



ISSN: 2237-6372
ANO 14, N. 53,
SETEMBRO/2020

BOLETIM

PETBio | UFMA

SE A LUA TOCA O MAR, ELA PODE NOS TOCAR?

*Influência de corpos celestes em
organismos marinhos*

LINHA DE PESQUISA

**PROF. DR. LUCAS CARDOSO
MARINHO**

ENSAIO

**A AREIA ESTÁ MAIS QUENTE!
O AQUECIMENTO GLOBAL E A
FEMINIZAÇÃO DAS TARTARUGAS-
MARINHAS**

SUMÁRIO

Notícias

3

Você é o salmão que eu respiro: ser multicelular que não precisa de oxigênio para sobreviver foi descoberto

Por Anna Letícia Silva da Costa e Vinícios Olegario Mesquita Arraes

Linha de Pesquisa

31

Prof. Dr. Lucas Cardoso Marinho

*Conheça um pouco sobre suas linhas de pesquisa.
Por Daniely Feitoza Aires e Vinícios Olegario Mesquita Arraes*

Entrevista em dupla

32

Profa. Dra. Mariana Guelero do Valle e Profa. Marcia Amelia Gaspar Matos

Por Ana Jessica Sousa Coelho, Anna Letícia Silva da Costa e Sabrina Torres Soares

Escreva você também

21

Abelhinha, que cheiro é esse?

*Uma revisão sobre biologia, distribuição, filogenia e tipos de socialidade em abelhas Euglossina
Por Ronaldo Sousa Veloso e Carlos Luis Neves Junior*

Ensaaios

4

A areia está mais quente!

*O aquecimento global e a feminização de tartarugas-marinhas
Por Daniely Feitoza Aires*

5

As plantas como protagonistas no combate à contaminação

*Inovação e tecnologia, como a fitorremediação utiliza as plantas para reduzir a poluição ambiental?
Por Thaylenne Vanessa Pinheiro da Silva, Anna Letícia Silva da Costa e Luís Davi Santos Fernandes*

6

Sua música diz mais que mil palavras!

*Discutindo comportamentos comunicativos ligados ao forrageio em abelhas-sem-ferrão
Por Ronaldo Sousa Veloso*

18

Dá no coração, o medo que algum dia o mar vire lixo!

Por Gabrielle Silva Neves

19

Por baixo do tapete: onde a ciência esconde seus resultados inesperados?

Por Juliana Mendes Sousa

20

Afinal, o que são óleos essenciais?

Por Jose Weliton Aguiar Dutra

34

O reino dos insetos diretamente dos quadrinhos

Por Juliana Rivas Figueredo Pereira

35

Às vezes é necessário morrer para que a vida continue

Por Ruth Myrian de Moraes e Silva

36

Bicho estranho com jeito esquisito

*As peculiaridades do ornitorrinco
Por Sabrina Torres Soares e Ellen Thâmara Sampaio Castro*

Artigo:

SE A LUA TOCA O MAR, ELA PODE NOS TOCAR?
Influência de corpos celestes em organismos marinhos

Por Gabrielle Silva Neves, Ana Caroline Carvalho Araujo e Roberta Neves Alcantara

8

Seção: "Animais ameaçados de extinção"

Caros leitores,

Nesta edição 53, o Boletim PETBio apresenta algo que geralmente nos passa despercebido, mas que exerce uma enorme influência a vida tal como conhecemos, a influência lunar sobre as atividades e dinâmicas dos organismos vivos. A partir de sua leitura, entendemos como este corpo celeste atua nos ciclos de marés e, por meio disto, influência nos processos ecológicos e evolucionários em todo o planeta. Esta edição também traz uma revisão sobre a biologia, distribuição, filogenia e tipos de socialidade em abelhas Euglossina, um dos principais polinizadores da região Neotropical. Apresentamos a linha de pesquisa da Prof. Dr. Lucas Cardoso Marinho, do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (DEBIO-UFMA), e entrevistamos as professoras Dra. Mariana do Valle (DEBIO-UFMA) e Márcia Matos (Escola Dr. Clarindo Santiago). Nos ensaios, esta edição apresenta os efeitos do aquecimento global na determinação sexual das tartarugas marinhas, o uso de plantas como alternativa tecnológica ao combate à poluição, comportamentos de comunicação de abelhas sem-ferrão, entre outros temas extremamente relevantes aos dias de hoje.

Desejo a todos uma boa leitura.
Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz
Tutor PET Biologia - UFMA

BOLETIM PETBIO UFMA
Ano 14, N. 53, Setembro de 2020
ISSN: 2237-6372

CORPO EDITORIAL

Realização
Grupo PET Biologia - UFMA

Supervisão geral
Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz

Revisores
Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz
Ana Caroline Carvalho Araujo
Denilson Costa Martins
Gabrielle Silva Neves
Juliana Mendes Sousa
Juliana Rivas Figueredo Pereira
Roberta Neves Alcantara

Diagramação
Ana Caroline Carvalho Araujo
Ana Vitória Santos Jorge
Daniely Feitoza Aires
Fabricio Pires Chagas
Larissa Helena Sousa Baldez Carvalho
Ruth Myrian de Moraes e Silva
Vinícios Olegario Mesquita Arraes

CONTATOS

E-mail
petbioufma@gmail.com

Site
petbioufma.wordpress.com

Instagram
@petbioufma

Você é o salmão que eu respiro

Ser multicelular que não precisa de oxigênio para sobreviver foi descoberto

Respirar é uma característica fundamental da vida multicelular, essa capacidade só é possível graças a uma organela chamada mitocôndria que transforma o oxigênio em nossa moeda energética, o ATP. No entanto pesquisadores da Universidade de Tel Aviv, em Israel, descobriram um parasita do filo Cnidaria que não possui genoma mitocondrial, o *Henneguya salminicola*, se tornando então o primeiro organismo multicelular desprovido desta organela, ou seja, dispensa o oxigênio como fonte de energia, portanto, sua vida é completamente desprovida de oxigênio.

Os pesquisadores fizeram o sequenciamento de seu genoma e utilizaram técnicas de microscopia de fluorescência para conduzir os estudos. Dessa forma, descobriram que o animal não apresentava genoma mitocondrial, apesar de portar estruturas semelhantes às mitocôndrias, no entanto não sendo capazes de produzir enzimas fundamentais para utilizar oxigênio na produção de ATP. Além disso, perderam quase todos os genes envolvidos na transcrição e replicação de mitocôndrias.

Composto por 10 células, residente no músculo de salmões e pertencentes ao mesmo filo dos corais e águas-vivas, esse parasita surpreende muitos cientistas ao redor do mundo com a sua ausência de mitocôndrias. Já possuem evidências nas quais afirmam que organismos residentes de ambientes anaeróbicos acabam perdendo a capacidade respirar com o passar do tempo, mas a forma como este parasita obtém a energia necessária sem o uso do oxigênio ainda é uma incógnita, supõe-se que a mesma é absorvida de seu hospedeiro. Diferente de seus parentes próximos que podem sobreviver a longos períodos em ambientes hipóxicos, esse parasita pode

sobreviver o seu ciclo de vida inteiro sem o uso de oxigênio, o porquê da perda da capacidade de usar oxigênio ainda é um mistério e ainda não se sabe como o parasita gera energia, mas sabe-se que o *H. salminicola* é capaz de sobreviver até em sedimentos com baixa oxigenação.

Embora inofensivo para o ser humano, é um grande problema para os criadores de peixe, pois causam manchas nas carnes dos peixes. Com isso, a descoberta desse novo parasita e de suas propriedades podem auxiliar os pescadores a encontrar uma estratégia para lidar com esse problema.

Desse modo, acaba de ser adicionado um novo nível de complexidade ao que o meio científico considerava uma premissa central. Portanto, a pesquisa evolutiva acaba de encontrar uma revolução, o primeiro organismo pertencente ao reino animal que independe de oxigênio para sobrevivência é descoberto. A idéia de que decorrente ao processo da evolução os organismos se tornam cada vez mais complexos em relação aos seus antepassados, a *H. salminicola* mostra que sua simplicidade é chave da sua adaptação. Além disso, essa grande descoberta vai ajudar a entender melhor como a vida funciona e questões evolutivas ainda persistentes.

Referências

YAHALOMI, D., *et al.* A cnidarian parasite of salmon (Myxozoa: Henneguya) lacks a mitochondrial genome. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 117, n. 10, p. 5358-5363, 2020.

A areia está mais quente!

O aquecimento global e a feminização de tartarugas-marinhas

Daniely Feitoza Aires

Curso de Ciências Biológicas/UFMA - São Luís

As tartarugas-marinhas são répteis que surgiram a muitos anos, possivelmente no período Jurássico, destacando-se entre os répteis mais antigos, com mais de 100 milhões de anos de existência, em seu processo evolutivo. São animais que vivem no oceano, conhecidos por serem muito tranquilos e fofos, que morfologicamente pesam até 1000 quilos e alcançam de 1 a 2 metros de comprimento, além de apresentarem variações de tamanhos dependendo da idade. Os seus hábitos costumam ser solitários, vivem maior parte de sua vida no oceano em zonas de alimentação e a outra na terra apenas para realizar a sua desova¹ e nidificação². Elas são fundamentais para a preservação do meio ambiente, principalmente o marinho, pois exercem participação no equilíbrio dos recifes de corais, por exemplo.

Esses animais vivem por muitos anos, e durante sua maturidade sexual, que varia entre as espécies, eles se reproduzem e migram para o ambiente terrestre para realizar a construção dos ninhos e posterior deposição de seus ovos, incubando-os a uma temperatura adequada para sua preservação. No mais, a temperatura não é importante somente para a conservação dos ovos, mas também para a diferenciação sexual desses animais. Vale ressaltar que outros répteis, como os crocodilos, também sofrem influência da temperatura de incubação presente no seu desenvolvimento embrionário, sendo um fator importante para a determinação do sexo. Assim, para tartarugas-marinhas, as temperaturas mais frias determinam os filhotes machos, ao passo que temperaturas mais altas, apenas fêmeas.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) a previsão é que a temperatura global aumente 3,4 graus até o ano de 2100, alarmando sobre o agravamento do aquecimento global devido às ações antrópicas. Com isso, a maioria das populações de tartarugas-marinhas estão em perigo devido ao aumento das temperaturas de incubação que acabam gerando apenas fêmeas, e também a possibilidade de alta na mortalidade de ovos em desenvolvimento, com isso, é nítida a ameaça à existência e preservação de tartarugas marinhas. Além disso, o mar vem sofrendo os efeitos da elevação da temperatura das águas ocasionando o branqueamento dos corais, consequentemente, aumentando a temperatura da areia da praia, o que influencia diretamente no ambiente de incubação das tartarugas.

A tartaruga-verde é uma espécie presente em águas tropicais e subtropicais, espalhadas pelos oceanos, que é uma das mais ameaçadas pela crescente temperatura global (Figura 1). Suas populações se concentram na Grande Barreira de Corais (GBR), na Austrália, a qual atua como um habitat para a nidificação das populações desses animais. Estudos realizados com duas populações diferentes dessas tartarugas com idades variadas e que se reproduzem em regiões opostas da GBR, resultaram em provas de que as populações presentes na região norte, com temperatura da areia mais quente, apresentaram elevação no número de

fêmeas se comparado ao número de machos. Já na região sul, com areias mais frias, as populações apresentaram menor variação no número de fêmeas, com proporção sexual equilibrada em ambos os sexos. Assim, o aumento da feminização entre as populações de tartarugas-marinhas está claro, aproximando-se de um número crescente de fêmeas em algumas populações e que em pouco tempo podem alcançar populações compostas somente de fêmeas, ameaçando a persistência desses organismos.



Figura 1: *Chelonia mydas*, tartaruga-verde ou Aruanã no ambiente marinho.

Fonte: Blogspot Fauna e flora em extinção.

Dessa forma, devido às constantes mudanças climáticas e à evidente influência na reprodução de animais no ambiente costeiro marinho, são necessárias medidas mais eficazes de conservação, considerando que essas ações possam incluir alternativas de manejo para tentar minimizar a temperatura da areia e dos ninhos a fim de permitir uma melhor adaptação e possível controle da população. Além disso, a busca por tentativas que visam desacelerar o aumento da temperatura global é necessária para evitar a extinção desses animais marinhos e também equilibrar o ecossistema.

Glossário

- 1: depósito de ovos nos ninhos.
- 2: quando o animal produz seu ninho.

Referências

- JENSEN, M. P. et al. Environmental Warming and Feminization of One of the Largest Sea Turtle Populations in the World Alternativas. **Current Biology**, Elsevier, v. 28, p. 154-159, 2018.
- PALADINO, P. V.; ROBINSON, N. J. **Sea Turtles**. Elsevier, 2013, p. 1-5.

As plantas como protagonistas no combate à contaminação

Inovação e tecnologia, como a fitorremediação utiliza as plantas para reduzir a poluição ambiental?

Thaylenne Vanessa Pinheiro da Silva

Anna Letícia Silva da Costa

Luis Davi Santos Fernandes

Curso de Ciências Biológicas/UFMA - São Luís

Com o crescimento da atividade industrial e aumento dos impactos ambientais decorrentes de tais atos, alguns métodos de remediação começaram a ser empregados para tentar reverter os danos causados pela poluição e prevenir possíveis novos danos. Os métodos de remediação mais utilizados dependem de uma série de fatores, como as características do local, a concentração de poluentes, disposição de espaço e posterior uso do meio contaminado. A fitorremediação é um processo que utiliza plantas como agentes de purificação dos ambientes contaminados ou poluídos pelo despejo de minerais como, por exemplo, o cobre (Cu) e o zinco (Zn), e até mesmo compostos orgânicos, como hidrocarbonetos de petróleo. As plantas absorvem os poluentes e os armazenam em suas estruturas internas, possibilitando a retirada dos mesmos e a reutilização do espaço.

Atualmente, a fitorremediação é um exemplo de processo econômico e eficiente, pois utiliza espécies vegetais na retirada dos poluentes. O baixo custo de manutenção permite a sua aplicação em grandes áreas, atraindo a atenção do mercado decorrente de sua eficiência a longo prazo, do baixo custo de manutenção, além disso, é uma das formas mais limpas de despoluição para a natureza.

Com o avanço da biotecnologia, as pesquisas científicas já conseguiram provar o potencial e a eficácia de diversas espécies de plantas fitorremediadoras, como por exemplo as plantas dos gêneros *Phragmites*, *Tamarix*, *Nicotianae* e *Helianthus*, que são geralmente utilizadas em solos, ar e águas contaminados. Para a escolha dessas espécies de plantas, algumas propriedades importantes para a fitorremediação em geral são as seguintes: elevada produção de biomassa, competitividade, crescimento rápido, vigor e tolerância à poluição.

Para isso existem algumas técnicas já utilizadas na fitorremediação como: fitoextração, fitoestabilização, fitodegradação, fitovolatilização, fitoestimulação. A fitoextração consiste na extração dos poluentes pelas raízes e são translocados dentro da planta, sendo muito utilizada em contaminantes metálicos como cobre, níquel e chumbo. A fitoestabilização implica no uso de plantas como estabilizadores de poluentes no solo através da absorção e acumulação pelas raízes, visto que as raízes das plantas reduzem a quantidade de água no solo e assim conseguem

impedir a contaminação por metais pesados e atuam na redução de erosões.

Na fitodegradação, as plantas são capazes de degradar poluentes orgânicos por suas próprias atividades enzimáticas, absorvendo contaminantes e degradando-os no interior de suas células vegetais. A fitovolatilização consiste na captação e transpiração de um contaminante pelas plantas, e na liberação dos contaminantes ou uma forma modificada deles para a atmosfera. Já a fitoestimulação consiste no processo de liberação de aminoácidos e polissacarídeos pela raiz que produzirá um estímulo para atividades microbianas com capacidade de degradar poluentes orgânicos.

Apesar dos estudos recentes e ainda sendo desenvolvidos em relação ao tempo de desenvolvimento dessa técnica e a busca por novos potenciais em plantas ainda não utilizadas, é inegável que a fitorremediação possui alto potencial tecnológico. Sendo assim, com o aumento da poluição ambiental decorrida de ações do homem, a fitorremediação vem como uma alternativa acessível e limpa de despoluição, acarretando vantagens em sua versatilidade de aplicação. Se tudo der certo, futuramente essa técnica poderá ser utilizada em larga escala para o tratamento de locais contaminados pela poluição ambiental. Trazendo benefícios para ciência e populações pelo mundo afora com uma técnica de excelente custo benefício e livre de agressão ambiental.

Referências

- LAMEGO, F. P., Vidal, R. A. *et. al.* Fitorremediação: plantas como agentes de despoluição?. *Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*. v. 17, p. 9-18, 2007.
- VASCONCELLOS, M. C., Pagliuso, D., Sotomaior, V. S. *et. al.* Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo. *Estudos de Biologia*. v. 34, p. 261-267, 2012.
- MEJÍA, P. V. L., Andreoli, F. N., Andreoli, C. V., Serrat, B. M. *et. al.* Metodologia para Seleção de Técnica de Fitorremediação em Áreas Contaminadas. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. v. 31, 2014.

Sua música diz mais que mil palavras!

Discutindo comportamentos comunicativos ligados ao forrageio¹ em abelhas-sem-ferrão

Ronaldo Sousa Veloso

Curso de Ciências Biológicas/ UFMA - São Luís

Um dos grupos mais notáveis entre as abelhas corbiculadas² é, sem dúvida, a subtribo Meliponina, cujos membros são comumente referidos como “abelhas-sem-ferrão”. Parte de Apidae, uma família de himenópteros caracterizada por evidentes diversidades comportamentais e morfológicas, os meliponíneos estão presentes em todas as regiões tropicais do mundo, bem como nos subtrópicos do Hemisfério Sul, com 21 gêneros.

Esses insetos se caracterizam como abelhas de entre 1,8 e 13,5 mm de comprimento, sendo que as fêmeas apresentam ferrões e estruturas associadas extremamente reduzidas. Altamente eussociais³, sua organização colonial é baseada em duas castas, rainhas e operárias, que diferem acentuadamente entre si em morfologia, fisiologia e comportamento, com as primeiras responsáveis pela oviposição, e as segundas, pela manutenção das colônias e pelo cuidado com a prole. Seus ninhos ocupam, em sua maioria, cavidades pré-existent, e são feitos de cera, com células de cria⁴, potes de armazenamento⁵ e revestimentos feitos de cera e resina, externamente envolvidos pelo batume⁶ (Figura 1). As células de cria são aprovisionadas com uso de pólen, secreções glandulares, néctar ou mel.



Figura 1. Estrutura interna de ninho de *Melipona mondury*, com vista dos potes de armazenamento (centro) e células de cria (direita). Nas bordas, em cinza escuro, partes do batume removido. Imagem editada. Fonte: VIANA et al., 2015.

Em muitas áreas tropicais americanas, essas abelhas representam, possivelmente, os principais polinizadores da vegetação nativa. Nesse contexto, quando alguns meliponíneos encontram uma nova fonte alimentar, retornam ao ninho para recrutar outras abelhas para explorá-la, utilizando, para isso, de movimentos corporais ativos, que podem estar associados à produção de sons por vibrações das asas. Isso já foi registrado, por exemplo, nas espécies *Melipona scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *M. panamica*,

sendo que, para a última espécie mencionada, um estudo conduzido pelo *Department of Neurobiology and Behavior da Cornell University* (Ithaca, EUA), em 1998, encontrou uma correlação positiva entre a duração dos pulsos sonoros produzidos pelas abelhas e a distância do recurso localizado.

Já em 2001 e 2002, outras duas pesquisas realizadas pelo *Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales da Universidad Nacional de Costa Rica*, demonstraram, respectivamente, uma provável relação entre a distância recurso-ninho e a frequência de excreções pelas abelhas na trilha entre ambos, durante o forrageio de *M. favosa* (Figura 2); e uma correlação positiva entre a duração dos pulsos sonoros produzidos por *M. panamica* e a concentração de açúcares na fonte alimentar. Em 2004, Hrncir et al. demonstraram, por sua vez, que *M. seminigra* (Figura 3) sinaliza suas fontes de recurso, utilizando de secreções das pernas das abelhas para produzir trilhas químicas com marcações de alcance de 1 m e viáveis por até 2 h.



Figura 2. *Melipona favosa*. Fonte: Roger Ayazo, Colômbia, 10 de fevereiro de 2019.



Figura 3. *Melipona seminigra*. Fonte: Desconhecida. Disponível em: “Boca de Renda (*Melipona seminigra merrillae*)” Fonte: (endereço: <https://meliponariojardim.blogspot.com/2013/05/boca-de-renda-melipona-seminigra.html>). Acesso em: 09/08/2020.

Assim, observa-se, portanto, que as abelhas-sem-ferrão constituem um grupo cuja evidentes complexidade sociobiológica e desempenho ecológico se encontram favorecidos pela presença de comportamentos comunicativos de grande eficiência nesses insetos. Tal fato reforça, dessa forma, a concepção desses himenópteros como alvos de crescente interesse para investigações quanto ao funcionamento da eussocialidade, bem como para o entendimento das estratégias de organização que, enquanto garantem a eficiência desses organismos na busca por recursos, os torna verdadeiros engenheiros da polinização nos ambientes tropicais.

Glossário

- 1: comportamento dos animais quanto à busca e exploração de recursos alimentares.
- 2: referente a uma franja de pêlos presente na tíbia posterior dessas abelhas, utilizada para o carregamento de pólen.
- 3: referente à organização social caracterizada pela sobreposição de gerações, pelo cuidado cooperativo da prole pela presença de duas castas (reprodutores e operários).
- 4: cavidades construídas para a oviposição e forrageio larval. Dentro das mesmas, as larvas eclodem, se alimentam, se desenvolvem e, por fim, emergem como insetos adultos.
- 5: recipientes construídos para o armazenamento de mel em ninhos de abelhas-sem-ferrão.
- 6: estrutura formada por placa rígidas de barro e resina, que envolvem externamente os ninhos de abelhas-sem-ferrão.

Referências

AGUILAR, I.; SOMMEIJER, M. The deposition of anal excretions by *Melipona favosa foragers* (Apidae: Meliponinae): behavioural observations concerning the location of food sources. **Apidologie**, v. 32, n. 1, p. 37-48, 2001.

AGUILAR, I.; BRICEÑO, D. Sounds in *Melipona costaricensis* (Apidae: Meliponini): effect of sugar concentration and nectar source distance. **Apidologie**, v. 33, n. 4, p. 375-388, 2002.

ESCH, H.; ESCH, I.; KERR, W. E. Sound: an element common to communication of stingless bees stingless bee, *Melipona seminigra*. **Apidologie**, v. 35, n. 1, p. 3-13, 2004.

ESCH, H.; ESCH, I.; KERR, W. E., Sound: An Element Common to Communication of Stingless Bees and to Dances of the Honey Bee. **Science**, v. 149, n. 3681, p. 320-321, 1965.

HRNCIR, M. et al. On the origin and properties of scent marks deposited at the food source by a MICHENER, C. D. Comparative social behavior of bees. **Annual Review of Entomology**, v. 14, n. 1, p. 299-342, 1969.

LINDAUER, M.; KERR, W. E. Communication between the workers of stingless bees. **Bee World**, v. 41, n. 2, p. 29-41, 1960.

MICHENER, C. D. Classification of the Apidae (hymenoptera). **The University of Kansas Science Bulletin**, v. 54, n. 4, p. 75, 1990.

MICHENER, C. D. The bees of the world. 1 Ed. Baltimore. **Johns Hopkins University Press**. 953p., 2000.

NIEH, J. C.; ROUBIK, D. W. A stingless bee (*Melipona panamica*) indicates food location without using a scent trail. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 37, n. 1, p. 63-70, 1995.

NIEH, J. C.; ROUBIK, D. W. Potential mechanisms for the communication of height and distance by a stingless bee, *Melipona panamica*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 43, n. 6, p. 387-399, 1998.

ROUBIK, D. W. Ecology and Natural History of Tropical Bees. 2 Ed. Cambridge Tropical Biology Series. **Cambridge: Cambridge University Press**, 1992.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. AR; ALMEIDA, E. AB. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. **Fundação Araucária**. Belo Horizonte. 253p, 2002.

VIANA, J. L. et al. Bionomia de *Melipona mondury* Smith 1863 (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) em relação ao seu comportamento de nidificação. **Biota Neotropica**, v. 15, n. 3, 2015.

VILAS BOAS, H. C. **Multiplicação induzida de colmeias de abelhas *Melipona seminigra* Friese, 1903 (Hymenoptera, Apidae) submetidas a diferentes tipos de alimentação complementar, em Manaus – AM**. Manaus: [s.n.], 2012. viii, 79 f.. Dissertação (Agricultura no Trópico Úmido (ATU)) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Se a Lua toca o mar, ela pode nos tocar?

*Influência de corpos celestes em
organismos marinhos*



Gabrielle Silva Neves, graduanda do Curso de Ciências Biológicas (Licenciatura) na Universidade Federal do Maranhão. Estagiária do Laboratório de Organismos Aquáticos - LABAQUA e membro do Grupo de Estudos de Elasmobrânquios do Maranhão - GEEM, desenvolvendo pesquisas na área de macroestruturas, como morfologia de dentes e denticulos dérmicos de raias e tubarões. Bolsista do Programa de Educação Tutorial - PET Biologia UFMA, atuando nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, além de colaborar como revisora do periódico Boletim PET-Bio. Estagiária no Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão.



Ana Caroline Carvalho Araujo, graduanda do Curso de Ciências Biológicas, modalidade Licenciatura, pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Estagiária do Laboratório de Paleontologia e do Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHANAMA), onde realiza trabalhos voltados para a área de paleozoologia. Bolsista do Programa de Educação Tutorial - PET Biologia UFMA, onde executa projetos de Ensino, Pesquisa e Extensão. Técnica em Informática Avançada.



Roberta Neves Alcantara, técnica em Meio Ambiente pelo Instituto Federal do Maranhão - IFMA. Graduanda em Ciências Biológicas (Bacharelado) pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Bolsista do Programa de Educação Tutorial - PET Biologia, atuando no tripé ensino-pesquisa-extensão. Atualmente, desenvolvendo pesquisa em Genética Animal com ênfase na avaliação da variação em genes do sistema imune do *Ginglymostoma cirratum* (Tubarão Lixa), sob orientação do Prof. Dr. Luis Fernando Carvalho Costa.

Introdução

Nós buscamos o entendimento acerca dos fenômenos da natureza desde o início de nossa história. Inúmeros questionamentos já foram feitos, alguns respondidos e outros nem sequer foram pensados. No entanto, a curiosidade humana está sempre aguçada para observar e refletir sobre os mais variados eventos. Embora a descoberta da influência da Lua nas marés seja atribuída a cientistas ilustres, como Isaac Newton e Johannes Kepler, em seu livro “História da missão dos padres capuchinhos na ilha do Maranhão e terras circunvizinhas”, Claude d’Abbeville relata que os Tupinambá já associavam as marés à Lua (AFONSO, 2006, 2009, 2014).

Em “Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano”, Galileu Galilei discute sobre a influência dos movimentos de rotação e translação da Terra nas marés, no entanto, não relacionou o evento ao satélite natural de nosso planeta. Pouco depois, Kepler, em sua obra “*Astronomia Nova*” publicada em 1609, demonstra a órbita elíptica dos planetas e traz a ideia de que o Sol e a Lua agem sobre as marés, o que é reafirmado por Newton através da Lei da Gravitação Universal, em sua obra “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural” de 1687, que apresenta a força gravitacional como sendo o fator principal para esse fenômeno (AFONSO, 2009).

Também conhecida como maré astronômica, essa variação do nível do mar é, principalmente, resultado da atração gravitacional exercida pela Lua sobre o nosso planeta. Embora a força gravitacional do Sol seja maior que a da Lua, a força de maré exercida por este último é quase 3 vezes maior, pois quanto menor a distância, mesmo com uma massa inferior, maior a intensidade de atração (AFONSO, 2009).

Essa flutuação do nível das águas afeta diretamente a fauna e o ambiente marinho, podendo alterar habitats em um curto espaço de tempo e, conseqüentemente, causar efeitos na distribuição de espécies, assim como sua abundância e diversidade. Além disso, essas variações são capazes de influenciar desde organismos que fazem parte da escala microscópica, até animais de maior porte (BORGES E SILVA, 2010; REIS-FILHO et al., 2010).

Aqui buscamos apresentar um pouco mais sobre os mistérios por trás da influência lunar nas marés e como isso influencia no desenvolvimento, alimentação e demais processos biológicos dos organismos que são influenciados por esse fenômeno.

A Lua e as marés

O sistema composto por Terra, Lua e Sol tende a influenciar as marés, que consistem dos movimentos oscilatórios da superfície dos oceanos, com a Lua desempenhando o papel principal por sua maior proximidade com o nosso planeta (MANTELLATTO, 2012; MARTELLO, 2019; MEURER, 2010; PAULINO; BATISTA; BATISTA, 2013; UAISSONE, 2004). A variação periódica do nível da altura das marés se deve pela ação combinada entre a rotação e atração gravitacional exercidas por esses dois astros de

forma contínua sobre o planeta, sendo conhecida como maré astronômica (UAISSONE, 2004). Esse fenômeno é bem mais evidente na costa marítima, onde a subida e descida do nível do mar acontece de forma regular 2 vezes ao dia, podendo ter uma variação entre 1 e 15 metros no mundo todo, com a costa brasileira tendo uma variação de pouco mais de 1 metro, com exceção do Maranhão que apresenta marés de mais de 5 metros (MEURER, 2010). Além disso, diversas outras causas, como as correntes marinhas, forçantes atmosféricas e cheias de rios (em porções estuarinas) influenciam a variação no nível do mar (MANTELLATTO, 2012; MEURER, 2010; UAISSONE, 2004).

Os movimentos regulares de maré estão relacionados com a força gravitacional exercida pela Lua sobre os oceanos e com as fases lunares (UAISSONE, 2004). As marés menos elevadas e de correntes mais fracas são influenciadas pelas fases de Lua minguante e crescente - quadratura -, quando a lua se encontra do lado oposto, gerando uma influência gravitacional menor nos oceanos (Figura 1A). As marés mais elevadas, e de maior intensidade, pelas fases cheia e nova - sizígia, pois, durante esse período, Terra, Lua e Sol estão alinhados, e a atração gravitacional exercida pelos dois últimos se soma, gerando correntes marítimas mais elevadas (Figura 1B) (MANTELLATTO, 2012; MEURER, 2010).

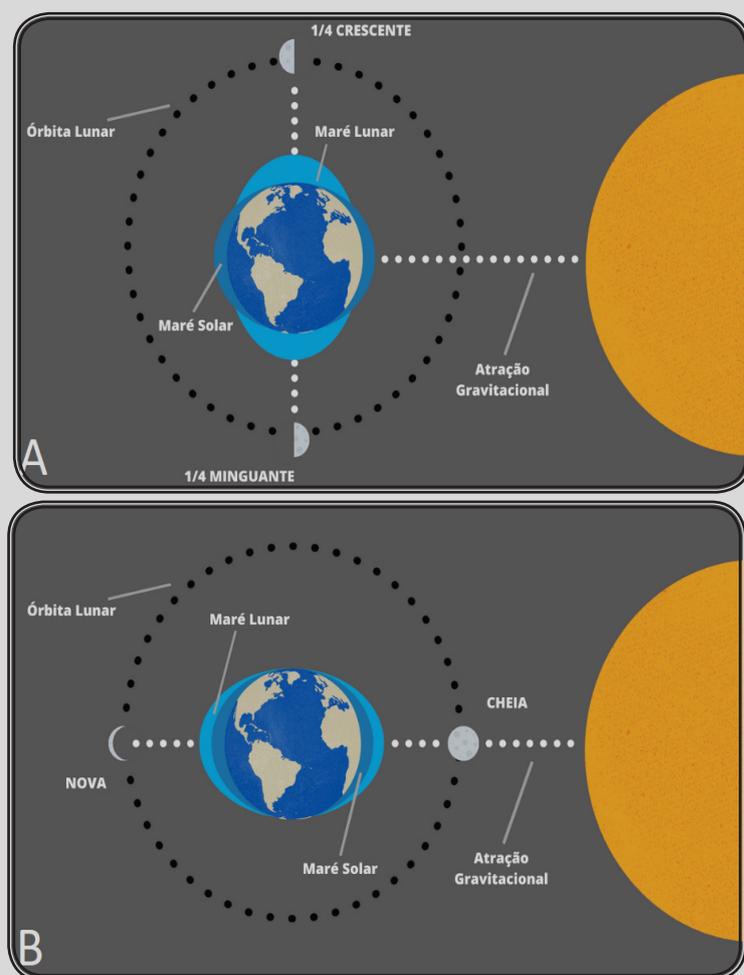


Figura 1: Demonstração esquemática da influência da atração gravitacional exercida pela Lua e Sol nos fenômenos de maré. A) fases de 1/4 crescente e minguante; B) fases cheia e nova. Fonte: Própria (2020).

A maré astronômica altera, de certo modo, ambientes próximos à costa, influenciando, além da quantidade de água nesses locais, a salinidade e o transporte de matéria em suspensão, que, por sua vez, levam à manutenção da fauna nesse ambiente (MARTELLO, 2019; REIS-FILHO et al., 2010; WOLANSKI et al., 2004). Essas mudanças causam variações sazonais bem significativas, que se devem ao uso desses pontos por espécies migratórias, que alteram diretamente a estruturação da fauna já existente, levando a uma mudança tanto na quantidade e modo de vida, quanto na diversidade das comunidades locais (MARTELLO, 2019).

Do micro...

Ao observarmos as marés, conseguimos associá-las rapidamente ao deslocamento de animais marinhos. Embora seja uma dedução fácil de ser realizada, os eventos que permeiam esses movimentos não são tão óbvios. Quando as oscilações das ondas ocorrem, elas alteram as frequências de luminosidade e nutrientes naquele local, o que, conseqüentemente, afeta a abundância e distribuição das comunidades fitoplanctônicas (DEMERS; LEGENDRE; THERRIAULT, 1986; MASUDA; MOSER; BARRERA-ALBA, 2011; MOSER et al., 2001, 2002). Essas alternâncias requerem dos organismos certa adaptação às marés, visto que essas são responsáveis pela mistura da coluna d'água e, assim, da disponibilização de nutrientes na superfície para que o fitoplâncton os consuma (MOSER et al., 2001, 2002).

Visto a necessidade de se nutrir em momentos esporádicos, em decorrência das marés, a competição entre as espécies de fitoplâncton acabou por torná-los mais rápidos em absorver os nutrientes do que específicos a determinado substrato, o que ocorre de maneira diferente do comum, em que as espécies têm maior afinidade por determinado substrato, como, por exemplo, areia ou argila (MARTINEZ, 1991). Outra maneira encontrada pelas variadas comunidades fitoplanctônicas em um estuário foi alternar a dominância entre as espécies de acordo com as marés de sizígia e quadratura, apresentando dominância de diatomáceas cêntricas nanoplanctônicas na fase de quadratura e fitoflagelados na sizígia, diferença que possivelmente ocorreu devido às oscilações de luz e à disponibilidade de nutrientes encontradas no momento (MOSER et al., 2001, 2002).

Além dos fitoplânctons, os zooplânctons estão sujeitos à influência da Lua, porém, nesse caso, também está relacionada à iluminação das águas pelo corpo celeste (HAMMER, 1981;

HERNÁNDEZ-LEÓN, 1998; HERNÁNDEZ-LEÓN et al., 2001, 2002; MELO et al., 2010). A migração vertical feita por eles ocorre principalmente no período noturno (EMERY, 1968; OHLHORST, 1982; SOROKIN, 1990), hábito que, somado às características do grupo, como a transparência e o tamanho reduzido, os tornam menos visíveis para os predadores (HOBSON; CHESS, 1976).

A diversidade e a abundância das comunidades zooplanctônicas migrantes podem ser alteradas de acordo com a intensidade luminosa da Lua (ALLDREDGE; KING, 1980). Ademais, os agregados de comunidades de zooplânctons de algumas espécies se tornam mais densos durante as luas cheia e nova (CORREIA, et al., 2014; FORWARD, 1987; JACOBY; GREENWOOD, 1989; SILVA, 2002), o que pode estar associado ao período reprodutivo de algumas espécies (CORREIA, et al., 2014; NASCIMENTO-VIEIRA, 2000; SILVA, 2002) que migram para a região pelágica para escapar de predadores e proteger as larvas (CORREIA, et al., 2014; CUNHA; SCHWAMBORN; SANTOS, 2012; FORWARD, 1987; SCHWAMBORN, 1997).

As modificações no ambiente marinho acarretadas pelo ciclo de maré também alteram periodicamente a compactação do sedimento, o que levou à adaptação da fauna a um ambiente instável. Alguns organismos da meiofauna estão adaptados a essas mudanças no habitat e têm sua distribuição diretamente relacionada com o fluxo de água e a compactação do sedimento (MEURER, 2010). A comunidade bentônica está associada aos fatores bióticos, como taxa reprodutiva e disponibilidade de alimento, e abióticos, como tamanho das partículas sedimentares e salinidade do meio (ALONGI, 1987; MEURER, 2010). Os organismos mais abundantes da meiofauna são os nematóides, responsáveis por diversas funções importantes dentro do ecossistema marinho, que vão desde ser alimentos de várias espécies até a remineralização da matéria orgânica presente no meio onde vivem (MEURER, 2010).

Variações na estrutura e composição da meiofauna ocorrem durante as marés de sizígia e quadratura e entre as marés de enchente e vazante, dependendo de fato do período analisado. É comum a ocorrência do aumento de areia na lua de quadratura e maré vazante, assim como um período em que as correntes permanecem estáveis, favorecendo a sedimentação das partículas antes em suspensão, promovendo alterações na estrutura e abundância da comunidade meio bentônica (MEURER, 2010).

"As modificações no ambiente marinho acarretadas pelo ciclo de maré também alteram periodicamente a compactação do sedimento, o que levou à adaptação da fauna a um ambiente instável."

... ao macro

As fases da Lua e consequentemente o nível da maré têm grande influência no ciclo de vida e na distribuição dos organismos adultos e formas larvais de crustáceos, como o *Lucifer faxoni*, uma espécie de camarão que vive em ambiente estuarino, onde deposita suas larvas que são transportadas para a plataforma continental adjacente (CUNHA et al., 2012). Esses animais têm preferência pela liberação de larvas durante o período noturno e em preamar, na plataforma continental, como forma de minimizar a taxa de predação das mesmas, proporcionando um ambiente ideal para o seu desenvolvimento. Enquanto isto, a semelhante preferência dos organismos adultos por permanecer em determinado local durante o período noturno e maré enchente evidencia melhores condições para sua sobrevivência apresentadas nestes pontos, certamente por possuir melhor oferta de alimento e menor quantidade de predadores (CUNHA et al., 2012; FERNANDES et al., 2002; SCHWAMBORN et al., 2002).

Fatores exógenos ao ambiente marinho atuam como importantes agentes sincronizadores do ciclo reprodutivo de animais da classe Echinoidea, destacam-se como os mais evidentes: fotoperíodo, temperatura da água, disponibilidade de alimento e, principalmente, o ciclo lunar. (VENTURA; PIRES, 2002; McBRIDE et al., 2004; MUTHIGA, 2005; JAMES; HEATH; UNWIN, 2007; LAGE; JOYEUX; GOMES, 2011).

O ouriço-do-mar, da espécie *Lytechinus variegatus* (Figura 2), tem como indicador das fases de sua vida (juvenil ou adulto) o índice gonadossomático (IG). Nas fases de lua nova o IG dos espécimes costuma ser menor, ou seja, se tratam de filhotes, o que sugere que essa é a fase mais viável para que *L. variegatus* realize a liberação de gametas (GOMES, 2011). No entanto, a lua nova não é a única fase em que isso ocorre, há liberação de gametas também na lua cheia, embora com menor intensidade. Além disso, as diferenças de IG entre os quartos lunares para os dois sexos, sugerem que machos e fêmeas apresentam sincronia na liberação de gametas. Essa sincronia é muito vantajosa para esta espécie, uma vez que a dispersão e o tempo limitado de viabilidade dos gametas são obstáculos limitantes, considerando a elevada dinâmica que existe no meio oceânico (VENTURA; PIRES, 2002; LAGE et al., 2011).



Figura 2: ouriço-do-mar (*Lytechinus variegatus*). Fonte: Hans Hillewaert

Organismos pequenos não são os únicos afetados pelo ciclo lunar, essa influência também ocorre em animais de maior porte, como os quelônios. As tartarugas possuem um ciclo de vida que, além de longo, apresenta diversas fases sucessivas desde o nascimento à reprodução. Os ovos desses répteis são incubados em ambiente terrestre e após a eclosão, os indivíduos deslocam-se para o mar, onde passam a maior parte de sua vida, voltando à terra novamente, no caso das fêmeas, para realizar a oviposição. Estudos apontam que as tartarugas preferem desovar em noites em períodos de lua nova, por serem noites mais escuras, uma vez que noites muito claras, como as de lua cheia, pode influenciar negativamente nas desovas, pois a luminosidade causada pela Lua aumenta a percepção visual de possíveis predadores, além de aumentar a presença de turistas na praia (LAW et al., 2010; NAKAMURA, 2018).

Nem todas as tartarugas respondem ao mesmo estímulo ambiental no momento de nidificação. Enquanto muitas espécies são mais influenciadas pela visibilidade da Lua no céu, espécies como *Dermochelys coriacea* (tartaruga de couro) são mais influenciadas pela maré, pois costumam realizar desova em noites de marés de sizíguas, que ocorrem durante as fases de luas nova e cheia. Esse tipo de maré auxilia essas tartarugas gigantes, que podem chegar a até 2 metros, a ultrapassarem com mais facilidade os arenitos da praia ou a fazerem seus ninhos acima da linha d'água máxima (GIRONDOT; FRETEY, 1996; NAKAMURA, 2018). De modo geral, grande parte das tartarugas marinhas realizam a desova durante as fases dos quartos crescente e minguante, quando ocorrem as marés mínimas (de quadratura), diferentemente das marés extremas que ocorrem nos dias de luas cheia e nova. (GRANT et al., 2009; NAKAMURA, 2018; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Dentre outros fatores, a flutuação no nível do mar causada pelos ciclos de maré apresenta grande influência sobre as espécies presentes em estuários, que são locais onde ocorrem importantes relações tróficas entre uma grande diversidade de espécies, funcionando como zonas de desenvolvimento para peixes juvenis e áreas de desova para indivíduos adultos (REIS-FILHO et al., 2010).

A ictiofauna estuarina apresenta uma perceptível variação sazonal, devido ao uso deste local por espécies migratórias, o que influencia na estruturação da comunidade de peixes, e ainda se relaciona com os processos reprodutivos e de forrageio das espécies presentes, o que reflete diretamente na utilização do habitat. O comprimento médio das espécies encontradas em ambientes mais rasos ou mais profundos de estuários também pode variar de acordo com o momento do ciclos de maré, sendo possível perceber uma diminuição no comprimento médio dos indivíduos presentes do início ao final da enchente, seguido por um aumento no comprimento médio no início da vazante, se acentuando no final da vazante e uma redução do comprimento no início do ciclo de maré seguinte (MARTELLO, 2019).

Essa constatação acaba por reforçar a ideia de que a estratégia de uso de habitats pelas espécies seja condicionada por sua tolerância a determinadas condições ambientais, seguindo principalmente as de curta duração (REIS-FILHO et al., 2010).

Algumas espécies de elasmobrânquios também demonstram certa influência da Lua em comportamentos adotados por elas. A raia *Mobula birostris*, muito conhecida como Raia Jamanta ou Manta, tem distribuição global, podendo ser encontrada em variados ambientes aquáticos, como ilhas e estuários (COMPAGNO; LAST, 1999; DEWAR, et al., 2008; MEDEIROS, 2012; RUBIN, 2002; STEWART et al., 2016; YANO; SATO; TAKASHI, 1999). Além de chamar atenção pelo seu tamanho, sendo considerada uma raia gigante, podendo atingir quase 7 metros (LAST; STEVENS, 1994), apresenta um peculiar comportamento de realizar saltos para fora d'água (DE JESÚS GÓMEZ-GARCÍA; GORDÍNEZ-SIORDIA, 2013; DOMIT, 2006; MEDEIROS, 2012; RAYNER, 1986) (Figura 3A e B), comportamento esse que ainda não foi esclarecida a sua causa, mas algumas hipóteses relacionadas à reprodução e comunicação já foram levantadas (MEDEIROS, 2012; RAYNER, 1986). A ocorrência desses saltos foi observada majoritariamente durante a lua crescente e a maré vazante no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil; o que pode ser associado ao fato da maré estar mais amena, possibilitando maior mobilidade para que ocorram os saltos; dado que também foi relatado pelos pescadores da área (MEDEIROS, 2012).

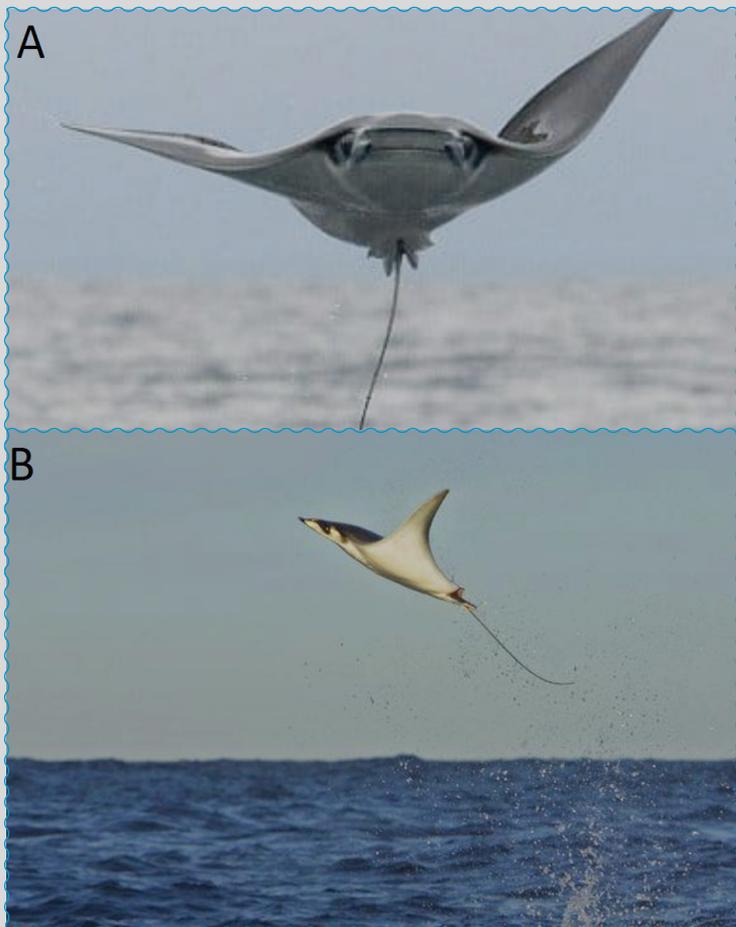


Figura 3: Raia Manta durante um salto A) em vista frontal; B) em vista lateral. Fonte: A) Roland Seitre/Solent; B) Ralph Lee Hopkins/National Geographic.

A distribuição e a abundância de espécies de tubarões também podem estar relacionadas à força gravitacional. Hazin, Wanderley Júnior e Mattos (2000) demonstraram que a captura de tubarão flamengo em Recife, Pernambuco, Brasil foi estatisticamente significativa durante a lua nova, o que relacionaram ao ciclo das marés e correntes costeiras. Ademais, o estudo revelou que os ataques de tubarão ocorridos nas praias da Região Metropolitana de Recife aconteciam principalmente durante as fases de lua nova e lua cheia, o que associaram à amplitude de maré, visto que tubarões de maior porte conseguiriam se aproximar da praia, e também à maior circulação de surfistas na área, em virtude das maiores ondas.

Assim como o deslocamento de tubarões é amplamente afetado pela dinâmica da maré, o de mamíferos marinhos também é. A maré pode afetar o comportamento de cetáceos diretamente por ajudar ou impedir deslocamentos e, indiretamente, por influenciar os movimentos das presas (SCALABRIN, 2013). Na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, botos da espécie *Tursiops truncatus* (Figura 4A) são frequentemente encontrados no local tanto em maré enchente como em vazante, no entanto, a variação da maré exerce influência na movimentação desses espécimes. A entrada dos botos na baía ocorre, em 65% dos casos, em períodos de maré enchente e a saída ocorre, em 71% dos casos, em períodos de maré vazante (SCALABRIN, 2013). A maré enchente mostra-se mais favorável para a atividade de forrageio dos botos, devido à maior disponibilidade de alimento para os mesmos nessa condição, tendendo a diminuir no período de maré vazante. Também se acredita que os botos concentram-se próximos às áreas de maricultura em decorrência da agregação de suas presas, que são atraídas pela alta abundância de recursos alimentares no local. Os botos foram observados forrageando nas áreas de maricultura em maré enchente, revelando que esta seja uma estratégia favorável. Isto ocorre, pois, quando os cardumes estão entrando na baía, eles provavelmente são desorientados ao passar por essas áreas de maricultura, que atuam como barreiras e, portanto, a captura das presas é facilitada (SCALABRIN, 2013).

A interação Lua e maré também afeta na frequência de encalhes de alguns cetáceos. No Ceará, a porcentagem de encalhes de peixe-boi marinho, *Trichechus manatus manatus* (Figura 4B) costuma ser maior durante as fases nova e crescente da Lua, com a maré em uma altura de 1,6 a 2 metros. A maior frequência de encalhes de baleias cachalotes nas Ilhas Britânicas também é associada à fase da lua nova. As variações na intensidade de luz da Lua podem provocar alterações no comportamento de alguns animais no período noturno, pois estes necessitam da luz para realizar diversas atividades. No entanto, a relação de dependência estabelecida é indireta, pois afetaria, inicialmente, o comportamento das presas de cachalotes, que teriam seu movimento na coluna d'água afetado pelas mudanças de luminosidade. No caso de peixes-boi, apesar de serem adaptados para enxergar em ambientes com espectros de luz variados, é provável que esse sirenio, assim como outros mamíferos de visão diurna, tenham sua

acuidade visual, até certo ponto, reduzida em ambientes com baixa luminosidade, assim como se observa nas noites de lua nova (SILVA, 2010).

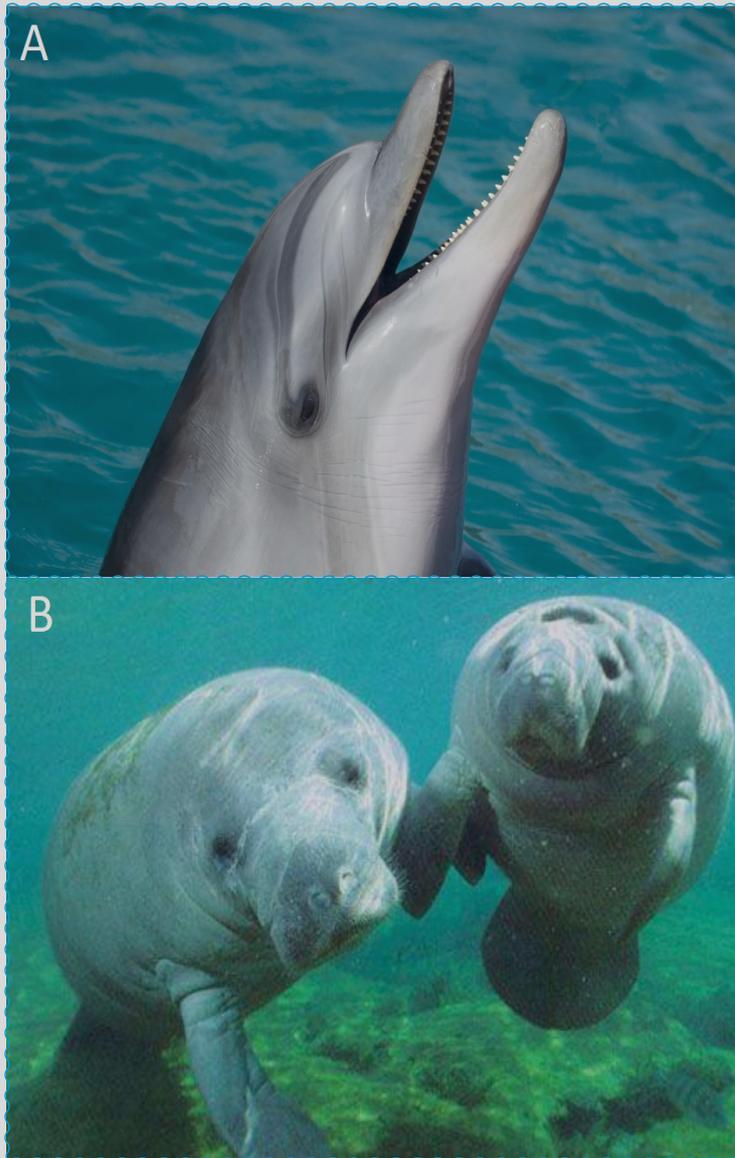


Figura 4: A) *Tursiops truncatus*; B) *Trichechus manatus manatus*. Fontes: A) Public Domain Pictures; B) Pinterest.

Além do mar

A influência da lua sobre os organismos marinhos vai além do mar, o que pode ser observado em aves costeiras que dependem do ciclo de maré (NEHLS; TIEDEMANN, 1993; TIEDEMANN; NEHLS, 1997; MATHERS; MONTGOMERY, 1996), logo, também dependem do ciclo lunar (PRATT, 1980; POWELL, 1987; BARBIERI, 2009) para forragear. Algumas aves que habitam ambientes estuarinos costumam aguardar nos mangues o recuo da maré para iniciar a procura por alimento (ZANIN et al., 2008), enquanto outras buscam novas áreas, como os mangues, para descansar ou explorar (BARBIERI, 2009, SCHEIFFARTH; NEHLS; AUSTEN, 1997) (Figura 5A).

Diferentes espécies buscam diferentes alternativas de forrageio, aproveitando-se de suas características fenotípicas para executá-lo (ZANIN et al., 2008). Aves de grande porte, por exemplo, são pouco afetadas pelos movimentos da maré,

sem depender do baixo para se alimentar (PRATT, 1980). Já as aves menores são dependentes do baixo que revela maiores extensões de área com alimento disponível (Figura 5B) (ZANIN et al., 2008).



Figura 5: *Eudocimus ruber* A) descansando no manguê; B) forrageando. Fontes: A) Prefeitura de Apicum Açú-MA; B) WikiAves.

A topografia estuarina também afeta o forrageio das aves, visto que, se o estuário for uniforme, terá uma menor disponibilidade de áreas para o forrageio em relação aos movimentos da maré, já em estuários irregulares terão áreas disponíveis para o forrageio em vários momentos da maré. Em áreas onde a maré astronômica tem elevada amplitude, como em São Luís, Maranhão, onde a disponibilidade de áreas para o forrageio também é bastante marcada, como ocorre em estuários uniformes, os animais costumam repousar na vegetação do manguê durante a maré cheia, e quando a maré baixa partem para o forrageio, onde buscam por alimentos em ambiente intermareal de fundos moles (ZANIN et al., 2008).

Considerações Finais

Os organismos com comportamentos influenciados pelas fases lunares, abordados no presente artigo, tratam-se de uma pequena parcela dos animais existentes que são afetados pela dinâmica dos corpos celestes. Há uma infinidade de fenômenos e de espécies desconhecidos pelo ser humano, no entanto, a busca pelo conhecimento e obtenção de algumas respostas têm ocorrido com o passar do tempo.

Relacionar os fenômenos de maré com o ciclo lunar

remonta a tempos muito antigos, mesmo que só tenha sido comprovado através dos estudos realizados por Kepler no século XVII. As marés astronômicas, mesmo que influenciadas principalmente pela Lua também podem sofrer a ação de outros fatores como mudanças na pressão barométrica, velocidade dos ventos e cheias dos rios. Essas variações aparecem como um mecanismo que promove alterações na estrutura e abundância de diversas comunidades, que acabam estruturando seus modos de vida, como alimentação, nidificação e migração, na flutuação do nível das marés.

A influência da maré, e conseqüentemente da Lua, está diretamente relacionada com a disponibilidade de luz e alimento, ou seja, fontes energéticas para os fitoplânctons; com a distribuição de organismos da meiofauna; com o habitat da ictiofauna estuarina, devido a variação sazonal; com a reprodução de ouriços e raias; com a desova de tartarugas; com a disponibilidade de áreas para deslocamento de tubarões e cetáceos, que aumenta em função da subida da maré e, em nível baixo pode provocar encalhes desses animais; e com o forrageio de aves que alimentam-se de organismos marinhos.

Muitos passos já foram dados e atualmente se conhece muito mais acerca da dinâmica da Lua e como ela exerce influência sobre o nosso planeta, podendo-se afirmar que a vida como conhecemos só existe devido à esse corpo celeste. Logicamente, ainda há, e certamente, sempre haverá, alguns questionamentos, como “até que ponto os animais são influenciados pela maré?”; “o nível da maré em função da lua seria a fator mais impactante no comportamento da fauna marinha?”; “a intensidade da luz refletida pela Lua pode ser tão relevante quanto a variação da maré na vida dos organismos marinhos?”; e ainda não há respostas para todas as perguntas, mas uma coisa é certa, sempre haverá busca por respostas, buscas essas motivadas pelos fenômenos e mistérios da natureza.

Referências

- AFONSO, G.B.A. O céu dos índios do Brasil. **Reunião Anual da SBPC**, 66, , Rio Branco. Anais. Rio Branco: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 2014
- AFONSO, G.B.A. Galileu e a Natureza dos Tupinambá. **Scientific American Brasil**, n. 84, p. 60- 65, 2009.
- AFONSO, G.B.A. Mitos e estações no céu tupi-guarani. **Scientific American Brasil**, v. 4, n. 45, p. 46- 55, 2006.
- ALLDREDGE, A. L.; KING, J. M. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 44, p. 133-156, 1980.
- ALONGI, D. M. Inter-estuary variation and intertidal zonation of free-living nematode communities in tropical mangrove systems. **Marine Ecology**, vol. 40, p. 103-114, 1987.
- BASTOS, A. M.; LIMA, J. F.; TAVARES-DIAS, M. A influência do ciclo lunar na reprodução e tempo de incubação de ovos de *Macrobrachium amazonicum* (decapoda: palaemonidae). In: BASTOS, A. M.; MIRANDA JUNIOR, J. P.; E SILVA, R. B. L. **Conhecimento e manejo sustentável da biodiversidade amapaense**. São Paulo: Blucher, p. 145-159, 2017.
- BARBIERI, E. Sítios de alimentação frequentados pelo guará (*Eudocimus ruber*) no estuário de Cananéia - Ilha Comprida. **Ornitologia Neotropical**. vol. 20: 73–79, São Paulo, 2009.
- BORGES E SILVA, R. **Aspectos biológicos, físico-ambientais e antrópicos de encalhes de peixes-boi marinhos, *Trichechus manatus manatus*, no Ceará**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.
- COMPAGNO, L. J. V.; LAST, P. R. Mobulidae: devil rays. In: CARPENTER, K. E.; NIEM, V. H. (eds). **The Living Marine Resources of the Western Central Pacific**, p. 1524–1529. Rome: FAO, 1999.
- CORREIA, É. P.; MELO, P. A. M. C.; GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S. Influência do ciclo lunar no macrozooplâncton em um ecossistema recifal no nordeste do Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 42, n. 3, 2014.
- CUNHA, A. G.; SCHWAMBORN, R.; SANTOS, T. G.; Influência espacial, luminosa e lunar sobre a população de *Lucifer faxoni* (BORRADAILE 1915) no sistema estuarino do canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 40, n. 2, p. 285-295, 2012.
- DE JESÚS GÓMEZ-GARCÍA, M.; GORDÍNEZ-SIORDIA, D. E. Aspectos biológicos y ecológicos de la manta gigante *Manta birostris* (Walbaum, 1792). **Juyyaania**, vol. 1, n. 1, Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. p. 31 - 40, 2013.
- DEMERS, S.; LEGENDRE, L.; THERRIault, J. C. Phytoplankton responses to vertical tidal mixing. **Lecture notes on coastal and estuarine studies**, vol. 17, p. 1-39, 1986.
- DEWAR, H., MOUS, P., DOMEIER, M., MULJADI, A., PET, J., & WHITTY, J. Movements and site fidelity of the giant manta ray, *Manta birostris*, in the Komodo Marine Park, Indonesia. **Marine Biology**, vol.155, n. 2, p. 121–133, 2008.
- DOMIT, C. **Comportamento de pesca do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864)**. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.
- EMERY, A. R. A preliminary observation on coral reef plankton. **Limnology and Oceanography**, v. 13, p. 293-303, 1968.
- FERNANDES, L. D. A.; BONECKER, L. S. C.; VALENTIN, J. L. Dynamic of decapod crustacean larvae on the entrance of Guanabara bay. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n.4, 491-498, 2002.

FORWARD, R. B. Larval release rhythms of decapod crustaceans: An overview. **Bulletin of Marine Science**, v. 41, n. 2, p. 165-176, 1987.

GIRONDOT, M.; FRETEY, J. Leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, nesting in French Guiana, 1978-1995. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 2, n. 5, p. 204, 1996.

GRANT, R. A.; CHADWICK, E. A.; HALLIDAY, T. The lunar cycle: a cue for amphibian reproductive phenology? **Animal Behaviour**, v. 78, n. 9, p. 349-357, 2009.

HAMMER, R. M. Day-night differences in the emergence of demersal zooplankton from a sand substrate in a kelp forest. **Marine Biology**, v.62, p. 275-280, 1981

HAZIN, F. H. V.; WANDERLEY JÚNIOR, J. A. M.; MATTOS, S. M. G. Distribuição e abundância relativa de tubarões no litoral do Estado de Pernambuco. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 33, p. 33-42, 2000.

HERNÁNDEZ-LEÓN, S. Annual cycle of epiplanktonic copepods in Canary Island waters. **Fisheries Oceanography**, v. 7, p. 252-257, 1998.

HERNÁNDEZ-LEÓN, S.; ALMEIDA, C.; YEBRA, L.; ARÍSTEGUI, J. Lunar cycle of zooplankton biomass in subtropical waters: biogeochemical implications. **Journal of Plankton Research**, vol. 24, n 9, p. 935-939, 2002.

HERNÁNDEZ-LEÓN, S.; ALMEIDA, C.; YEBRA, L.; ARÍSTEGUI, J.; FERNÁNDEZ DE PUELLES, M. L.; GARCÍA-BRAUN, J. Zooplankton abundance in subtropical waters: Is there a lunar cycle? **Scientia Marina**, v. 65, p. 59-64, 2001.

HOBSON, E. S.; CHESS, J. R. Trophic interactions among fishes and zooplankters near shore at Santa Catalina Island, California. **Fishery Bulletin**, vol. 74, n. 3, 1976.

JACOBY, C. A.; GREENWOOD, J. G. Emergent zooplankton in Moreton Bay, Queensland, Australia: seasonal, lunar and diel patterns in emergence and distribution with respect to substrata. **Marine Ecology Progress Series**, v. 51, p. 131-154, 1989.

JAMES, P. J.; HEATH, P.; UNWIN, M. J. The effects of season, temperature and initial gonad condition on roe enhancement of the sea urchin *Evechinus chloroticus*. **Aquaculture**, v. 270, p. 115-131, 2007.

LAGE, A. M. C.; JOYEUX, J.-C.; GOMES, L. C. Reprodução de *Lytechinus variegatus* (*Echinodermata: Echinoidea*): efeito do ciclo lunar e características da população. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 33, n. 3, p. 341-346, 2011.

LAST, P. R.; STEVENS, J. D. Sharks and rays of Australia. CSIRO, Austrália, 1994.

LAW, A.; CLOVIS, T.; LALSINGH, G.; DOWNIE, R. The influence of lunar, tidal and nocturnal phases on the nesting activity of leatherback (*Dermochelys coriacea*) in Tobago, West Indies. **Marine Turtle Newsletter**, 127, p.12-17, 2010.

MANTELLATTO, P. M. B. **As Influências da Lua na Terra e o Fenômeno das Marés**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2012.

MARTELLO, M. H. **Resposta da Ictiofauna ao ciclo de maré**. **Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação)** – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

MARTINEZ, R. Transient nitrate uptake and assimilation in *Skeletonema costatum* cultures subject to nitrate starvation under low irradiance. **Journal of Plankton Research**, vol. 13 n. 3, p. 499-512, 1991.

MASUDA, L. S. M.; MOSER, G. A. O.; BARRERA-ALBA, J. J. Variação temporal do fitoplâncton no canal estuarino de Santos (SP). **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, vol. 15, n. 1. p. 79-93, 2011.

MATHERS, R. G.; MONTGOMERY, W. I. Behaviour of Brent Geese *Branta bernicla hrota* and Wigeon *Anas penelope* feeding on intertidal *Zostera* spp. **Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy**, vol. 96B, n. 3, 159-167, 1996.

McBRIDE, S. C.; PRICE, R. J.; TOM, P. D.; LAWRENCE, J. M.; LAWRENCE, A. L. Comparison of gonad quality factors: color, hardness and resilience, of *Strongylocentrotus franciscanus* between sea urchins fed prepared feed or algal diets and sea urchins harvested from the Northern California fishery. **Aquaculture**, v. 233, p. 405-422, 2004.

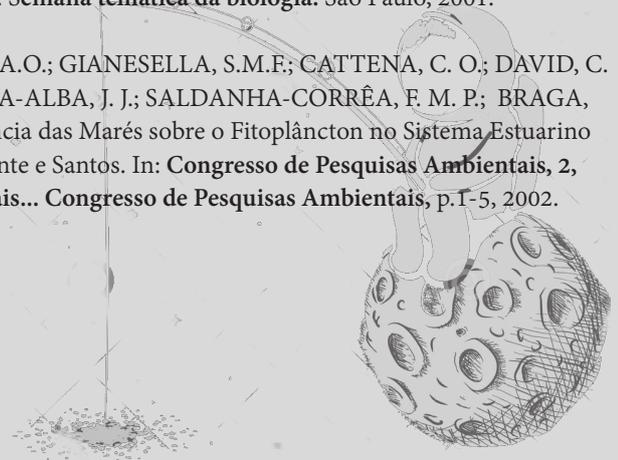
MEDEIROS, A. M. **Ocorrência da raia manta *Birostris* (Walbaum, 1792) no complexo estuarino de Paranaguá (CEP), Sul do Brasil: interação entre conhecimento científico e tradicional**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná, 2012.

MELO, P. A. M. C.; SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; PORTO-NETO, F. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. **Marine Biology Research**, v. 6, p. 530-541, 2010.

MEURER, A. Z. **Alteração da estrutura e composição da meiofauna estuarina em diferentes ciclos de maré no estuário do rio Itajaí-Açú - SC**. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental)** – Universidade do Vale do Itajaí/UNIVALI. Itajaí, 2010.

MOSER, G. A. O.; CARVALHO, M. A. M. ; CATTENA, C. O. ; BRAGA, E. DE S.; GIANESELLA, S. M. F. Influência das marés de sizígia e quadratura na distribuição de nutrientes e fitoplâncton no sistema estuarino de Santos- São Vicente, durante um período chuvoso. In: **Semana temática da biologia**. São Paulo, 2001.

MOSER, G.A.O.; GIANESELLA, S.M.F.; CATTENA, C. O.; DAVID, C. J.; BARRERA-ALBA, J. J.; SALDANHA-CORRÊA, F. M. P.; BRAGA, E. S. Influência das Marés sobre o Fitoplâncton no Sistema Estuarino de São Vicente e Santos. In: **Congresso de Pesquisas Ambientais, 2, Santos. Anais... Congresso de Pesquisas Ambientais**, p.1-5, 2002.



MUTHIGA, N. A. Testing for the effects of seasonal and lunar periodicity on the reproduction of the edible sea urchin *Tripneustes gratilla* in Kenyan coral reef lagoons. **Hydrobiologia**, v. 549, n. 1, p. 57-64, 2005.

NAKAMURA, M. F. **Fase lunar e comportamento de nidificação de *Eretmochelys imbricata* (LINNAEUS, 1766) no Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.

NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. **Macrozooplâncton recifal da baía de Tamandaré, Pernambuco – Brasil**. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2000.

NEHLS, G.; TIEDEMANN, R. What determines the densities of feeding birds on tidal flats? A case study on Dunlin, *Calidris alpina*, in the Wadden Sea. **Netherlands Journal of Sea Research**, vol. 31, p. 375-384, 1993.

OHLHORST, S.L. Diel migrations patterns of demersal reef zooplankton. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 60, p. 1-15, 1982.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O. **Fases da lua 2000-2020**. Departamento de Astronomia do Instituto de Física da UFRGS, 2014. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/fase/MoonPhases.html>. Acesso em: 04 de agosto de 2020.

PAULINO, A. R.; BATISTA, P. P.; BATISTA, I. S. A global view of the atmospheric lunar semidiurnal tide. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, vol. 08, n. 13. p. 128-139, 2013.

PRATT, H. M. Directions and timing of Great Blue Heron foraging flights from a California colony: implications for social facilitation of food finding. **Wilson Bulletin** vol. 92, n. 4, p. 489-496, 1980

POWELL, G. V. N. Habitat use by wading birds in a subtropical estuary: implications of hydrography. **Auk**, vol. 104, p. 740-749, 1987.

RAYNER, J. M. V. Pleuston: animals which move in water and air. **Endeavour New Series**. vol. 10, n. 2. 1986.

REIS-FILHO, J. A.; NUNES, L. D. C.; DE MENEZES, D. L.; DE SOUZA, G. B. G. Variação espaço-temporal e efeito do ciclo lunar na ictiofauna estuarina: evidências para o estuário de Rio Joanes - Bahia. **Biotemas**, vol. 23, n. 2, p. 111-122, 2010.

RUBIN, R. Manta rays: not all black and white. **Shark Focus**, vol. 15, p. 4-5, 2002.

SCALABRIN, C. de A. **Ocorrência do Boto-da-Tainha (*Tursiops truncatus*) no extremo Sul da Ilha de Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

SCHEIFFARTH G.; NEHLS G.; AUSTEN I. Modelling distribution of shorebirds on tidal flats in the Wadden Sea and visualization of results with the GIS IDRISI. In: LORUP E.; STROBL J. (eds) IDRISI GIS 96. **Salzburger Geographisch Materialien**, Heft 25. Selbstverlag des Instituts für Geographie der Universität. Salzburg, 1996.

SCHWAMBORN, R. The influence of mangroves on community structure and nutrition of macrozooplankton in Northeast Brazil. **ZMT Contribution**, vol. 4, p. 1-77, 1997.

SCHWAMBORN, R.; EKAU, W.; VOSS, M.; SAINT-PAUL, U. How important are mangroves as a carbon source for decapod crustacean larvae in a tropical estuary? **Marine Ecology Progress Series**, v. 229, p. 195-205. 2002.

SILVA, A. P. **Dinâmica Temporal das Larvas de *Brachyura* no Canal de Santa Cruz, Pernambuco (Brasil), ao Longo de um Ciclo Lunar**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2002.

SILVA, R. B. **Aspectos biológicos, físicos-ambientais e antrópicos de enalhes de peixes-boi marinhos, *Trichechus manatus manatus*, no Ceará**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Ceará, 2010.

SOROKIN, Y. I. Plankton in the reef ecosystems. In: *Ecosystems of the World 25: Coral Reefs*. (Ed.) DUBINSKY, Z., Elsevier, Amsterdam, p. 291-32, 1990.

STEWART, J. D.; HOYOS-PADILLA, E. M.; KUMLI, K. R.; RUBIN, R. D. Deep-water feeding and behavioral plasticity in Manta birostris revealed by archival tags and submersible observations. **Zoology**, vol. 119, p. 406-413, 2016.

TIEDEMANN, R., Nehls G. Seasonal and tidal variation in densities of feeding birds on tidal mudflats. **Journal Ornithology**, vol. 138, p. 183-198, 1997.

UAISSONE, A. J. R. **Influência das forçantes atmosféricas em mesoescala sobre o nível médio do mar em Piraquara, RJ**. Tese (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

VENTURA, C. R. R.; PIRES, D. O. Ciclos de vida de invertebrados marinhos. **Biologia marinha**, p. 49-67, 2002.

WOLANSKI, E.; BOORMAN, L.A.; CHICHARO, L.; LANGLOIS-SALIOU, E.; LARA, R.; PLATER, A.J.; UNCLES, R.J.; ZALEWSKI, M. Ecohydrology as a new tool for sustainable management of estuaries and coastal waters. **Wetlands Management and Ecology**, v. 12, p. 235-276, 2004.

YANO, K.; SATO, F.; TAKASHI, T. Observations of mating behavior of the manta ray *Manta birostris* at the Ogasawara Islands, Japan. **Ichthyological Research**, vol. 46, p. 289-296, 1999.

ZANIN, G.; TOSIN, L.; BARBIERI, E. Influência da maré na abundância de *Egretta caerulea* (LINNAEUS, 1758) em uma enseada estuarina da ilha comprida, São Paulo, Brasil. **Estudos de Biologia**, vol. 30, p. 133-139, 2008.



Dá no coração, o medo que algum dia o mar vire lixão!

Gabrielle Silva Neves

Ciências Biológicas/UFMA - São Luís

Em 1977, ao protestarem contra a construção de uma hidrelétrica na cidade de Sobradinho, interior da Bahia, a dupla Sá e Guarabyra iniciou sua canção com a marcante frase “o homem chega, já desfaz a natureza, tira gente, põe represa, diz que tudo vai mudar”, levando à reflexão de como o homem tem colocado o seu desenvolvimento acima de qualquer questão. O impacto ambiental causado pelas ações antrópicas tem sido pauta de inúmeras conferências mundiais, no entanto, o avanço urbano acelerado ainda é uma problemática sem resolução.

O excesso de lixo gerado pela humanidade também é um assunto bastante discutido e relacionado ao impacto causado na natureza, principalmente no ambiente marinho. Essas impurezas que chegam ao mar, afetam os organismos aquáticos em ampla escala. Além do lixo sólido, também chegam ao mar compostos químicos advindos da indústria farmacêutica, do petróleo e dejetos do esgoto doméstico, que podem causar diversas reações nos organismos, e até mesmo nos ecossistemas.

As tartarugas são utilizadas como “espécies vitrine”¹ para sensibilizar as pessoas quanto ao impacto do lixo no ambiente aquático, devido ao fato desses animais serem visivelmente afetados pelo descarte inapropriado do lixo. No entanto, diversos outros organismos enfrentam problemas causados pelo lixo, em especial o plástico fragmentado pelo intemperismo, o microplástico. Essas micropartículas podem gerar efeitos em grande escala, visto que estão disponíveis para serem consumidas por toda a cadeia alimentar, desde organismos filtradores aos temidos predadores do topo da cadeia que se alimentam de animais contaminados com o microplástico, evento chamado de biomagnificação.

Sacos plásticos, redes de pesca, canudos e canos de PVC são alguns dos diversos objetos encontrados no sistema digestório de tartarugas na costa brasileira. Esse consumo de plástico como alimentos, juntamente com o emaranhamento desses animais em redes de pesca deixadas nos oceanos, têm sido fatores decisivos para a significativa diminuição das populações de tartarugas pelo mundo. Os materiais tóxicos despejados no mar também estão relacionados com a perda populacional, sendo responsáveis pelo aumento das mortes, desenvolvimento de embriões defeituosos, pela baixa natalidade e morte de filhotes, bem como, pela contaminação dos animais.

Considerando que os estudos anatômicos são imprescindíveis para elucidar os fenômenos que permeiam o comportamento e a evolução das espécies, em 2019, no estado de São Paulo, alguns espécimes de tartaruga-verde, *Chelonia mydas* (Figura 1), apresentaram estruturas ósseas diferentes na região do osso hióide (Figura 2) que ainda não haviam sido observadas nessa espécie. O osso hióide é responsável pela sustentação da musculatura da base da língua, sendo conhecido por não apresentar nenhuma ligação a outros ossos, somente a musculaturas. Embora não se saiba o real motivo do aparecimento dessas estruturas, especulações relacionando a novidade ao consumo de lixo plástico pelas tartarugas já foram levantadas. Notícias associando a novidade encontrada na tartaruga à poluição foram publicadas em diversos veículos de comunicação, mas ainda não foram divulgados estudos conclusivos que comprovem essa relação.



Figura 1: Tartaruga verde, *Chelonia mydas*. Fonte: Marine Conservation Society.

Devido às ações antrópicas, ao desenvolvimento urbano e ao consumismo exacerbado, o meio ambiente tem sido amplamente afetado ao longo das décadas de despreocupação humana em empregar atitudes sustentáveis. A busca por novas tecnologias tem distanciando a humanidade da natureza e tornado suas ações irreversíveis. Embora existam diversos projetos que trabalhem com educação ambiental e façam inúmeras campanhas de sensibilização, a natureza tem tomado suas próprias medidas para amenizar os impactos causados pelos humanos, mas o que ainda não está respondido é “até quando o nosso planeta vai suportar?”.

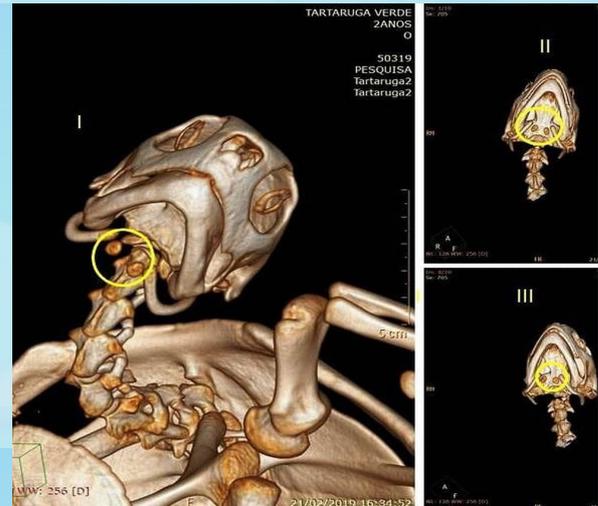


Figura 2: tomografia computadorizada mostrando as estruturas ósseas diferentes na região do osso hióide.

Fonte: g1.globo.com

Glossário:

1: conceito aplicado para designar espécies que são costumeiramente utilizadas para sensibilizar a população quanto a uma causa, como, por exemplo, a vinculação da imagem de uma tartaruga para sensibilizar o público quanto à poluição do ambiente marinho, visando a tomada de práticas sustentáveis.

Referências:

FERREIRA, J. S. **Impacto ambiental e ingestão de lixo pelas tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) na praia de Regência, norte do Espírito Santo.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2015.

LOPES, E. Q. et al. Morphological studies of the composition of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) hyoid bones found in Peruipe, Southern Coast of Brazil, Mosaic of Conservation Units Jureia-Itatins. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, p. 285-290, 2019.

MELO, C. M. F. et al. Estudo do impacto fisiológico do lixo na tartaruga verde através da análise do aparelho digestivo. **III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO**. Rio Grande (RS), 2010. 33, 20 dez. 2011. SAGE Publications.

Por baixo do tapete: onde a ciência esconde seus resultados inesperados?

Juliana Mendes Sousa

Ciências Biológicas/UFMA - São Luís

Formular hipóteses, realizar experimentos para testá-las, alcançar resultados e conclusões. A sequência da metodologia científica, forjada inicialmente no “Discurso do Método” de René Descartes, norteia há séculos o desenvolvimento de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento. Alunos de graduação, pós-graduação, professores e membros de centros de pesquisas independentes realizam trabalhos em torno de seus projetos, alcançam resultados e rotineiramente os publicam para a comunidade científica. Até aí tudo parece seguir um roteiro padronizado e cuidadosamente pensado e planejado. A realização profissional do cientista vem com um brado retumbante a partir da publicação de seus resultados em revistas de alto impacto... isso quando são resultados esperados, é claro!

O que pouco se expõe na comunidade acadêmica é o que fazer com resultados inesperados de pesquisas. Resultados nulos, com ausência de relações causa-consequência e totalmente inesperados pelo pesquisador são extremamente comuns na prática científica e passíveis de ocorrer com pesquisadores do mundo inteiro, a despeito do nível de suporte tecnológico de seus laboratórios. No entanto, a impregnada política do “produzir ou sucumbir” pressiona a comunidade a divulgar constantemente seus dados em boas revistas, caso contrário, financiamentos futuros para seus projetos poderão ser comprometidos. O resultado dessa doutrina é a persistência de uma cultura de “ciência da vitrine”, na qual aquilo que se obtém como esperado é exposto nas mais diversas vitrines científicas (revistas, jornais, congressos, simpósios), enquanto os chamados resultados inesperados são guardados embaixo dos tapetes como se não tivessem nenhuma relevância.

As consequências práticas do ocultamento de resultados pelo cientista por não os considerar bons (ou por acreditar que os exibir pode prejudicar sua reputação como pesquisador) são inúmeras. O primeiro ponto a ser levantado é: o fluxo do aprendizado dentro da própria comunidade é prejudicado e leva ao desperdício de tempo e recursos. Quantos experimentos e projetos já foram elaborados a partir de hipóteses que um dia foram testadas e refutadas por alguém que simplesmente não as publicou? Uma vez que não se tem acesso a um resultado inesperado, uma variedade de pesquisadores pode desenvolver projetos dentro da mesma linha de trabalho, empregando recursos humanos e financeiros de seu laboratório. Ao final, produzirão novos resultados “inesperados” que não serão publicados, dando continuidade ao ciclo.

Outro ponto muito importante que permeia esse debate é a ética na pesquisa. Em trabalhos que utilizam animais em testes, ou amostras advindas de pessoas que se voluntariaram para participar, a responsabilidade de utilizar aqueles resultados para contribuir no avanço da ciência

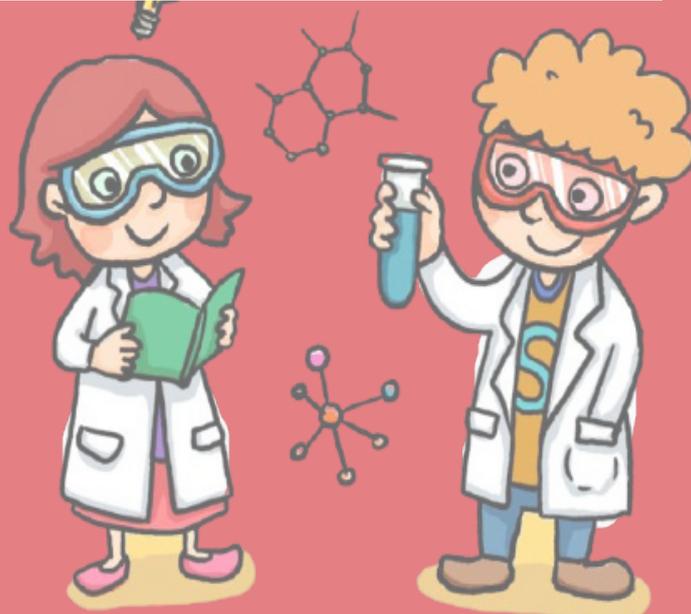
toma uma proporção ainda maior. Havia voluntários sendo expostos a alguma situação de coleta de dados e essas pessoas o fizeram em consentimento por acreditar que estariam contribuindo para algo maior. Houve animais sendo expostos a diferentes procedimentos e sendo eutanasiados para que ali fosse gerado um resultado. É uma responsabilidade ética do cientista não reduzir tais sujeitos a um mero amontoado escondido embaixo do seu tapete. Inclusive, mesmo em estudos que não envolvem sujeitos humanos ou animais, há de se pensar no investimento que a pesquisa recebeu para ser executada, tornando a publicação de seus resultados uma prestação de contas com a própria sociedade.

Além disso, o estímulo a avaliar somente resultados que ficarão “bem na foto” pode conduzir o indivíduo a conclusões equivocadas sobre aquilo que está como pauta de seu estudo. Deve ser incentivado desde a iniciação dos estudantes no meio acadêmico a valorização do caráter informativo que os resultados inesperados apresentam, afinal, refutar uma hipótese também faz parte do método científico. Mudar este paradigma entre editores de revistas, que costumeiramente avaliam de forma desfavorável tais publicações, também é algo pelo qual se precisa lutar. Se a ciência e sua metodologia baseiam-se na observação de fenômenos da natureza, por qual motivo devemos esconder o que estamos observando? Será que estamos nos esquecendo de como fazer ciência? Ou estamos preocupados com nosso ego como pesquisadores? Discutir essas questões é um bom

Referências

GUIMARÃES, R.A.B. et al. Resultados negativos na pesquisa científica: aspectos éticos. *Revista Bioética*, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 245-250, jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO)..

SANDERCOCK, P. Negative Results: why do they need to be published?. *International Journal Of Stroke*, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 32-33, 20 dez. 2011. SAGE Publications.



Afinal, o que são óleos essenciais?

Jose Weliton Aguiar Dutra

Curso de Licenciatura Plena em Química/UFMA - Campus Codó

Os óleos essenciais, de maneira geral, são misturas complexas que contêm centenas de compostos orgânicos e apresentam aparência oleosa, podendo ser incolores ou levemente amarelados, de sabor acre (ácido) e picante, com pouca solubilidade¹ em água, alta volatilidade² e capacidade de aromatizar soluções aquosas³. Além disso, estão presentes em algumas plantas sobretudo nas aromáticas e medicinais, atribuindo-lhes odores e fragrâncias específicas, bem como a presença de compostos bioativos de ação terapêutica.

As substâncias constituintes dos óleos essenciais podem pertencer a diferentes classes de compostos orgânicos, sendo os terpenos e os fenilpropanos os mais frequentemente encontrados. Além das suas principais propriedades físico-químicas e sensoriais abordadas acima, vale a pena também destacar os motivos de serem produzidos pelo metabolismo vegetal de algumas plantas e também aplicações realizadas pelos seres humanos.

As plantas costumam aproveitar os nutrientes adquiridos, produzindo substâncias consideradas “emergenciais” para o bom funcionamento de suas células, como açúcares, ácidos graxos, aminoácidos, nucleotídeos (componentes de DNA e RNA), polímeros e seus derivados (como polissacarídeos, proteínas e lipídeos). Essas substâncias, que são produzidas por meio da fotossíntese⁴, são chamadas consequentemente de metabólitos primários. Entretanto, um grupo pequeno desses metabólitos primários servem como precursores para síntese de outros compostos responsáveis pela sobrevivência da planta e perpetuação da espécie em seu ecossistema. Essas outras substâncias são chamadas de metabólitos secundários e são sintetizadas, transformadas e conduzidas para compartimentos de armazenamento apropriados da célula através de rotas metabólicas catalisadas⁵ por enzimas específicas.

Os óleos essenciais constituem-se como metabólitos secundários e, apesar de não serem usados diretamente pela planta, apresentam outras funções nela, como protegê-la contra animais causadores de doenças, atrair polinizadores ou dispersores de sementes e evitar a perda de água ou aumento da temperatura foliar. Ademais, são produzidos geralmente em estruturas secretoras específicas, como os tricomas glandulares, e armazenados nos vários órgãos (ou partes) da planta que os contém, sendo frequentemente encontrados e extraídos tanto da parte aérea, como flores, folhas, frutos, sementes, madeira, caule, como também de raízes e rizomas.

Esses compostos orgânicos são produzidos e estocados em quantidades, características físico-químicas e odores específicos, que variam de acordo com os fatores genéticos, como a variedade da espécie, a fase de crescimento, o estado reprodutivo e a parte da planta; fatores ambientais,

como os parâmetros climáticos, a temperatura, a precipitação, a composição de íons presentes na água, a luz, os nutrientes disponíveis e a presença de agrotóxicos no solo; e fatores técnicos, como a época de colheita e o método empregado.

Além da fundamental importância para algumas plantas, os óleos essenciais apresentam-se, cada vez mais, como matéria-prima de grande valor econômico para diversas áreas da indústria, sendo empregados comumente na produção de perfumes, fármacos, sabores, aditivos, bebidas, produtos de higiene e tintas, bem como na agricultura por causa das atividades biológicas bem documentadas, como antimicrobiana, antifúngica e antioxidante.

Diante do exposto, os óleos são essenciais para as plantas que necessitam dessas substâncias para poderem sobreviver e perpetuar as suas espécies dentro das condições do ecossistema onde estão inseridas e estão sendo cada vez mais importantes para os seres humanos por causa das suas inúmeras e crescentes aplicações dentro das sociedades contemporâneas.

Glossário

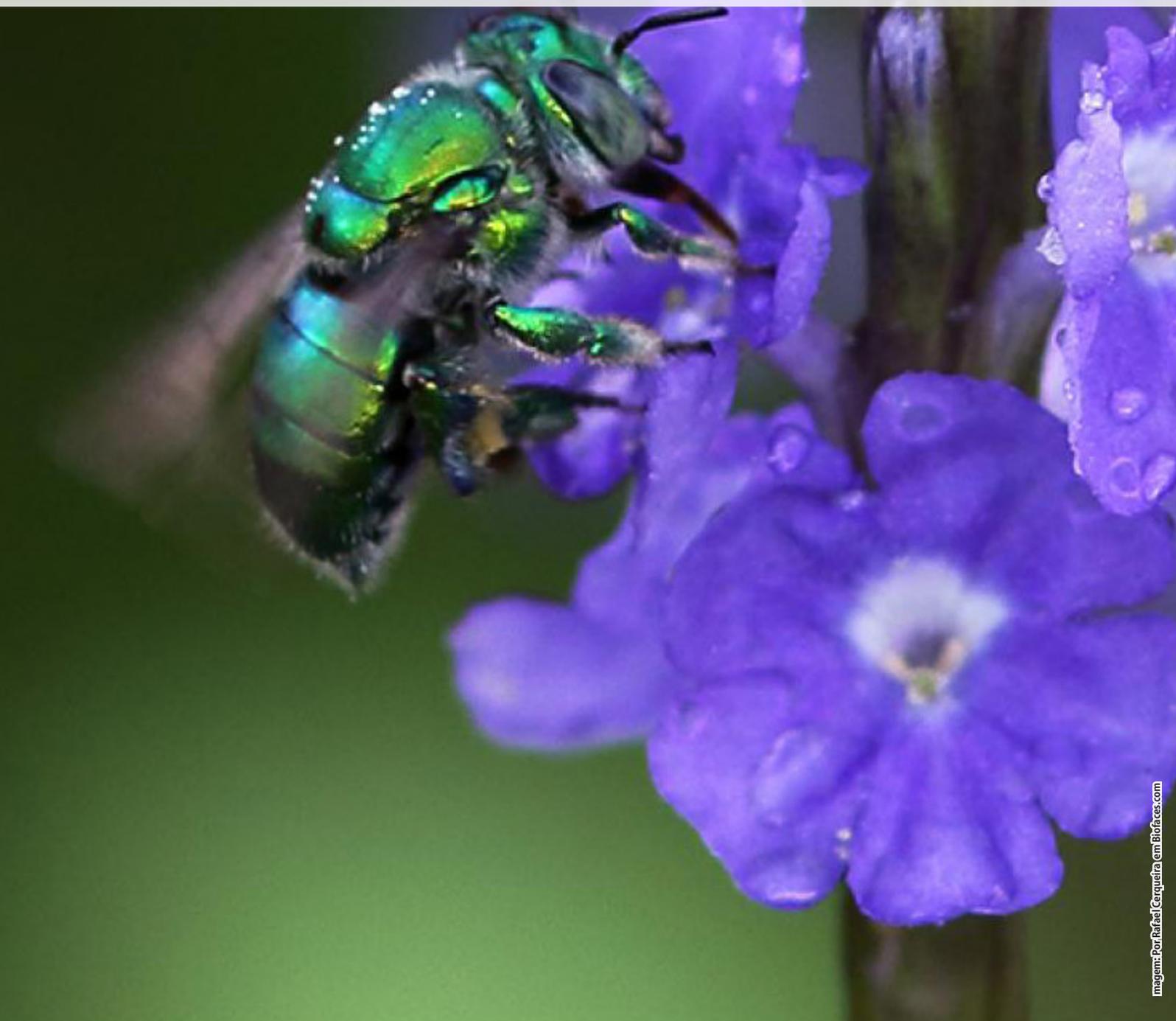
- 1: propriedade relativa à quantidade solúvel de uma determinada substância em um determinado líquido.
- 2: propriedade relacionada à capacidade de evaporação de uma substância.
- 3: misturas homogêneas que apresentam a água como solvente.
- 4: reação química que utiliza a energia solar para produzir compostos orgânicos.
- 5: relativo ao aumento da velocidade das reações químicas.

Referências

- OLIVEIRA, F. C. M. de. **Caracterização dos resíduos industriais gerados no processo de extração de óleos essenciais por arraste a vapor**. Porto Alegre, 2015. 122f. Dissertação (Mestrado em engenharia e tecnologia de materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- SILVA, L. E. **Abordagem ambiental aliada ao estudo da extração do óleo essencial de *Pentacalia desiderabilis* (Velloso) Cuatrec. Por arraste a vapor**. Porto Alegre, 2018. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- XAVIER, V. B. **Análise cromatográfica/olfatométrica do potencial aromático de extratos naturais livres e incorporados a materiais pela impregnação supercrítica**. Porto Alegre, 2016. 131f. Tese (Doutorado em engenharia e tecnologia de materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

ABELHINHA, QUE CHEIRO É ESSE?

*Uma revisão sobre biologia, distribuição, filogenia¹ e tipos de socialidade em abelhas *Euglossina**



A vibrant green metallic bee is shown in profile, perched on a purple flower. The background is a soft-focus purple flower. The bee's body has a shimmering, iridescent green color. The flower has five petals and a visible center.

Ronaldo Sousa Veloso é graduando em Ciências Biológicas, modalidade bacharelado, pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), é estagiário do Laboratório de Ecologia e Sistemática de Insetos Polinizadores e Predadores (LESPP), onde trabalha no registro de espécies da Família Pompilidae (Hymenoptera, Aculeata, Vespoidea) do Estado do Maranhão.



Carlos Luis Neves Junior é Mestrando em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa (UFV). Bacharel em Ciências Biológicas (Bacharelado) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Possui experiência com trabalhos relacionados a levantamento e coleta de insetos, com ênfase na fauna apícola, além de identificação de abelhas. Atualmente, trabalha com interação química entre formigas *Azteca muelleri* e seu fungo simbionte. Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA).



Apidae é a maior e mais diversa das famílias de abelhas existentes, formada de pouco mais de 5 740 espécies, distribuídas em 209 gêneros, com ampla distribuição em todos os continentes. Apini, uma de suas tribos, reúne abelhas de dimensões variáveis, caracterizadas pela presença de corbícula² nas fêmeas e pela presença de algum nível de socialidade³, com organização social complexa comparando nas subtribos Apina, Bombina e Meliponina. A quarta subtribo, Euglossina, inclui, por sua vez, importantes agentes polinizadores da Região Neotropical⁴, atuando em serviço de muitas famílias de vegetais, com interações complexas especiais com Orchidaceae, cujas flores fornecem aos machos óleos aromáticos para disputa territorial e corte. Não somente por esse aspecto, a notabilidade dos euglossíneos também se dá pelo estudo dos substratos, materiais e arquiteturas de nidificação que utilizam; bem como da presença tanto de solitarismo quanto de socialidade a nível primitivo, pelos quais Euglossina tem muito a oferecer quanto às investigações evolutivas sobre o surgimento do comportamento social em abelhas corbiculadas.

Introduzindo a biologia e a distribuição geográfica dos euglossíneos

Popularmente chamadas de “abelhas das orquídeas”, as abelhas Euglossina chamam atenção, principalmente, pelo seu característico brilho metálico. Possuindo tons verdes ou azuis, estão presentes na região Neotropical e compreendem, até então, 235 espécies divididas em cinco gêneros: *Aglae* (Lepeletier & Serville, 1825), *Eufriesea* (Cockerell, 1908), *Euglossa* (Latreille, 1802), *Eulaema* (Lepeletier, 1841) e *Exaerete* (Hoffmannsegg, 1817) (Figura 1) (MICHENER, 2007; MARTINS et al. 2014; NEMÉSIO; RASMUSSEN, 2012; RAMÍREZ et al. 2002).

“Um aspecto importante e diferencial do grupo e o que lhe dá seu nome popular é a visita às orquídeas (família Orchidaceae).”



Figura 1: Figura 1. Espécimes representativos de cada gênero de abelhas Euglossina. Acima, da esquerda para a direita, *Aglae caerulea* (Lepeletier & Serville, 1825) e *Exaerete smaragdina* (Perty, 1833). Abaixo, da esquerda para a direita, *Euglossa paissa* (Ramírez, 2005), *Eufriesea lucifera* (Kimsey, 1977) e *Eulaema meriana* (Olivier, 1789). Fonte: Imagens extraídas de Ramírez et al., 2010; montagem produzida por Veloso, R. S., pelo Canva Pro (2020).

Um aspecto importante e diferencial do grupo e o que lhe dá seu nome popular é a visita às orquídeas (família Orchidaceae). Os machos visitam estas flores para coletar substâncias voláteis⁵ presentes nelas (fragrâncias florais), as quais serão utilizadas para atrair as fêmeas e realizar demais

comportamentos de reconhecimento de espécie (BRAND et al. 2015). Antes, pensava-se que as orquídeas eram fonte de alimentação para os machos de Euglossina, observando-se, porém, que os machos retiravam as substâncias voláteis das flores ao rasparem com as pernas dianteiras e depositando-as nas pernas posteriores (DODSON; FRYMIRE, 1961).

Estima-se que as Euglossina polinizam aproximadamente 10% de todas as espécies de Orchidaceae (MURREN, 2002). A polinização ocorre quando estas visitam as plantas para obter as fragrâncias florais. Outras famílias de plantas também podem estar presente no *bouquet* (ou seja, no conjunto de fragrâncias) usado por essas abelhas, como Araceae (WILLIAMS; DRESSLER, 1976), Euphorbiaceae (AMBRUSTER; WEBSTER, 1979), Solanaceae (SOARES et al. 1989), Bromeliaceae (SIQUEIRA-FILHO; MACHADO, 2008), Malvaceae (ACKERMAN, 1983), dentre outras descritas na literatura. Recursos não-florais como fezes, fungos e madeira em decomposição também servem como fonte de fragrâncias para os machos (RAMÍREZ et al., 2011; ROUBIK; HANSON, 2004; WHITTEN et al., 1993).

Como os machos são atraídos para as fontes odoríferas florais e não florais, isso faz com que eles sejam mais fáceis de serem capturados e, logo, são melhor representados nas coleções entomológicas (CARVALHO-FILHO; OLIVEIRA, 2017). Estas substâncias vegetais envolvem diversos compostos como hidrocarbonetos, terpenoides, terpenos, compostos aromáticos e compostos aminoides (WILLIAMS; WHITTEN, 1983). Atualmente a principal forma de levantamento faunístico dessas abelhas envolve o uso de essências artificiais, as quais são oferecidas em armadilhas ou em chumaços de algodão colocados no ambiente para atração e captura com rede entomológica. (DODSON et al. 1969).

E as fêmeas? Não visitam as orquídeas para coletar fragrâncias? Outros recursos interessam as fêmeas, como resina⁶, utilizada para a construção dos ninhos, e néctar⁷ e pólen⁸, servindo como provisão⁹ do ninho (AUGUSTO; GARÓFALO, 2004, 2009). Fêmeas de Euglossina são rápidas e capazes de forragear (ou seja, coletar recursos) uma área grande adotando uma estratégia denominada *traplines*, onde seguem uma mesma rota de forrageamento durante alguns dias (FARIAS et al., 2007). Isto é, uma mesma planta em floração é visitada pelas fêmeas nos dias seguintes, enquanto houver a disponibilidade de recurso para ser coletado (JANZEN, 1971).

Para a construção do seu ninho (ou nidificação), as abelhas Euglossina podem utilizar diversos substratos e locais. Os registros citam orifícios de árvores, interior de bambus, cavidades no solo ou até mesmo em rochas, interior de ninhos ativos ou abandonados de formigas e cupins, ninhos abandonados de vespas ou de outras abelhas, tocas de pequenos mamíferos e caranguejos terrestres, ninhos de resina fixados em folhas ou galhos, e comumente em edificações urbanas (RAMÍREZ et al. 2002).

Contudo, onde as abelhas das orquídeas vivem? A ocorrência das Euglossina é exclusivamente neotropical (SCHLINDWEIN, 2000), onde são consideradas importantes agentes polinizadores, desempenhando ação principal na manutenção de muitas espécies vegetais, destacando-se seu papel na polinização de plantas esparsamente distribuídas (JANZEN, 1971, SCHLINDWEIN, 2000). A atual distribuição de Euglossina está relacionada a fatores ambientais, comportamentais e geológicos, aliados a ocorrência de competição de recursos, parasitas e predadores (NEMÉSIO; SILVEIRA, 2006; ROUBIK; HANSON, 2004). Atualmente, assume-se que a origem destes insetos ocorreu há 20 milhões de anos atrás, em locais entre a região Amazônica e a cordilheira dos Andes, havendo uma radiação do grupo no Mioceno/Pleistoceno (ENGEL, 1999; DICK et al., 2004; ROUBIK; HANSON, 2004). As distribuições geográficas respectivas de cada gênero de Euglossina na Região Neotropical se encontram na Figura 2.

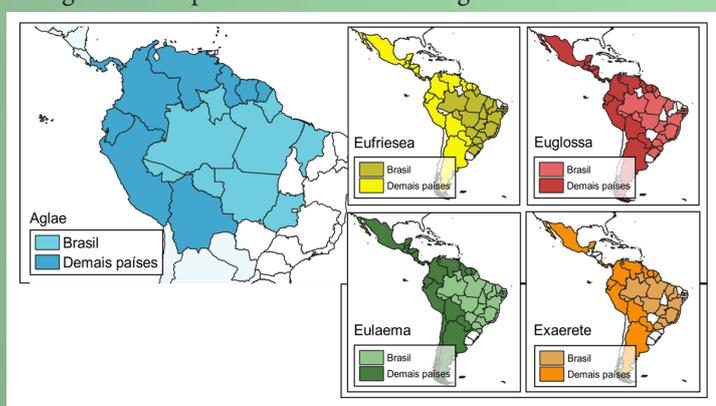


Figura 2: Distribuição geográfica dos gêneros de *Euglossina* na Região Neotropical, tanto em países da mesma (destacados por tons escuros), quanto no estados brasileiros (destacados por tons claros). Fonte: Martins et al., 2018; Moure et al., 2012; Silva, D. P. et al., 2013. Mapa produzido por Neves Jr., pela ferramenta QGIS 3.2.2-Bonn (2020).

Visitando algumas das diferentes posições filogenéticas de Euglossina em Apini e algumas das relações genéricas propostas na subtribo

Segundo o sistema de classificação proposto por Melo e Gonçalves (2005), as abelhas podem ser reunidas, de forma geral, sob a designação de uma única família, Apidae, que é descrita como um grupo subdividido em 7 subfamílias, 51 tribos e 27 subtribos. Dentro da família, Apinae representa um táxon presente em todo o globo (MICHENER, 2000; SILVEIRA; MELO; GONÇALVES, 2002), formado por 18 tribos (MELO; GONÇALVES, 2005) e caracterizado por notáveis diversidades morfológica e comportamental (SILVEIRA; MELO; GONÇALVES, 2002). Dentre essas tribos, Apini aparece como formada por quatro subtribos (Apina, Bombina, Euglossina e Meliponina) (MELO; GONÇALVES, 2005), cujos membros se destacam pela presença da corbícula para o carregamento do pólen (SILVEIRA; MELO; GONÇALVES, 2002). Como já era visível desde o subtítulo do presente artigo, seus autores seguem este sistema de classificação, sendo que, neste tópico, farão somente ressalvas aos níveis taxonômicos pelos quais essas subtribos foram tratadas por alguns dos autores citados.

Em uma investigação conduzida por Roig-Alsina e Michener (1993), baseada em caracteres morfológicos, os euglossíneos foram apontados como o grupo mais basal das ditas abelhas corbiculadas (Euglossini + (Apini + Bombini + Meliponini)), ocupando uma posição que também assumiram tanto em trabalhos anteriores (PLANT; PAULUS, 1987), como nas revisões posteriores de Schultz (1999, 2001) e Engel (2001), com este último também utilizando de caracteres obtidos de fósseis em suas análises. Vale lembrar que esses trabalhos consideraram o grupo como uma tribo (Euglossini), com exceção do de Plant e Paulus (1987), que esses admitiram esses insetos como uma subfamília em si (Euglossinae).

Por outro lado, Michener (1990) considerou que essas abelhas (como Euglossinae) constituíam o grupo irmão¹⁰ dos bombíneos, na seguinte organização: ((Apinae + Bombinae) + (Euglossinae + Meliponinae)). Para tanto, essa relação foi baseada nas seguintes sinapomorfias¹¹ compartilhadas entre as duas subfamílias: corpo grande e robusto; presença papilas nas partes distais das asas; presença de sulcos na superfície externa das mandíbulas; presença de esporões nas tíbias posteriores; primeira veia recorrente¹² mais longa e oblíqua (moderadamente em Bombinae); ausência de lobo jugal¹³ na asa posterior; gonobase¹⁴ e esternitos¹⁵ 7 e 8 do abdômen bem desenvolvidos nos machos. Mais tarde, análises moleculares baseadas em sequências coletivas de genes, por sua vez, posicionaram os euglossíneos como grupo irmão dos Apini (aqui incluindo apenas o gênero *Apis* (Linnaeus, 1758)) (CAMERON; MARDULYN, 2001).

Já na análise baseada em caracteres comportamentais de Noll (2002), estando representados pelas espécies *Eufriesea auriceps* (Friese, 1899), *Eulaema nigrita* (Lepelletier, 1841), *Euglossa cordata* (Linnaeus, 1758), os Euglossini (uma tribo, portanto, na concepção do autor) apareceram mais uma vez como os organismos mais basais entre as abelhas com corbícula, sem, contudo, constituir um grupo monofilético¹⁶ (Figura 3). Como observado, as espécies utilizadas dos gêneros *Eulaema* e *Eufriesea* constituíram, entre si, um clado dotado de monofilia, tendo como única sinapomorfia sólida apontada, seu comportamento de forrageio¹⁷ (caractere de número 28 na análise, Figura 3), no qual há atuação de todos os indivíduos, onde os dominantes permanecem por mais tempo na colônia que os forrageiros ativos; e os reprodutores (rainhas) forrageiam apenas para as primeiras células de cria. Outras sinapomorfias do clado (resultantes da otimização de caracteres, porém) incluíram a coleta e o armazenamento de químicos pelos machos (presente, evidentemente, na espécie de *Eufriesea* utilizada na análise) (caractere 1, Figura 3); a reutilização de células de ninho (também presente em *Apis* (Apini)) (caractere 12, Figura 3); a presença de colar¹⁸ nas células de ninho (também presente em Meliponini) (caractere 33, Figura 3); e o fechamento da célula utilizando a rotação do abdômen inserido na mesma, com as pernas dianteiras e as mandíbulas fazendo a dobra gradual e o fechamento final do colar da célula (também presente em Meliponini) (caractere 34, Figura 3).

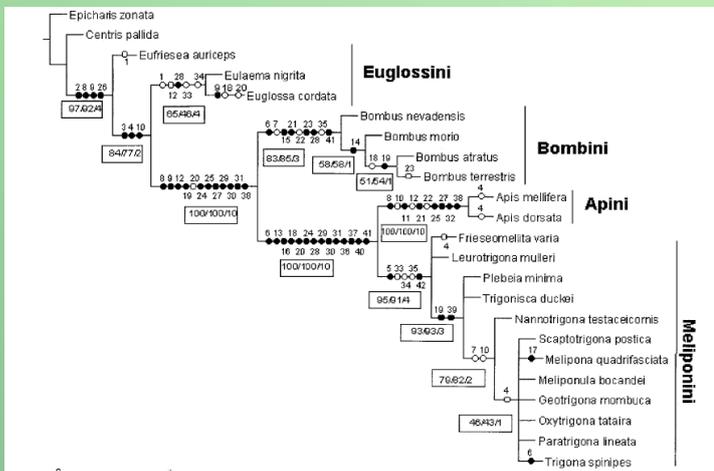


Figura 3: Cladograma mais parcimonioso de Apidae por Noll, 2002. Para a identificação das sinapomorfias (enumeradas na figura) dos clados (*Eufriesea auriceps* + ((*Eulaema nigrita* + *Euglossa cordata*) + (Bombini + (Apini + Meliponini))) e (*Eulaema nigrita* + *Euglossa cordata*), consultar texto do presente artigo.

Fonte: Extraído de Noll, 2002.

Com relação às relações genéricas dentro do grupo, Kimsey (1987) apresenta a seguinte organização filogenética, baseada em caracteres morfológicos: ((*Euglossa* + *Exaerete*) + (*Eufriesea* + (*Eulaema* + *Aglae*))) (Figura 4). Nos resultados da análise, o clado (*Euglossa* + *Exaerete*) aparece sustentado pela presença de uma fenda estreita e curva ao redor da margem posterior da tíbia posterior dos machos (caractere de número 14 na referida análise, Figura 4), enquanto (*Eufriesea* + (*Eulaema* + *Aglae*)) é sustentado pela presença de um ângulo agudo ou ponta de cada lado da fenda na tíbia posterior dos machos (perdido em *Aglae*) (caractere 16, Figura 4), de um lobo (projeção) na cápsula genital dos machos (perdido em *Aglae*) (caractere 19, Figura 4) e de uma extrema redução da *volsella*¹⁹ (caractere 25, Figura 4). Por último, (*Eulaema* + *Aglae*) apresenta como sinapomorfias os palpos labiais com dois segmentos (caractere 1, Figura 4), o escutelo²⁰ plano com forma de lâmina (caractere 3), a perda da ranhura da língua (caractere 5, Figura 4) e a presença de uma carena ao longo da margem posterior da metatíbia (caractere 9, Figura 4).

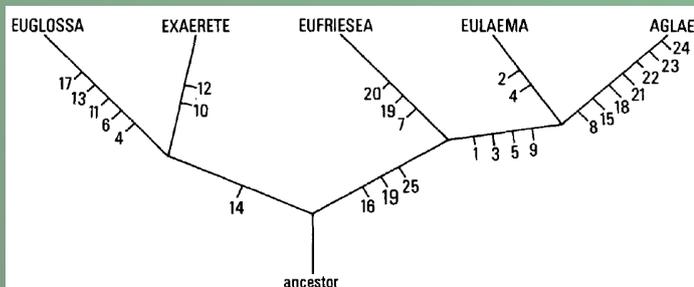


Figura 4: Diagrama filogenético das relações genéricas de *Euglossini* por Kimsey, 1987. Para a identificação das sinapomorfias (enumeradas na figura) dos clados (*Euglossa* + *Exaerete*), (*Eufriesea* + (*Eulaema* + *Aglae*)) e (*Eufriesea* + *Aglae*), consultar texto do presente artigo. Fonte: Extraído de Kimsey, 1987.

Tal hipótese de Kimsey (1987), bem como as posteriores de Michener (1990) e de Engel (1999), basearam-se no mesmo conjunto de caracteres morfológicos levantados anteriormente pelo próprio Kimsey em 1982, havendo divergências entre esses autores quanto à posição de *Aglae*,

ora relatado como o grupo irmão do restante dos euglossíneos (KIMSEY, 1982) ou como o grupo irmão terminal de *Eulaema* (ENGEL, 1999; KIMSEY, 1987; MICHENER, 1990). Estes conflitos sugeriram principalmente a necessidade de adição de novos caracteres às análises (MICHEL-SALZAT; CAMERON; OLIVEIRA, 2004).

Em uma abordagem integrativa posterior, reunindo 2 662 caracteres, morfológicos e moleculares, Michel-Salzat et al. (2004) construíram a seguinte filogenia genérica: (*Aglae* + (*Exaerete* + (*Euglossa* + (*Eufriesea* + *Eulaema*)))) (Figura 5). Considerando esse resultado, importantes implicações foram levantadas acerca da evolução de aspectos comportamentais dentro da tribo (como foi considerado o grupo, pelo autor): (1) Os gêneros de cleptoparasitas, *Aglae* e *Exaerete*, aparentam ter divergido antes mesmo dos gêneros de seus hospedeiros atuais (*Eulaema* e *Eufriesea*), o que sugere que esses últimos não eram os hospedeiros originais dessas abelhas, que, provavelmente, são criaturas já extintas e às quais esses cleptoparasitas eram mais relacionados (Regra de Emery²¹) (WILSON, 1971); (2) Houve um ancestral comum, usuário de resina para a construção de ninhos, entre *Euglossa*, *Eufriesea* e *Eulaema* (talvez semelhante a esse primeiro gênero), tendo havido um surgimento posterior a ele, do uso de gravetos e lascas de madeira (*Eufriesea*) ou de lama (*Eulaema*) nos ninhos; sendo que, (3) esse mesmo suposto ancestral comum provavelmente era facultativamente comunal (MICHENER, 1969, 2000), exercendo a construção ocasional de ninhos em caráter semi ou subsocial, o que, possivelmente, preencheria a intrigante lacuna entre o solitarismo e a socialidade primitiva dentro de Euglossina.

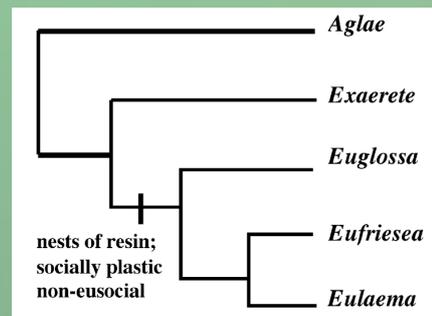


Figura 5: Filogenia resumida (apenas a nível de gênero) dos gêneros de *Euglossini*, conforme o obtido pela abordagem integrativa de Michel-Salzat et al., 2004. Em destaque, a sinapomorfia que assinala a presença de ninhos feitos de resina e de socialidade variável e primitiva (não eussocial). Fonte: Extraído de Michel-Salzat et al., 2004.

Adiante, em 2010, Ramírez et al. utilizaram de quatro genes de codificação de proteínas em uma nova análise das relações filogenéticas genéricas de Euglossina, sendo estes, especificamente, o da citocromo oxidase (CO1) (gene mitocondrial), o do fator de alongação 1- α (EF1- α) (gene nuclear), o da arginina kinase (ArgK) (gene nuclear) e o da RNA polimerase II (Pol-II) (gene nuclear); extraídos e sequenciados a partir de espécimes que representavam não só os cinco gêneros do grupo, mas todos os oito subgêneros do mesmo, além de 25 dos 26 grupos de espécies e 126 espécies, seguindo a literatura citada pelos autores. Nos resultados,

observou-se que cada um dos genes utilizados forneceu uma diferente hipótese, sendo as fornecidas pelos genes EF1- α ((*Exaerete* + (*Eufriesea* + (*Aglae* + (*Eulaema* + *Euglossa*)))) e ArgK ((*Exaerete* + (*Aglae* + (*Eulaema* + (*Eufriesea* + *Euglossa*)))) as de maior destaque, visto a ausência de politomias²² em ambas (mais resolvidas em comparação às demais). A combinação dos dados nos dois tipos de análise utilizados (de parcimônia e bayesiana), entretanto, resultou na seguinte filogenia para Euglossina: (*Exaerete* + (*Eufriesea* + (*Eulaema* + (*Aglae* + *Euglossa*))))).

Em resposta à posição mais basal dos *Exaerete* cleptoparasitas em seus resultados, Ramírez et al. acabaram por especular, tal como fizeram Michel-Salzat et al. (2004), sobre a existência de uma linhagem já extinta de euglossíneos construtores de ninho, que serviram como os hospedeiros originais dessas abelhas. Em outros resultados, obtidos por estimativas de divergência das linhagens de Euglossina (via relógio molecular²³), esses autores também situaram o ancestral comum mais recente do grupo em algum momento entre 42 e 27 milhões de anos atrás (entre o Mioceno e o Eoceno), com uma diversificação rápida dessas abelhas particularmente entre 20 e 15 milhões de anos atrás (Mioceno), e episódios de dispersão através de territórios disjuntos do Neotrópico, incluindo o arquipélago ístmico (uma vez já situado onde hoje, o Istmo do Panamá perfaz a conexão entre Américas Central e do Sul), as Pequenas e Grandes Antilhas (ilhas do Caribe) e suas antecessoras, as proto-Antilhas. A formação do Istmo, há cerca de 2,7 milhões de anos atrás, também teria desencadeado subsequentes dispersão e diversificação desses organismos.

Conhecendo o espectro da socialidade presente nas abelhas das orquídeas

Como já apresentado anteriormente, Euglossina se encontra formada por cinco gêneros (monofiléticos, segundo Kimsey, 1987), já aqui mencionados: *Aglae*, *Exaerete*, *Euglossa*, *Eufriesea* e *Eulaema*.

O gênero *Aglae* é formado de uma única espécie (*Aglae caerulea*) (NEMÉSIO; RASMUSSEN, 2012), cujos representantes são abelhas de corpo longo (23 a 25 mm de comprimento), delgado e achatado, com pernas posteriores delgadas (CAMERON, 2004). Biologicamente, são caracterizadas como cleptoparasitas obrigatórias, tendo como hospedeiros os euglossíneos do gênero *Eulaema* (DRESSLER, 1982), de cujos ninhos se apropriam, embora o método de destruição do ovo ou da larva original não seja conhecido (MICHENER, 2000).

O gênero *Exaerete* é constituído por oito espécies descritas (NEMÉSIO; RASMUSSEN, 2012), sendo todas elas cleptoparasitas, diferindo de *Aglae* no sentido de que sabe-se que o ovo ou larva é destruído pela abelha parasita adulta ou por sua larva ativa (MICHENER, 2000). As *Exaerete* têm como hospedeiras as abelhas dos gêneros *Eufriesea* e *Eulaema*, e são himenópteros verdes, azul-esverdeados ou azuis, brilhantes, com comprimento corporal de 15 a 28 mm (DRESSLER, 1982). Tanto *Aglae* quanto *Exaerete* representam gêneros de abelhas solitárias, representando um dos extremos

do espectro da socialidade entre as abelhas Euglossina.

Euglossa é o maior gênero de Euglossina, formado por 130 espécies (NEMÉSIO; RASMUSSEN, 2012). Estas abelhas apresentam de pequeno a médio-grande porte (8 a 18 mm), com pêlos relativamente esparsos, de modo que o tegumento metálico fica exposto, com cores variando entre verde, azul, bronze, castanho ou castanho-rosado (DRESSLER, 1982). São predominantemente solitárias, onde que cada fêmea constrói, sem auxílio, seu próprio ninho, fornecendo alimento (pólen e mel) em quantidade suficiente para o desenvolvimento total de uma larva, com a qual não tem contato (MICHENER, 1969, 2000). Outras *Euglossa*, entretanto, constroem ninhos de natureza comunal ou semissocial (DRESSLER, 1982; EBERHARD, 1988; GARÓFALO, 1998; MICHENER, 1969, 2000).

A seguir, o gênero *Eufriesea*, com cerca de 66 espécies descritas (NEMÉSIO; RASMUSSEN, 2012), se caracteriza por suas abelhas de porte médio a bastante grande (14 a 26 mm), sendo estas muito mais peludas do que as *Euglossa*, com machos de faces metálicas esverdeadas ou azuladas, sendo muitas espécies, coloridas (DRESSLER, 1982). Seus ninhos são feitos de resina, com adição de lascas de madeira, frequentemente associados a agregações comunais (KIMSEY, 1982).

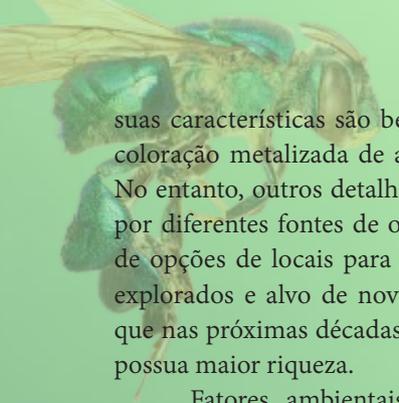
Por último, o gênero *Eulaema* possui 30 espécies descritas (NEMÉSIO; RASMUSSEN, 2012). São abelhas muito grandes, de entre 20 e 30 mm de comprimento, peludas como as *Eufriesea*, mas com palpos labiais de dois segmentos (e não quatro), sem tons azulados ou esverdeados na face, e ninhos construídos com lama e forrados com resina (DRESSLER, 1982). Em *Eulaema*, verifica-se a presença de ninhos comunais (NATES-PARRA; GONZÁLEZ, 2000; ZUCCHI; SAKAGAMI; CAMARGO, 1969), embora muitos sejam solitários (CAMERON; RAMÍREZ, 2001)

Nas abelhas comunais, as fêmeas utilizam um único ninho, composto por células construídas e provisionadas por cada uma na maioria ou mesmo em todas as espécies que possuem colônias comunitárias. Outros indivíduos na mesma população são solitários. Assim, a vida colonial é facultativa (MICHENER, 1969, 2000).

Já entre as abelhas semissociais, há pequenas colônias, que exibem cooperatividade e divisão do trabalho, entre fêmeas adultas como em verdadeiros grupos sociais: a divisão do trabalho se dá com indivíduos poedeiros e operários entre as fêmeas adultas, o que distingue os grupos semissociais dos quasissociais²⁴, sendo que todas as fêmeas são da mesma geração, diferentemente das colônias matrifiliais eusociais (MICHENER, 1969). Essas colônias geralmente surgem quando a rainha de uma colônia primitivamente eussocial morre, deixando suas descendentes, sendo que, uma delas geralmente se acasala e se torna a principal poedeira ou rainha substituta (MICHENER, 2000).

Conclusões

Graças às novas tecnologias e aos esforços de pesquisadores, hoje temos acesso a muitas informações sobre as abelhas Euglossina. Do ponto de vista morfológico,



suas características são bem atraentes e marcantes, como a coloração metalizada de algumas espécies e a glossa longa. No entanto, outros detalhes de sua biologia, como a atração por diferentes fontes de odores (florais ou não) e seu leque de opções de locais para construção dos ninhos, são ainda explorados e alvo de novos estudos. É possível e espera-se que nas próximas décadas o conhecimento sobre esse grupo possua maior riqueza.

Fatores ambientais inerentes à região neotropical favorecem a distribuição desses insetos nesta região. Atréadas a diversas interações, as abelhas Euglossina carregam consigo o papel de visitar e polinizar muitas espécies vegetais, além de integrar redes com organismos competidores, parasitas e predadores, que influenciaram em sua distribuição. Os trabalhos de levantamento apifaunístico realizados nas diferentes localidades do neotrópico fomentam a lista de distribuição de Euglossina. Apesar de, como visto nos mapas, não haver registro em todos os estados brasileiros e países neotropicais, é fato que as futuras pesquisas podem revelar novas distribuições do grupo.

Quanto à sua filogenia, esses organismos constituem um grupo interessante no que se refere a sua posição entre as abelhas corbiculadas, como criaturas majoritariamente solitárias (com algumas, comunais e semissociais), revelam sobre como a socialidade evoluiu dentro de Apini. Por exemplo, posicioná-las como o grupo mais basal da tribo, como fizeram Plant e Paulus (1987), Roig-Alsina e Michener (1993), Schultz (1999, 2001) e Engel (2001), sugeriria que a socialidade complexa (eusocialidade) teria surgido posteriormente nas subtribos de bombíneos, meliponíneos e apíneos; enquanto a concepção de Michener (1990), discriminando dois cladogramas ((Apinae + Meliponinae) e (Bombinae + Euglossinae)), sugere que tal socialidade teria evoluído duas vezes nas abelhas corbiculadas.

Da mesma forma, as diferentes relações genéricas propostas dentro de Euglossina apontam muitos questionamentos sobre o trajeto evolutivo destas abelhas. Dessa forma, à medida que a versão de Kimsey (1987) traz uma posição favorável para *Aglae* na concepção da Regra de Emery, acaba afastando filogeneticamente, entretanto, *Exaerete* de seus hospedeiros, apontando esses cleptoparasitas como mais próximos de *Euglossa*, gênero sobre o qual não exerce esse comportamento. Nesse sentido, poderia se pensar também que o surgimento da socialidade primitiva teria ocorrido mais de uma vez nas Euglossina.

Quanto esse último aspecto, Michel-Salzat et al. (2004) já apresentam algo mais contundente, unindo os taxa que possuem alguma socialidade entre essas abelhas num clado próprio, ao passo que os cleptoparasitas se tornam mais basais, sugerindo que seus hospedeiros originais se encontram extintos, fazendo-os se direcionar posteriormente a *Eulaema* e *Eufriesea*. Numa ocorrência levemente similar, Ramírez et al. (2010) posicionaram *Eufriesea* como o gênero mais basal, apontando a mesma hipótese, referente aos hospedeiros originais extintos, para explicar o fato. Entretanto, esses últimos pesquisadores acabaram por posicionar *Aglae* como parte do clado interno mais derivado

de Euglossina, juntamente a *Euglossa*, o que não só permite sugerir o surgimento desse gênero cleptoparasita como um evento congruente à Regra de Emery, como também poderia admitir uma remodelação do suposto ancestral comum de *Euglossa*, *Eufriesea* e *Eulaema*, levantado por Michel-Salzat et al. (2004), de um organismo facultativamente comunal e usuário de resina (semelhante a *Euglossa*), para um que ainda seria facultativamente comunal (característica, portanto, perdida em *Aglae* em sua transição para o cleptoparasitismo solitário), mas semelhante, talvez, a *Eufriesea*, e utilizador de resina e madeira, com ocorrência posterior de ninhos de resina e lama (*Eulaema*) ou de apenas resina (*Euglossa*).

Em todo caso, é certo que, com base na funcionalidade biológica descrita, nas diferentes hipóteses filogenéticas e no espectro de socialidade configurados pelas Euglossina, pode-se concluir a função-chave dessas abelhas não só como importantes polinizadores ou personagens de complexas tramas ecológicas, mas como modelos vivos de como a complexidade social teria evoluído em Hymenoptera, dando margem ao entendimento de como esse processo se refletiu na própria biologia e comportamento desses organismos.

Glossário:

- 1: Estudo das relações evolutivas entre grupos de organismos, que se dá por intermédio pela análise de matrizes de caracteres morfológicos, moleculares e mesmo comportamentais.
- 2: Franja de pêlos presente na tíbia posterior dessas abelhas, utilizada para o carregamento de pólen.
- 3: É a vida conjunta, isto é, em grupo, entre indivíduos de uma mesma espécie, a qual se dá por interações estabelecidas entre os mesmos, que influenciam em sua reprodução e sobrevivência.
- 4: Região biogeográfica que compreende a América do Sul, América Central, as ilhas do Caribe e a parte sul do México e Flórida (Estados Unidos).
- 5: Substâncias que possuem baixo ponto de ebulição, que passam do estado líquido para o gasoso ou de vapor com facilidade.
- 6: Secreção formada e liberada por algumas plantas.
- 7: Solução açucarada produzida em plantas para atração de polinizadores e/ou visitantes.
- 8: Pequenos grãos produzidos pelas plantas que correspondem aos gametas masculinos.
- 9: Sinônimo de “abastecimento”; “guarnecer de provisões”.
- 10: Termo utilizado em Sistemática para se referir a grupos relacionados entre si nas representações filogenéticas (árvores). Por exemplo, considerando a filogenia hipotética (A + (B + C)), o táxon A é grupo irmão de (B + C), sendo que B e C são grupos irmãos entre si.
- 11: Caráter derivado (apomórfico) que surge na evolução de um clado, sendo compartilhado pelos taxa constituintes do mesmo, já que aparece como herdado do ancestral comum. Em análises filogenéticas, são argumentos favoráveis à monofilia.



12: Designação de uma das veias presentes nas asas anteriores de Hymenoptera (medial-cubital 2).

13: Área posterior das asas de Hymenoptera, situada além da veia anal 1, destacada de áreas mais anteriores por uma ligeira prega na asa e por um entalhe na margem da asa.

14: Parte constituinte da genitália masculina dos himenópteros.

15: Segmentos (escleritos, placas esclerosadas) formadores do esterno, a região ventral do revestimento dos insetos.

16: Diz-se dos grupos possuidores de monofilia, isto é, que comportam o ancestral comum e todos os taxa descendentes do mesmo.

17: Comportamento que envolve a procura e posterior exploração de recursos alimentares pelos organismos vivos, com influência em suas capacidades de sobrevivência e reprodução.

18: Estrutura situada ao redor da entrada das células dos ninhos, construída e fechada por manipulação do material utilizado.

19: Apêndice situado na estrutura da genitália masculina de alguns insetos.

20: Designação de um dos escleritos formados do tergo, a região dorsal do revestimento dos insetos.

21: Postulado segundo o qual os parasitas sociais de insetos se encontram intimamente relacionados (evolutivamente falando) de seus hospedeiros.

22: Termo referente às situações nas quais as relações entre grupos não puderam ser resolvidas pelas análises filogenéticas empregadas, resultando em representações onde as linhagens partem de um mesmo nó, sem demonstrar relações internas de parentesco entre si.

23: Técnica que permite estimar o tempo de divergência entre grupos com base nas diferenças entre sequências moleculares obtidas dos mesmos, de forma que, quanto mais semelhantes essas sequências forem, menor será o tempo de divergência.

24: Abelhas quasissociais são aquelas de pequenas colônias, com duas a várias fêmeas da mesma idade e, provavelmente, da mesma geração, que constroem e aprovisionam células de maneira cooperativa, com mais de uma abelha trabalhando em uma determinada célula. Como nos grupos comunais, cada fêmea tem ovários funcionais, acasala e ovipõe. Trata-se de um caso relativamente raro entre as abelhas.

Referências

ACKERMAN, J. D. Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 20, n. 3, p. 301-314, 1983.

AGUIAR, A. P. et al. Order Hymenoptera. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness* (Addenda 2013). **Zootaxa**, v. 3703, n. 1, p. 51-62, 2013.

ARMBRUSTER, W. S.; WEBSTER, G. Pollination of two species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Mexico by euglossine bees. **Biotropica**, v. 11, n. 4, p. 278-283, 1979.

AUGUSTO, S. C.; GARÓFALO, C. A. Bionomics and sociological aspects of *Euglossa fimbriata* (Apidae, Euglossini). **Genetics and Molecular Research**, v. 8, n. 2, p. 525-538, 2009.

AUGUSTO, S. C.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology and social structure of *Euglossa (Euglossa) townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux**, v. 51, n. 4, p. 400-409, 2004.

BRAND, P. et al. Rapid evolution of chemosensory receptor genes in a pair of sibling species of orchid bees (Apidae: Euglossini). **BMC Evolutionary Biology**, n. 15, p. 176, 2015.

CAMERON, S. A. Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, n. 13, p. 373-394, 2004.

CAMERON, S. A.; MARDULYN, P. Multiple molecular data sets suggest independent origins of highly eusocial behavior in bees (Hymenoptera: Apinae). **Systematic Biology**, v. 50, n. 2, p. 194-214, 2001.

CAMERON, S. A.; RAMÍREZ, S. Nest architecture and nesting ecology of the orchid bee *Eulaema meriana* (Hymenoptera: Apinae: Euglossini). **Journal of the Kansas Entomological Society**, p. 142-165, 2001.

CARVALHO-FILHO, F. S.; DE OLIVEIRA, F. F. Notes on the nesting biology of five species of Euglossini (Hymenoptera: Apidae) in the Brazilian Amazon. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 1, p. 64-68, 2017.

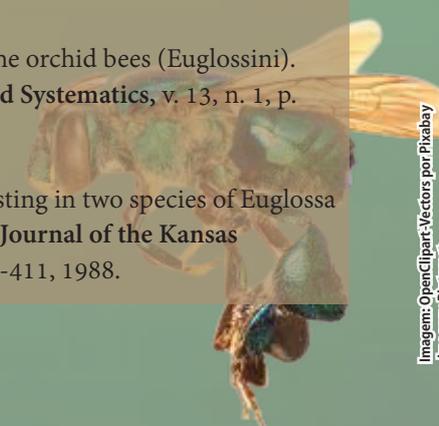
DICK, C. W. et al. Long-distance gene flow and cross-Andean dispersal of lowland rainforest bees (Apidae: Euglossini) revealed by comparative mitochondrial DNA phylogeography. **Molecular Ecology**, n. 13, p. 3775-3785, 2004.

DODSON, C. H. et al. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science**, 164, p. 1243-1250, 1969.

DODSON, C. H.; FRYMIRE, G. P. Natural pollination of orchids. **Missouri Botanical Garden Bulletin**, n. 49, p. 133-152, 1961.

DRESSLER, R. L. Biology of the orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, n. 1, p. 373-394, 1982.

EBERHARD, W. G. Group nesting in two species of *Euglossa* bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, p. 406-411, 1988.





ENGEL, M. S. The first fossil of Euglossa and phylogeny of the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *American Museum Novitates*, n. 3272, p. 1-14, 1999.

ENGEL, M. S. Monophyly and extensive extinction of advanced eusocial bees: Insights from an unexpected Eocene diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 98, n. 4, p. 1661-1664, 2001.

FARIAS, R. C. A. P. et al. Horário de atividade de machos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) e preferência por fragrâncias artificiais em Mata e Dunas na área de proteção ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. *Neotropical Entomology*, v.3, n. 6, p. 863-867, 2007.

GARÓFALO, C. A. et al. Nest structure and communal nesting in *Euglossa* (*Glossura*) *annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 15, n. 3, p. 589-596, 1998.

JANZEN, D. H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*, v. 171, n. 3967, p. 203-205, 1971.

KIMSEY, L. S. Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). Univ of California Press, 1982.
KIMSEY, L. S. Generic relationships within the Euglossini (Hymenoptera: Apidae). *Systematic Entomology*, v. 12, n. 1, p. 63-72, 1987.

MARTINS, A. C.; MELO, G. A. R.; RENNER, S. S. The corbiculate bees arose from New World oil-collecting bees: Implications for the origin of pollen baskets. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, n. 80, p. 88-94, 2014.

MARTINS, D. C. et al. First record of *Aglae caerulea* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) in Brazilian Cerrado east of the Amazon region, Maranhão State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 76, n. 2, p. 554-556, 2016.

MELO, G. AR; GONÇALVES, R. B. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 1, p. 153-159, 2005.

MICHEL-SALZAT, A.; CAMERON, S. A.; OLIVEIRA, M. L. Phylogeny of the orchid bees (Hymenoptera: Apinae: Euglossini): DNA and morphology yield equivalent patterns. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 32, n. 1, p. 309-323, 2004.

MICHENER, C. D. Comparative social behavior of bees. *Annual review of entomology*, v. 14, n. 1, p. 299-342, 1969.

MICHENER, C. D. Classification of the Apidae (hymenoptera). *The University of Kansas Science Bulletin*, v. 54, n. 4, p. 75, 1990.

MICHENER, C. D. The bees of the world. *JHU press*, 2000.

MICHENER, C. D. The bees of the world. 2 ed. **Baltimore: Johns Hopkins University Press**, 2007, p. 953.

MOURE, J. S.; MELO, G. A. R.; FARIA JR; L. R. R.. Euglossini Latreille, 1802, 2012. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region** - online version. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>> Acessado em 18/08/2020.

MURREN, C. J. Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. *Journal of Ecology*, v. 90, n. 1, p. 100-107, 2002.

NATES-PARRA, G.; GONZÁLEZ, V. H. Notas sobre el nido de *Eulaema polychroma* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Actualidades Biológicas*, v. 22, n. 72, p. 83-90, 2000.

NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F. A. Deriving ecological relationships from geographic correlations between host and parasitic species: an example with orchid bees. *Journal of Biogeography*, n. 33, p. 91-97, 2006.

NEMESIO, A.; RASMUSSEN, C. Nomenclatural issues in the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) and an updated catalogue. *Zootaxa*, v. 3006, n. 1, p. 1-42, 2011.

NOLL, F. B. Behavioral phylogeny of corbiculate Apidae (Hymenoptera; Apinae), with special reference to social behavior. *Cladistics*, v. 18, n. 2, p. 137-153, 2002.

PLANT, J. D.; PAULUS, H. F. Comparative morphology of the postmentum of bees (Hymenoptera: Apoidea) with special remarks on the evolution of the lorum. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, v. 25, n. 2, p. 81-103, 1987.

RAMÍREZ, S. R. et al. Asynchronous diversification in a specialized plant-pollinator mutualism. *Science*, n. 333, p. 1742-1746, 2011.

RAMÍREZ, S. R. et al. Phylogeny, diversification patterns and historical biogeography of Euglossine orchid bees (Hymenoptera: Apidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, n. 100, p.552-572, 2010.

RAMÍREZ, S.; DRESSLER, R. L.; OSPINA, M. Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la región Neotropical: listado de especies con notas sobre su biología. *Biota Colombiana*, n. 3, p. 7-118, 2002.

ROIG-ALSINA, Arturo. Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). *University of Kansas science bulletin*, v. 55, p. 124-162, 1993.



ROUBIK, D. W.; HANSON, P. E. Orchid bees of tropical America: Biology and Field Guide. **Heredia: Inbio Press**, 2004, p. 370.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: **IV ENCONTRO SOBRE ABELHAS**, 2000, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto, 2000. p.131-141.

SCHULTZ, T. R.; ENGEL, M. S.; PRENTICE, M. Resolving conflict between morphological and molecular evidence for the origin of eusociality in the corbiculate bees (Hymenoptera: Apidae): A hypothesis-testing approach. **University of Kansas Natural History Museum Special Publication**, v. 24, p. 125-138, 1999.

SCHULTZ, T. R.; ENGEL, M. S.; ASCHIER, J. S. Evidence for the origin of eusociality in the corbiculate bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, p. 10-16, 2001.

SILVA, D. P. et al. Amazonian species within the Cerrado savanna: New records and potential distribution for *Aglae caerulea* (Apidae: Euglossini). **Apidologie**, v. 44, n. 6, p. 673-683, 2013.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. AR; ALMEIDA, E. AB. Abelhas brasileiras. Sistemática e Identificação. **Fundação Araucária**, Belo Horizonte, v. 253, 2002.

SIQUEIRA-FILHO, J. A.; MACHADO, I. C. Flowering phenology and pollination ecology of *Cryptanthus diana* Leme: a case of flower fragrance-collecting by Euglossinae bees in Bromeliaceae. **Selbyana**, v. 29, n. 2, p. 226-232, 2008.

SOARES, A. A. et al. Relações entre *Euglossa* (*Euglossella*) *mandibularis* Friese, 1899 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) e *Cyphomandra calycina* (Solanaceae). **Ciência e Cultura**, vl. 41, n.9, p. 903-905, 1989.

WHITTEN, W. M.; YOUNG, A. M.; STERN, D. L. Nonfloral sources of chemicals that attract male euglossine bees (Apidae: Euglossini). **Journal of Chemical Ecology**, n. 19, p. 3017-3027, 1993.

WILLIAMS, N. H.; DRESSLER, R. L. Euglossine pollination of *Spathiphyllum* (Araceae). **Selbyana**, v. 1, n. 4, p. 349-356, 1976.

WILLIAMS, N. H.; WHITTEN, W. M. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: Methods and advances in the last sesquidecade. **Biology Bulletin**, n. 164, p. 355-395, 1983.

WILSON, Edward O. et al. The insect societies. **The insect societies.**, 1971.

ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S. F.; DE CAMARGO, J. MF. Biological Observations on a Neotropical Parasocial Bee, *Eulaema nigrita*, with a Review on the Biology of Euglossinae (Hymenoptera, Apidae): **A Comparative Study** (With 21 Text-figures, 2 Plates and 9 Tables), v. 17, n. 2, p. 271-380, 1969.





Nesta edição, o Boletim PETBio entrevistou o Prof. Dr. Lucas Cardoso Marinho para apresentar um pouco sobre sua linha de pesquisa.

Vinícios Olegario Mesquita Arraes
Daniely Feitoza Aires
Curso de Ciências Biológicas - UFMA/São Luís

O Prof. Dr. Lucas Cardoso Marinho possui graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura) pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB (2009-2013), durante esse período participou de várias atividades de pesquisa, como projetos envolvendo formigas cortadeiras, ecologia de vespas e abelhas sem ferrão e plantas medicinais. Em 2010, começou a estudar taxonomia botânica sob a orientação da Dra. Cecília de Azevedo, realizando sua primeira iniciação científica com o levantamento da família Orchidaceae da Reserva do Poço Escuro, Vitória da Conquista-BA. Depois, ingressou no Laboratório de Biodiversidade do Semiárido, onde fez outra iniciação científica com taxonomia de espécies arbóreas da Floresta Nacional Contendas do Sincorá-BA, foi nesse momento que surgiu uma paixão pela Caatinga e pelas espécies arbóreas. No período de 2013 a 2019 realizou seu mestrado e doutorado em botânica pela Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS sob a orientação do Dr. André Amorim, onde estudou o gênero *Tovomita*, especialmente por ser um grupo arbóreo e de florestas úmidas, além disso, fez expedições de campo na Floresta Amazônica e análises moleculares para complementar os seus estudos.

Em 2016, atuou como colaborador no Projeto Reflora alocado no Museu de História Natural de Viena, Áustria. Durante esse período, teve contato direto com coleções históricas dos grandes naturalistas que estiveram no Brasil durante o século XIX, enriquecendo seus conhecimentos sobre taxonomia histórica e identificação de plantas. Em 2017, realizou seu doutorado sanduíche na Universidade de Harvard, EUA, sob a orientação do Dr. Charles Davis. Nesta instituição aprendeu as técnicas de sequenciamento de nova geração e teve contato com coleções e pesquisadores mundialmente reconhecidos. O professor se mantém vinculado à Universidade de Harvard como pesquisador colaborador.

Em novembro de 2019, ingressou como docente na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde leciona a disciplina Sistemática de Fanerógamas no Departamento de Biologia, sendo essa a sua principal linha de pesquisa. Dessa maneira, suas pesquisas envolvem estudos de nomenclatura, identificação, descrição e classificação. A florística é o principal ramo em que busca propor projetos para aquisição de recursos e/ou orientar alunos.

Recentemente, criou o Grupo de Pesquisa em Sistemática e Taxonomia de Fanerógamas, o TaxA (@taxa_ufma), com o

intuito de receber alunos de iniciação científica e monografia. Seu primeiro projeto proposto foi a “Flora Fanerogâmica da Ilha Grande” que visa inventariar as espécies de plantas com flores dos quatro municípios que compõem a Ilha Grande do Maranhão. Para tanto, o projeto prevê expedições de coleta nas principais unidades de conservação da ilha, embora esse objetivo esteja momentaneamente impedido de ser realizado devido à pandemia do coronavírus. Atualmente, tem duas alunas monografando as famílias Malpighiaceae (a família do Murici) e Passifloraceae (a família do Maracujá), mas mantém-se aberto a diferentes projetos e boas ideias.

Ainda, como um subprojeto da Flora da Ilha Grande, conduz em parceria com a Dra. Fabiane Fernandes, do Departamento de Design da UFMA, o projeto “Flora dos Azulejos”. Este projeto é um resgate histórico das estampas com elementos fitomórficos dos azulejos maranhenses. O principal objetivo é identificar as espécies representadas nos azulejos do centro histórico, relacionando-as às espécies viventes dos países de origem.

A Flora dos Azulejos e outros projetos de divulgação científica que o professor desenvolve são uma maneira de integrar a botânica a outras áreas da ciência e também ao público não acadêmico. Ele reconhece a divulgação científica como parte de algo maior que costuma chamar de “Comunicação Científica” e, portanto, busca sempre entender um pouco mais sobre como o cientista deve se comunicar com os seus pares e também com a sociedade.



Figura 1. Grupo de Pesquisa em Sistemática e Taxonomia de Angiospermas - TaxA

Nesta edição o Boletim PETBio realizou uma entrevista em dupla com a Profa. Dra. Mariana Guelero do Valle, atualmente professora do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e coordenadora do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia (GPECBio)/Orientações Coletivas. E a Profa. Marcia Amelia Gaspar Matos, graduada em Engenharia Agrônoma e Licenciatura em Biologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), especialista em Metodologia de Ensino de Ciências e Biologia pela Universidade Gama Filho e em Mídias na Educação pela Universidade Federal do Maranhão; atualmente é professora do ensino fundamental maior com turmas do 9º ano e professora concursada do ensino médio no estado do Maranhão na Escola Dr. Clarindo Santiago.



Profa. Dra. Mariana Guelero do Valle



Profa. Marcia Amelia Gaspar Matos

Anna Letícia Silva da Costa
Ana Jessica Sousa Coelho
Sabrina Torres Soares

Curso de Ciências Biológicas/ MA - São Luís

PETBio UFMA: Com o isolamento social, devido à pandemia do novo coronavírus, parte dos estudantes precisam cessar suas atividades presenciais e dar espaço para atividades de ensino remoto. Diante disso, qual seria a saída para o melhor aproveitamento desse novo método de ensino?

Profa. Mariana do Valle: Imagino que o melhor aproveitamento do ensino remoto passe por questões estruturais e de investimento. Pensando no contexto da educação pública, temos que considerar primeiramente como tornar o ensino remoto real, pois ele não é a realidade em grande parte dos lares do todo país e, em especial, do Maranhão, que é um dos estados com maiores índices de exclusão digital do Brasil. Em se conseguindo então ter condições mínimas para que o ensino remoto ocorra, temos que pensar que o melhor aproveitamento possa ser conseguido se for feito um planejamento especial para esse tipo de modalidade de ensino. Não se pode simplesmente tentar reproduzir o que se vinha realizando no ensino presencial. Esse planejamento exige tempo e também que professores sejam capacitados para poder lidar com as especificidades da modalidade remota e as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação/TDIC.

Profa. Marcia Matos: O ensino remoto é de grande importância nesse momento de pandemia, mas tem limitações e não atende a todos os estudantes da mesma maneira, visto que a desigualdade social no Brasil é enorme, além de que essa modalidade de ensino proporciona lacunas diferentes que serão percebidas sem ter a interação presencial. Com todas as limitações, eu acredito que manter as atividades educacionais durante esse período é fundamental para minimizar os prejuízos da ausência das aulas presenciais, e no meu entendimento, para melhor aproveitamento do ensino remoto, são as estratégias utilizadas de acordo com a situação de cada região para atender as diferentes realidades socioeconômicas e de acesso à internet entre os estudantes, bem como ter uma visão ampliada de que as atividades utilizadas deverão ser diversificadas, utilizar quando necessário, atividades impressas, propor leituras de livros, utilizar rádio, TV, que são modelos rápidos e mais democráticos, assim como dar apoio aos professores no sentido de serem capacitados com formações, aproveitar os que têm mais habilidades com a tecnologia para ajudar os colegas de trabalho.

PETBio UFMA: Sabemos que o ensino à distância ainda possui falhas e limitações, vocês acreditam que este método de aprendizagem é viável? Ele atende a todos os alunos, incluindo alunos com deficiências ou ausência de recursos tecnológicos?

Profa. Mariana do Valle: Primeiramente, é importante deixar claro que ensino à distância e ensino remoto não são a mesma coisa. A educação a distância (EAD) é uma modalidade de ensino que possui uma estrutura política e didática-pedagógica específica e o credenciamento

de um curso nessa modalidade deve ser credenciado pelo Ministério da Educação (MEC) dentro dessas especificações. Já o ensino remoto é uma medida emergencial temporária aprovada pelo MEC devido à pandemia da COVID-19. Apenas a título de esclarecimento, no caso da educação à distância, para um curso EAD funcionar deve-se ter um currículo adaptado a esse formato, bem como professores e tutores capacitados que irão trabalhar junto a esses polos EAD. A própria EAD tem suas falhas e limitações, pois o acesso a uma internet de qualidade, ainda é uma grande dificuldade em vários municípios do país. No atual contexto da pandemia, estamos falando de ensino remoto e não de EAD. No caso do ensino remoto, as falhas e limitações são ainda maiores, pois tanto a estrutura do ensino superior quanto da educação básica, não estavam preparados para essa demanda. Acredito que o ensino remoto possa ser considerado viável somente se tivermos condições mínimas tanto para professores quanto para alunos para que o ensino remoto aconteça. Tais condições incluem desde o acesso a computadores, internet para alunos e professores, bem como formação e capacitação de professores em Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação/TDIC, os quais devem contemplar também os aspectos relacionados à inclusão e acessibilidade.

Profa. Marcia Matos: Eu sou professora do ensino fundamental e médio da rede estadual do nosso estado (Maranhão) e vejo a realidade da situação socioeconômica da maioria dos nossos alunos e também da realidade das nossas escolas públicas, sei que as soluções do ensino remoto são extremamente importantes para atender às demandas emergenciais, mas existem os seus efeitos limitados e com isso nós temos que pensar em ferramentas que tenham maior eficácia para que possamos definir parâmetros de qualidade e que atendam a todas as realidades, nesse sentido, o governo precisa ter consciência da realidade de muitos alunos e amenizar o problema com estratégias de aquisição de equipamentos para que esse aluno que está nessa situação tenha acesso às atividades e aulas. Com todas essas preocupações, nós somos cientes de que só no ensino presencial que será possível combater a maioria dos prejuízos, e é por isso que será tão importante esse retorno.

PETBio UFMA: Como o corpo docente da instituição na qual vocês trabalham está lidando diante do cenário atual de pandemia em relação ao retorno das aulas?

Profa. Mariana do Valle: Percebo que os professores, em sua grande maioria, têm buscado se capacitar pelos cursos ofertados pela universidade e também por outras instituições, porém o cenário de incertezas deixa a todos angustiados. Tal incerteza se pauta principalmente em relação à necessidade de se garantir as condições de segurança à saúde de alunos, professores e funcionários para o retorno às aulas. Em minha opinião, no momento, não temos condições de retorno híbrido ou presencial às aulas.

Além disso, vejo que esse contexto de incertezas causa um desgaste emocional tanto em discentes quanto em docentes e o suporte emocional nesse contexto pandêmico deveria ser também ofertado de maneira efetiva e ampla pela universidade a toda comunidade acadêmica.

Profa. Marcia Matos: Todos os professores da nossa escola têm bastante medo em relação ao retorno das aulas presenciais, visto que conhecemos a realidade e sabemos que as condições são mínimas para que se tenha segurança. Nós fomos chamados para uma reunião presencial e nos deparamos com várias situações de despreparo, como por exemplo: não tem sabão, não tem papel higiênico e muito menos papel toalha, não tem álcool em gel, não tem os kits prometidos para os alunos e muito menos para os professores, diante da realidade observada, nós ficamos ainda mais apreensivos com o retorno, principalmente porque a pandemia não acabou e as únicas formas de minimizar os contágios ainda é o distanciamento social e as condições básicas de higiene.

PETBio UFMA: Quais seriam as vantagens e desvantagens encontradas pelo aluno e pelo professor no ensino remoto?

Profa. Mariana do Valle: O ensino remoto foi uma modalidade pensada em caráter de excepcionalidade frente a uma pandemia. Considero complicado ter que apontar vantagens nesse cenário tão desolador, em que no dia de hoje em nosso país já temos mais de 150.000 mortes. Ainda assim, se tiver que pensar em vantagens e desvantagens a alunos e professores, penso que estas não podem estar dissociadas do contexto em que estamos inseridos. O cenário da pandemia tornou ainda mais gritantes as desigualdades sociais que temos em nosso país, em que alunos que tem um poder aquisitivo maior, tem condições de acesso a computador, internet de qualidade em um local adequado a seus estudos, com alimentação e todo o suporte necessário, em condições de segurança. Ou seja, são alunos que encontram um caminho repleto de vantagens, enquanto temos alunos que não têm computador, internet e estão em condições de vulnerabilidade social. Temos que reconhecer que a grande parcela da população vive de acordo com o segundo perfil que descrevi, ou seja, em condições de extrema desvantagem. Diante disso, temos que pensar de forma a garantir condições mínimas para que esses alunos tenham acesso aos seus estudos, e para que isso ocorra, os professores desses alunos devem também ter acesso a condições mínimas de trabalho e de segurança.

Profa. Marcia Matos: No que se refere às vantagens, o ensino remoto nos faz buscar estratégias diferenciadas e a utilizar as ferramentas que são muito conhecidas dos alunos, pois é uma geração acostumada a essa tecnologia e com isso é mais fácil e natural para eles ter aulas em algo que já são protagonistas. O acesso a vídeos, imagens, aplicativos móveis e outros torna mais interessante tanto o ensino quanto a aprendizagem, fazendo com que o educador repense e aprenda maneiras para viabilizar o conteúdo e a prática, contextualizando e estimulando o desenvolvimento de outras competências como a organização, o planejamento e a iniciativa. A maior autonomia do aluno também é uma vantagem, visto que ele tem mais independência, tem uma postura mais responsável para consumir o conteúdo disponibilizado, resultando em mais questionamentos, liberdade em realizar as pesquisas e enriquecendo o aprendizado e o professor compreende melhor as dificuldades desse aluno. Como desvantagens eu acho que a mudança repentina nos pegou de surpresa, pois tivemos que nos adaptar transformando as nossas casas em ambiente de trabalho, o que não é tarefa fácil. Nós tivemos que nos reinventar em um momento muito complicado em que as famílias estão passando por várias situações difíceis. O curto período da entrega das aulas e atividades no ensino remoto torna o trabalho do professor mais oneroso, visto que a jornada diária tem um aumento significativo e o aluno também tem a carga de atividades e aulas aumentadas, de maneira que o tempo deles também fica comprometido. A distância das relações interpessoais estressa tanto os professores como os alunos, pois o ambiente escolar contribui para a

convivência, a socialidade e consequentemente o aprendizado. O ensino remoto também tem como desvantagem os problemas que ocorrem no mundo virtual, como queda de internet, falta de energia, dentre outros.

PETBio UFMA: A rotina de ensino precisou ser adaptada de presencial para remota, dando espaço para o uso de tecnologias e ao ensino à distância. Com toda essa mudança vocês acreditam que em um cenário pós pandemia haverá uma renovação na educação?

Profa. Mariana do Valle: Entendo que, no contexto do ensino remoto, o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) foi ampliado. Os professores tiveram que se desdobrar e se reinventar no sentido de planejar suas aulas repensando conteúdos, recursos, estratégias, uso do tempo, formas de avaliar, entre outros. Muitos professores tiveram pela primeira vez que utilizar plataformas para ministrar aulas, gravar, editar vídeos, isso sem contar com as questões de ter que lidar com a falta de estrutura, as interrupções de conexão, falhas no vídeo, áudio e travamento de equipamentos. De fato, todos esses desafios podem ter trazido aprendizados para professores e também alunos. Entretanto, penso que, só poderá haver, em um cenário pós pandemia, uma renovação na educação se tivermos um governo capaz de valorizar verdadeiramente a educação, a profissão docente e a Ciência. Vivemos atualmente em um país que, de acordo com as notícias recentes, temos a previsão de corte de R\$ 4,2 bilhões na Educação para o ano de 2021, ou seja, momento em que as escolas públicas brasileiras terão que gastar mais para manter condições mínimas de segurança e higiene das salas com o retorno das aulas presenciais. Enquanto isso, o Ministério da Defesa deverá ter à disposição R\$ 5,8 bilhões em 2021. Ou seja, não há como haver renovação em um governo pautado na precarização da Educação e da Ciência.

Profa. Marcia Matos: O mundo não será o mesmo, visto que a pandemia se apresentou muito rápida proporcionando mudanças drásticas na vida de todos e mudando todos os espaços de sociabilidade, as relações sociais, econômicas e políticas, e nas escolas não será diferente, pois são espaços coletivos e de socialização. O envolvimento da família será mais notado, visto que no período pandêmico foi muito relevante e importante aliado e sempre será. A importância da relação professor x aluno será mais valorizada, assim espero. O espaço escolar será reinventado, a delimitação dos conteúdos revista, já estamos percebendo que são inúmeras as possibilidades de inovar, mas que tanto o aluno quanto o professor acreditem e experimentem para que ocorra a construção coletiva dos saberes pedagógicos. A tecnologia será a grande ferramenta para a aprendizagem e o ensino híbrido poderá ser uma realidade.



Fonte: HoStinger

E-mails para contato:
mariana.valle@ufma.br (Profª Drª Mariana Guelero do Valle).
marciaagmgoncalves@gmail.com (Profª Marcia Amelia Gaspar Matos).

O reino dos insetos diretamente dos quadrinhos

Juliana Rivas Figueredo Pereira

Curso de Ciências Biológicas/UFMA - São Luís

Uma nova espécie de mosca tem as seguintes características: manchas douradas e marrons em seu corpo, que lembram uma armadura, e antenas que assemelha-se a um cabelo loiro charmoso. Um verdadeiro fã da Marvel logo perceberia uma semelhança bem comum ao personagem Thor, um deus da mitologia nórdica associado aos trovões e a batalha. E não foi à toa que os cientistas, ao descobrirem uma nova espécie, com seu super poder de nomeá-la, acabaram homenageando esse grande super herói com o nome: *Daptolestes bronteflavus*, do latim, “trovão louro”.

Mas não para por aí, dentre as 165 novas espécies descritas recentemente, algumas homenagearam grandes personagens desse Universo cinematográfico da Marvel. Além do Thor, outra mosca que tem como nome científico *Daptolestes illusiolautus*, significando “decepção elegante” haomenageia seu irmão Loki, por ser um queridinho vilão, que trai muitos personagens utilizando suas ilusões visuais. Outra grande personagem é a espiã Natasha Romanoff, mais conhecida como a Viúva Negra que utiliza um traje de couro, servindo de referência para a mosca *Daptolestes feminategus*, que significa “mulher usando couro”. E o que mais chama atenção, é a mosca assassina *Humorolethalis sergius*, que possui uma marca nas costas muito semelhante à máscara do personagem Deadpool.

Mas, e se a inspiração fosse ao contrário? E se, os insetos servissem de inspiração para criação de personagens, como heróis e vilões? Sim, isso acontece. Cerca de 2,26% de personagens da Marvel são inspirados em insetos, em que suas características não são apenas comparadas a sua morfologia, mas também a sua biologia e o seu comportamento. Entre as ordens mais presentes, podemos citar: Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Hemiptera, Blattodea e Ephemeroptera. Porém, percebemos que apesar do número de personagens baseados em insetos ser relativamente grande, ainda são poucos aqueles que têm destaque na mídia, como o Homem-Formiga e a Vespa. Mas não devemos deixar de notar que são personagens muito interessantes. Um exemplo é a vilã *Spider-Wasp* que tenta capturar o Homem-Aranha para oferecê-lo como alimento para a sua prole. O que é muito semelhante ao que fazem as vespas do gênero *Pepsis fabricius* com as aranhas. Em relação à distribuição entre heróis e vilões, as baratas que não são nada populares em nosso cotidiano, são inspiradas principalmente para bandidos. E as vespas, formigas e abelhas são uma forte inspiração para os “mocinhos” da história.

Percebemos que há uma forte influência de insetos na inspiração de histórias em quadrinhos (HQs) e filmes. E por que não potencializar isso para as salas de aulas? Ao ensinar zoologia nas escolas, tem-se uma carência de didática e um uso

excessivo de livros não tão ricos no conteúdo, o que instrui alunos à memorização de conceitos e informações, o que não é nada legal. O uso da imagem de um personagem, sugestionado no estudo de insetos, pode acabar representando uma conexão entre conhecimento e vivências cotidianas com uma aprendizagem formal, pois elas acabam trabalhando sua imaginação e criatividade. Por isso, a criação de histórias que envolvam uma temática, por exemplo as interações ecológicas, vai permitir que o determinado assunto seja mais aprofundado, e isso facilita que o professor estimule os alunos a aprenderem de forma mais clara. Outra proposta interessante, seria os próprios alunos criarem seus super heróis e vilões inspirados em insetos, onde devem inserir suas principais características e usar sua imaginação e criatividade para criar suas habilidades especiais. Os alunos estariam mais conectados com as informações e trabalhariam melhor a sua interpretação. Afinal, seria uma ferramenta de estudo bem divertida.

Eles estão em toda parte! Vimos até aqui que está cada vez mais comum homenagear personagens com a nomeação científica de novos insetos, além de que a descoberta de novas espécies é de suma importância para novos estudos. Além disso, são ótimos inspiradores para personagens como super heróis e vilões, o que destaca nas histórias de maneira bem subjetiva sua morfologia, biologia e ecologia. E o mais interessante de tudo, é que isso pode ser utilizado de maneira favorável na educação, através dos HQs, auxiliando em um aprendizado mais didático sobre esses animais. E não se engane, esses seres têm muitos outros poderes para nos mostrar!

Referências

ROBINSON, I. J. LI, X. YEATES. D. K. Revision of the endemic Australian robber fly genus *Daptolestes* Hull (Diptera: Asilidae) and description of *Humorolethalis* gen. nov. *Austral Entomology*, v.59, ed.53, p.487-504, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/aen.12465>. Acessado em 18/08/2020.

RODRIGUES, F. A. Contribuições do uso de super heróis para o ensino dos artrópodes no componentes curricular de ciências. 102 f. Dissertação. Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

SILVA, E. R. et al. Marvel and DC characters inspired by insects. *Research Expo International Multidisciplinary Research Journal*, v.4, p.10-36, 2014.



Às vezes é necessário morrer para que a vida continue

Ruth Myrian de Moraes e Silva
Ciências Biológicas/UFMA - São Luís

Possivelmente você já ouviu a frase: “Se tivesse que escolher entre a minha vida e a dos meus filhos, escolheria a deles sem pensar duas vezes”, ou ainda algo como: “Prefiro tirar da minha boca, a ver meus filhos com fome”. Talvez você nunca tenha associado essas frases a outros grupos de animais que não sejam humanos, mas se tivéssemos que escolher uma expressão para dar voz a certas ações deles, com certeza seria uma dessas. E se por um acaso precisássemos decidir uma classe para qual direcionar tais frases, certamente seria a de aracnídeos (Arachnida).

A classe Arachnida agrupa aranhas, carrapatos, escorpiões, dentre outros. As aranhas, por sua vez, são comumente lembradas como símbolos de paciência, perfeccionismo, predação e/ou hostilidade. No entanto, pouco se discute acerca das aranhas sociais, subsociais e os eventos ocorridos nas colônias. Sim, existem espécies de aranhas que vivem em colônias, as quais podem chegar a possuir mais de 10.000 indivíduos. Nesses ninhos, as atividades realizadas variam desde o cuidado com o ninho até a proteção dos ovos, além da divisão dos alimentos capturados. Ademais, a maioria dessas atividades giram em torno da proteção dos ovos ou da prole, sendo explícito o cuidado parental.

Sabe-se que o cuidado parental reflete diversas vantagens em função da sobrevivência da prole, bem como do crescimento e da reprodução. As aranhas, no que lhes diz respeito, salientam inúmeras reações de cuidado parental, podendo incluir o embrulho de ovos com a seda, a preparação meticulosa do ninho, o fornecimento de alimento regurgitado - visando o crescimento acelerado da prole -, ou ainda o investimento em bolsas de seda que permitam carregar os ovos e a prole juvenil durante os percursos. Entretanto, a abordagem mais singular exibida por esses animais, é a matrifagia, a qual denota o canibalismo dos filhos em relação à mãe. Isso mesmo, existem espécies de aranhas que se entregam como alimento para a prole, podendo ocorrer quando há escassez de suprimento para a colônia.

As *Amaurobius ferox*, por exemplo, são aranhas subsociais da família Amaurobiidae que só depositam uma bolsa de ovos durante toda a vida. Após a eclosão dos ovos, a fêmea provê uma bolsa de ovos tróficos¹, que servem para alimentar os filhotes, e no decorrer de alguns dias, a mãe induz os mesmos a se alimentarem dela. Por outro lado, temos o caso das *Stegodyphus dumicola*, que são permanentemente sociais e também apresentam a matrifagia, porém o fenômeno não ocorre imediatamente e sim gradativamente, visto que, ao longo da vida, até atingirem maturidade sexual, os filhotes alimentam-se dos fluidos nutritivos corporais da mãe até a morte. Em ambos os casos, a matrifagia é consolidada após a fase de alimentação por regurgitação, e em seguida os filhotes se aglomeram ao redor da mãe para assim se alimentarem dela.

Em 2000, pesquisadores observaram o crescimento e fases de desenvolvimento, a massa corporal e o período subsocial em dois grupos de *Amaurobius ferox*, onde um deles foi submetido à interrupção da matrifagia. Como resultado, foi notória a diferença de peso corporal dos indivíduos, sendo até três vezes maior no grupo com matrifagia, além do prolongamento social dos sujeitos, de forma que os pertencentes ao grupo com matrifagia privada se dispersaram em menos tempo, sendo submetidos a perigos precoces o que, possivelmente, afetaria sua sobrevivência.

Vale lembrar que, embora as aranhas sociais possuam alta capacidade reprodutiva, nem todas as fêmeas se reproduzem (ditas aranhas virgens), pois, muitos machos não conseguem chegar à fase adulta. Outro estudo, este em 2017, mostrou que em uma colônia de *Stegodyphus dumicola*, as aranhas virgens, além de trabalharem como guardiãs e provedoras de alimentos, possuem um cuidado alomaternal² com a prole das aranhas irmãs, ao acaso, tornando-se os alvos da matrifagia em vez das aranhas progenitoras, a fim de assegurar o sucesso dos filhotes.

Com isso, há quem aponte a matrifagia como algo cruel ou até altruísta do reino animal, no entanto, é perfeitamente apropriada, no tocante ao desenvolvimento e preservação dos grupos envolvidos. Sendo assim, estudos futuros, que detalhem as vias e os fatores que englobam esse fenômeno, são imprescindíveis para divulgação de conhecimento entre os todos os públicos.

Glossário

- 1: aqueles que servem somente para alimentação da prole.
- 2: interações entre juvenis (filhotes) e indivíduos que não sejam os progenitores.

Referências

- JUNGHANNS, A et. al. Extreme allomaternal care and unequal task participation by unmated females in a cooperatively breeding spider. *Animal Behaviour*. v. 132, p.101-107, 2017
- KIM, K. et. al. Functional Value of Matrifagy in the Spider *Amaurobius ferox*. *Ethology*. v. 106, p. 729 - 742; 2000.
- KIM, K. Maternal Influence on Spiderlings' Emergence from the Cocoon: Observations in a Subsocial Spider. *Journal of Ecology and Environment*. v.32, n. 1, p.33-39, 2009
- ZANATTA, M et. al. Efeito do cuidado materno na sobrevivência do ovo em *Aysha piassaguera* (Araneae: Anyphaenidae). *Insectes Sociaux*. v. 63, p. 439-445, 2016

Bicho estranho com jeito esquisito

As peculiaridades do ornitorrinco

Sabrina Torres Soares

Ellen Thâmara Sampaio Castro

Curso de Ciências Biológicas/UFMA - São Luís

Os ornitorrincos, *Ornithorhynchus anatinus*, são os únicos exemplares vivos da família Ornithorhynchidae e correspondem ao grupo dos monotremados¹, junto com as equidnas. Esse animal fantástico é natural da Austrália, podendo ser localizado por todo o país. Sua fisiologia e morfologia, que possuem características reptilianas intrigantes, despertam muita curiosidade nos observadores e cientistas, apresentando um grande potencial para as pesquisas científicas.

Esses mamíferos são animais semi-aquáticos que habitam regiões ribeirinhas, sendo encontrados em lagos, pequenos rios e até mesmo em pântanos, onde normalmente constroem suas tocas. Eles possuem hábitos noturnos e são considerados ótimos nadadores, dispõem de patas palmadas² que auxiliam sua locomoção dentro d'água, além de possuírem bicos flexíveis com múltiplas terminações nervosas, que servem como sensor e tato durante suas caçadas. Sua pelagem densa e impermeável é desenvolvida para controlar alterações bruscas de temperatura durante os mergulhos. Possuem uma cauda larga e achatada, que também auxilia na sua natação e atua como um órgão de armazenamento de gordura.

Eles pertencem a uma das quatro ordens de mamíferos peçonhentos conhecidos no mundo. Os machos desta espécie possuem glândulas especializadas pela síntese do veneno na região da coxa e utilizam os esporões presentes nas patas traseiras para inocular o veneno em suas vítimas. A glândula responsável pelo veneno aumenta sua produção durante a época de acasalamento, o que sugere, a princípio, a função de hostilidade e defesa quando surge uma competição pelas fêmeas no período de reprodução da espécie. O veneno do ornitorrinco, até então, era tido como mal compreendido, contudo, com os avanços nas pesquisas e métodos científicos, em 2008 foi possível concluir o sequenciamento do genoma do ornitorrinco, o que permitiu uma melhor caracterização do veneno e uma ponte para estabelecer a história evolutiva desse animal.

A oviparidade³ e a capacidade de lactação sem a presença de mamilos são peculiaridades distintivas presenciadas nas fêmeas desta espécie, características atípicas nos outros mamíferos. Um estudo publicado pela *University of Western Australia*, constatou que o leite dos monotremados além de conter nutrientes e vitaminas essenciais para os filhotes nos primeiros 4 meses de vida, ainda possuem propriedades antioxidantes e antibacterianas. Como os filhotes monotremados ficam expostos a diversos tipos de infecções durante a lactação, por conta da ausência dos mamilos, a descoberta da proteína MLP (*Monotreme lactation protein*) destacou-se nos estudos das proteínas presentes no leite como resposta a esse problema, não somente por exercer uma atividade antimicrobiana que fortalece o sistema imunológico dos filhotes, mas também por ser única, identificada somente na linhagem dos monotremados. Acredita-se que durante a evolução,

o desenvolvimento dos mamilos nos mamíferos eutérios⁴ pode ter levado consequentemente à perda dessa proteína.

A importância da conservação desse mamífero vai além de suas características distintas, pois ele é o único representante vivo de uma linhagem de animais semelhantes aos ornitorrincos que existiram há 60 milhões de anos. Os registros fósseis dos monotremados são escassos, mas a descoberta de dentes e crânios foi suficiente para paleontólogos catalogarem dois gêneros extintos da família Ornithorhynchidae, o *Obdurodon* e o *Monotrematum*, que possuem semelhanças morfológicas inegáveis com o ornitorrinco que conhecemos hoje, exceto pela dentição funcional na linhagem pré-histórica. Os monotremados atuais possuem dentes vestigiais enquanto juvenis, mas os perdem antes de chegar a fase adulta. Uma amostra clara da evolução desses mamíferos.

Os ornitorrincos são animais inestimáveis para a ciência, e com o estudo das propriedades toxicológicas do veneno e das proteínas, novas terapias podem ser desenvolvidas, bem como o sequenciamento do genoma e a busca por seus fósseis nos ajudam a entender a filogenia entre os mamíferos e répteis, e em que período os mamíferos se distinguiram entre si.

Glossário:

- 1: ordem de mamíferos que põem ovos.
- 2: patas que possuem os dedos unidos por uma membrana.
- 3: estado ou qualidade do animal ovíparo.
- 4: mamíferos placentários.

Referências

- BINO, G. et al. "The platypus: evolutionary history, biology, and an uncertain future." *Journal of mammalogy*, v. 100, p. 308-327, 2019.
- DE PLATER, M. et al. A pharmacological and biochemical investigation of the venom from the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*), *Toxicon*, v. 33, n. 2, p.157-169, 1995.
- NEWMAN, J. et al. Structural characterization of a novel monotreme-specific protein with antimicrobial activity from the milk of the platypus, *Acta Crystallographica*, v. 74, n. 1, p. 39-45, 2017.
- TR GRANT E PD TEMPLE-SMITH (Austrália) et al. Conservation of the Platypus, *Ornithorhynchus anatinus* : Threats and Challenges, *Aquatic Ecosystem Health & Management*, v. 6, p. 5-18, 2010.
- WARREN, W. et al. Genome analysis of the platypus reveals unique signatures of evolution, *Nature*, v. 453, p. 175-183, 2008.

SEÇÃO: ANIMAIS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO



A onça-pintada (*Panthera onca*) é um mamífero que pode atingir até 2,41 metros e pesar 158 quilos. No Brasil, a onça-pintada é um animal que vive em diversos biomas: Amazônia, Pantanal, Mata Atlântica e Caatinga. No Pampa ela já foi extinta. Está ameaçada de desaparecer da Mata Atlântica e Caatinga devido à caça predatória e à perda e degradação de seu habitat.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente

Foto: Charles J Sharp.

