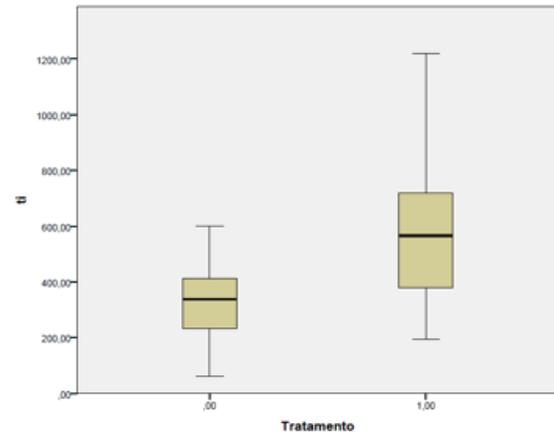


Figura 2. *Ti* (em segundos) em função dos tratamentos (.00 = não urbano; 1.00 = urbano) evidencia a diferença entre os tempos de início de forrageamento.

Discussão

Na realização das coletas notou-se que eram relativamente poucas as espécies que forrageiam em ambientes urbanos como calçadas e pavimentos de praças. Foi constatado também que a maioria das formigas que encontrávamos no ambiente urbano estavam interagindo com a isca eram escoteiras, caminhando aos pares ou trios. Aparentemente neste local as colônias eram mais seletivas com dietas específicas, pois preferiam restos de insetos mortos à isca oferecida. Possivelmente, por conta do ambiente urbano ser mais bioticamente homogêneo (Mckinney, 2005), isso tenha contribuído para a seleção de espécies com preferências alimentares menos abrangentes.

Nossa hipótese de que o tempo inicial (*Ti*) de forrageamento urbano seria menor foi contrariada pelos resultados das análises dos dados, já que o tratamento que apresentou médias significativamente menores no tempo de forrageamento foi o das colônias do Cerrado. Durante as coletas, foi observado que momentos de confronto entre diferentes espécies pela isca foram mais frequentes nos ninhos do cerrado do que nos ninhos urbanos. Essa constatação nos leva a considerar que tal diferença no tempo teve como influência

maior a competição interespecífica dessas espécies do que pelo nível de perturbação do ambiente (Perfecto, 1994).

O modelo utilizado neste trabalho consiste em uma simplificação da realidade, pois envolve parâmetros possivelmente volúveis, número variável de forrageadores, diferentes estados de saciedade das colônias, dentre outros fatores negligenciados que

Agradecimentos

Agradecemos encarecidamente aos professores Hugo Sarmento e Rhainer Guillermo Ferreira pela oportunidade de realizar o trabalho e ao apoio de nossa tutora Mariana Lopes Campagnoli.

Referências bibliográficas

BECKERS, R. et al. Colony Size, Communication and Ant Foraging Strategy. *Psyche: A Journal of Entomology*. 1989.

BECKERS, R. et al. Collective decision making through food recruitment. *Insectes Sociaux*, v. 37, n. 3, p. 258–267, 1 set. 1990.

BONABEAU, E.; THERAULAZ, G.; DENEUBOURG, J.-L. Group and Mass Recruitment in Ant Colonies: the Influence of Contact Rates. *Journal of Theoretical Biology*, v. 195, n. 2, p. 157–166, 21 nov. 1998.

CARROLL, C. R.; JANZEN, D. H. Ecology of Foraging by Ants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 4, p. 231–257, 1973.

GUÉNARD, B.; SILVERMAN, J. Tandem carrying, a new foraging strategy in ants: description, function, and adaptive significance relative to other described foraging strategies. *Die Naturwissenschaften*, v. 98, n. 8, p. 651–659, ago. 2011.

PYKE, G. H.; PULLIAM, H. R.; CHARNOV, E. L. Optimal Foraging: A Selective Review of Theory and Tests. *The Quarterly Review of Biology*, v. 52, n. 2, p. 137–154, 1977.

SOL, D.; LAPIEDRA, O.; GONZÁLEZ-LAGOS, C. Behavioural adjustments for a life in the city. *Animal Behaviour*, Including Special Section: Behavioural Plasticity and Evolution. v. 85, n. 5, p. 1101–1112, 1 maio 2013.

possuem influência nas atividades de forrageamento e recrutamento (Traniello, 1989). Contudo, foi fornecido um resultado que transmite uma informação valiosa a respeito da dinâmica do forrageamento de formigas com uma determinada estratégia em ambientes diferentes.

TRANIELLO, J. F. A. Foraging Strategies of Ants. *Annual Review of Entomology*, v. 34, n. 1, p. 191–210, 1 jan. 1989.

PERFECTO, I. Foraging behavior as a determinant of asymmetric competitive interaction between two ant species in a tropical agroecosystem. *Oecologia* v.98, p. 184–192, feb. 1994.

MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* n.127, p. 247–260, nov. 2005.

NEOICNOLOGIA NA INTERPRETAÇÃO DE TRAÇOS FÓSSEIS DE BESOUROS (INSECTA: COLEOPTERA)

Aline Mandelli Martins, Letícia Prequero, Thândara Jacob

Tutor: Vinicius Marques Lopez

Resumo

A Paleontologia contribui no estudo e reconstituição da história evolutiva da vida no planeta Terra. Essa ciência se torna essencial para a compreensão e acesso a informações sobre os organismos que viveram no passado, de modo a entender aspectos básicos de sua biologia e assim, evidenciar, por exemplo, condições climáticas pretéritas em que a vida se desenvolveu. Uma das ferramentas mais utilizadas para compreender os organismos é a utilização das ferramentas do comportamento animal, no entanto esse estudo limita-se, na maioria dos casos, a observações e descrições de animais vivos. A Neoicnologia é a subárea da Paleoicnologia que se utiliza de reconstituições experimentais das condições paleontológicas, de modo a comparar vestígios fósseis e o comportamento dos animais atuais. Neste trabalho, foram estudadas quatro famílias diferentes de Coleoptera de modo a reproduzir um icnofóssil atribuído a

besouro, encontrado em uma laje de arenito, proveniente da Formação Botucatu. Foram realizadas inferências do possível produtor dos rastros, através da comparação do padrão de locomoção encontrado no icnofóssil selecionado, com o padrão das neofamílias escolhidas para a análise, Carabidae, Elateridae, Sacarabidae e Cerambycidae). O presente estudo buscou analisar a semelhança entre as pistas de locomoção preservadas no registro fóssil com as pistas produzidas em um experimento Neoicnológico. Com isso, esperava-se encontrar, na laje analisada, um padrão de pegadas semelhante aos deixado por uma das famílias na atualidade, no entanto, os resultados apontaram que nenhuma das famílias aqui estudadas foi a responsável pela produção dessas pegadas.

Introdução

A indagação quanto aos comportamentos exibidos pelos animais com os quais convivemos e observamos na natureza sempre interessou os humanos (DEL-CLARO; PREZOTO,

2004), e essa curiosidade fomentou a criação de uma área da ciência chamada de comportamento animal. Tal estudo analisa desde o comportamento sexual, como o dos botos cinzas, revelado no contato ventral entre dois indivíduos adultos (NASCIMENTO et al., 2008), até os comportamentos de forrageamento e locomoção, como o estudo das diferenças entre padrões de locomoção em Artrópodes (DAVIS et al., 2007).

Os trabalhos relacionados ao estudo do comportamento remetem as pesquisas iniciais de Aristóteles, em *historia animalium* e se correlaciona, atualmente, com estudos de muitos outros setores da Biologia, como a genética e a evolução, (SNOWDON, 1999). No entanto, a maioria dos trabalhos na área é realizado através de observações e análises de animais vivos, onde a maioria das metodologias são descritivas para estes animais (VILELA et al., 2017; GUEVARA-FIORE; ENDLER, 2018; TAVARES et al., 2018). Assim, a compreensão dos fenótipos comportamentais de animais extintos acaba sendo prejudicada.

Para analisar os comportamentos de animais já extintos, a Paleontologia faz uso da Icnologia. A Icnologia (*Icno*: traços/rastros, *logia*: estudo de) é o campo da ciência que se dedica a estudar os traços e vestígios fósseis disponíveis

no registro geológico, sem incluir os restos corporais fossilizados. Esta área de estudo engloba desde a documentação fóssil de atividades metabólicas, fisiológicas até impressões deixadas no substrato pelos organismos (FERNANDES; CARVALHO, 2007), de maneira a compreender a interação entre os seres vivos e o ambiente em que estavam inseridos no passado (SILVA et al., 2017).

A Icnologia é subdividida em Paleoicnologia e a Neoicnologia. A primeira, investiga e analisa o resultado das interações dos organismos e ambiente, que ocorreram no passado, buscando elucidar aspectos do comportamento da paleofauna e paleoflora. O objeto de estudo da Paleoicnologia é chamado de icnofóssil, que trata-se de vestígios resultantes de comportamentos ou atividades de indivíduos pretéritos. Estes vestígios podem ser tanto animais como vegetais, que sofreram fossilização, e que estão preservados no registro geológico (SAMPAIO, 2016).

A Neoicnologia, por sua vez, busca entender tais vestígios através da reconstituição experimental, utilizando o princípio do atualismo. Esse princípio infere que os fenômenos e processos vitais que ocorreram no passado não diferem dos processos ocorridos nos

dias atuais, ou seja, permite a comparação entre os vestígios fósseis e os comportamentos de animais atuais (CASSAB, 2000). Além de permitirem inferências das condições ambientais do paleoambiente, os icnofósseis são muito relevantes nos estudos comportamentais da paleofauna, pois permitem traçar paralelos comportamentais entre grupos extintos e vivos (FERNANDES *et al.*, 2007).

Exemplos de icnofósseis são as pegadas, ovos, coprólitos, gastrólitos, nidificações, túneis, urólitos, marcas de escavação, entre outros (FERNANDES *et al.*, 2007). Com relação aos icnofósseis de locomoção, estes incluem as pegadas de vertebrados e as pistas produzidas por invertebrados, pelo deslocamento do organismo com auxílio de apêndices locomotores e contrações musculares (CARVALHO; FERNANDES, 2000; CASSAB, 2000).

Assim, diante da carência de informação a respeito dos vestígios fósseis de invertebrados, o presente trabalho tem como objetivos: (i) analisar um icnofóssil, atribuído a coleóptero (Insecta: Coleoptera) de uma laje de arenito da Formação Botucatu, utilizando-se de estudos neoicnológicos para estabelecer inferências paleoambientais e comportamentais; (ii) compreender traços fósseis provenientes

da atividade locomotora atribuída a Ordem Coleoptera, comparando-os aos padrões de locomoção das diferentes famílias atuais do grupo; (iii) inferir se as famílias de Coleoptera atuais selecionadas eram semelhantes às presentes no paleoambiente; (iv) inferir as importâncias ecológicas e funcionais do coleóptero no paleodeserto; e (v) confeccionar uma tabela com os padrões de pegadas nas famílias capturadas.

Materiais e métodos

Contexto geológico

A Formação Botucatu, que faz parte da Bacia do Paraná, se estende por alguns países da América do Sul, como Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, e é composta por rochas de origens vulcânicas e sedimentares (FERNANDES; CARVALHO, 2008). A região é chamada de “jazigo icnofossilífero do ouro” (LEONARDI; CARVALHO, 1999), pois contém icnofósseis abundantes do período Jurássico. Para a formação dos icnofósseis de locomoção, por sua vez, são necessários arenitos eólicos, como os encontrados ao final do Período Jurássico e início do Período Cretáceo, na região onde hoje se localizam as cidades de Araraquara e São Carlos, pertencentes ao interior de São Paulo

(FERNANDES; CARVALHO, 2007). O paleodeserto possuía granulação de areia de média a fina, e com dunas de inclinação de aproximadamente 30 graus.

A paleofauna do deserto Botucatu era composta por dinossauros carnívoros (Terópodes), dinossauros herbívoros (Ornitópodes), mamíferos de pequeno e médio porte, como a icnoespécie *Brasilichnium elusivum* Leonardi, 1981, encontrada nas regiões de Araraquara e São Carlos.

Área de estudo

A coleta do material foi realizada ao longo de uma trilha no fragmento de Cerrado presente no interior do *campus* da Universidade de São Carlos (UFSCar), na cidade de São Carlos, interior do estado de São Paulo. O fragmento possui 32 hectares e apresenta o solo típico de Cerrado, que possui baixo teor de nutrientes. No entanto, apresenta um processo avançado de degradação, principalmente por influência antrópica, sendo que a vegetação natural está bastante comprometida em função de queimadas e espécies invasoras como *Brachiaria* sp. (Poaceae) (SOUZA, 2009).

Metodologia de coleta

A coleta do material ocorreu no período noturno, horário de maior

atividade dos besouros. Por esse motivo, foi utilizada a armadilha luminosa de pano branco. Sendo assim, estendeu-se um pano branco na área escolhida para a coleta, e foram posicionadas fontes de luz, como lanternas LED, atrás do pano branco, de modo a aumentar a área luminosa. Os animais, atraídos pela luz, foram selecionados e capturados com o auxílio de uma pinça entomológica.

Todos os besouros capturados foram mantidos em potes de aproximadamente 20cm de diâmetro, e alimentados diariamente com uma solução de mel e água até a execução do experimento.

Metodologia experimental

Para a realização do experimento, que ocorreu no laboratório de Paleoecologia e Paleocnologia, LPP, situado no Departamento de Biologia Evolutiva (DEBE), da Universidade Federal de São Carlos, *campus* São Carlos - SP, foram selecionados 6 indivíduos de 4 famílias diferentes, Cerambycidae, Scarabaeidae, Elateridae e Carabidae (tabela 2), de maneira a ter acesso mínimo à variação dos padrões de locomoção da Ordem. A laje com o icnofóssil atribuído a Coleoptera faz parte da coleção paleontológica presente no laboratório de

Paleoecologia e Paleoicnologia, LPP, cujo número de tombo é MPA-036.

Inicialmente, foram realizadas medidas em cada espécime coletado: (i) comprimento total, que foi interpretado como a distância entre parte anterior da cabeça e parte posterior do abdômen; e (ii) a massa total do espécime. A primeira medida foi aferida com auxílio de uma régua e segunda medida, com auxílio de uma balança eletrônica. Essas medidas foram tomadas com a finalidade de se analisar se existem relações entre a massa e o comprimento do animal com o padrão de pegada exibido (Tabela 2).

Em seguida, uma caixa de madeira revestida com isopor foi preenchida com areia, e mantida na horizontal. Esta caixa foi iluminada com luz artificial, enquanto o laboratório permaneceu com as luzes apagadas, com o propósito de destacar as pegadas produzidas pelos animais no substrato, para seu posterior registro através de fotografias.

No primeiro tratamento (T1) cada animal foi colocado em uma extremidade da caixa na posição horizontal e, com o auxílio de uma pinça, foi estimulado a caminhar, quando necessário (SAMPAIO, 2016). Ao acabarem de se locomover, os animais foram retirados da caixa com areia seca. Após a disposição do padrão de vestígios de cada um, foram tiradas fotografias das pistas deixadas.

Terminada essa primeira etapa, com areia seca na bandeja na horizontal, foi iniciado o segundo tratamento (T2). Esta ocorreu nos moldes da primeira, entretanto, a bandeja se manteve inclinada, em aproximadamente 30°, se assemelhando às condições encontradas nas dunas da formação Botucatu (SOUTO; FERNANDES, 2014).

O terceiro tratamento (T3), marcada com a mesma sequência de passos já descritos para T1 e T2, ocorreu com a caixa na posição horizontal, mas agora com a areia completamente saturada de água. Por fim, o último tratamento (T4) se deu com a caixa inclinada a 30°, preenchida com areia saturada de água, e nos mesmos moldes descritos acima para os demais tratamentos.

É importante elucidar que, entre um tratamento e outro, as pegadas foram apagadas com o auxílio de uma folha de papel sulfite.

Com os dados obtidos dos espécimes de besouros utilizados no trabalho, foi confeccionado um plate contendo ilustrações das pegadas de todas as famílias de besouro aqui utilizadas (figura 2). A imagem foi produzida no Photoshop CS5, e é formada por todas as fotografias tiradas durante o experimento. As fotografias obtidas foram comparadas com os

vestígios presentes na laje de arenito com presença do icnofóssil (figura 1). A laje de arenito que possui o icnofóssil atribuído a Coleoptera possui rastros de locomoção caracterizados por uma simetria oposta, com pegadas circulares que formam quatro marcas por passada (Figura 1).

A análise da simetria da pista e formato das pegadas foi realizada de acordo com a classificação presente no trabalho de Sampaio (2016).

Todos os tratamentos foram executados com grau de granulação de areia fina (granulometria fina de 0,05mm), devido ao paleoambiente ser caracterizado com areia de granulação semelhante (DAVIS *et al.*, 2007).



Figura 1: Fotografia da laje da formação Botucatu utilizada como comparação.

Descrição do Grupo

Coleoptera é uma Ordem de animais invertebrados pertencentes ao Filo Arthropoda, sendo considerado o grupo mais diverso do reino animal

(BRUSCA, 2007). Os coleópteros são conhecidos popularmente como besouros e podem ser encontrados em uma grande diversidade de ambientes ao redor do mundo, exceto em ambientes marinhos (BRUSCA, 2007). Dentre os ambientes encontrados, podemos citar uma grande diversidade no Cerrado. Neste bioma, o papel ecológico dos coleoptera auxilia os pesquisadores a compreenderem as condições ambientais, de modo a nos permitir conhecer a fitofisionomia local por meio de suas associações à frutos e sementes (DE AZEVEDO *et al.*, 2015). Além disso, sua distribuição e diversidade pelo bioma, se relaciona com a vegetação onde as espécies do grupo apresentam associações específicas com frutos e sementes, revelando desta forma uma adaptação que resultou em mecanismos naturais de alimentação e abrigo nesse ambiente específico (DE AZEVEDO *et al.*, 2015).

Com relação a sua morfologia, os besouros possuem o corpo esclerotizado com metamorfose corporal completa (holometábolos) (BRUSCA, 2007). Possuem quatro pares de asas, sendo que suas asas posteriores são membranosas e asas anteriores são esclerotizadas, chamadas élitros (BRUSCA, 2007). A Ordem possui

uma grande diversidade morfológica e características comportamentais, resultando em diferentes padrões de locomoção (MARINONI; GANHO, 2006). Devido a esta vasta diversidade, será feita abaixo uma pequena descrição a respeito das famílias de Coleoptera usadas neste trabalho, a fim de ilustrar algumas de suas características.

Família Cerambycidae

A família Cerambycidae é composta por coleópteros fitófagos de hábito noturno ou crepuscular (LINSLEY, 1959), que abriga cerca de 35.000 espécies. Morfologicamente, apresentam uma forma corporal, dependendo de seu nicho, alongada e subcilíndrica ou achatada, com antenas longas (ALISSON *et al.*, 2004). Eles podem apresentar espinhos e coloração críptica e possuem tamanhos desde 2mm até mais de 160mm (ALISSON *et al.*, 2004).

Família Scarabaeidae

Scarabaeidae é marcada por grande diversidade de espécies, cerca de 5000, e de vasta abundância de indivíduos, além disso, a maioria destas espécies procuram habitats úmidos e quentes para viverem. (ENDRES *et al.*, 2005) Os indivíduos de Scarabaeidae, apresentam em geral alimentação por carniças (necrofagia) ou

por fezes (coprofagia) e, desta forma, acabaram por se tornar importantes agentes de degradação da matéria orgânica presente no solo (ENDRES *et al.*, 2005). Os autores acreditam que hábitos necrófagos surgiram em decorrência das extinções dos grandes mamíferos durante o Pleistoceno, criando novos nichos e diminuindo a competição entre si.

Família Elateridae

A família Elateridae composta por besouros herbívoros, fungívoros e detritívoros, é abundante e encontrada em todo o mundo, com cerca de 9000 espécies (SAGEGAMI-OBA *et al.*, 2007). Os besouros desse grupo produzem um som característico de “click”, que é seu mecanismo de defesa (SAGEGAMI-OBA *et al.*, 2007).

Família Carabidae

A família Carabidae reúne cerca de 40.000 espécies de besouros predadores não especializados, das quais 60% são noturnas (LÖVEI; SUNDERLAND, 1996). Estes apresentam seis ventrículos abdominais, glândulas de defesa pigidial no adulto, possuem pernas longas e sua mandíbula e palpos são proeminentes, e podem apresentar cores escuras, brilhantes ou metálicas (LÖVEI & SUNDERLAND,

1996). Eles são, em sua maioria, besouros noturnos, que vivem no solo de desertos, florestas úmidas, bosques secos ou em planícies (DARLINGTON, 1943).

Análise de dados

Na análise dos dados obtidos, foram considerados parâmetros que possibilitaram relacionar qual o padrão comportamental de pegadas produzido se assemelha com os padrões fósseis, sendo eles: i) o tipo da pista; ii) a simetria da pista; iii) o formato das pegadas; iv) a distância entre os pés dos animais; v) a distância entre as suas passadas; vi) o tamanho dos indivíduos e; vii) a massa dos indivíduos. As variáveis medidas foram a distância das pegadas entre um pé e outro (horizontal) e entre uma passada e outra (vertical), e estes dados foram analisados utilizando um teste t simples no programa SigmaPlot 11.0 (Tabela 3).

Resultados

Na família Cerambycidae, representada pelo indivíduo 1, temos que no plano reto e seco (T1), suas marcas de locomoção se caracterizam por uma pista de simetria oposta, com pegadas circulares. Entre as pegadas, observa-se marcas deixadas por seu abdome. Ao ser colocado em uma das extremidades da caixa preenchida com areia, o besouro se

locomoveu de uma extremidade até a outra, completando o comprimento da caixa, deixando uma trilha com algumas curvas suaves. No plano reto saturado (T3), não foram produzidas marcas de locomoção. Ao ser colocado em uma das extremidades da caixa com a areia saturada, o indivíduo 1 não conseguiu se locomover e nem deixar quaisquer rastros provenientes de locomoção, e isso se deve a massa do indivíduo não ser o suficiente para realizar qualquer movimento ou marcas no substrato.

Na família Scarabaeidae, o indivíduo 2 no plano reto e seco (T1) produziu marcas de locomoção caracterizadas por uma pista de simetria oposta, com pegadas em formato de linha intermitente. Ao ser colocado em uma das extremidades da caixa preenchida com areia, o besouro seguiu em linha reta até metade do comprimento da caixa, onde fez uma curva em direção a uma das paredes da caixa e finalizou sua locomoção. No plano reto saturado (T3), o rastro manteve-se com a simetria oposta com pegadas em forma de linha intermitente, mas o animal produziu rastros menos evidentes e caminhou com mais dificuldade, ainda com o mesmo padrão de seguir uma linha reta até a metade do

comprimento da caixa e realizar uma curva em direção a uma das paredes.

O indivíduo 4 desta família, no plano reto e seco (T1) produziu marcas de locomoção caracterizadas por pista de simetria oposta, com pegadas em formato ondulado (a forma se assemelha a uma onda, então este formato foi criado, uma vez que na tabela classificatória não foi encontrado nada similar a tal), conforme pode ser observado na figura 2. Ao ser colocado em uma das extremidades da caixa, este apresentou dificuldade de locomoção, realizando um caminho mais sinuoso até metade da caixa, indo em direção a parede desta. No plano reto saturado (T3), o besouro não deixou rastros de locomoção e nem conseguiu se movimentar nesse substrato.

O indivíduo 6 desta família, no plano reto e seco (T1), produziu marcas de locomoção caracterizadas por uma pista com simetria oposta, com pegadas em formato elipsóide. Ao ser colocado em uma das extremidades da caixa, o besouro realizou um trajeto com curvas, até metade da caixa, onde parou e não se locomoveu mais. No plano reto saturado (T3), o indivíduo não se locomoveu, nem produziu marcas de locomoção.

Na família Elateridae, o indivíduo 3 no plano reto seco (T1) produziu marcas de locomoção caracterizadas por uma pista com simetria oposta, com pegadas

em formato de “remada” (a forma se assemelha a linhas retas horizontais e verticais ligadas, então este formato foi criado, uma vez que na tabela classificatória não foi encontrado nada similar a tal), deixando entre as pegadas um rastro de seu abdome, conforme pode ser observado na figura 2. Ao ser colocado em uma das extremidades da caixa, o besouro apresentou dificuldade para se locomover, permanecendo no mesmo lugar, mas fazendo movimentos com os pés. O indivíduo foi retirado da caixa, com o auxílio de uma pinça, e foi alocado novamente, quando, com dificuldade, começou a se locomover poucos centímetros por vez. O rastro iniciou-se com uma inclinação em direção a uma das paredes da caixa, com uma pequena curva, mas ainda em direção a parede, até a metade da caixa, onde parou sua locomoção. No plano reto saturado (T3), o indivíduo 3 manteve sua pista com simetria oposta, mas com pegadas de formato alongado. O rastro deixado pelo abdome, entre os pés foi mais evidente do que as pegadas. A mesma dificuldade de locomoção foi encontrada pelo besouro e uma distância menor foi percorrida, com uma grande curva em direção a uma das paredes da caixa.

Na família Carabidae, o indivíduo 5, no plano reto e seco produziu marcas

de locomoção caracterizadas por pista de simetria oposta, com pegadas caracterizadas como linha intermitente. Ao ser colocado em uma das extremidades da caixa, o besouro se locomoveu em linha reta até metade da caixa, em direção a uma das paredes, andando o resto do trajeto junto a parede, até a outra extremidade. No plano reto saturado (T3), o indivíduo não deixou rastros e não se locomoveu.

Com relação ao plano inclinado seco (T2), todos os seis indivíduos, das suas respectivas famílias mantiveram seu padrão de pista e pegada, mas estas são mais evidentes no sedimento inclinado.

Tabela 1: medidas tiradas da laje.

Distância entre passadas (cm)	Distância entre os pés (cm)
1,05	1,84
1,11	1,89
1,18	1,92
0,88	1,83
1,02	1,85
1,09	1,93
0,87	1,76
0,86	1,90
0,73	1,72
1,07	1,99

Tabela 2: famílias, tamanho e massa dos indivíduos pertencentes a ordem Coleoptera.

Família	Tamanho (cm)	Massa (g)
Cerambycidae	1,0	0,02
Scarabaeidae sp1	2,5	1,86
Elateridae	3,5	0,64
Scarabaeidae sp2	1,5	0,11
Carabidae	1,5	0,09
Scarabaeidae sp3	1,0	0,10

Tabela 3: resultado dos testes-t de comparação entre as medidas da laje e dos indivíduos coletados. Os indivíduos estão numerados de acordo com a ordem do experimento, e os tratamentos são: t1 areia seca e sem inclinação, t2 areia seca e inclinada e t3 areia úmida e sem inclinação.

Laje e:	Pé	Passada
1 (T1)	p < 0,001 *	p = 0,003
1 (T2)	p < 0,001	p < 0,001
2 (T1)	p < 0,001	p < 0,001
2 (T2)	p < 0,001 *	p < 0,001
2 (T3)	p < 0,001	p = 0,010 *
3 (T1)	p = 0,650 *	p < 0,001
3 (T2)	p = 0,172	p < 0,001
3 (T3)	p < 0,001	p < 0,001
4 (T1)	p = 0,013 *	p < 0,001
4 (T2)	p = 0,242	p = 0,024
5 (T1)	p < 0,001	p = 0,008
5 (T2)	p < 0,001	p = 0,030
6 (T1)	p < 0,001	p < 0,001 *
6 (T2)	p < 0,001 *	p < 0,001

Os resultados que possuem asterisco (*) são os que deram resultados não normais, então foram testados com a análise não paramétrica de Mann-Whitney. Ressaltamos os resultados não relevantes para o teste t ($p > 0,005$), uma vez que o teste busca resultados diferentes, e a intenção é encontrar a semelhança.

Na execução do experimento, fotografias foram tiradas para a comparação dos diferentes padrões de pegadas. No T3, apenas dois indivíduos conseguiram deixar marcas aparentes na areia. No último T4, por sua vez, nenhum dos animais foram capazes de deixar marcas na areia.

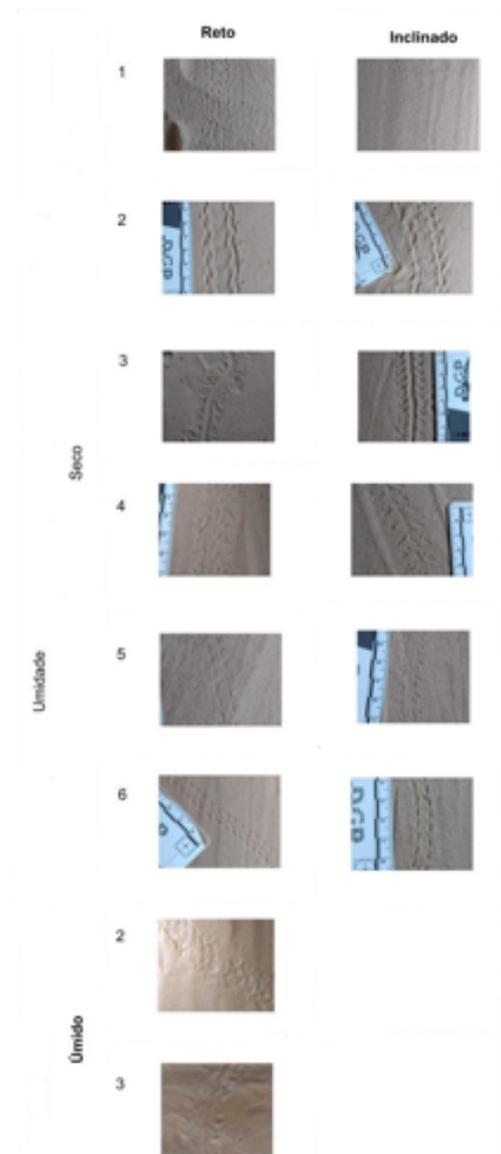


Figura 2: Comparação dos padrões de pegadas encontrados em cada tratamento.

Discussão

O estudo propôs-se a buscar relações de semelhança entre pistas de locomoção preservadas no registro fóssil da região de São Carlos e Araraquara com as pistas produzidas no contexto de um experimento Neocnológico, de modo a inferir a

presença ou não de grupos selecionados de coleopteros no paleodeserto que ocupava tal região, esperava-se, com este, encontrar uma ou mais famílias que apresentassem padrão de deslocamento semelhante ao que se observa nas lajes de arenito utilizadas como referência.

A relação entre massa e comprimento dos indivíduos (tabela 2) é essencial (SAMPAIO, 2016), uma vez que a semelhança morfológica da pista, sem a complementação com resultados estatísticos, poderia se dar pela diferença de tamanho entre os indivíduos presentes e pretéritos. Além disso, a massa do indivíduo influencia a presença ou não de seu rastro locomotor no substrato, a depender, também da umidade, como foi possível observar no experimento (SOUTO *et al.*, 2017).

É possível observar os padrões locomotores de cada uma das famílias relacionados com a umidade e inclinação do substrato (Figura 2).

Com relação ao plano seco, todos os seis indivíduos, das suas respectivas famílias mantiveram seu padrão de pista e pegada entre os planos retos e inclinados, mas estas são mais evidentes no segundo caso. Isso pode ser explicado pelo fato de que, quando um animal se locomove sobre superfícies arenosas inclinadas, ao deslocar pés, estes empurram areia, fazendo com que fiquem

mais marcados no plano, representando o movimento de subida pela duna (LEONARDI *et al.*, 2007). O mesmo se deu com os besouros que, ao subirem o plano inclinado, seus pés deslocaram mais areia para trás, permitindo com que suas pegadas ficassem mais profundas e assim evidentes.

Já no plano inclinado saturado, nenhum dos indivíduos deixou marcas de locomoção. Desse modo, infere-se que a massa dos indivíduos das diferentes famílias não são o suficiente para deformar um substrato saturado inclinado, além da inconsistência de estado do substrato, que se encontrava alagado na parte de baixo e úmido e duro na parte de cima. Portanto, com a areia saturada e densa, a massa corporal não é o suficiente para marcar o substrato, mas quando a areia é seca e coesa, é possível observar os padrões locomotores dos diferentes tipos de artrópodes que existiram no contexto do Paleodeserto Botucatu (FERNANDES *et al.*, 2014).

Desse modo, pudemos observar que tanto o comportamento locomotor do animal, quanto o registro ou não de sua passagem, é influenciado frente a diferentes condições de umidade do substrato (SAMPAIO, 2016). Um mesmo animal pode deixar diferentes rastros segundo essas condições.

Isso pode indicar que, possivelmente, uma parte da fauna presente no passado do Paleodeserto Botucatu, ainda que tenha sido presente no ambiente em análise, não ficaram marcadas no registro fóssil, pelo fato de suas dimensões não serem o suficiente para deixar impressões no substrato, além das próprias condições de umidade presente no substrato. Para a produção e conservação dos rastros fósseis, é necessário haver umidade no solo, além ocorrer um rápido soterramento dos rastros produzidos (CARVALHO; KATTAH, 1998). Esta umidade, necessária para a preservação dos rastros de locomoção presentes no Paleodeserto, pode ser proveniente de lençóis freáticos com pouca profundidade presente nas regiões de dunas, havendo, portanto, uma umidade intersticial presente, ou a presença de umidade em regiões de interdunas (FERNANDES *et al.*, 2014), ou, ainda, pela maior umidade característica do período noturno, o sereno, sendo um momento ideal para produzir pegadas, que seriam soterradas pela areia seca posteriormente (CARVALHO; KATTAH, 1998).

Com base nisso, podemos inferir que, de acordo com os dados morfológicos do padrão de pegada dos grupos atuais de besouros, com relação apenas as famílias aqui estudadas,

nenhum deles se assemelha ao registro fóssil atribuído a Coleoptera, apenas a simetria oposta da pista. No entanto, as análises estatísticas, presentes na tabela 3, obtivemos que os indivíduos 2, 3, 4 e 5 podem ter padrões semelhantes aos deixado pelo Coleoptera do registro fóssil, sendo que o único que apresentou o resultado esperado foi o indivíduo 4 com o segundo tratamento, de areia seca e com inclinação.

Com o trabalho realizado com materiais fósseis, as perspectivas sobre o possível produtor depende de diversos fatores, mas reforçamos aqui que, entre as outras variáveis já apresentadas, a produção dos rastros pode ter sido realizada por grupos já extintos, que podem ter tamanho, massa e outras características morfológicas distintas das encontradas nas famílias atuais (SAMPAIO, 2016). Deve-se levar em conta, inclusive, a grande diversidade do grupo em estudo. A Ordem Coleoptera, como abordado anteriormente, é o grupo que possui a maior diversidade no reino animal, o que implica que, ainda, são necessários futuros estudos Neicnológicos, que possuem grande importância para compreender a evolução do grupo documentada no registro geológico.

Agradecimentos

Agradecemos inicialmente ao professor Marcelo Adorna Fernandes, por ter nos disponibilizado a laje e os materiais do seu laboratório para a execução dos experimentos. Agradecemos também ao professor Rhainer Guillermo-Ferreira por seu auxílio intelectual na concepção e execução do projeto, além do professor Hugo Sarmiento com o auxílio nas análises estatísticas, e ao nosso tutor Vinicius Lopez pelo auxílio nas coletas e na identificação dos indivíduos.

Referências

- ALLISON, J. D.; BORDEN, J. H.; SEYBOLD, S. J. A review of the chemical ecology of the Cerambycidae (Coleoptera). *Chemoecology*, v. 14, n. 3-4, p. 123-150, 2004.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrados*, Segunda Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. Cap 15, p. 623. 968p.
- CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. Icnofósseis. In: Carvalho, I. *Paleontologia*. Capítulo 7 pg 95-117. 2000.
- CARVALHO, I. S.; KATTAH, S. S. As pegadas fósseis do paleodeserto da Bacia Sanfranciscana (Jurássico superior-Cretáceo inferior, Minas Gerais). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 70, n. 1, p. 53-67, 1998.
- CASSAB, R. C. T. Objetivos e Princípios. In: Carvalho, I. *Paleontologia*. Capítulo 1 pg 1-10. 2000.
- DAMASCOS, M. A.; PRADO, C. H. B. A.; RONQUIM, C. C. Bud composition, branching patterns and leaf phenology in cerrado woody species. *Annals of Botany*, vol. 96, no. 6, p. 1075-1084. 2005.
- DARLINGTON JIR, P. J. Carabidae of mountains and islands: data on the evolution of isolated faunas, and on atrophy of wings. *Ecological Monographs*, v. 13, n. 1, p. 37-61, 1943.
- DAVIS, R. B.; MINTER, N. J.; BRADDDY, S. J. The Neiochnology of Terrestrial Arthropods. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol 255, p. 284-307. 2007.
- DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F. Comportamento animal. Uma introdução à Ecologia Comportamental. Jundiaí: Livraria Conceito, 2004.
- DE AZEVEDO, F. R. et al. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. *Ceres*, v. 58, n. 6, 2015.
- DE FIGUEIREDO SOUTO, Paulo Roberto; FERNANDES, Marcelo Adorna; MARTINS, Claudia Maria Magalhães Ribeiro. **ICNOLOGIA DE PALEOINVERTEBRADOS**. Letra Capital Editora LTDA, 2017.
- DUPRAT, Philippe Lanzoni; ANDRIOLO, Artur. Mastofauna não-voadora de médio e grande porte em um fragmento de Mata Atlântica no município de Rio Novo, MG. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 13, n. 1, 2, 3, 2013.
- ENDRES, Ana Aline; HERNÁNDEZ, Malva Isabel Medina; CREÃO-DUARTE, Antônio José. Considerações sobre *Coprophanaeus ensifer* (Germar)(Coleoptera, Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 49, n. 3, p. 427-429, 2005.
- FERNANDES, M. A.; CARVALHO, I. S. Revisão diagnóstica para a icnoespécie de tetrápode Mesozóico *Brasilichnium elusivum* (Leonardi, 1981) (Mammalia) da Formação Botucatu, Bacia do Paraná, Brasil. *Ameghiniana*, Buenos Aires, v. 45, n. 1, p. 167-173, marzo 2008.
- FERNANDES, M. A.; CARVALHO, I. S. Pegadas fósseis da Formação Botucatu (Jurássico Superior – Cretáceo Inferior): o registro de um grande dinossauro Ornithopoda na Bacia do Paraná. In: Carvalho, I. S. et al (eds.) *Paleontologia: Cenários da Vida*. Editora Interciência. v.1, p. 425-432. 2007.
- FERNANDES, M. A., GHILARDI, A. M., CARVALHO, I. S., Garcia, M. J., Lana, C. C., & Strohschoen, O. (2014). Paleodeserto Botucatu: Inferências ambientais e climáticas com base na ocorrência de icnofósseis. *Paleontologia: Cenários de Vida*, 5, 71-80.
- GUEVARA-FIORE, P.; ENDLER, J.A. Female receptivity affects subsequent male effort and mate choice in male guppies. *Animal Behaviour*, v. 140, p. 73-79. 2018.
- LEONARDI, G.; CARVALHO, I. S. Jazigo Icnofossilífero do Ouro – Araraquara (SP): Ricas pistas de tetrápodes do Jurássico. In: Schobbenhaus; D.A. Campos; E.T. Queiroz; M. Winge e M.L.C. Berbert-Born. *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM. p. 39-48. 1999.
- LEONARDI, G.; CARVALHO, I. S.; FERNANDES, M. A. The desert ichnofauna from Botucatu

Formation (Upper Jurassic-Lower Cretaceous), Brazil. *Paleontologia: cenários de vida*, v. 1, p. 371-383, 2007.

LINSLEY, E. G. Ecology of cerambycidae. *Annual review of entomology*, v. 4, n. 1, p. 99-138, 1959

LÖVEI, G. L.; SUNDERLAND, K. D. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual review of entomology*, v. 41, n. 1, p. 231-256, 1996.

MARINONI, R. C.; GANHO, N. G. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 50, n. 1, p. 64-71, 2006.

NASCIMENTO, L. F.; MEDEIROS, P. I. A. P.; YAMAMOTO, M. E. Descrição do comportamento de superfície do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na Praia de Pipa-RN. *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 21, n. 3, p. 509-517, 2008.

ROCHA, Glauber O.; NETTO, Morel CB; LOZI, Luciano RP. Diversidade, riqueza e abundância da entomofauna edáfica em área de cerrado do Brasil Central. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO, 2005.

SAGEGAMI-OBA, R.; OBA, Yuichi; ÔHIRA, Hi. Phylogenetic relationships of click beetles (Coleoptera: Elateridae) inferred from 28S ribosomal DNA: insights into the evolution of bioluminescence in Elateridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 42, n. 2, p. 410-421, 2007.

SCHNEIDER, Marielle Cristina. Mecanismos de diferenciação cromossômica em 13 espécies de Elateridae (Coleoptera, polyphaga) estabelecidos através da análise de células mitóticas e meióticas. 2006.

SILVA, D. N. N. A.; NEVES, E. J.; SOUTO, P. R. F. ICNOLOGIA DE ARTRÓPODES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA AVALIAÇÃO ECOLÓGICA.. 2017.

SNOWDON, C. T. O significado da pesquisa em comportamento animal. *Estudos de Psicologia (Natal)*, v. 4, n. 2, p. 365-373, 1999.

TAVARES, R. I. S.; PESTANA, G. C.; ROCHA, A. D.; SCHIAVONE, D. C.; GUILLERMO-FERREIRA, R. Come to the dark side: habitat selection of larval odonates depends on background visual patterns. *The Royal Entomological Society, Ecological Entomology*. 2018.

VILELA, D. S.; TOSTA, T. A. A.; RODRIGUES, R. R.; DEL-CLARO, K.; GUILLERMO-FERREIRA, R. Colours of war: visual signals may influence the outcome of territorial contests in the tiger damselfly, *Tigriagrion aurantinigrum*. *Biological Journal of the Linnean Society*, Volume 121, Issue 4, 1 August 2017, Pages 786–795. 2017.

TOMADA DE DECISÕES EM *VANELLUS CHILENSIS* DIANTE DA PRESENÇA DE POSSÍVEIS AMEAÇAS

Gabriela Borges Vedovello, Janáina Andreia Costa Miranda, Natália Borges Simaroli

Tutor: Guilherme Gonzaga da Silva e Ana Luiza Catalano

Resumo

A fauna urbana é conhecida pelo aumento da tolerância aos humanos em relação a ambientes sem interferências antrópicas (Møller 2008, Lowry *et al.* 2011 apud Battle *et al.* 2016). O Quero-quero (*Vanellus chilensis*) é amplamente distribuído nas áreas urbanas, e conhecidos por apresentarem o *display* de agressividade quando em situações de ameaça. A tomada de decisões leva tempo, e o gasto de tempo é tido como um custo no panorama evolutivo (Lee *et al.* 2013). O presente estudo teve como objetivo apresentar resultados quanto às respostas dessas aves quando as mesmas são expostas a uma possível situação de perigo e risco de predação, tanto para si quanto para a prole. As observações foram realizadas com indivíduos em período de nidificação, situação em que observa-se um aumento do *display* de agressividade da espécie. Foram feitas observações do comportamento de resposta tanto na presença de um cachorro doméstico (*Canis familiaris*) junto a uma pessoa, quanto na presença apenas de uma pessoa. Com a análise dos dados, observou-se que a resposta da ave na presença do cachorro doméstico foi a

esperada, apresentando como resposta um *display* de agressividade quando em maior distância, na presença do cachorro.

Introdução

A fauna urbana é conhecida pelo aumento da tolerância aos humanos em relação a ambientes sem interferência humana (Møller 2008, Lowry *et al.* 2011 apud Battle *et al.* 2016). O Quero-quero (*Vanellus chilensis*) é amplamente distribuído nas áreas urbanas, e conhecido por apresentar o *display* de agressividade (caracterizado por diversos comportamentos, desde a vocalização, posicionamento das asas e da cabeça, até a possibilidade de ataque) quando em situações de ameaça.

O aumento da exposição aos humanos e a ambientes alterados pela ação antrópica oferece aos animais que habitam áreas urbanas novas fontes de stress. (Beale and Monaghan 2004, Blumstein 2006, Møller 2009, Lin *et al.* 2012, Møller *et al.* 2013 apud Battle *et al.*, 2016), mas estas podem ser tão constantes na vida dos animais urbanos que estes se aclimatem a essas fontes de stress (Prosser, 1973).

A tomada de decisões por parte de todos os animais leva tempo, e o gasto de tempo é tido como um custo no panorama evolutivo (Lee et al. 2013). Assim, o animal antes de iniciar um comportamento de fuga em situação de ameaça, pondera se a energia despendida em vôo é vantajosa, tendo, então, que identificar a situação como de baixo ou alto risco para decidir qual comportamento assumir perante a ela.

O AD (*Alert Distance*) indica a orientação visual e auditiva de uma ave quando detecta uma ameaça se aproximando. Especificamente, o estado de alerta em aves é facilmente reconhecido através de comportamentos como o levantamento da cabeça, observação contínua do ambiente ao seu redor e interrupção momentânea de suas atividades (Prestes et al. 2018).

A FID (*Flight Initiation Distance*), distância em que um indivíduo inicia o vôo com a aproximação de um objeto, é uma investigação métrica utilizada para quantificar o comportamento de resposta de um indivíduo quando algo se aproxima dele. Essa resposta acontece quando o animal percebe a presença de um possível predador ou ameaça (Prestes et al. 2018).

Esses parâmetros foram analisados mediante a aproximação de uma pessoa à região identificada como contendo um ninho de quero-quero (*Vanellus chilensis*), para que fosse analisada a tolerância à

aproximação quando com a presença de um predador (*Canis familiaris*) acompanhando o humano e quando sem o predador. Realizamos a comparação entre as duas situações, para que possa ser melhor compreendida a tolerância do animal à interferência humana em ambientes urbanos.

O trabalho, visa, portanto, responder à pergunta “A ave *Vanellus chilensis* apresenta diferença significativa nos comportamentos de alerta e vôo com e sem acompanhamento de um *Canis familiaris* na aproximação de humanos ao ninho?”. Compreendendo que a tolerância à presença humana é grande em *Vanellus chilensis*, uma vez que os humanos presentes em ambientes urbanos não são vistos pela ave como possíveis predadores, mas que o *Canis familiaris* é, ainda, entendido como um predador, nossa hipótese é de que a AD e FID sejam maiores na presença do cachorro.

Metodologia

As coletas foram realizadas no período da manhã e da tarde, nas cidades de Araraquara e São Carlos, ambas do estado de São Paulo entre os dias 25 de Novembro e 5 de dezembro de 2018.

Para o estudo do comportamento da espécie *Vanellus chilensis*, foi utilizada a metodologia de observação por animal focal, foram feitas 12 observações realizadas em 3 dias diferentes, em ninhos da espécie *Vanellus chilensis*. As

observações em campo foram feitas com e sem a presença de um cachorro doméstico (*Canis familiaris*) sem raça definida, e que é reconhecido pela ave como possível predador. O cachorro utilizado para a coleta de dados é de porte médio, com cores vivas em tons de amarelo e branco, e acompanhou uma pessoa guiado por uma coleira, a uma distância aproximada de 1 metro.

Foram definidas duas categorias de observação. A primeira consistiu em 6 visitas a ninhos diferentes (uma visita a cada um dos 6 ninhos diferentes) sem a presença do cachorro. Foram medidas, em metros, as distâncias aproximadas em que os animais demonstraram alguma resposta. Na segunda etapa, outras 6 visitas foram feitas a diferentes ninhos (diferentes, também, dos 6 primeiros observados) e dessa vez com a presença do cachorro, onde as medidas de distância quando a ave demonstrou resposta também foram medidas. A distância média em que começamos a monitorar as respostas da ave (em relação à aproximação do humano e do cachorro) foi a partir de 10m de distância do ninho.

Dividimos os comportamentos observados em cada ninho em duas categorias: AD e FID. Para AD, consideramos os comportamentos que indicavam que o animal estava alerta e ciente da aproximação, porém que não representava um ataque ou início de vôo -

como exemplos: a vocalização, o ato de atrair para longe do ninho, e outros *displays* de ameaça. Em FID, consideramos o comportamento do animal de iniciar vôo e tentar um ataque (ou não), voando de forma muito próxima conforme a aproximação ocorria.

Os dados obtidos foram analisados no *software* estatístico IBM SPSS 24, de forma a calcular o desvio padrão dos dados, bem como avaliar a distribuição normal dos dados (pelo teste de Shapiro-Wilk) e a significância estatística da variação observada através de teste U de Mann-Whitney para amostras não pareadas.

Resultados

O padrão de respostas à aproximação humana nos permite observar que houve uma diferença no padrão de comportamento escolhido pelos animais quando na ausência do *Canis familiaris*, em que o comportamento de vôo não foi tão presente quanto quando na presença do animal. A escolha por um método de fuga mais econômico em questão energética (como o ato de caminhar) aconteceu em maior quantidade de ninhos observados na ausência do cachorro.

Os dados que coletamos em campo foram expressos em forma gráfica, onde estes foram divididos, coletados com e sem cachorro, de acordo com o comportamento observado nos pássaros - de alerta ou vôo (**Figura 1**).

Passamos os resultados coletados por um teste de normalidade, ou teste de Shapiro-Wilk, no programa IBM SPSS 24. Os resultados que classificamos como FID (*flight initiation distance*), correspondentes à distância que estávamos do ninho quando a ave iniciou vôo, apresentaram uma significância de 0,001, com um grau de liberdade de 10. Os resultados classificados como AD (*alert distance*), correspondentes à distância que estávamos do ninho quando a ave apresentou algum comportamento de alerta, apresentaram uma significância de 0,031, com um grau de liberdade de 12.

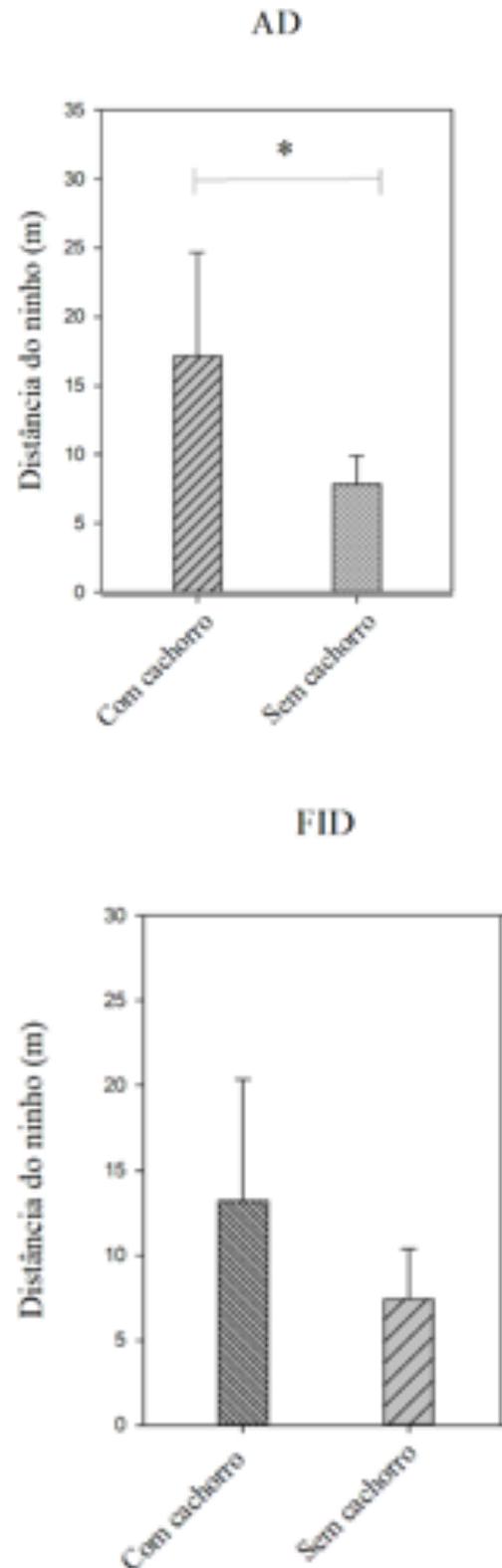


Figura 1: Gráficos indicando os resultados obtidos durante as observações com e sem a presença do cachorro. Acima, o gráfico AD (*alert distance*) indica a

distância dos ninhos, em metros, até a resposta da ave com algum comportamento de detecção de ameaça (fuga, por exemplo) em sua direção. Abaixo, o gráfico FID (*flight initiation distance*) indica a distância dos ninhos, em metros, até que a ave iniciasse vôo por conta da nossa aproximação. A presença de asterisco (*) acima dos dados indica que a variação é significativa estatisticamente (onde a análise por teste U de Mann-Whitney acusou um valor de $P < 0.05$).

Esses resultados obtidos com o teste de Shapiro-Wilk não foram significativos, indicando que nossos dados não possuem uma distribuição normal. Por isso, o segundo teste estatístico no qual os dados foram submetidos foi o teste U de Mann-Whitney para amostras independentes - também feito no *software* IBM SPSS 24.

O teste para as amostras classificadas com o comportamento de alerta (AD), feitas com um N total de 12, apresentam um valor de U de Mann-Whitney de 34. O valor de p expresso por esse resultado, nesse caso, foi de 0,009. Por isso, entendemos que a diferença existente entre a distância de início de comportamento de alerta nas condições com e sem cachorro, é significativa (onde $P < 0.05$).

No caso das amostras classificadas com o comportamento de vôo (FID), feitas com um N total de 10, o valor de U de Mann-Whitney é de 21. O valor de p expresso nesse resultado foi de 0,095. Por isso, entendemos que a diferença entre a

distância de início de vôo nas condições com e sem cachorro, não é significativa (onde $P > 0.05$), ou seja, o comportamento de vôo aconteceu de forma aleatória nos pássaros cujos ninhos foram visitados.

Discussão

Todos os ninhos observados estavam em áreas com grande influência antrópica, bem como alta densidade de população humana frequentadora das áreas de análise. O comportamento de animais viventes em áreas urbanas é diferente do comportamento observado em animais viventes em áreas rurais (Prestes *et al.*, 2018), logo, a escolha por ninhos em áreas urbanas já seleciona um padrão de comportamentos aclimatados a ambientes urbanos.

Apesar de serem ninhos em ambientes urbanos, os animais ainda apresentavam comportamentos que indicam que estes reconhecem os seres humanos como uma ameaça, escolhendo o comportamento de se afastar com a aproximação humana, de vocalização em forma de alerta ou, até mesmo, de levantar vôos baixos buscando o aumento da distância entre eles e os humanos (na ausência do cachorro), ou até mesmo para ataque. Tal fato indica que as aves *Vanellus chilensis* selecionaram um comportamento de defesa e fuga de predação, de acordo com sua adaptação ao ambiente urbano. No caso de pássaros em áreas urbanas, o mais

comum é que estes realizem com maior frequência o comportamento de vocalização (para alertar companheiros ou afugentar invasores) (Møller, 2012).

Os cachorros domésticos, além de apresentarem características pouco específicas para o padrão alimentar, tiveram sua domesticação e consequente alteração no padrão alimentar muito posterior às mudanças de padrão alimentar nos humanos, que reduziu o comportamento de caça em ambas as espécies (Bradshaw, 2006), portanto, muitos *Canis familiaris* apresentam, ainda, o comportamento de caça, que é pouco presente nos humanos viventes em ambientes urbanos. Com isso, a interpretação dos *Vanellus chilensis* quanto aos animais difere, o que produz uma reação de alerta à presença de cachorros com uma distância muito maior que quando na ausência destes (AD).

Assim, levantamos a hipótese de que o *Canis familiaris* pode ser interpretado como uma ameaça de alta intensidade e o *Homo sapiens* uma ameaça de baixa intensidade para os *Vanellus chilensis*, gerando uma resposta de alerta a maior distância, bem como o comportamento de vôo mais frequente (que demanda maior gasto energético) quando há aproximação de um *Canis familiaris*.

Nossos dados também são consistentes com a ideia de que, por conta da familiaridade da espécie *Vanellus chilensis* com seres humanos, por estes

viverem em ambientes muito urbanizados, estes são menos propensos a atacar, e mais comumente permitem a aproximação do ser humano, se limitando a comportamentos de vocalização como forma de alerta (Møller, 2012).

A comparação da variável “*Canis familiaris*” foi o principal objeto do estudo, quando na aproximação até os ninhos de *Vanellus chilensis*, para observação de AD e FID. Entretanto, diversos outros fatores podem influenciar no comportamento de resposta dos animais. O trabalho de coleta de dados no habitat dos animais limita o controle de variáveis, não permitindo que os observadores possam determinar um padrão obrigatório e regular de resposta dos animais. Pouco sabe-se dos eventos que precederam a chegada dos observadores, assim, pouco sabe-se sobre o comportamento que os animais apresentavam antes do início das análises.

O baixo *n* amostral também pode não exprimir qual o real padrão comportamental dos animais da espécie observada, uma vez que um padrão de comportamento analisado como não-significativo pode, com um *n* amostral maior, ser significativo.

Agradecimentos

Agradecemos à Amarelinha, que tão graciosamente nos acompanhou durante esse projeto sendo a destemida predadora que encarou os quero-queros; aos nossos professores, Hugo e Rhainer que nos

ajudaram a reverter as dificuldades que tivemos no começo do nosso projeto e ao tutor Guilherme Gonzaga que prontamente nos ajudou em nossas dificuldades, com paciência e dedicação.

Referências

ALCOCK, John; RUBENSTEIN, Dustin R. **Animal behavior**. Sunderland, MA, USA: Sinauer Associates, 1989.

BRADSHAW, John WS. The evolutionary basis for the feeding behavior of domestic dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*). **The Journal of Nutrition**, v. 136, n. 7, p. 1927S-1931S, 2006.

BATTLE, E. Kathryn; FOLTZ, Sarah; MOORE, Ignacio T. Predictors of flight behavior in rural and urban songbirds. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 128, n. 3, p. 510-519, 2016. Disponível em <<http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1676/1559-4491-128.3.510>>

HWANG, Soyun et al. Direct look from a predator shortens the risk-assessment time by prey. **PLoS One**, v. 8, n. 6, p. e64977, 2013. Disponível em <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0064977>>

Møller, A. P., & Ibáñez-Álamo, J. D. (2012). Escape behaviour of birds provides evidence of predation being involved in urbanization. *Animal Behaviour*, 84(2), 341–348. doi:10.1016/j.anbehav.2012.04.030

PRESTES, Thays Veronica; MANICA, Lilian Tonelli; GUARALDO, Andre de Camargo. Behavioral responses of urban birds to human disturbance in urban parks at Curitiba, Parana (Brazil). **REVISTA BRASILEIRA DE ORNITOLOGIA**, v. 26, n. 2, p. 77-81, 2018. Disponível em <http://www4.museu-goeldi.br/revistabornito/revista/index.php/BJO/article/viewFile/260201/pdf_1046>

PUTMAN, Breanna J. et al. Fear no colors? Observer clothing color influences lizard escape behavior. **PLoS one**, v. 12, n. 8, p. e0182146, 2017. Disponível em <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0182146>>

PROSSER, Clifford Ladd; BROWN, Frank A. **Comparative animal physiology**. Philadelphia: Saunders, 1973.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPONTÂNEO DO PEIXE TROGLÓBIO *TRICHOMYCTERUS* SP. (SILURIFORMES: TRICHOMYCTERIDAE)

Dayana Ferreira Torres; Graziela Gonçalves da Cruz

Tutora: Thais de Assis Angeloni

Resumo

Os ambientes subterrâneos, apesar de possuírem características ecológicas limitantes para diversos organismos, apresentam uma grande diversidade e abundância de peixes troglóbios. Para este estudo, observou-se, em laboratório, o comportamento espontâneo exibido por um grupo de peixes troglóbios da espécie *Trichomycterus* sp.9, a fim de verificar a utilização espacial apresentada pelo grupo em diferentes intensidades luminosas (2 Lux, 65 Lux e 1170 Lux) e diferentes fases do dia (diurna e noturna). Notou-se que estes fatores não exerceram influência sobre o comportamento exibido pelo grupo e que, ainda, os espécimes preservaram o hábito de nadar no fundo e na parede do aquário, mantendo sempre seu referencial de natação. A partir disso, conclui-se que a espécie *Trichomycterus* sp.9 esteja isolada no ambiente subterrâneo por um longo tempo, o que a torna um troglóbio antigo.

Introdução

Os ambientes subterrâneos (hipógeos) são caracterizados por condições ecológicas que limitam sua colonização por diversos táxons, como: ausência de fotoperíodos, falta de pistas visuais, de organismos fotoautotróficos e, ainda, escassez de alimentos (Bichuette & Trajano, 2003).

Além disso, os ambientes subterrâneos estão entre os menos conhecidos e os mais ameaçados devido à sua fragilidade, a vulnerabilidade relacionada à dependência de recursos energéticos vindos do ambiente externo (epígeo), o alto grau de endemismo e as características biológicas de suas espécies, que, muitas vezes, apresentam pequenas populações, estilos de vida precocial e uma lenta rotatividade populacional (Trajano, 1997).

Se tratando da ictiofauna subterrânea, para o Brasil são descritas, pelo menos, 29 espécies de peixes que ocorrem em diferentes áreas cársticas em todo o país, o que revela uma grande diversidade e abundância desta ictiofauna (Bichuette & Trajano, 2004, 2010; Cordeiro *et al.*, 2013). Estes peixes apresentam grande diversidade de especializações anatômicas, que podem diferir intra e interespecificamente (Bichuette & Trajano, 2010, 2014). E, ainda, ocupam uma grande diversidade de habitats, desde ambientes lóticos em condutos de zonas freáticas, pequenas ou grandes fraturas das rochas e até aquíferos permanentes do epicarste (Bichuette & Trajano, 2010, 2014). Os peixes subterrâneos correspondem a comunidades extremamente importantes, visto que representam o nível mais alto de predadores em muitas cavernas (Bichuette & Trajano, 2003).

Em ambientes subterrâneos, os peixes normalmente apresentam redução de olhos e pigmentação – em pelo menos um grau – quando comparados a peixes pertencentes ao mesmo gênero e que ocupam ambientes epígeos (Bichuette & Trajano, 2003, 2004, 2008; Trajano, 1997; Felice *et al.*, 2008). Além disso, podem apresentar também baixa densidade populacional, distribuição geográfica restrita, aumento no número e/ou tamanho de estruturas sensoriais não visuais, tendência à estratégia de vida do tipo K e baixa tolerância a estresse ambiental (Cordeiro *et al.*, 2013; Trajano, 2000). Essas características conferem um estado de troglóbio ao peixe, ou seja, sugerem que este organismo seja restrito ao meio subterrâneo e apresente modificações associadas a este isolamento, chamadas de troglomorfismos (Trajano & Bichuette, 2006).

Embora apresentem olhos reduzidos ou ausentes, os peixes troglóbios são capazes de perceber luz e orientar-se com base em diferentes intensidades luminosas, que são percebidas pela glândula pineal (Bichuette, 2000) e por outras estruturas fotorreceptoras não-oculares e não-pineais, localizadas no diencéfalo ou no tegumento, chamadas de receptores extraoculares e extra pineal, respectivamente (Langecker, 1992). Assim, as espécies troglóbias, juntamente com seus congêneres epígeos, podem apresentar fotofobia acentuada (Langecker, 1992), sendo esta sempre intensificada nos organismos cavernícolas devido a seu caráter relictual, uma vez que

a fotofobia está mais relacionada aos seus ancestrais e não ao fato de ser um troglóbio (Ercolini & Berti, 1977; Langecker, 1989; Bichuette, 2000).

Quando se trata do comportamento espontâneo exibido por peixes troglóbios, destaca-se a utilização espacial de todo o ambiente aquático, isto é, hábitos bentônicos e uso frequente da coluna d'água e da superfície (Bichuette, 2000; Trajano, 1989). Essa utilização espacial estendida pode se relacionar a uma adaptação das espécies troglóbias à vida no ambiente subterrâneo, caracterizado por escassez alimentar, visto que esse comportamento aumentaria sua chance de encontrar alimentos (Bichuette, 2000). Já em relação à ritmicidade circadiana em troglóbios, estudos sugerem que esta não esteja mais relacionada à função de adaptação aos ciclos claro e escuro, isso devido à sua evolução em ambientes que apresentam ausência dos ciclos de luz e temperatura (Trajano, 2003), podendo, então, regredir diante de pressões seletivas importantes que atuam sobre caracteres morfológicos (Trajano & Menna-Barreto, 1996; Trajano, 2003).

Dentre os peixes que vivem em ambientes subterrâneos, destacam-se os peixes da Ordem Siluriforme – carnívoros generalistas que apresentam maior potencial para sobreviver nestes ambientes (Bichuette & Trajano, 2003). Mais especificamente, dentro desta ordem, temos a família Trichomycteridae (Teleostei: Ostariophysi, Siluriformes) – grupo neotropical,

monofilético, composto por bagres de pequeno porte, sendo um dos grupos de siluriformes mais ricos em termos de espécies e a terceira família mais rica em número de peixes exclusivamente subterrâneos (Bichuette & Trajano, 2008; Rizatto & Bichuette, 2014, 2016).

Os tricomictéridos mais bem representados nos ambientes subterrâneos pertencem ao gênero *Trichomycterus* Valenciennes, 1833 (Bichuette & Trajano, 2008). Peixes deste gênero são altamente polimórficos, podendo apresentar ou não ausência total de pigmentação e olhos de tamanhos variáveis (Trajano & Menna-Barreto, 1996; Trajano & Pinna, 1996; Trajano, 1997). Essa variabilidade morfológica, comparada com outros bagres hipógeos, infere menos tempo de isolamento no ambiente subterrâneo (Trajano & Menna-Barreto, 1996). Estudos feitos por Trajano (1997), sugerem que as espécies de *Trichomycterus* parecem ser pré-adaptadas, em termos de hábitos criptobióticos, atividade noturna e dieta carnívora generalizada, à vida em ambientes subterrâneos, visto que nestes ambientes são encontradas tanto populações cegas quanto populações com olhos.

De maneira geral, o gênero *Trichomycterus* apresenta diversas espécies troglóbias, entre elas, *Trichomycterus* sp.9 Assim, diante da grande riqueza de tricomictéridos troglóbios e da carência de informações a



respeito dos aspectos comportamentais, com relação à distribuição espacial ou período de atividade para este grupo, torna-se importante o estudo do comportamento da espécie *Trichomycterus* sp.9, que pode contribuir para o entendimento de como o isolamento no ambiente subterrâneo influencia seu comportamento.

Metodologia

Espécie investigada

Foram investigadas seis espécimes da espécie *Trichomycterus* sp.9 (Siluriformes: Trichomycteridae), provenientes da área cárstica de Coribe (Figura 1A), Bahia. Estes espécimes foram coletados na Gruta Chico Pernambuco (Figura 1B e C) em julho de 2012 e transportados até o Laboratório de Estudos Subterrâneos (LES) por meio de tarros preenchidos com água do local onde os peixes se encontravam na gruta. Durante o percurso, os peixes eram checados com frequência e, ao chegar no LES, antes de serem definitivamente transferidos para o aquário, eles passaram por um breve período de aclimação.

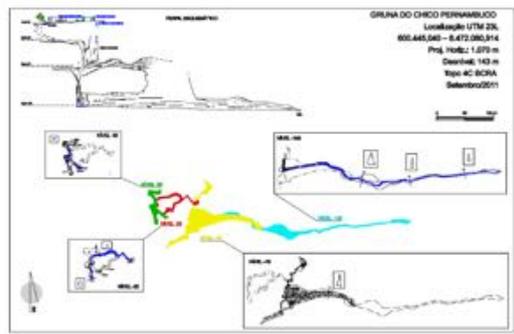


Figura 1. Gruta Chico Pernambuco **A.** Mapa da Gruta, autoria: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, **B.** Fotos dos espécimes em seu ambiente natural, **C.** Piscina de travertinhos onde os espécimes costumam ficar. Fotos: Alexandre Camargo.

O troglóbio *Trichomycterus* sp. (Siluriformes: Trichomycteridae), espécie que encontra-se em descrição, apresenta redução de olhos e pigmentação, com faixas notadamente mais escuras abaixo da nadadeira dorsal (Figura 2).



Figura 2. *Trichomycterus* sp.9. em aquário. Foto: D.F. Torres.

Os espécimes encontram-se acondicionados em um aquário aerado no LES do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva (DEBE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O aquário (Figura 3) possui 0,325 m³, sob temperatura de 24,1 °C, pH de 6,8 e escuridão constante, interrompida apenas durante atividades de manutenção – limpeza e ajuste das bombas e alimentação, realizados duas vezes por semana. O fundo do aquário é composto por pedrinhas próprias para aquário, por blocos de calcário trazidos de ambiente natural e por canos de PVC, que juntos formam pequenas tocas. Os peixes são alimentados uma vez por semana, em horário e dia fixos, com ração floculada Ovo-Vit imersa da marca Tropical. Os peixes são todos adultos, com sexo indefinido.

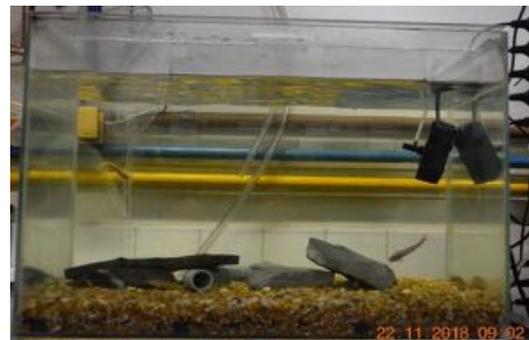


Figura 3. Aquário em sala climatizada no Laboratório de Estudos Subterrâneos. Foto: D.F. Torres.

Coleta de dados

Para o estudo do comportamento espontâneo dos espécimes de *Trichomycterus* sp.9, foram realizadas observações através do método *Ad Libitum* (Altmann, 1974). Para isso,

foram realizadas gravações de vídeo com uma câmera semiprofissional Nikon D3100, para que posteriormente fosse observado o comportamento espontâneo exibido pelos 6 espécimes de *Trichomycterus* sp.9 e, por fim, contabilizado o tempo apresentado por eles em cada categoria comportamental - estacionário no fundo, nadando no fundo, nadando na parede, nadando na coluna d'água, fuçando o fundo e nadando na superfície. As categorias comportamentais aqui propostas foram utilizadas por Trajano (1989) e por Bichuette (2000) nos seus estudos com *Pimelodella kroneri* e com *Ituglanis* spp., na devida ordem.

As gravações foram realizadas durante um período de 5 dias consecutivos, divididas em duas fases: diurna e noturna, cada uma com duração de 1 hora. Cada fase foi compartimentada em intensidades luminosas: 2 Lux, 65 Lux e 1170 Lux, correspondendo a 10 minutos de filmagem cada Lux em cada fase.

Antes do início das gravações de cada fase, os espécimes passaram por um período de aclimação de 15 minutos, onde a aeração do aquário era desligada (permanecendo assim durante todo o período de gravação) e a iluminação fixada em 2 Lux. Após esse tempo de aclimação, a gravação de 2 Lux era iniciada e trocada por 65 e 1170 Lux a

medida que o tempo de gravação de cada luminosidade (10 minutos) fosse sendo alcançado. Vale dizer que entre as mudanças de Lux, pausas de 5 minutos eram feitas para que os espécimes se aclimassem com a nova intensidade luminosa.

As gravações das fases diurna e noturna se deram sempre entre 12-13 horas e 19-20 horas, respectivamente. Entretanto, antes de iniciar as gravações, os espécimes foram alimentados e foi feita uma pausa de 2 dias entre a alimentação e o início das gravações, para que a oferta de alimento não interferisse nos comportamentos exibidos pelos espécimes. Da mesma forma, a aeração do aquário era desligada e os blocos de calcário e o cano PVC retirados para que, também, não influenciassem nos seus comportamentos.

Após os 5 dias de gravação, teve início a observação dos vídeos. Durante essas observações os espécimes foram individualizados, ou seja, foi despendido um tempo de 10 minutos de observação para cada espécime por vídeo visto. Assim sendo, foi contabilizado um total diário de uma hora de observação para cada Lux em cada fase, totalizando 6 horas de observações diárias e 30 horas de observação finais. Desta maneira, foi

despendido um tempo de 10 horas de observação para 2 Lux (5 horas cada fase), 10 horas para 65 Lux (5 horas cada fase) e 10 horas para 1170 Lux (5 horas cada fase).

Durante as observações das gravações, foi quantificado o tempo em segundos que cada espécime permaneceu em cada categoria comportamental e, posteriormente, esse tempo foi somado, quantificado o total de segundos que o grupo de *Trichomycterus* sp.9 permaneceu em cada categoria comportamental, por Lux e por fase do dia.

Análise dos dados

Para a análise e interpretação dos dados da distribuição espacial do grupo de *Trichomycterus* sp.9, foram confeccionados gráficos de barra contendo a somatória do tempo, em segundos, que o grupo permaneceu em cada categoria comportamental por Lux durante cada fase do dia, através do programa Microsoft Excel 2013 (Versão 15.0).

Além disso, uma análise estatística foi aplicada para verificar a influência das diferentes intensidades luminosas sobre as categorias comportamentais, tanto na fase diurna quanto na fase noturna. Para isso, foi utilizado o Modelo Linear Generalizado (GLM) (Nelder &

Wedderburn, 1972) através do programa *IBM SPSS Statistic* (versão 24.0).

Resultados

As figuras 4, 5 e 6 mostram os resultados obtidos através da observação do comportamento espontâneo do grupo de *Trichomycterus* sp.9, evidenciando a distribuição espacial do grupo através da somatória do tempo total por categoria comportamental em cada fase do dia.

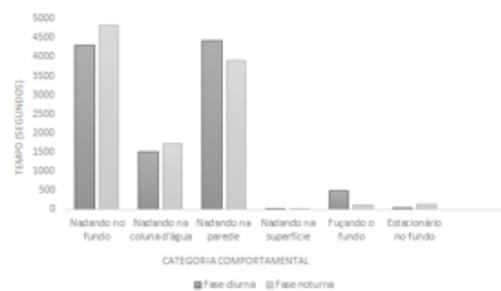


Figura 4. Somatória dos tempos (em segundos) das categorias comportamentais exibidas pelo grupo de *Trichomycterus* sp. sob luminância de 2 Lux durante as fases diurna e noturna de observação.

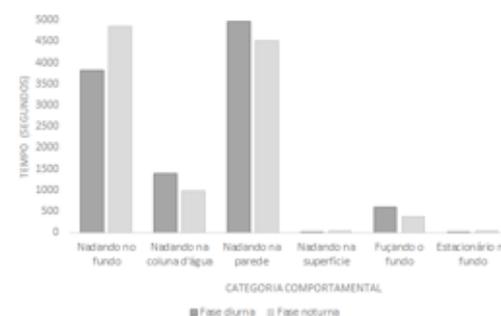


Figura 5. Somatória dos tempos (em segundos) das categorias comportamentais exibidas pelo grupo de *Trichomycterus* sp. sob luminância de 65 Lux durante as fases diurna e noturna de observação.

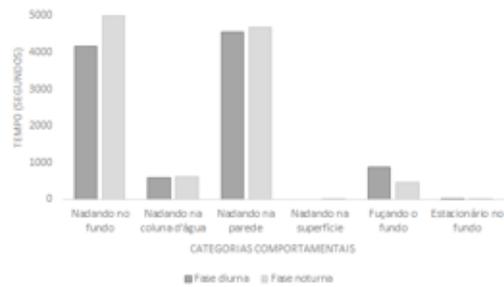


Figura 6. Somatória dos tempos (em segundos) das categorias comportamentais exibidas pelo grupo de *Trichomycterus* sp. sob luminância de 1170 Lux durante as fases diurna e noturna de observação.

Os espécimes de *Trichomycterus* sp.9 mantiveram sua atividade natatória nas diferentes luminâncias, porém exibiram uma diminuição da velocidade dessa atividade durante a fase noturna do dia. Eles dividem bem os espaços, de maneira que cada um explora um estrato do aquário (fundo, parede, superfície, coluna d'água). Sendo que, em alguns momentos, quando um se aproxima do outro, estes se afastam rapidamente. Todos os espécimes exibem um comportamento exploratório dos estratos, porém permanecem ocupando por maior tempo a parede e o fundo, quase não apresentam ocupação da superfície e realizam poucas paradas no fundo. Sob a influência de uma maior luminância (1170 Lux) em ambas as fases do dia, todo o grupo explorou menos a superfície e a coluna d'água, e reduziu as paradas no fundo do aquário. Em contrapartida, sob essa luminância na fase diurna do dia, houve um

aumento da atividade de fuçar o fundo com a extremidade do focinho.

De maneira geral, as categorias comportamentais mais representadas para o grupo de *Trichomycterus* sp.9 foram as de natação no fundo, seguida de natação na parede do aquário.

Ademais, segue os resultados do teste estatístico baseados no Modelo Linear Generalizado (MLG) referente à análise da influência das diferentes intensidades luminosas e das fases diurna e noturna do dia sobre as categorias comportamentais (Tabela 1).

Teste de efeitos do modelo			
Tipo III			
Origem	Qui-Quadrado de Wald	gl	Sig.
(Intercepto)	28,303	1	0,000
Fases	0,009	1	0,925
Lux	0,018	2	0,991

Variável dependente: tempo
Modelo: (Intercepto), Fases, Lux

Apesar das sutis diferenças observadas nos gráficos acima, o grupo de *Trichomycterus* sp.9 apresentou indiferença à variação na luminância, assim como às diferentes fases do dia. Isto é, a luminância, seja ela mais fraca (2 Lux), intermediária (65 Lux) ou mais intensa (1170 Lux), e a fase diurna e noturna não interferiram na utilização dos diferentes estratos pelos espécimes em estudo.

Discussão

A família Trichomycteridae apresenta hábitos noturnos e criptobióticos, além do comportamento basal de permanecer no fundo. Esses comportamentos são característicos de espécies epígeas, sendo considerados caracteres plesiomórficos quando se compara com espécies troglóbias, visto que estas espécies costumam apresentar hábitos e comportamentos distintos a estes, que são comumente associados à sua evolução em ambientes subterrâneos.

No que diz respeito a ritmicidade circadiana em troglóbios, esta não se relaciona aos ciclos claro e escuro (Trajano, 2003), sugerindo que estes organismos sofreram uma adaptação a estes ciclos (Trajano & Menna-Barreto, 1996). Em *Trichomycterus* sp.9 não foi observado mudança no comportamento exibido pelo grupo sob a influência de diferentes intensidades luminosas nem sob a influência das fases do dia. Ou seja, o grupo não se mostrou insensível à luz e não apresentou mudança em sua ritmicidade circadiana influenciada pelas fases do dia, mantendo sempre um padrão de natação.

Diante disso, se a luz fosse um fator de interferência, isto é, se fosse uma condição que perturbasse o grupo, eles aumentariam a velocidade do seu ritmo natatório, nadando mais agitados, em

1170 Lux, em ambas as fases do dia. Embora o grupo tenha apresentado uma redução no uso da superfície e nas paradas no fundo e um aumento no comportamento de fuçar o fundo do aquário na fase diurna (sob os diferentes Lux), de maneira geral, eles mantiveram o mesmo padrão de natação nas três luminâncias, 2 Lux, 65 Lux e 1170 Lux. Em *Ituglanis* sp. espécie da mesma família de *Trichomycterus* sp.9, essa ausência de reação comportamental pode estar relacionada à uma regressão total de respostas à luz (Bichuette, 2000). Em contraste, nos bagres *Pimelodella kronei* (Heptapteridae) e *Trichomycterus itacarambiensis* (Trichomycteridae) há um aumento da atividade natatória e exploratória a medida que a intensidade luminosa aumenta (Trajano, 1995).

Além disso, peixes troglóbios possuem a característica de utilização espacial estendida, ou seja, ampliamiento da distribuição espacial usando diversos tipos de substratos (Bichuette, 2000; Trajano, 1989). Assim sendo, era de se esperar que o grupo de *Trichomycterus* sp.9 explorasse mais os estratos do aquário, como ocorre nas espécies *Pimelodella kronei*, *Taunayia* sp. e *Trichomycterus itacarambiensis* (Bichuette, 2000; Trajano, 1989), no entanto, os espécimes mantiveram o

comportamento de permanecer por mais tempo nadando no fundo do aquário, típico da família Trichomycteridae.

Por outro lado, o grupo se manteve, também, por um tempo maior nadando na parede do aquário. Isso indica que os *Trichomycterus* sp.9, retêm o comportamento de manter o seu referencial para natação, de forma que seu ventre permanece sempre em contato com o substrato, seja ele a parede ou o fundo do aquário.

Apesar de manter este comportamento, o grupo exibe, em alguns momentos, uma pequena mudança no uso do espaço, explorando mais outros estratos, como a coluna d'água. Ainda que, utilizem esses estratos em uma velocidade, aparentemente, maior do que quando utilizam outros estratos, como fundo e parede, onde permanecem um tempo maior. Nesse sentido, a aparente redução da velocidade quando estão utilizando o fundo e a parede do aquário, implica no aumento do tempo que eles permanecem nesses substratos, sendo um indicativo da diminuição das atividades do grupo.

Contudo, o baixo grau de especialização morfológica (presença de olhos e pigmentação em parte da população) presente na Família Trichomycteridae, sugere que seu tempo total de isolamento em ambientes subterrâneos

seja, relativamente, curto (Trajano, E.; 1995). Entretanto, acredita-se que devido à perda do comportamento noturno, dos hábitos criptobióticos, a indiferença à luz e aos ciclos claro-escuro, a espécie *Trichomycterus* sp.9, seja um troglóbio antigo, ou seja, esteja isolada há mais tempo no ambiente subterrâneo.

Observações adicionais

Aqui destacamos os comportamentos adicionais vistos durante as observações e não quantificados no etograma.

Peixes troglóbios, apresentam alterações no comportamento social são consideradas como especializações, que incluem perda ou atenuação da agressividade relacionadas à vida em caverna (Trajano, 1991). Em alguns momentos, foi possível verificar ocasiões de engalfinhamento (brigas), o que demonstra, aparentemente, componente de comportamento agressivo no grupo de *Trichomycterus* sp.9. O comportamento agressivo existe devido à alta competição entre peixes troglóbios por recursos energéticos no ambiente subterrâneo, sendo bem documentado por Trajano (1991) em estudos do comportamento agonístico em *Pimelodella kronei*.

Considerações finais

O grupo de *Trichomycterus* sp.9 não apresentou mudança em seu comportamento espontâneo nem sob as diferentes intensidades luminosas e nem sob as diferentes fases do dia, mantendo sempre um padrão de natação. Sendo estes insensíveis à luz e adaptados aos ciclos claro-escuro. Além disso, os espécimes mantiveram o comportamento de permanecer por mais tempo nadando no fundo e na parede do aquário. Porém, em alguns momentos, houve a exploração de outros estratos, como a coluna d'água, que, aparentemente, era utilizada em uma velocidade maior. Isso infere que a aparente redução da velocidade quando da utilização do fundo e da parede do aquário, implica no aumento do tempo que eles permanecem nesses substratos, sendo um indicativo da diminuição das atividades do grupo.

Com isso conclui-se que *Trichomycterus* sp.9 é um troglóbio antigo, isto é que está isolado há muito tempo em ambiente subterrâneo, devido aos comportamentos exibidos pelo grupo.

Agradecimentos

Agradecemos à Profa. Dra. Maria Elina Bichuette pela liberação do material, dos espécimes e das dependências de seu laboratório, assim como por todas

as orientações quanto à realização dos experimentos e do arcabouço teórico. Ao Guilherme Gonzaga da Silva pela ajuda com a análise estatística e pelas orientações quanto a formatação do trabalho. Aos Profs. Drs. Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo pela disciplina e pela disposição em nos receber sempre que se fez necessário.

Referências

- ALTMANN, Jeanne. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, 49(3), 227-266.
- BICHUETTE, M.E. 2000. **Estudo do comportamento de *Ituglanis* spp. troglóbios da área cárstica de São Domingos, nordeste de Goiás (Siluriformes: Trichomycteridae)**. Universidade de São Paulo, capítulo 3, 144-190.
- BICHUETTE, M.E.; TRAJANO, E. 2003. Epigeal and subterranean ichthyofauna from São Domingos karst area, upper Tocantins river basin, Central Brazil. **Journal of Fish Biology**, 63: 1100-1121.
- BICHUETTE, M.E.; TRAJANO, E. 2004. Three new subterranean species of *Ituglanis* from Central Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, 15(3): 243-256.
- BICHUETTE, M.E.; TRAJANO, E.A. 2008. New subterranean trichomycterid catfish rio Tocantins basin. **Neotropical Ichthyology**, 6(1): 9-15.
- CORDEIRO, L.M.; BORGHEZAN, R.; TRAJANO, E. 2013. Distribuição, riqueza e conservação dos peixes troglóbios da Serra da Bodoquena, MS (Teleostei: Siluriformes). **Revista da Biologia**, 10: 21-27.
- DEL-CLARO, KLEBER. 2004. **Comportamento Animal – Uma introdução à ecologia comportamental**. Ed. Livraria Conceito, Jundiaí - São Paulo.
- ERCOLINI, A.; BERTI, R. 1977. Morphology and response to light of *Uegitglanis zammaroni* Gianferrari, anophthalmic phreatic fish from Somalia. **Monitore Zoologico Italiano**, suppl. 9, 8: 183-199.

- FELICE, V.; VISCONTI, M.A.; TRAJANO, E. 2008. Mechanisms of pigmentation loss in subterranean fish. **Neotropical Ichthyology**, 6(4): 657-662.
- LANGHECKER, T.G. 1992. Light sensitivity of cave vertebrates. Behavioral and morphological aspects. In: Camacho, A.L. (ed.) The Natural History of Biospeleology. Monografias, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, p.295-326.
- NETO, D.M.; BICHUETTE, M.E. 2013. A expressão do comportamento agonístico em *Ituglanis ramiroi* Bichuette & Trajano 2004 (Siluriformes: Trichomycteridae) e sua aplicação para conservação. **Revista da Biologia**, 10(2), 28-33.
- RIZZATO, P.P.; BICHUETE, M.E. 2014. *Ituglanis boticario*, a new troglomorphic catfish (Teleostei: Siluriformes: Trichomycteridae) from Mambai karst area, central Brazil. **Zoologia**, 31(6): 577-598.
- RIZZATO; P.P.; BICHUETTE, M.E. 2016. The laterosensory canal system in epigeal and subterranean *Ituglanis* (Siluriformes: Trichomycteridae), with comments about troglomorphy and the phylogeny of the genus. **Journal of Morphology**.
- TRAJANO, E. 1989. Estudo do comportamento espontâneo e alimentar e da dieta do bagre cavernícola, *Pimelodella kronei*, e seu provável ancestral epígeo, *Pimelodella transitoria* (Siluriformes, Pimelodidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 49(3): 757-769.
- TRAJANO, E. 1991. The agonistic behaviour of *Pimelodella kronei*, a troglobitic catfish from Southeastern Brazil (Siluriformes, Pimelodidae). **Behavioural Processes**, 23, 113-124.
- TRAJANO, E. 1995. Evolution of tropical troglobites: Applicability of the model of Quaternary climatic fluctuations. **Mém. Biospéol.**, 22: 203-209.
- TRAJANO, E. 1997. Food and reproduction of *Trichomycterus itacarambiensis*, cave catfish from southeastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, 51: 53-63.
- TRAJANO, E. 2000. Cave faunas in the Atlantic Tropical Rain Forest: composition, ecology, and conservation. **Biotropica**, 32(4b): 882-893.
- TRAJANO, E. 2003. Catfishes. In: **Ecology and Ethology of subterranean catfishes**. Ed. Science Publishers Inc., vol. 2.
- TRAJANO, E. MENNA-BARRETO, L. 1995. Locomotor activity pattern of Brazilian cave catfishes under constant darkness (Siluriformes, Pimelodidae). **Biological Rhythm Research**, 26(3), 341-353.
- TRAJANO, E.; BICHUETTE M.E. 2006. **Biologia Subterrânea: introdução**. São Paulo: Redespeleto Brasil.
- TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E. Subterranean Fishes of Brazil. In: Trajano E., Bichuette M.E., Kapoor BG, eds. **Biology of Subterranean fishes**. Enfield: Science Publishers, 331–355, 2010.
- TRAJANO, E.; MENNA-BARRETO, L. 1996. Free-running locomotor activity rhythms in cave-dwelling catfishes, *Trichomycterus* sp., from Brazil (Teleostei, Siluriformes). **Biological Rhythm Research**, 27(3), 329-335.
- TRAJANO, E.; PINNA, M.C.C. 1996. A new species of *Trichomycterus* from eastern Brazil (Siluriformes, Trichomycteridae). **Revue fr. Aquariol.**, 23, 3-4.

ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO “QUE BICHO SOU EU?”, A RESPEITO DOS COMPORTAMENTOS DE ANIMAIS VIVENTES NO PARQUE ECOLÓGICO DE SÃO CARLOS - SP.

Bruna Araújo, Caroliny Ortiz, Leticia Gamito, Rodrigo Valbuena & Mateus Costa

Tutor: Erick Barros

Resumo

Os jogos didáticos estimulam diversas áreas dos circuitos cerebrais, desde a interpretação de imagens como o armazenamento e aprimoramento do vocabulário até estratégias em relação à determinada temática abordada pelo jogo. Vale ressaltar a importância da interação social que os jogos trazem entre seus participantes e uma vez que são escolhidos e aplicados como um recurso pedagógico, estes muitas vezes acabam sendo satisfatórios para o aprendizado de um determinado conteúdo fora ou dentro da sala de aula. Quando trazido para a ecologia, que tem a sua importância social, pois trabalha os conceitos de relação e interdependência entre os organismos vivos e com os demais componentes do espaço em que vivem, os jogos didáticos se tornam ferramentas eficientes na contextualização dos conteúdos curriculares. Deste modo o grupo propôs a elaboração de um jogo didático chamado: (Que bicho sou eu?) que tem como finalidade apresentar um recurso pedagógico alternativo para a compreensão e aplicação dos conhecimentos dos diferentes comportamentos ecológicos dos animais presentes no Parque Ecológico de São Carlos (PESC), relacionando assim com alguns fundamentos vistos dentro da ecologia comportamental. Por meio de um

questionário aplicado com 40 alunos antes e depois do jogo para analisar se eles aprenderam conceitos sobre ecologia comportamental no jogo, a análise estatística revelou resultados significativos em 2 das 6 perguntas que haviam no questionário. Porém, nas outras perguntas houve um leve aumento no número de acertos após o jogo. Assim, por meio do jogo, os alunos podem obter conhecimentos sobre o comportamento dos animais.

Palavras-chave: Educação - metodologia alternativa - Aprendizagem - Recurso pedagógico - Jogos didáticos - Ecologia Comportamental - Comportamento - Ciências.

Introdução

O Currículo Oficial do Estado de São Paulo enfatiza que o “conhecimento biológico e a visão científica são condições necessárias para a prática de uma cidadania reflexiva e consciente”, não podendo ser deixadas de lado por escolas e/ou professores (São Paulo, 2011). Temos que a educação vai muito além, ensinar é preocupar-se com que o conteúdo trabalhado seja significativo aos alunos, de modo que esses possam ver a importância de tais, se faz presente inclusive em seus cotidianos. Ensinar é priorizar a educação, é

formar cidadãos críticos, fundamentados cientificamente.

A informação passa rapidamente por todos os lugares graças à diversidade de formas comunicativas existentes (Alves & Bianchin, 2010). Trazendo o âmbito de informações para o campo da ecologia, como ciência complexa que mostra ser, é preciso fazer uso de metodologias alternativas para ampliar a compreensão geral dos alunos e para proporcionar diferentes formatos de aprendizagem, uma vez que nem todos os alunos aprendem da mesma maneira. Dessa forma as atividades lúdicas, podem servir como meios alternativos para que os alunos se apropriem de tais conteúdos, fortalecendo o desenvolvimento de suas atitudes cidadãs. (Matos, Sabino & Giusta, 2010).

O jogo pedagógico ou didático é aquele que é feito com o objetivo de proporcionar certas aprendizagens, distinguindo-se do material pedagógico, por conter o aspecto lúdico (Cunha, 1988). Esses jogos são utilizados para atingir determinados objetivos pedagógicos, tendo significância positiva no desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem (Gomes et al, 2001), além de ser uma ferramenta que permite levar o conhecimento científico para qualquer área do ensino (Rocha et al., 2012). Quando trazido para a ecologia, que tem importância social, pois trabalha os conceitos de relação e interdependência entre os organismos vivos e destes com os demais componentes do espaço em que vivem, os jogos didáticos se tornam ferramentas eficientes na contextualização dos conteúdos

curriculares, uma vez que motivam, divertem, de maneira a facilitar o aprendizado, aumentando a capacidade de assimilação do que é ensinado, exercitando as funções mentais e intelectuais (Martins, 2011). Mantendo um equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa.

Dessa forma, pode-se considerar que é importante a utilização do lúdico como recurso pedagógico, não só nas escolas, mas também em qualquer local que o objetivo seja o aprendizado. Brinquedos despertam o interesse e a curiosidade, aspectos estes que contribuem na aprendizagem, além dos alunos ficarem entusiasmados ao receberem uma proposta de aprender de uma forma mais interativa e divertida, resultando em um aprendizado significativo (Campos, 2003).

Os jogos didáticos, entre outras propostas pedagógicas como as práticas laboratoriais, as aulas de campo, os filmes e vídeos, constituem possibilidades metodológicas diferenciadas que podem ser utilizadas para abordagem dos conteúdos de Biologia (Brasil, 2006). Essas metodologias podem despertar valores relativos ao meio ambiente e criar nos indivíduos uma consciência solidária de forma a mudar pensamentos e ações com vistas à utilização, manutenção e importância dos recursos naturais (Rocha et al, 2017). Ao construir conhecimentos que se relacionam com o meio ambiente, a criança adquire uma compreensão ambiental ampla, desenvolvendo assim uma consciência que afetará seu comportamento, em relação ao meio ambiente total (Southern, 1972, apud Feltram & Filho, 2003).

Vários objetivos podem ser atingidos com o uso de jogos como recursos didáticos. Dentre eles: desenvolvimento da inteligência e da personalidade, fundamentais para a construção de conhecimentos; desenvolvimento da sensibilidade e da autoestima; a atuação no sentido de estreitar laços de amizade e afetividade; socialização; motivação e criatividade (Longo, 2012).

Compreender os processos biológicos do comportamento é tão importante quanto os conceitos fundamentais de fisiologia e morfologia animal, uma vez que por meio desse conhecimento do comportamento dos animais auxiliam a entender seus aspectos fisiológicos, genéticos, evolutivos e ecológicos (Araújo et al., 2006). Além de ser utilizado como ferramenta com a qual podemos discutir formas de conservação, por exemplo, a partir da relação entre hábitos alimentares e ocupação territorial de determinados animais (Neiman, 1995). Por meio do comportamento animal é possível compreender o porquê de suas características em determinado meio, assim pode-se cumprir uma das competências estabelecidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais que diz que o ensino de Biologia deve permitir “identificar características de seres vivos de determinado ambiente relacionando-as a condições de vida” (Brasil, 2002).

A observação e busca pela compreensão do comportamento dos animais pode estimular a curiosidade dos alunos sobre os mecanismos e adaptações relacionados aos diferentes comportamentos que os animais apresentam, sendo possível compreender como

os animais utilizam e convivem em seu meio e como necessitam do meio para sobreviver. Esses conhecimentos podem ser utilizados para os estudos de preservação e conservação dos animais (Farias, 2012).

Desta maneira, pensamos em elaborar um jogo como uma ferramenta alternativa para a compreensão e conhecimento sobre a ecologia comportamental dos animais existentes no Parque Ecológico de São Carlos (PESC), além dos conceitos ambientais, sociais e atitudinais que podem ocorrer ao longo do jogo. Assim, após o jogo esperamos que os alunos adquiram conhecimentos sobre o comportamento dos animais e conceitos ecológicos.

Material e Métodos

O jogo didático tem como objetivo proporcionar uma diversidade de aprendizagens, diferenciando-se assim do material pedagógico, já que apresenta um aspecto lúdico (Cunha, 1988).

Segundo o dicionário escolar de língua portuguesa Michaelis, jogo é qualquer atividade na qual um grupo de indivíduos se submete a competições em que um conjunto de regras determina quem ganha e quem perde.

Pensando no jogo didático como metodologia inclusiva que auxilia no aprendizado do aluno e também na abordagem da Ecologia em todas suas esferas, seja ela educacional ou social, o grupo propôs a elaboração do jogo didático no qual chamamos de “Que bicho sou eu”, que tem como finalidade ser um recurso pedagógico alternativo para a compreensão e aplicação dos

conhecimentos dos diferentes comportamentos ecológicos dos animais presentes no Parque Ecológico de São Carlos Dr. Antônio Teixeira Vianna que se encontra localizado no endereço: Estrada Municipal Guilherme Scatena, Km 2, ao lado da Universidade Federal de São Carlos, no Estado de São Paulo, CEP: 13566-434, sendo que o parque atualmente é um dos únicos espaços no Brasil a especializar-se em manejo de fauna da América do Sul, em especial as espécies ameaçadas do Brasil, abrigando esses animais. O parque conta com cerca de 80 recintos e aproximadamente 700 animais com mais de 100 espécies diferentes, com estimativa de 120.000 visitas por ano.

Relacionando assim com alguns fundamentos vistos dentro da ecologia comportamental, podemos explorar o espaço do Parque Ecológico já que é um local de conhecimento público e que ocorrem frequentes visitas escolares decorrentes das aulas de ciências no ensino fundamental. Assim, o jogo pode vir a ser um instrumento que ajude os estudantes a conhecer, identificar os animais presentes no parque e seus respectivos comportamentos dentro e fora da natureza. Porém, o jogo não se limita apenas ao ensino fundamental, ele tem amplitude suficiente para ser trabalhado em aulas de biologia (ensino médio), nas aulas acadêmicas servindo para análise de conteúdos, aprimoramentos etc. O jogo se inclui também fora do campo da educação em si, pois acaba sendo para qualquer público que se interessa por comportamental animal.

Assim, o nosso jogo “Que bicho sou eu?”, como descrito no Manual de Instruções, terá uma faixa etária a partir dos 12 anos, levando em consideração o grau de dificuldade que o jogo pode apresentar. É um jogo de cartas com tabuleiro, as quais contém comportamentos de um animal específico presente no parque ecológico da cidade de São Carlos, no qual um grupo terá que adivinhar que animal está na carta por meio das dicas que serão reveladas. Quanto menos dicas o grupo precisar para adivinhar, mais casas no tabuleiro ele irá andar.

Cada carta apresenta 6 dicas do animal em questão. Para cada dica revelada é reduzido 1 casa que ele poderá andar se adivinhar o animal na sua jogada. Caso mesmo pedindo todas as 6 dicas o jogador não souber que bicho é, a carta se tornará pública “Todos Jogam”, e no “Valendo” dito pela pessoa que estiver realizando as perguntas, o jogador que acertar primeiro ganhará 1 ponto, isto por que todas as 6 dicas já foram expostas. Também tem as cartas-surpresa, sendo elas: PASSOU A VEZ, o jogador perde o direito da jogada; “TODOS JOGAM NA PRÓXIMA”, na próxima vez que o jogador for jogar, todos os participantes poderão participar, e ganhará os pontos quem acertar qual o animal primeiro; “VOLTE 1 CASA” - “VOLTE 3 CASAS”, os jogadores deverão voltar às casas no tabuleiro; “AVANCE 1 CASA” - “AVANCE 3” CASAS, o jogador terá direito de avançar as casas no tabuleiro. O tabuleiro foi idealizado graficamente correspondendo ao mapa do próprio Parque Ecológico, onde as casas a serem andadas serão o percurso do passeio

educativo e turístico. Apresenta uma casa de INÍCIO onde todos peões estarão presentes. O time que chegar a casa FIM vencerá o jogo. Serão fornecidos 4 peões com cores diferentes, um para cada grupo.

Antes da aplicação do jogo, realizamos um questionário (no qual se encontra nos apêndices) com 6 perguntas que nos permite inferir o conhecimento prévio das crianças, sendo elas: 1- O que significa comportamento? / 2- O que significa um animal ser monogâmico? / 3- O que significa cuidado parental? (Alternativas de A – D) / 4- Marque a alternativa correta sobre o que é um animal: herbívoro; carnívoro e onívoro. / 5- O que significa extinção? 6- Marque nos exemplos abaixo animais que vivem em grupo e animais que vivem solitários.

A aplicação do jogo foi dada a partir de duas escolas diferentes, onde na primeira E. E. Dr Salles Júnior residente na cidade de Dourado – SP, foi trabalhado no dia 26 de novembro de 2018, com uma turma de oitavo ano, onde os alunos já haviam realizado uma visita ao PESC no início do ano letivo. A segunda instituição que o jogo foi colocado em prática foi a E. E. Professor Sebastião de Oliveira Rocha, residente da cidade de São Carlos - SP com um grupo de alunos do sétimo e oitavo ano, no dia 7 de dezembro de 2018.

No total o jogo foi aplicado a quarenta alunos entre 13 e 15 anos divididos em 4 equipes em cada escola. Ambas as aplicações seguiram os mesmos passos. O primeiro passo foi a realização inicial do questionário nos primeiros 5 à 10 minutos. Após isso, foi realizada a explicação das instruções e regras.

Dado início ao jogo, levou-se aproximadamente 45 minutos para que houvesse uma equipe ganhadora finalizando o jogo e dando início novamente ao questionário para obtenção de dados sobre a aprendizagem adquirida com o jogo.

A comparação do número de acertos pelos alunos nos momentos antes e depois do jogo foi realizada por meio do teste não paramétrico de Wilcoxon, uma vez que as amostras de dados não passaram no teste de normalidade de Shapiro-Wilk. A análise estatística e os gráficos foram produzidos através do software SigmaPlot V.10.

Resultados

Na pergunta 1, houve um pequeno aumento no número médio de acertos após o jogo (antes: $0,775 \pm 0,423$; depois: $0,825 \pm 0,385$). Porém, não houve diferença significativa entre o antes e depois do jogo ($p=0,375$) (Figura 1).

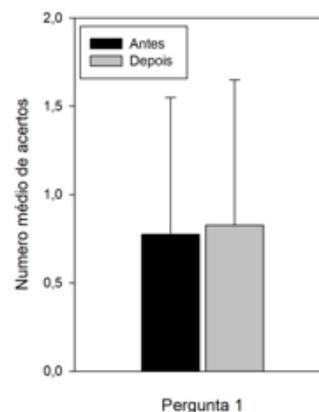


Figura 1. Número médio de acertos na pergunta 1 antes e depois do jogo e o desvio padrão da média.

Na pergunta 2, houve um aumento significativo ($p=0,002$) no número médio de

acertos após o jogo (antes: $0,575 \pm 0,5$; depois: $0,825 \pm 0,385$) (Figura 2).

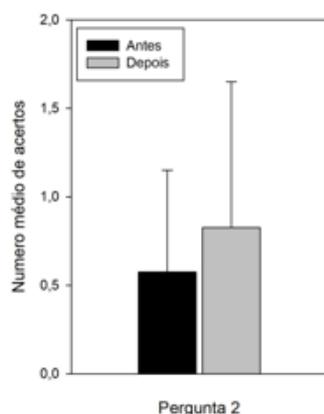


Figura 2. Número médio de acertos na pergunta 2 antes e depois do jogo e o desvio padrão da média.

Na pergunta 3, houve um aumento significativo ($p < 0,001$) no número médio de acertos após o jogo (antes: $0,3 \pm 0,465$; depois: $0,8 \pm 0,405$) (Figura 3).

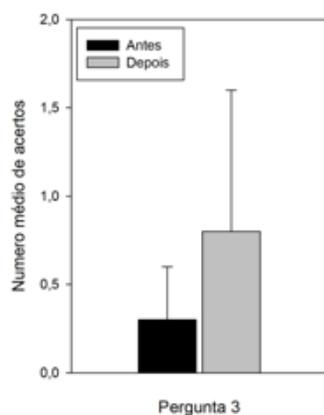


Figura 3. Número médio de acertos na pergunta 3 antes e depois do jogo e o desvio padrão da média.

Na pergunta 4, houve um pequeno aumento no número médio de acertos após o jogo (antes: $0,7 \pm 0,465$; depois: $0,825 \pm 0,385$). Porém, não houve diferença significativa entre o antes e depois do jogo ($p = 0,063$) (Figura 4).

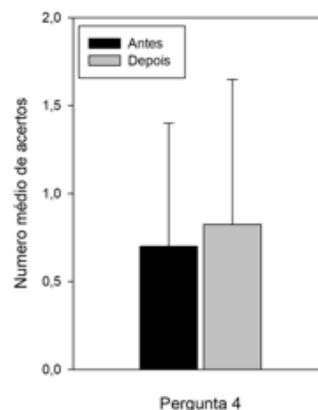


Figura 4. Número médio de acertos na pergunta 4 antes e depois do jogo e o desvio padrão da média.

Na pergunta 5, houve um pequeno aumento no número médio de acertos após o jogo (antes: $0,75 \pm 0,438$; depois: $0,85 \pm 0,36$). Porém, não houve diferença significativa entre o antes e depois do jogo ($p = 0,125$) (Figura 1)

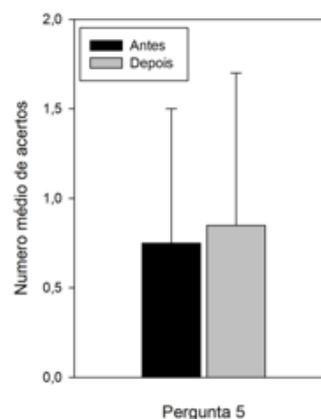


Figura 5. Número médio de acertos na pergunta 5 antes e depois do jogo e o desvio padrão da média.

Na pergunta 6, não houve diferença no número médio de acertos ($p = 1$) após o jogo (antes: $0,84 \pm 0,22$; depois: $0,84 \pm 0,22$) (Figura 6)

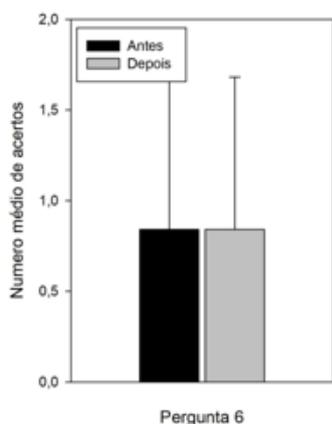


Figura 6. Número médio de acertos na pergunta 6 antes e depois do jogo e o desvio padrão da média.

Discussões

As perguntas 2 e 3 foram as únicas que apresentaram resultados estatisticamente significativos pelo teste de Wilcoxon, onde houve um aumento médio de 25% e 50% de acertos, respectivamente, após o jogo. A pergunta 2 (“o que significa ser monogâmico?”) e a pergunta 3 (“o que significa cuidado parental?”) são sobre conceitos bastante evidenciados nas dicas do comportamento dos animais que estão nas cartas. Portanto, esse aumento significativo corrobora o que era esperado pelo grupo, pois são conceitos no qual não há muitos detalhes sobre eles no Currículo Oficial do Estado de São Paulo, e por isso muitos erraram antes de jogar e acertaram a pergunta após o jogo.

Já nas perguntas 1, 4 e 5, não houve resultados estatisticamente significativos, pois além do número de acertos antes do jogo ter sido alto, poucos alunos acertaram após o jogo. Porém, houve um leve aumento no número de acertos, mostrando que o jogo teve sua importância para essa diferença. Uma

justificativa do por que os alunos tiveram um alto número de acertos nessas perguntas mesmo antes do jogo, foi porque essas perguntas eram sobre temas mais evidenciados pelos professores nas escolas, como por exemplo, “alimentação dos animais”, “vida social dos animais” e “extinção” do que os conceitos das perguntas 2 e 3 (sistemas de acasalamento e cuidado parental).

Durante a aplicação do jogo, notou-se que houve desconhecimento sobre alguns termos presentes nas cartas que haviam necessidade de ser explicados para que a partida tivesse continuidade. Assim, é importante a mediação do professor nesse caso, para orientar os alunos sobre certos conceitos com a ajuda de um glossário.

Pode-se concluir que os jogos podem ter seu papel eficiente no ensino, pois além de melhorar a questão do estudo ajuda na aproximação do professor e aluno para gerar o conhecimento em conjunto (Pedroso, 2009). Ao analisar cada pergunta de forma individual, percebe-se uma melhora na aprendizagem, porém será necessário que haja um maior número de entrevistados para que a análise estatística tenha resultados mais robustos a respeito da funcionalidade do jogo. Além disso, o jogo pode proporcionar aos alunos vivências culturais e criativas por meio da atividade ajudando a ter conhecimentos escolares em biologia (Marandino et. al, 2009. p.107).

Além desses conteúdos conceituais e culturais, os jogos também proporcionam outras vantagens como desenvolvimento cognitivo, na qual desenvolve a inteligência e

a personalidade; a afeição, do trabalho da sensibilidade e aproximando as amizades e afeito ao próximo, social; simulação de vida em grupo; a motivação, que envolve a ação; desafio, motivando a curiosidade e, por fim, a criatividade, na qual trabalha o prazer e a imaginação (Miranda, 2002). Sendo algumas dessas características citadas importantes nas temáticas ambientais (PCNS) a ser trabalhado e desenvolvido com o professor, na qual faz com o que o sujeito se torne um cidadão consciente, capaz de tomar decisões e por elas em prática de forma socioambiental e relacionado a vida, ao bem estar individual e social, local e em relação ao mundo todo. (Brasil, 1998. p.187).

Agradecimentos

Agradecemos os professores que ministraram a disciplina Ecologia Comportamental, Hugo Sarmiento e Rhainer Guillermo, por nos darem a oportunidade de elaborar esse projeto. Agradecemos o tutor Erick Barros por nos auxiliar sempre quando precisávamos, e agradecemos a esposa do nosso tutor, Gabrielle Pestana, pelas fotografias tiradas dos animais do PESC para colocar nas cartas do jogo.

Referências

Araújo, A. et al. (2006). **Práticas para o ensino do comportamento animal**. Em M. Yamamoto e. G.

L.Volpato (Org.), **Comportamento Animal**. (pp. 271-287). Natal: EDUFERN.

Alves e Bianchin, 2010. **O Jogo como Recurso de Aprendizagem**. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862010000200013. Acesso em: 23 out. 2018.

Brasil, Ministério da Educação o do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Temas transversais: Meio Ambiente**. Brasília: MEC/SEF, 1998

Campos, L. M. L.; Bortoloto, T. M.; Felício, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem**. Cadernos dos Núcleos de Ensino, São Paulo, p. 35-48, 2003. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 21 set. 2018

Cunha, N. **Brinquedo, desafio e descoberta**. Rio de Janeiro: FAE. 1988.

Farias, J. G.; Bessa, E.; Arnt, A. M. **Comportamento animal no ensino de Biologia: possibilidades e alternativas a partir da análise de livros didáticos de Ensino Médio**. Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 11, n. 2, p. 365-384, 2012.

Feltram, R. C. S.; Filho, A. F. Estudo do Meio. In: Veiga, I. P. A. (org.) **Técnicas de ensino: Por que não?** Campinas: Papirus, 1991. 115-130p.

Gomes, R. R.; Friedrich, M. **A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia**. In: EREBIO,1, Rio de Janeiro, 2001, Anais..., Rio de Janeiro, 2001, p.389-92.

Kishimoto, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. São Paulo: Cortez; 1996. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

Longo, Vera Carolina Cambréa. **Vamos jogar? Jogos como recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia**. Prêmio Professor Rubens Murillo Marques 2012. Disponível em: http://www.fcc.org.br/pesquisa/jsp/premioIncentivoEnsino/arquivo/textos/TextosFCC_35_Vera_Carolina_Longo.pdf. Acesso em: 18 de nov. 2018.

Marandino, M.; Salles, S. E.; Ferreira, M. S. **Ensino de biologia: Histórias e práticas em espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

Martins, 2011. **O jogo didático como ferramenta no ensino de ecologia**. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/xceb/resumos/1282.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

Matos, Sabino e Giusta, 2010. **Jogo dos Guatis: uma proposta de uso do jogo no ensino de ecologia**. Disponível em:

http://www.cienciaemtela.nutes.ufjf.br/artigos/0210_matos.pdf Acesso em: 23 out. 2018.

Miranda, S. **No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. Linhas críticas**, v. 8, n. 14, p. 21, 2002

Neiman, Z. (1995). **A importância da inserção da etologia no currículo do 2º grau**. Anais de Etologia, 13, 332-334.

Pedroso, C. V. **Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático**. In: Anais de IX Congresso Nacional de Educação (EDUCERE) & III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. 2009. p. 3182-3190.

Ribeiro, L.C. **A utilização de Jogos Didáticos na Educação Ambiental**. Monografia em Ciências Biológicas Licenciatura. Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, Belo Horizonte/MG, 2010.

Rocha, L. N. da; Lima, G. J. do N. P.; Lopes, G. S. **Aplicação de jogos didáticos no processo ensino aprendizagem de genética aos alunos do 3º ano do ensino médio do centro de ensino de tempo integral - Franklin Dória do município de Bom Jesus – PI**. In: Fórum internacional de pedagogia, 4., 2012. Parnaíba, PI.

Anais eletrônicos... Parnaíba: FIPED, 2012. Disponível em: <editorarealize.com.br/revistas/.../6351bf9dce654515bf1ddb6426dfa97.pdf>. Acesso em: 21 out. 2018.

Rocha, M. P; Pereira, J. L. **Jogos Didáticos para o Ensino de Ciências com ênfase na Educação Ambiental**. Universidade Federal de Juiz de Fora, IX EPEA - Encontro Pesquisa em Educação Ambiental, 2017.

São Paulo (Estado) Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias** / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2011.152 p.

SILVA, Rafael Bezerra e. **Ecojogo: produção de jogo didático e análise de sua contribuição para a aprendizagem em educação ambiental**. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

Apêndices



Figura 7. Elaboração do designer do jogo: Que bicho sou eu?. (Ideias iniciais x ideias finais em relação ao logo)



Figura 8. Algumas Cartas animais no lado direito e a capa no lado esquerdo elaboradas para o jogo.



Figura 9. Tabuleiro do jogo "Que bicho sou eu?", mostrando o desenvolvimento do tabuleiro da esquerda para a direita - Inspiração baseada na área do PESC.

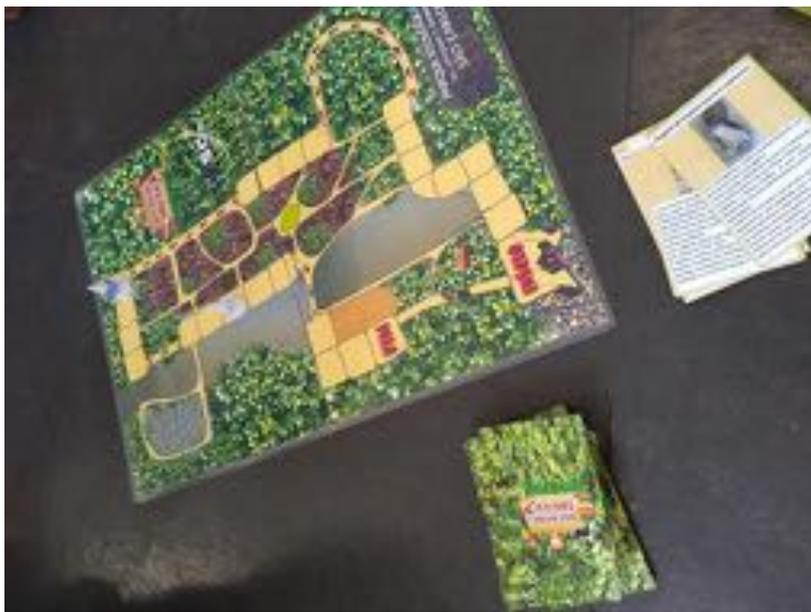


Figura 10 – Protótipo do jogo



Figura 10. Manual de instruções do jogo: Que bicho sou eu?

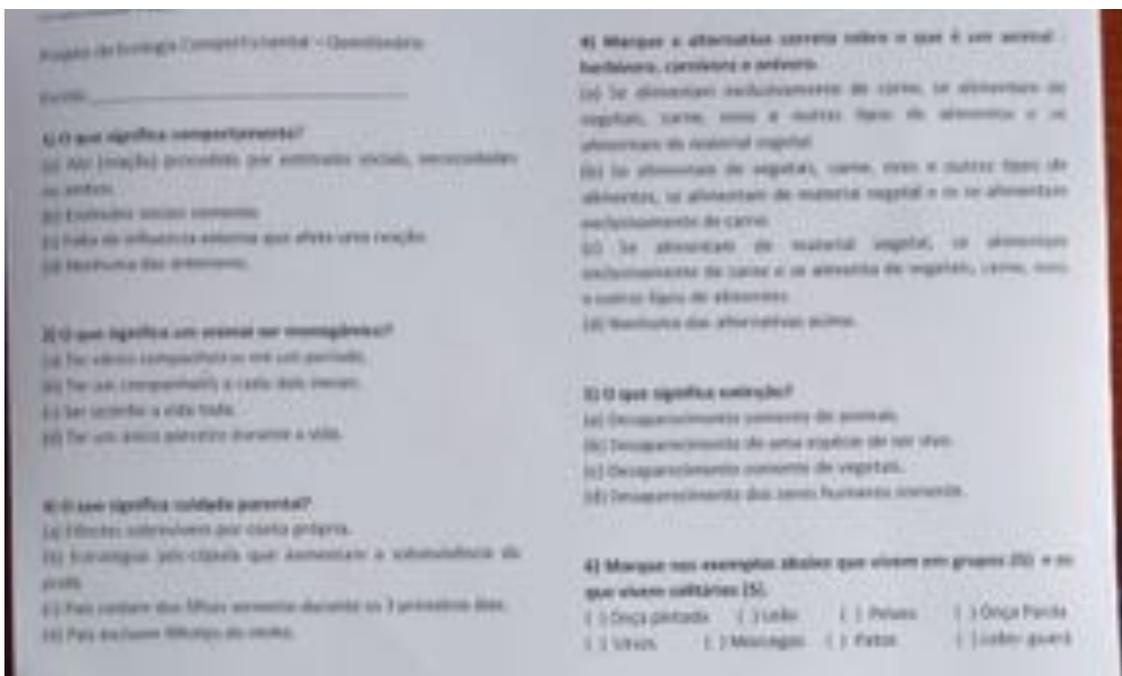


Figura 11. Questionário para coleta de dados.

MOMENTOS DURANTE A APLICAÇÃO DO JOGO



Fotos tiradas na Escola Estadual Doutor Salles Junfor

MOMENTOS DURANTE A APLICAÇÃO DO JOGO



Fotos tiradas na escola estadual Álvaro Guião

Figura 12. Aplicação do jogo.

INFLUÊNCIA DE PREDADORES NO FORRAGEAMENTO DE AVES EM DIFERENTES ALTURAS

Livia Maria dos Santos, Maria Janaina P. Bezerra, Thalita da Silva Lima

Tutora: Mariana Lopes Campagnoli

Resumo

Forragear é de extrema importância para todos os animais, e consiste num conjunto de comportamentos complexos que visam a captura de alimento. Dentre as variáveis que influenciam no comportamento de forrageio está a predação, que é responsável pela redução e até ausência de forrageio nas áreas em que os predadores estão presentes. Neste sentido, o seguinte trabalho teve o objetivo de verificar a influência de predadores no forrageamento de aves em diferentes alturas, com o auxílio de comedouros artificiais localizados em diferentes pontos dentro do *campus* da UFSCar, em São Carlos, SP. Os resultados encontrados mostram que a presença de predadores limita o local de forrageio das aves.

Introdução

Chama-se de forrageio ótimo a capacidade do organismo de maximizar sua absorção de energia por unidade de tempo, isto é, o indivíduo busca, captura e consome o alimento que contém o máximo de calorias, enquanto gasta o mínimo de tempo possível durante esta atividade.

Assim, é indispensável para a sobrevivência dos animais (Alcock, 2009).

Os fatores que atuam sobre as aves, como a predação, por exemplo, podem ser particularmente importantes para entender sua dieta, bem como sua ecologia (Holmes e Recher, 1986). São vários os componentes que intervêm na tomada de decisão em relação a predadores (Lima e Dill, 1990). A capacidade de um animal de avaliar e controlar comportamentalmente esses fatores atua fortemente na tomada de decisões relacionadas à alimentação e ao escape de predadores (Lima e Dill, 1990).

A predação é um fator de mortalidade significativo em algumas espécies de aves e o risco de predação também influencia a seleção de áreas de forrageio (Suhonen, 1993). Os animais invariavelmente precisam se expor para forragear. Assim, ficam mais vulneráveis à predação em comparação com indivíduos que permanecem escondidos em áreas mais protegidas (Lima, 1985). Dessa forma, os objetivos do estudo são: 1) avaliar a influência da presença de predadores sobre o comportamento alimentar das aves; 2) avaliar a influência da altura de forrageio, associada à presença de predadores, sobre o

comportamento alimentar das aves. Nossa hipótese é de que o comportamento alimentar das aves será influenciado negativamente pela presença de predadores.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido na área sul da Universidade Federal de São Carlos, *campus* São Carlos (figura 1). Para a observação das aves no forrageio foi utilizado o método Scan, também chamado de "varredura". Este método consiste no registro dos comportamentos de todos os indivíduos avistados de uma só vez, com intervalo entre um período amostral e outro (Mottin, *et al* 2014).

Para o estudo utilizamos seis comedouros, modelo modificado de Brow e Downhower (1988), os quais foram montados pelo grupo. O comedouro consistiu de dois suportes de madeira compensada com 35 centímetros de diâmetro presos a cordas, com distância entre os alimentadores de 1,0 metro. Em cada suporte foram adicionadas bananas inteiras e sementes de alpiste, para atração e alimentação das aves.

Os comedouros foram divididos em três tratamentos, cada um com duas réplicas. O primeiro tratamento continha um predador aéreo, sendo este uma coruja empalhada; o segundo tratamento continha um predador terrestre, sendo este um cachorro de pelúcia; e o terceiro tratamento serviu como controle, ou seja, ausência de predadores. Cada tratamento apresentou comedouros em diferentes alturas, um

superior e um inferior. A coleta dos dados foi efetuada por três observadores, totalizando cinco dias, sendo essas realizadas aos finais de tarde com duração

de duas horas, entre as 17 horas e 19 horas.

Cada observador ficou responsável por registrar através de fotografia um tratamento e duas réplicas correspondentes. Os registros foram feitos em cinco minutos de observação e cinco minutos de pausa. Assim, o esforço amostral do experimento foi de 30 horas totais.

Análise estatística

Para análise dos dados, o programa utilizado foi o SPSS Statistics Data. O teste estatístico realizado foi o de Método Linear Generalizado - GLM.

Resultados

Encontramos 11 espécies visitantes dos comedouros (Anexo 1). Os tratamentos "controle" e "predador terrestre" tiveram maior abundância e riqueza de espécies, respectivamente (GLM=29.1, $p=0.00$; GLM=34.15, $p=0.00$; Figuras 2 e 3). Cada tratamento tem dois comedouros, um superior, representado em azul, e um inferior, representado em verde.

Os comedouros superiores também obtiveram maior abundância e riqueza, respectivamente, comparados aos inferiores (GLM=15.84, $p=0.000069$; GLM=9.53, $p=0.02$; Figuras 1 e 2). Também realizamos a junção dos tratamentos relacionados à



Figura 1: Região do *campus* onde os dados foram coletados. Fonte: <google.com/maps>, acesso em: 11/12/2018.

ausência e presença de predadores com os tratamentos relacionados à altura dos comedouros. Houve diferença significativa na abundância entre os comedouros superiores e inferiores no tratamento com predador terrestre, indicando que os comedouros inferiores foram evitados no tratamento com predador terrestre (GLM=14.2, $p=0.000164$). No entanto, não houve diferença significativa na abundância superiores e inferiores no tratamento controle (GLM=1.22, $P=0.26$).

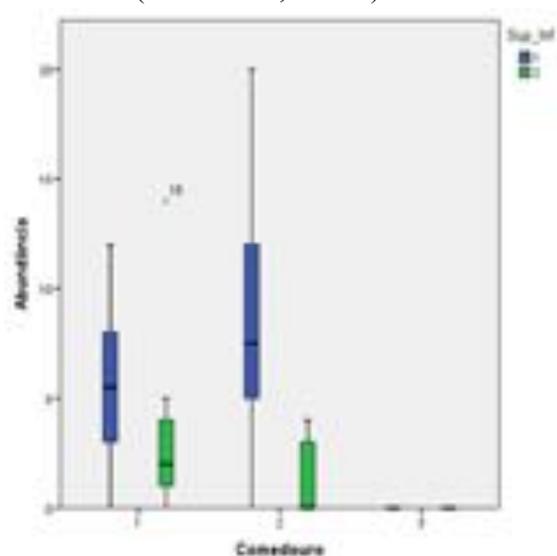


Figura 2: Boxplot mostrando a abundância de visitantes nos três tratamentos, diferenciando os comedouros superiores, cor azul, e inferiores, cor verde. Os tratamentos correspondem: Tratamento 1= controle; Tratamento 2=predador terrestre; Tratamento 3=predador aéreo.

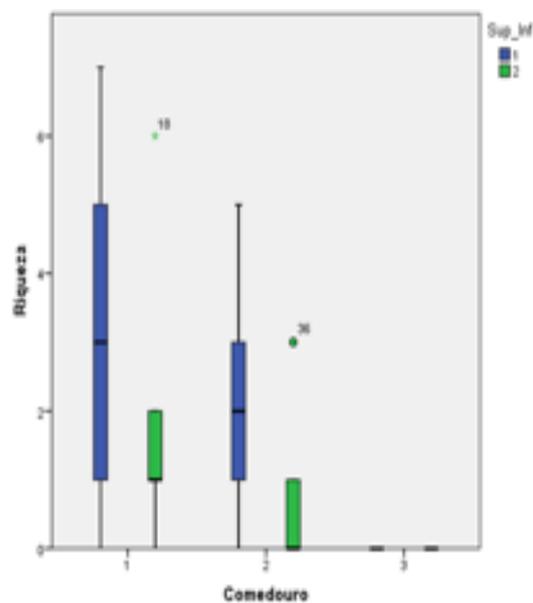


Figura 3: Boxplot mostrando a riqueza de espécies nos três tratamentos, diferenciando os comedouros superiores (azul) e inferiores (verde). Os tratamentos

correspondem: Tratamento 1=controle; Tratamento 2=predador terrestre; Tratamento 3=predador aéreo.

Discussão

A partir dos dados obtidos, podemos realizar algumas reflexões sobre os diferentes cenários e comportamentos observados. É notório que houve uma maior abundância e riqueza de espécies de aves durante a observação realizada nos tratamentos controle e com predador terrestre. Se tratando do tratamento controle isso pode ser consequência da ausência de predadores, uma vez que é benéfico para as aves forragearem em locais mais seguros, gozando de mais tempo para realizarem seu forrageio (Caraco *et al.*, 1980). Novamente, enquanto a riqueza e abundância observada e de acordo com o teste GLM, inferimos que houve relevância estatística nos comedouros superiores, comparado aos inferiores de forma geral. Ou seja, os comedouros superiores foram mais visitados do que os comedouros inferiores. Isso possivelmente ocorreu porque o comedouro superior provê aos seus visitantes uma vista privilegiada do entorno e uma distância segura do solo e a cobertura fornece um local mais seguro para alguns animais, visto que confere maior capacidade destes detectarem predadores (Zanette *et al.*, 2011).

Relacionamos os dados no que diz respeito a ausência e presença de predador, com os tratamentos relacionados à altura dos comedouros. O teste GLM revelou

relevância estatística, demonstrando uma diferença significativa na abundância. Isso significa que o comedouro inferior recebeu menos visitas do que o comedouro superior, indicando que as aves resguardavam-se do comedouro na presença do predador terrestre. Engenhosamente as aves sabem reconhecer seus predadores (Altmann 1956, Reudink *et al.* 2007, Griesser 2009, Motta-Junior & Santos-Filho 2012), elas utilizam de seus sentidos tais como visão, audição e olfato, muitas vezes combinam os três para identificar e distinguir o que as ameaça (Motta-Junior e Santos-Filho, 2012). Provavelmente, as aves identificaram o cachorro de pelúcia como uma ameaça, evitando o forrageio no comedouro inferior. Vale ressaltar que ainda há diversas questões a respeito de como aves reconhecem seus predadores, qual sua competência para reconhecê-los e ainda se seria esse um comportamento inato ou adquirido (De Meirelles, 2015). Por isso são necessários estudos futuros para entender melhor tais questões.

Por último, no cenário com a presença de uma coruja como predador aéreo, houve ausência total de aves de qualquer espécie. Diferente do efeito notado pela presença de um predador terrestre. Nesse cenário, a possibilidade de realizar o forrageio com o mínimo de segurança é praticamente nula, fazendo com que prevaleça o instinto de sobrevivência. As corujas são aves predadoras, ou seja, alimentam-se de outros animais sejam eles vertebrados ou

invertebrados, possuem bicos curvos e especialmente garras muito fortes com unhas encurvadas e afiadas, que servem para capturar e matar suas presas (Motta-Junior, 2004). Portanto, a coruja como predador aéreo pode representar um risco maior de predação, evitando que as aves se aproximassem dos comedouros

Através dos dados coletados e com as respectivas reflexões, concluímos que nossa hipótese inicial foi confirmada. Na presença de um predador terrestre, a quantidade de aves visitantes diminuiu no comedouro inferior, comparado ao tratamento controle. Entretanto, em relação ao predador aéreo, houve ausência de visitação de aves em ambos os comedouros, tanto no superior quanto inferior. Portanto, concluímos que as aves reconhecem potenciais predadores e que a presença de predadores restringiu o local de forrageio.

Agradecimentos

Agradecemos aos Professores 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 a nossa tutora, Mariana Lopes Campagnoli, pela paciência, instruções e incentivo até mesmo nos momentos de adversidades. Ao Augusto Batisteli por nos ajudar nas instalações dos comedouros em campo. Aos pós-graduandos que nos auxiliaram a

resolver pequenos problemas durante a disciplina.

Anexos

Anexo 1: Lista de aves observadas e identificadas durante o forrageamento nos diferentes comedouros.

Nome científico	Nome popular da espécie
<i>Turdus rufiventri</i>	Sabiá-laranjeira
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca
<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-barranco
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi
<i>Tangara sayaca</i>	Sanhaço-cinzentos
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa
<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chupim
<i>Cyanocorax chrysops</i>	Gralha-picaça
<i>Tangara cayana</i>	Sairá-amarela
<i>Passer domesticus</i>	Pardal

Referências

- Alcock J. 2009. Animal behaviour: an evolutionary approach, 9th Edition.
- Altmann, A.1956. Avian mobbin behavior and predator recognition. The Condor 58: 241-253.

- Brown, L.; Downhower, J.F. 1988. *Analyses in Behavioral Ecology: A manual for lab and field* Mass. Sinauer Associates.
- Caraco, T., S. Martindale, and H. R. Pulliam. 1980b. Avian time budgets and distance to cover. *Auk* 97:872-875.
- De Meireles R. C., Silva G. G. R., Cunha F. C. R. 2015. Aves são capazes de diferenciar predadores simpátricos de predadores alopatricos? 55-58.
- Griesser, M. 2009. Mobbing calls signal predator category in kin group living bird species. *Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences* 276: 2887-2892.
- Holmes, R. T. e F. H. Recher. 1986. Search tactics of insectivorous birds foraging in a Australian Eucalipt Forest. *Auk* 103: 515-530.
- Lima, S. L. 1985. Maximizing feeding efficiency and minimizing time exposed to predators: a trade-off in the black-capped chickadee. *Oecologia*, 66, 60e67.
- Lima, S. L., and Dill, M. L. 1990. "Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus." *Canadian journal of zoology* 68.4: 619-640.
- Motta-Junior, J.C. & P.S. Santos-Filho. 2012. Mobbing on the striped owl (*Asio clamator*) and barn owl (*Tyto alba*) by birds in southeast Brazil: do owl diets influence mobbing. *Ornitología Neotropical* 23: 159-168.
- Motta-junior, José Carlos; Bueno, A. de A.; Braga, Ana Cláudia Rocha. 2004. *Corujas brasileiras*. Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Mottin, v.; Zago, L.; Formentão, L.; Miranda, J.; Passos. F. 2014. Comparando métodos comportamentais diferenças, vantagens e desvantagens de dois métodos amostrais para primatas neotropicais. Curitiba: SBPr,
- Reudink, M.W., J.J. Nocera & R.L. Curry. 2007. Anti-predator responses of Neotropical resident and migrant birds to familiar and unfamiliar owl vocalizations on the Yucatan Peninsula. *Ornitología Neotropical* 18: 543-552.
- Suhonen, J. 1993. Predation risk influences the use of foraging sites by tits. *Ecology*, v. 74, n. 4, p. 1197-1203
- Zanette. L.Y.; White, A. F.; Allen, M. C.; Clinchy. M. 2011. Perceived predation risk reduces the number of offspring songbirds produce per year. *Science*.

SENSIBILIZAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DAS ABELHAS SOLITÁRIAS

Ana Karla de O. T. Barbosa e Mariana de F. Machado

Tutor: Guilherme Gonzaga da Silva

Resumo

As abelhas solitárias são a maioria dentre as espécies de abelhas e estão correndo um grande risco de extinção diante do aumento do desmatamento e uso de agrotóxicos em plantações de larga escala. Sendo assim, nosso estudo procura sensibilizar os cidadãos para sua importância ecológica através da divulgação do comportamento das abelhas solitárias. Nossa intervenção foi realizada com alunos de 12 a 15 anos do Projeto Madre Cabrini, com a aplicação de questionário pré e pós-intervenção, onde como intervenção utilizamos um vídeo informativo e fizemos a construção de um hotel para as abelhas solitárias. Após a análise dos questionários, observou-se uma diferença parcial entre eles, não atingindo totalmente nossas expectativas de sensibilização sobre a importância das abelhas solitárias, o que requer mais trabalhos sobre o tema.

Introdução

Sabemos que as abelhas são insetos amplamente conhecidos e estudados no mundo todo, estima-se que há mais de 19 mil espécies distribuídas pelo globo. Destas, podemos separá-las em três grupos principais, as abelhas sociais ou semi-sociais, abelhas parasitas e abelhas solitárias (LINSLEY, 1958).

As abelhas sociais ou semi-sociais (compõe 5% das espécies) são as que vivem em colônias, geralmente tem uma divisão de trabalho entre os indivíduos e produzem os produtos de interesse econômico como mel, própolis e etc. Conhece-se também algumas abelhas cleptoparasitas (compõe 10% das espécies)

que possuem “*hábito solitário e utilizam células provisionadas por outras abelhas, normalmente solitárias, para ovipositarem*” (Peruquetti, 2017). Já as abelhas solitárias, que compõe 85% das espécies, vivem, nidificam e forrageiam completamente sozinhas, sem divisão de tarefas ou relação entre outras gerações. Neste trabalho nosso foco serão as abelhas solitárias, que são as mais abundantes e têm um papel ecológico de extrema importância para polinização.

Estas abelhas são consideradas de ambientes mais quentes e semiárido, mas são distribuídas em todos os continentes, pois devido a sua ecologia, são altamente adaptativas. Geralmente, elas possuem preferências por comunidades vegetais específicas, tornando-se especialistas apenas de algumas espécies de flores. As abelhas solitárias são exclusivamente dependentes das flores para se alimentar, desde sua fase larval até a adulta, mas além de alimento, as flores fornecem abrigo e local para acasalamento. Os acasalamentos também podem ser realizados perto de seus ninhos, durando poucos segundos, sendo assim de difícil observação (LINSLEY, 1958).

São as fêmeas que constroem o ninho. Normalmente elas precisam de um local que tenha um bom substrato, fontes de pólen, néctar e água próximos. Este substrato pode ser o solo (por exemplo, arenoso e argiloso), madeiras, troncos, caules, pedras, muros, lama, tijolos e até solos úmidos, essa variedade é determinada de acordo com a espécie. Algumas abelhas podem voltar ao seu local de nascimento e nidificar novamente no mesmo ninho ou próximo a ele (LINSLEY, 1958). Elas constroem seus ninhos protegendo-o de

possíveis predadores, parasitas e chuva, fazendo com que as células de cria formem uma série linear da parte de trás do túnel para frente (MACIVOR, 2017), as células são organizadas de distintas maneiras, em geral revestidas com cera e/ou resina (material impermeável), mas também podem utilizar areia, folhas, pétalas e etc. É dentro das células que haverá a oviposição e será armazenado pólen e néctar para servir de alimento das larvas até sua emergência (LINSLEY, 1958).

É de grande relevância conhecer como se dá a nidificação e forrageio dessas abelhas, pois sabe-se que há uma redução desses insetos devido à ações humanas. Com isso, surge como opção a construção de hotéis de abelhas solitárias em áreas urbanizadas como forma de conscientização sobre os serviços de polinização deste grupo. Conhecer a biologia, diversidade e ecologia do grupo pode resultar em grandes impactos como mudança da paisagem e sensibilização das pessoas para com essas espécies.

Diante disso, apesar de artificial, a partir dos anos 50 (MACIVOR, 2015) começou-se a utilizar hotéis ou ninhos para abelhas solitárias, estes são comercializados e/ou construídos à mão com material parecido à madeira ou totalmente natural, promovendo a polinização e conservação das abelhas. Esta interação antrópica pode ser benéfica para essas espécies, pois ajuda na nidificação e forrageio nos ambientes urbanos e não urbanos, como por exemplo na agricultura (MACIVOR, 2015).

Atualmente, tem-se a preocupação em divulgar para as novas gerações o valor das espécies para com o meio ambiente, não somente atrelado com sua função utilitarista. Para isso, é preciso que a educação ambiental esteja presente em todos âmbitos na vida dos cidadãos, sendo na escola ou em projetos sociais fazendo-se indispensável esta aproximação, vivência e sensibilização das espécies de abelhas solitárias.

A educação ambiental promove a integração entre o ambiente e o Homem, e será através dela que iremos trabalhar. Estimulando o sentimento de responsabilidade, demonstrando que há uma inter relação e interação entre nós e o ambiente, e que todas as nossas ações geram reações diretas que interferem no mesmo (LEÃO E SILVA, 1999).

Portanto, com este trabalho espera-se interferir positivamente no ambiente, e que esta ação antrópica seja para melhorar a interação entre homem e abelhas solitárias. Dessa forma, se promove o manejo consciente, conservação e preservação desses polinizadores, contribuindo com a biodiversidade, de forma a diminuir os impactos causados pela intervenção negativa do Homem. (SCHOENFELDER E BOGNER, 2017)

Nosso objetivo é de promover a divulgação do comportamento das abelhas solitárias, sensibilizando os cidadãos sobre sua importância ecológica.

Materiais e métodos

Esta pesquisa foi realizada no âmbito qualitativo, onde fornecemos informações que fizeram com que os alunos possam entender o contexto do que foi trabalhado, no caso, a divulgação da importância das abelhas solitárias (CHAER *et al.*, 2011).

O trabalho aplicou-se no Projeto Madre Cabrini, uma organização de direito privado sem fins lucrativos, que trabalha com crianças carentes de seis a quinze anos, proporcionando diversas atividades recreacionais e também reforço escolar. No projeto as crianças passam por três momentos, onde o primeiro deles se chama Palavra de Vida tendo cerca de trinta minutos de duração, o segundo momento tem duração de uma hora e as crianças são divididas em grupos por idade, sendo no total quatro grupos distintos. Esse momento tem o nome de Atividade Um, e cada grupo fica com um educador responsável por um tempo determinado, e ao longo do ano os

educadores trocam de grupo. O terceiro momento ou Atividade Dois, também tem uma hora de duração e os alunos escolhem o que querem fazer, conforme as propostas de atividades que os educadores disponibilizam para eles.

Trabalhamos com o Grupo Quatro (12 - 15 anos) tanto do período da manhã como da tarde, às segundas-feiras no horário da Atividade Um, pois acreditamos que eles entenderão melhor as perguntas dos questionários, bem como a dinâmica do trabalho com a confecção do hotel e de um painel informativo. O painel terá informações que os alunos julgarem necessárias, diante do que aprenderam durante todas as atividades que faremos.

Entre os meses de outubro e novembro de 2018, aplicamos várias atividades em cinco dias distintos, estas foram realizadas no horário da atividade um, onde no primeiro dia fizemos um questionário pré-intervenção (apêndice), que nos mostrou o que eles sabem e pensam sobre as abelhas em geral. No segundo dia, apresentamos um vídeo informativo sobre as abelhas solitárias, onde tratamos os assuntos importantes da vida dessas abelhas (forrageio e nidificação), sua importância ecológica, seu manejo, sua preservação e conservação, depois da apresentação do vídeo, fizemos um bate-papo com eles para tirarem suas dúvidas e discutir mais sobre o assunto.

No terceiro dia começamos a construção do Hotel. Antes de começar a construir efetivamente, explicamos como funciona esse hotel, para que ele serve, e como ele vai ajudar essas abelhas. A construção do hotel será uma finalização, pois levamos a estrutura de “casinha” de madeira pronta, eles arrumaram os andares de dentro como quiseram, com os materiais que disponibilizamos, e escreveram um painel informativo. No quarto dia, finalizaríamos os trabalhos e aplicaríamos o questionário pós-intervenção, mas só foram

3 alunos, então deixamos para finalizar na segunda-feira seguinte.

Para concluir o trabalho com os alunos, no quinto dia, aplicamos o questionário pós-intervenção (intervenção realizada com o vídeo, exposição oral e confecção do Hotel), onde então com as mesmas questões do questionário pré-intervenção, veremos se conseguimos chegar ao nosso objetivo de sensibilizá-los quanto a importância dessas abelhas para o ambiente. Através da sensibilização gostaríamos de despertar uma nova visão de mundo neste alunos, pois proporcionando novos conhecimentos, desconstruímos aqueles prévios, para dar lugar a novos e reconstruir uma nova visão (SHUJAA, 2005). Neste caso seria sobre a importância desses insetos, que muitas vezes são vistos como ameaçadores pelos seres humanos.

Os questionários aplicados na pré-intervenção e pós-intervenção, contaram com cinco questões abertas, onde os alunos colocaram seu conhecimento anonimamente (informando somente a idade) sobre o assunto tratado, sem limitações e sem influências, com total liberdade para expor seu conhecimento. É com esse tipo de questionário que podemos chegar mais perto de descobrir como podemos trabalhar com eles e escolhemos o grupo mais velho, pois pensamos que saberiam desenvolver as respostas para nossas perguntas (CHAER *et al.*, 2011).

Para analisar as respostas, utilizamos um software online chamado Voyant Tools (<https://voyant-tools.org/>), sendo que o mesmo seleciona as palavras que mais aparecem no texto descritivo e transforma-as em nuvens de palavras. Escolhemos este tipo de análise para comparar se as respostas do questionário pré-intervenção seriam diferentes ou não do questionário pós-intervenção. Também quantificamos as 5 palavras mais utilizadas em cada questão respondida nos dois questionários, utilizando gráficos produzidos pelo programa da microsoft office Excel.

Resultados

Os resultados obtidos referentes aos questionários aplicados com os alunos do Projeto Madre Cabrini, consta em dez nuvens de palavras e dez gráficos, onde cinco gráficos e nuvens de palavras são referentes ao questionário pré-intervenção e outras cinco nuvens e gráficos pertence ao questionário pós-intervenção.

Ao todo, dezoito alunos responderam o questionário pré-intervenção. A nuvem de palavras (figura 1) referente a questão um do questionário pré-intervenção, juntamente com o gráfico (figura 2), apresenta as palavras mais utilizadas pelos alunos, onde eles responderam sobre o que vem a mente deles quando falamos em abelhas.



Figura 1: Nuvem de palavras para a Questão Um - questionário pré-intervenção.



Figura 2: Gráfico Questão Um - questionário pré-intervenção.

Para questão dois a seguinte nuvem de palavras (figura 3) e gráfico (figura 4) revela quais palavras eles atribuíram quando perguntamos o que é uma abelha. A palavra “não” apareceu quando eles não sabiam o que era ou não responderam a questão.



Figura 3: Nuvem de palavra questão dois - questionário pré-intervenção.



Figura 4: Gráfico questão dois - questionário pré-intervenção.

A questão três apresenta como nuvem de palavras (figura 5) e gráfico (figura 6) as respostas sobre se eles sabiam como uma abelha vive.

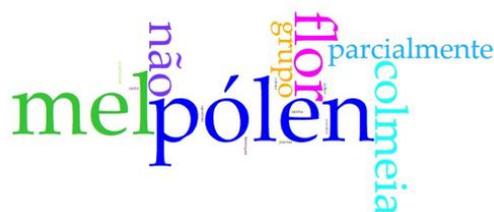


Figura 5: Nuvem de Palavras questão três - questionário pré-intervenção.

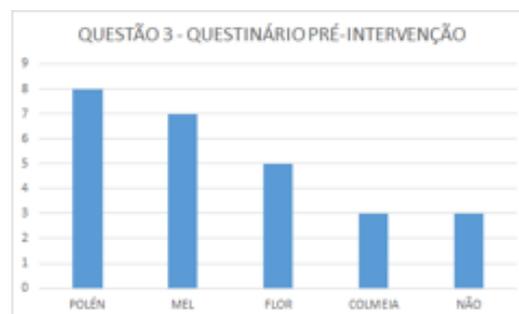


Figura 6: Gráfico questão três - questionário pré-intervenção.

A penúltima questão demonstra as respostas sobre a importância das abelhas, representadas pelas seguintes palavras (figuras 7 e 8).



Figura 7: Nuvem de palavra questão quatro - questionário pré-intervenção.



Figura 8: Gráfico questão quatro - questionário pré-intervenção.

A quinta e última questão do questionário pré-intervenção, expressa o que eles fariam ao depararem-se com um ninho de abelhas (figura 9 e 10).



Figura 9: Nuvem de Palavras questão cinco - questionário pré-intervenção.



Figura 10: Gráfico questão cinco - questionário pré-intervenção.

O questionário pós-intervenção foi respondido por dezenove alunos, sendo composto pelas mesmas questões. A questão um (figura 11 e 12), representa as seguintes respostas.



Figura 11: Nuvem de palavras questão um - questionário pós-intervenção.



Figura 12: Gráfico questão um - questionário pós-intervenção.

Questão número dois pós-intervenção (figura 13 e 14), neste caso a palavra “não” também representa quando o aluno não respondeu ou disse que não sabia a resposta.



Figura 13: Nuvem de Palavras questão dois - questionário pós-intervenção.



Figura 14: Gráfico questão dois - questionário pós-intervenção.

Questão três, foi representada pelas seguintes nuvem (figura 15) e gráfico (figura 16).



Figura 15: Nuvem de palavras questão três - questionário pós-intervenção.

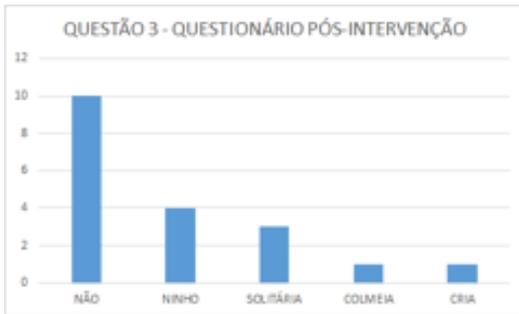


Figura 16: Gráfico questão três - questionário pós-intervenção.

Ainda no questionário pós-intervenção, a questão quatro foi analisada pelos gráficos (figura 18) e nuvem de palavras (figura 17) abaixo.



Figura 17: Nuvem de palavras questão quatro - questionário pós-intervenção.



Figura 18: Gráfico questão quatro - questionário pós-intervenção.

Para concluir, temos a última questão analisada do questionário pós-intervenção, sendo que a questão cinco são representadas pelas próximas nuvem de palavras (figura 19) e gráfico (figura 20).



Figura 19: Nuvem de Palavras questão cinco - questionário pós-intervenção.



Figura 20: Nuvem de Palavras questão cinco - questionário pós-intervenção.

Discussão

Com os resultados apresentados, podemos observar que não houve grande diferença entre os questionários pré e pós-intervenção, onde muitos ainda apresentaram palavras “negativas” ou insistiram nas mesmas do questionário pré-intervenção. Diante as análises, pelo convívio e relatos dos alunos, algumas considerações relevantes podem ser destacadas para explicar o porquê do nosso resultado não ter sido o esperado.

Uma delas seria o fato do tempo de intervenção ter sido insuficiente para tal sensibilização dos alunos quanto a importância das abelhas solitárias, seria necessário mais tempo para a realização da mesma, visto que os alunos tinham pouquíssimo ou quase nenhum conhecimento sobre o assunto que estávamos trabalhando. Alguns alunos relataram que nunca tinham visto tal tema em aulas de ciências na educação básica, como também disseram não gostar das mesmas, pois os professores eram *chatos* ou não *ensinavam bem*, portanto, se temos uma educação em crise tanto pelos conteúdos abordados, alunos que não veem importância ou se interessam pelo o que lhes é exposto e professores meramente técnicos, se fazia necessário mais tempo para sensibilizá-los, pois eles se fecham para novas ideias às quais eles não se sintam atraídos (FOUREZ, p. 10-11, 2003).

Outro ponto importante de ressaltar é a utilização dos questionários. Estes são de fácil análise e sistematização, mas como único instrumento de uma pesquisa qualitativa pode ser raso, oferecendo vantagens e desvantagens ao mesmo tempo. (MARTINHO, 2008)

A idade pode ter apresentado um papel relevante nesse resultado, ao trabalhar com adolescentes de 12 a 15 anos, percebemos que os mesmos têm um pensamento consolidado e muitas vezes não estão abertos a novas ideias. Como nossa estratégia era de sensibilizar através do domínio afetivo que a educação ambiental pode proporcionar, mas para esta faixa etária isso não tem tanta influência, sendo o domínio cognitivo de maior relevância. (CHAPANI E CAVASSAN, p. 23, 1997)

Houveram questões que foram “positivas” e que apresentaram diferença, como por exemplo a questão sobre a importância das abelhas, que no questionário pré-intervenção muitos responderam que não sabiam (figura 8), e após a intervenção (figura 18) eles citaram que elas eram responsáveis pelas plantas, produção, reprodução (palavras mais citadas). Isso evidencia uma sensibilização dos alunos, pois dos dezoito alunos que responderam os questionários pós-intervenção, mais da metade utilizaram novas palavras em suas respostas sobre a importância ecológica das abelhas.

Concluimos que outros estudos devem ser propostos para sensibilizar as crianças e adolescentes sobre a importância dessas abelhas, sendo que estes tenham maior tempo de intervenção e aplicados com várias faixas etárias, pois assim, teremos como comparar e entender melhor a relação do ser humano com essas espécies.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores da disciplina de Ecologia Comportamental pela oportunidade de realizar esse projeto, ao Projeto Madre Cabrini por ter se disponibilizado a participar da pesquisa, aos nossos familiares pelo apoio, ao nosso tutor Guilherme Gonzaga da Silva por ter nos auxiliado durante todo o processo da pesquisa.

Referências

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael R. P.; RIBEIRO, Elisa A.. **A Técnica do Questionário na Pesquisa Educacional**. Evidências, Araxá. v.7, n.7, p. 251-266, 2011.

CHAPANI, Daisi T., CAVASSAN, Osmar. **O estudo do meio como estratégia para o ensino de ciências e educação ambiental**. Mimesis, Bauru, v. 18, n. 1, p. 19-39, 1997.

FOUREZ, Gérard. **CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS?**. Investigações em Ensino de Ciências, Namur, Belgium, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

LEÃO, Ana Lúcia Carneiro, SILVA, Lúcia Maria Alves. **Fazendo Educação Ambiental**, 4ª ed. rev. atual. Recife: CPRH, 1999, 32p. (Biblioteca Pernambucana do Meio Ambiente, 002).

LINSLEY, E. Gorton. **The Ecology of Solitary Bees**. Hilgardia, Califórnia, out. 1958. Agricultural Science Published.

MACIVOR, J. Scott, e Laurence Packer. **“Bee Hotels’ as Tools for Native Pollinator Conservation: A Premature Verdict?”** PLOS ONE 10, no 3 (18 de março de 2015): e0122126. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122126>.

MACIVOR, J. Scott. **“Cavity-nest boxes for solitary bees: a century of design and research”**. Apidologie 48, no 3 (1o de maio de 2017): 311–27. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0477-z>.

MARTINHO, Tânia Sofia Guimarães Romão Mateus. **Potencialidades das TIC no Ensino das Ciências Naturais - um estudo de caso**. 2008. 188 p. Dissertação (Mestrado em Multimídia em Educação)- Departamento de Didática e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro.

PERUQUETTI, R.C. **Introdução ao estudo sobre abelhas**. Disponível em <http://www.ufac.br/ppgespa/polen>. acessado em: 08 de outubro de 2018.

PROJETO MADRE CABRINI. **O Projeto Madre Cabrini**, 2018. O projeto. Disponível em: < <http://www.projetomadrecabrini.org.br/quem-somos/o-projeto.html> > . Acessado em: 07 de outubro de 2018.

SCHÖNFELDER, Mona Lisa, e BOGNER, Franz Xaver. **“Individual Perception of Bees: Between Perceived Danger and Willingness to Protect”**. Organizado por Nikolaos Georgantzis. PLOS ONE

12, no 6 (29 de junho de 2017): e0180168.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180168>.

SHUJAA, M. **Modelo de Pensamento sobre visões de mundo**. Apresentação Oral. 2005