



XXXI Congresso de
Iniciação Científica
Unicamp



Ecologia Trófica e Espacial de Abelhas Nativas no Campus da Unicamp

Palavras-Chave: isótopos estáveis, nicho trófico, ecologia urbana

Autores:

Raquel Bendocchi Alves [UNICAMP]

Prof. Dr. Raul Costa Pereira (orientador) [UNICAMP]

INTRODUÇÃO

Decisões de forrageamento determinam como organismos obtêm energia e nutrientes em ecossistemas (STEPHENS e KREBS, 1986). Nesse sentido, a distribuição espacial de consumidores e seus recursos se combinam para determinar as interações ecológicas que acontecem em paisagens heterogêneas. Em particular, o arranjo espacial de recursos influencia fortemente o nicho trófico de uma diversa gama de espécies, como insetos sociais e aves nidícolas, que buscam alimentos dentro de uma área em torno de um ponto específico (e.g., ninho ou colônia) (ELGIN et al., 2020). Esse forrageamento de Local Central não é apenas influenciado pelo ambiente do entorno do ninho, mas também pela identidade taxonômica do consumidor (ORIANIS e PEARSON, 1979). Como recursos são, por definição, limitados, organismos enfrentam uma série de desafios para manter valores positivos de desempenho frente a competidores conspecíficos e heterospecíficos. Como consequência, animais apresentam uma série de estratégias não somente para maximizar o encontro e captura de recursos, mas também para reduzir a competição por recursos em comum. Portanto, o nicho trófico de organismos pode variar em função tanto da distribuição espacial de consumidores e seus recursos, quanto em relação à identidade taxonômica dos consumidores (STEPHENS e KREBS, 1986).

As abelhas nativas brasileiras são um sistema interessante para entender a variação no uso de recursos entre espécies no espaço, pois elas utilizam uma ampla gama de espécies vegetais como fontes de recursos tróficos (i.e., néctar e pólen), que variam de acordo com o contexto ambiental no entorno do ninho (ROUBIK, 1989; SILVEIRA et al., 2002). Além disso, poucos estudos investigam os padrões de uso de recursos tróficos em comunidades de abelhas em ambientes urbanos (SANTOS et al., 2020). Parte desse problema se relaciona às dificuldades logísticas para se quantificar o uso de recursos por organismos diminutos, mas que forrageiam em áreas relativamente grandes, como as abelhas. Nesse sentido, isótopos estáveis podem ser uma ferramenta poderosa para documentar as relações tróficas dentro de comunidades de abelhas. Isótopos estáveis permitem quantificar padrões de divergência ou sobreposição trófica tanto entre organismos de uma mesma espécie quanto de espécies diferentes (BLÜTHGEN et al., 2003; FRY, 2006; NEWSOME et al., 2007). Em particular, variações intra e interespecíficas na proporção de isótopos de carbono ($\delta^{13}C$) indicam se consumidores estão obtendo energia e recursos de fontes alimentares distintas (e.g., plantas com metabolismo C3 ou plantas com metabolismo C4). Apesar deste potencial, raros estudos utilizaram isótopos estáveis para estudar a ecologia trófica de abelhas (BROSI et al., 2009; RANKOVIC et al., 2020), particularmente em um contexto de comunidades.

Especificamente, o projeto investiga como a distribuição espacial dos ninhos e a identidade taxonômica das abelhas se combinam para determinar diferenças nos usos de recursos em uma paisagem urbana heterogênea. Nesse sentido, espera-se que ninhos mais próximos geograficamente e pertencentes à mesma espécie, usem recursos tróficos mais similares. Essa hipótese se justifica por (i) espécies distintas de abelhas apresentarem

diferenças morfológicas e comportamentais que favorecem a divergência no uso de recursos (ROUBIK, 1989) e (ii) como recursos são frequentemente distribuídos de maneira heterogênea em paisagens, ninhos mais próximos devem interagir com recursos florais mais similares. Assim, a predição é de que ninhos com distância espacial maior, possuem maiores diferenças nos valores isotópicos de carbono do que ninhos mais próximos

MÉTODOS

Mapeamento dos ninhos

O primeiro passo do projeto foi mapear a distribuição dos ninhos de abelhas nativas. Comecei olhando nas construções do Instituto de Biologia (22°49'13.4"S, 47°04'11.9"O), depois fui expandindo a área de busca até o Instituto de Economia (22°48'52.6"S 47°03'57.7"O) e o Restaurante Administrativo (22°49'22.1"S 47°03'55.1"O). Em seguida, busquei ninhos nas árvores que se encontravam nesse limite. A sequência de busca - primeiro em prédios, depois nas árvores - foi uma questão de organização e logística, pois era mais eficiente para manter o controle de qual lado do prédio foi observado e quais árvores já foram amostradas. Essa etapa consistiu em olhar cuidadosamente as paredes externas dos prédios dos institutos, além de outros tipos de construções com potenciais substratos para nidificação. Nas árvores, olhei principalmente os pontos de bifurcação dos galhos, os troncos, a base das raízes e os galhos. Para conferir se ninhos muito altos estavam ativos, utilizei um monóculo. Registrei as coordenadas dos ninhos no aplicativo Google Maps para celular. Posteriormente, organizei em listas separadas por gênero no computador utilizando a ferramenta de “mapas” do Google Maps online.

Coleta dos espécimens em campo

Dentre os 149 ninhos mapeados, 83 ninhos de quatro gêneros foram selecionados para coleta para as análises isotópicas. Não foi possível coletar representantes de todos os gêneros porque alguns ninhos estavam em locais muito altos (Boca-de-Sapo) ou possuíam poucos ninhos (Arapuá). Para cada ninho, cinco a oito indivíduos foram coletados com auxílio de uma rede entomológica, entre março e abril. Os indivíduos capturados foram mortos por diminuição gradual de temperatura e então colocados em tubos plásticos do tipo Eppendorf com a devida identificação. As amostras foram mantidas congeladas (em freezer -20 °C) até o processamento em laboratório.

Análises isotópicas

Em laboratório, os indivíduos coletados em cada um dos ninhos foram processados para as análises isotópicas. Cada exemplar foi lavado com água deionizada para remover partículas aderidas (e.g. resquícios de pólen) e depois seco em estufa por 48h, a 60°C. As amostras foram devidamente armazenadas e enviadas para o Centro de Isótopos Estáveis Prof. Dr. Carlos Ducatti da Unesp (Campus de Botucatu). Nesse centro de pesquisa, as amostras foram analisadas em um sistema de espectrometria de massa de razão isotópica de fluxo contínuo (CF-IRMS), utilizando um analisador elementar (EA) de dois reatores (Flash, Thermo Fisher, Germany) acoplado a um espectrômetro de massa de razão isotópica (IRMS) (Delta V, Thermo Fisher, Germany) para amostras de origem animal. A proporção elementar em massa de C de cada amostra foi determinada pelo EA utilizando um detector de condutividade térmica (TCD). A razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ foi estabelecida no próprio IRMS e os resultados fornecidos em diferença relativa da razão isotópica $\delta^{13}\text{C}$ em mUr. Os resultados foram calibrados com os padrões NBS-22 para carbono e IAEA-N-1 para nitrogênio.

Quantificação das distâncias espaciais

A distância espacial entre ninhos da mesma espécie e de espécies diferentes foi calculada como a distância euclidiana entre as coordenadas geográficas de cada par de ninhos registrados no campus.

RESULTADOS

Mapeamento dos ninhos

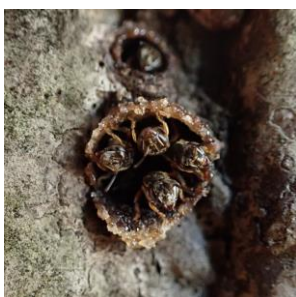
A área amostrada totalizou 36,185 ha com 149 ninhos de sete gêneros diferentes. A maioria, com noventa e oito ninhos, foi de *Tetragonisca angustula* (jataí), quinze de *Plebeia droryana* (Mirim), treze de *Nannotrigona testaceicornis* (Iraí), dez ninhos de *Partamona* sp (Boca-de-sapo), dez de *Scaptotrigona postica* (Mandaguari preta), dois de *Trigona* sp (Arapuá) e um de outro gênero não identificado. Dentre estes, 13 (8,73 %) ninhos estão localizados em árvores e os 136 (91,28%) restantes, em construções.



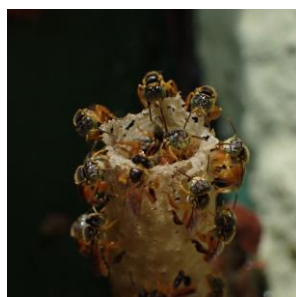
Mapa dos ninhos de abelhas encontrados. Cada cor representa um gênero diferente: Amarelo, *Tetragonisca* sp (jataí); verde, *Plebeia* sp (Mirim); roxo, *Scaptotrigona* sp, vinho, *Nannotrigona* sp (Iraí); azul, *Trigona* sp (Arapuá); laranja, *Partamona* sp (Boca-de-sapo); marrom e vermelho, gêneros não identificados.

Coleta dos espécimens em campo

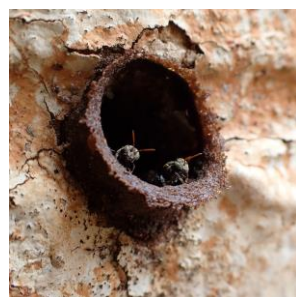
As quatro espécies selecionadas para coleta foram *Tetragonisca angustula* (Jataí), *Plebeia droryana* (Mirim), *Nannotrigona testaceicornis* (Iraí) e *Scaptotrigona postica* (Mandaguari preta). Para jataí foram coletados 254 indivíduos de 46 ninhos, para Mirim 82 indivíduos de 15 ninhos, para Iraí 68 de 13 ninhos e para Mandaguari preta 50 de 9 ninhos.



Plebeia droryana
(Mirim)



Tetragonisca angustula
(Jataí)



Nannotrigona testaceicornis
(Iraí)



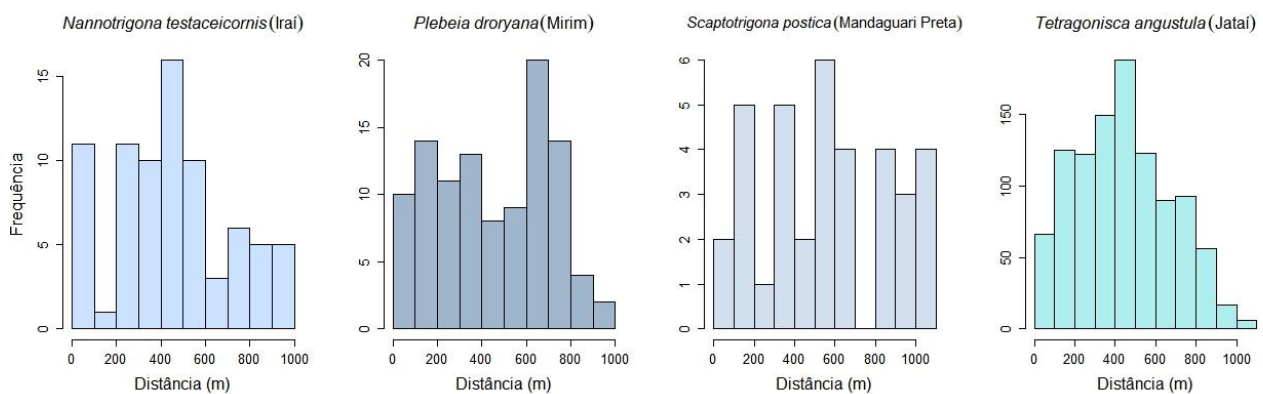
Scaptotrigona postica
(Mandaguari preta)

Análises isotópicas

As amostras enviadas para as análises isotópicas ainda estão na fase final de processamento em laboratório, portanto esses dados não estão inclusos neste resumo.

Quantificação das distâncias espaciais

Não foi observado diferença evidente para a distribuição dos ninhos entre as espécies, isto é, as quatro espécies estudadas apresentaram padrões parecidos de distância entre ninhos conspecíficos, com medianas de distâncias variando entre 431,08 e 532,81 m. A distância máxima total é 1085,509m e a média é 458,3024 m. Para a Iraí, a distância máxima é 973,8668m, a mínima é zero metros e a média é 442,4065 m. Para a Mirim, a distância máxima é 968,907 m a mínima é 4,0359 m e a média é 448,9846 m. Para a Mandaguari preta, a distância máxima é 1065,14m, a mínima é 31,6067 e a média é 560,5809m. Por fim, a distância máxima para os ninhos de Jataí é 1082,293m, a mínima é 440,9665 m e a média é 431,3803 m.



Gráficos das distâncias entre ninhos de cada espécie.

DISCUSSÃO

A grande densidade de ninhos de abelhas nativas no campus da Unicamp é surpreendente, uma vez que não esperávamos encontrar tantos ninhos em um ambiente urbano, onde os recursos estão distribuídos de forma desigual e espaçadamente. Como as abelhas dependem de recursos e condições adequadas ao redor do ninho, ambientes urbanos podem impor restrições severas dentro um raio de forrageio. Nesse sentido, é interessante notar que a mesma espécie e espécies diferentes compartilham um espaço em comum com áreas de forrageio sobrepostas, a princípio, com os mesmos recursos disponíveis para ninhos muito próximos.

A abundância de ninhos encontrados bem como os substratos é congruente com um trabalho feito no campus da Unesp de Botucatu, em que encontraram 81 ninhos de seis gêneros diferentes em uma área de 50,49 ha. A maioria deles foram encontrados em construções (81,28%) e o restante em árvores (14,81%) ou na terra (3,70%) (DIAS *et al.*, 2015). Nesse mesmo trabalho, a segunda espécie mais abundante foi a Jataí representando 25,93% dos ninhos mapeados. Temos então que uma certa diversidade de abelhas em ambientes urbanos é comum e frequentemente encontrada em estudos nessa área, sendo a Jataí uma das espécies mais abundantes, devido principalmente ao seu hábito generalista e pela sua ampla distribuição no território brasileiro (SANTOS *et al.* 2020).

A pequena diferença entre as medianas das distâncias de ninhos conspecíficos mostra que há pouca variação entre espécies na distribuição espacial dos ninhos. Sendo assim, as diferentes espécies apresentam uma distribuição relativamente parecida dos ninhos. Para três das espécies (Jataí, Iraí e Mirim) há ninhos muito próximos com menos de um metro de distância, tanto entre a mesma espécie como entre espécies diferentes.

Por outro lado, a Mandaguari preta tem ninhos mais distantes, mas manteve ainda um padrão de distância entre seus ninhos parecido com os das demais. Se esses ninhos mais próximos estão consumindo recursos mais parecidos do que ninhos mais distantes, isso sugere que o contexto ambiental no entorno de cada ninho influencia mais a dieta das abelhas do que a identidade de cada espécie. Por outro lado, pode ser que a identidade das espécies seja mais prevalente do que o contexto ambiental, assim as diferentes espécies estão selecionando recursos distintos no espaço. Assim, com os valores isotópicos das abelhas de cada ninho poderemos testar o efeito da distância geográfica e da identidade das espécies na variação do nicho trófico das abelhas.

BIBLIOGRAFIA

- BLÜTHGEN, N.; GEBAUER, G.; FIEDLER, K. **Disentangling a rainforest food web using stable isotopes: dietary diversity in a species-rich ant community.** *Oecologia*, v. 137(3), p. 426-435, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.02.027>.
- BORGES, R.C.; PADOVANI, K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. **A dataset of multi-functional ecological traits of Brazilian bees.** *Sci Data*, v. 7, p. 120 abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0461-3>.
- BROSI J. B. et al. **Detecting changes in habitat-scale bee foraging in a tropical fragmented landscape using stable isotopes.** *Forest Ecology and Management*, v. 258, 2009.
- DIAS, A. B. **Ninhos de abelhas nativas sem ferrão (Meliponinae) em ambiente urbano.** Orientador: Ricardo de Oliveira Orsi, Coorientador Felipe Wanderley de Amorim. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências de Botucatu.
- DUBOIS, S. et al. **Small-scale spatial variability of food partitioning between cultivated oysters and associated suspension feeding species, as revealed by stable isotopes.** *Marine Ecology Progress Series*, v. 336, p. 151– 160, 2007. Disponível em: <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v336/p151-160/> ELGIN, S. A.; CLARK G. R.; MORRISSEY A. C.; Tree Swallow selection for wetlands in agricultural landscapes predicted by central-place foraging theory. *Ornithological Applications*, V. 122, n4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/condor/duaa039>.
- FRY, B. **Stable isotope ecology.** New York: Springer, vol 521, 2006.
- NEWSOME, S. D. et al. **A niche for isotopic ecology.** *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 5(8), p. 429-436, 2007.
- ORIAN, G.H., PEARSON, N.E.. **On the theory of central place foraging.** In: HORN, D.J., MITCHELL, R.D., STAIRS, G.R. (Eds.), *Analysis of Ecological Systems.* The Ohio State University Press, Columbus, pp. 154–177, 1979.
- RANKOVIC, A. et al. **Urbanization effects on wild bee carbon and nitrogen stable isotope ratios in the Paris region.** *Acta Oecologica*, v. 105, 2020.
- ROUBIK, W. D. **Ecology and natural history of tropical bees.** Nova Iorque: Cambridge University Press, 1989.
- SANTOS, L. J. S.; BARBOSA, C. B.; PREZOTO, F. **A fauna de abelhas sem ferrão em áreas urbanas: 50 anos de estudos e prioridades de pesquisa no Brasil.** *Scientia Plena*, v. 16, n. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.128001>.
- SILVEIRA, A. F; MELO, A. G; ALMEIDA, B. A. E. **Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação.** 1ª edição. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002.
- STEPHENS, D. W.; KREBS, J. R. **Foraging theory.** Princeton: Princeton University Press, 2019