

## INTERAÇÃO ENTRE BUTIÁ E A FAUNA DE VERTEBRADOS NO CERRADO, MATA ALTÂNTICA E PAMPA

**Liliane Keren Deringer**

Universidade Federal da Fronteira Sul

lkderinger@gmail.com

**Juliano A. Bogoni**

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

bogoni.ja@gmail.com

**Paulo A. Hartmann**

Universidade Federal da Fronteira Sul

hartmann.paulo@gmail.com

**Eixo 02: Ciências Biológicas**

### RESUMO

Neste estudo avaliamos as interações entre a palmeira butiá e a fauna de vertebrados em três biomas brasileiros: Cerrado, Mata Atlântica e Pampa. A metodologia incluiu a busca sistemática por literatura científica e a análise de rede para avaliar a estrutura espaço-temporal das comunidades de homeotermos interagentes com butiá. Os resultados indicam que butiá pode ser considerado uma espécie *hub* para fauna, contribuindo para a estruturação das comunidades de aves e mamíferos nos biomas brasileiros analisados. No entanto, a conectividade das interações com a fauna de vertebrados está parcialmente comprometida pela defaunação. Estes dados podem contribuir para a conservação das espécies e estudos futuros podem identificar novas espécies vegetais *hubs* ao longo dos biomas brasileiros.

**Palavras-chaves:** Interações. *Hubs*. Frutificação. Conservação.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, as palmeiras do gênero *Butia* representam importante fonte de alimentar da fauna de vertebrados (Kumagai; Hanazaki, 2013). A dispersão é realizada por vertebrados homeotermos, de diversos níveis taxonômicos e funcional (Ojeda, 2013). No entanto, atualmente os biomas brasileiros têm sofrido grandes pressões antrópicas, com isso pode afetar a dinâmica populacional e, por consequência, a estruturação espaço-temporal das comunidades biológicas (Vidal et al., 2014). Quando uma espécie tem o potencial de regular a estrutura das comunidades ela pode ser considerada uma espécie-chave para o funcionamento do sistema.

O conceito “espécie-chave” (*keystone species* - KS) foi cunhado por Paine (1969) para descrever espécies de plantas ou animais que têm importância desproporcionalmente alta na

estruturação de comunidades e para o funcionamento dos ecossistemas (Paine, 1969). As plantas que produzem recursos essenciais como: cascas, flores, frutos, néctar floral e sementes (Peres, 2000), podem ser consideradas como ‘espécies chaves’ ou ‘mutualistas fundamentais’ (Howe, 1977). Entretanto, para que o recurso seja considerado um recurso vegetal-chave, deve-se considerar a sua importância para os consumidores e na estruturação da comunidade, por meio de atributos ecológicos — como: redundância temporal (*temporal redundancy* - TR), grau de especificidade (*consumer specificity* - CS), confiabilidade de recursos (*resource reliability* - RR), abundância (*resource abundance* - RA) — (Peres, 2000). Essas características ecológicas (por exemplo, RR, RA e CS), também estão ligadas a altos níveis de diversidade de plantas em florestas tropicais (Bogoni et al., 2020a), mas que uma vez não testadas à luz dessas características podem ser apenas consideradas *hub* (i.e., espécies potencialmente fundamentais para a estruturação de comunidades de vertebrados; Bogoni et al. 2020a).

Com isso, ainda existem muitas lacunas no conhecimento ecológico e de fundamentos teóricos que podem ser aplicados à conservação. Dentre eles, destacam-se a ausência de estudos que identifiquem novas espécies vegetais *hubs* ao longo dos biomas brasileiros. Deste modo, o presente estudo teve por objetivos: (a) avaliar e mensurar a ecologia de interações entre *Butia* sp. e a fauna de vertebrados para todos os biomas brasileiros.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de interação de *Butia* sp. (butiá) com a fauna de vertebrados foram obtidos em três biomas terrestres — Cerrado, Mata Atlântica e Pampa. Buscamos na literatura científica (e.g. Scopus, Web of Science e Google Scholar), em referências não indexadas (por exemplo, livros), e literatura clássica e especializada sobre a ecologia de espécies, por um potencial espécie vegetal *hub*. Realizamos por meio de busca sistemática (em português e inglês) combinando os termos “Butiá”, “Cerrado”, “Mata Atlântica”, “Pampa” e “fenologia” ou “*Keystone Plant Resources*”.

### *Análise de rede*

Os dados de literatura sobre as interações foram utilizados para organizar uma matriz binária de adjacência (assumiu valores de 0 ou 1, para ausência ou presença), em que as linhas correspondem às espécies de fauna de vertebrados e as colunas correspondem aos indivíduos-focais. Através dessa matriz binária foram calculados para a análise de redes em R as seguintes métricas quantitativa: (a) modularidade, que quantifica os nós que se agrupam em grupos coesos na rede (Olesen et al., 2007), (b) grau médio, que é o número de interações que

cada nó tem (Bogoni et al., 2020a), (c) conectância, que é a proporção de ligações de interações realizadas (Pires et al., 2014) e (d) aninhamento, que mede o grau pelo qual a rede aninhada (Bascompte et al., 2003). Por meio dos dados obtidos, foi possível avaliar a estrutura espaço-temporal das comunidades de homeotermos (Mello et al., 2015).

Para modularidade, utilizamos a métrica de Newman (Newman, 2004), com seu valor empírico comparamos a uma distribuição de referência de valores de modularidade calculados para um conjunto de 1000 matrizes de modelo nulo, no qual o grau de espécie varia entre zero e a média do grau da rede real. A significância ( $p < 0,05$ ) foi fundamentada em que maior ou igual ao valor de modularidade observado ocorre no modelo nulo (Bascompte et al., 2003). Para aninhamento, utilizamos a métrica NODF (Almeida-Neto et al., 2008). O NODF varia de zero, quando a matriz está perfeitamente aninhada, a 1000, quando a matriz está perfeitamente aninhada (Pires et al., 2014). Ainda comparamos o valor NODF da rede empírica com uma distribuição gerada por 1000 matrizes teóricas geradas por um modelo nulo baseado em uma matriz de probabilidade (modelo nulo; Bascompte et al., 2003) e adotando o mesmo critério mencionado para modularidade significância (Bascompte et al., 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A rede de interações entre *Butia* sp. e fauna de vertebrados nos biomas brasileiros (Cerrado, Mata Atlântica e Pampa), foi formada por seis pontos amostrais e por 15 espécies de vertebrados (Figura 01). O grau de espécie de vertebrados foi de 1,3 e grau médio de *Butia* sp. de 3,2. Os indivíduos-focais de *Butia* sp. interagiram mais com *Cerdocyon thous* (S81, S80, S84 e S83; Figura 01). O indivíduo-focal S79 teve maior número de espécie (Figura 02). *C. thous* foi a espécie de vertebrado que interagiu com mais indivíduos-focais (S80, S83 e S84; Figura 02).

Os resultados mostram que *Butia* sp. pode ser considerado como espécies *hubs* para fauna e, assim, contribuir para a estruturação das comunidades de ave e mamíferos nos biomas brasileiros. Os vertebrados desempenham importantes papéis na dinâmica do ecossistema (Dáttilo; Rico-Gray, 2018). Com isso, nossos resultados mostram que a fauna de vertebrados interagindo com *Butia* sp. na nos biomas brasileiros de ocorrência (Cerrado, Mata Atlântica e Pampa) foram estatisticamente superiores à expectativa nula (Modularidade,  $M_{obs} = 0,60 - M_{nula} = 0,14$ ), ou seja, nesse caso a modularidade resulta em maior diversidade funcional mais eficiente (Montoya et al., 2015). Os vertebrados mais interagem na modularidade colaboram com a redução das perturbações dentro da rede (Thébault, 2013).

A fauna ecologicamente associada a espécie *hub* Butiá contribuem para manutenção de todo o sistema da rede (Janzen, 1971). As espécies *hubs* de Butiá estão inseridas nos

biomas (como, Mata Atlântica, Cerrado) com maiores índices de biodiversidade do mundo (Hubbell et al., 2008). A conectividade intermediária (Conectância 0,21 - 21%) em *Butia* sp., indica que as interações com os fauna de vertebrados estão parcialmente comprometidas pela defaunação (Vidal et al., 2013). O aninhamento de *Butia* sp. foi intermediário e diferiu da expectativa nula (Aninhamento,  $N_{obs}$ : 14,54 –  $N_{nula}$ : 89,10), refletindo no grau de influência dos animais na rede e congruente com o padrão de conectividade da rede (Newman, 2006; Bogoni et al., 2020a).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados nos permitiram avaliar a magnitude das interações entre fauna de vertebrados e a espécie vegetal *hub* Butiá ao longo dos biomas brasileiros, sob uma abordagem empírica. Os dados contribuem para o entendimento sobre as relações entre fauna de vertebrados e a espécie *hub*. Nossos principais achados mostram que a espécies *hub* atuam como uma fonte fundamental de recursos para a fauna e assim contribuem para a estruturação da comunidade de mamíferos e aves. Portanto o Butiá é fundamental na manutenção da organização e diversidade da comunidade local e de ecossistemas. Além disto, podem contribuir para regeneração florestal ao longo dos biomas brasileiros, com efeitos positivos locais e regionais.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- Almeida-Neto, M; Guimarães, P; Guimarães, P. R; Loyola, R. D; Ulrich, W. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. **Oikos**,117:1127–1239.
- Bascompte, J; Jordano, P; Melian, C. J; Olesen, J. M. 2003. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 100:9383–9387.
- Bogoni, J. A; Muniz-Tagliari, M; Peroni, N; Peres, C. A. 2020a. Testing the keystone plant resource role of a flagship subtropical tree species (*Araucaria angustifolia*) in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Indicators**, 118:106778.
- Bogoni, J. A; Peres, C. A; Ferraz, K. M. P. M. B. 2020b. Extent, intensity and drivers of mammal defaunation: a continental-scale analysis across the Neotropics. **Scientific Reports**, 10:14750–14750.
- Dáttilo, W; Rico-Gray, V. 2018. Ecological Networks in the Tropics: An Integrative Overview of Species Interactions from Some of the Most Species-Rich Habitats on Earth. **Springer**, 1:1–216.

- Howe, H. F. 1977. Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree. **Ecology**, 58:539–550.
- Hubbell, S. P.; He, F.; Condit, R.; Borda de-Água, L.; Kellner, J.; Steege, H. 2008. How Many Tree Species Are There in the Amazon and How Many of Them Will Go Extinct? **Proceedings of National Academy of Sciences**, 105:11498–11504.
- Janzen, D. H. 1971. Seed Predation by Animals. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 2:465–492.
- Kumagai, L.; Hanazaki, N. 2013. Ethnobotanical and ethnoecological study of *Butia catarinensis*. **Acta Botanica Brasilica**, 27:13-20.
- Mello, M. A. R.; Rodrigues, F. A.; Costa, L. F.; Kissling, W. D.; 'Ekercio'lu, Ç. H.; Marquitti, F. M. D.; Kalko, E. K. V. 2015. Keystone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. **Oikos**, 124:1031–1039.
- Montoya, D.; Yallop, M. L.; Memmott, J. 2015. Functional group diversity increases with modularity in complex food webs. **Nature Communications**, 6:1–9.
- Newman, M. E. J. 2004. Analysis of weighted networks. **Physical Review E— Statistical, Nonlinear and Soft Matter Physics**, 70:1–9.
- Ojeda, R. A. 2013. In: Encyclopedia of Biodiversity. **Elsevier**, 1:582–594.
- Olesen, J. M.; Bascompte, J.; Dupont, Y. L.; Jordano, P. 2007. The modularity of pollination networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 104:19891–19896.
- Paine, R. T. 1969. A note on trophic complexity and species diversity. **The American Naturalist**, 103:91–93.
- Peres, C. A. 2000. Identifying keystone plant resources in tropical forests. **Journal of Tropical Ecology**, 16:287–317.
- Pires, M. M.; Guimarães, P. R.; Araújo, M. S.; Giaretta, A. A.; Costa, J. C. L.; Reis S. F. 2011. The nested assembly of individual-resource networks. **Journal of Animal Ecology**, 80:896–903.
- Thébault, E. 2013. Identifying compartments in presence–absence matrices and bipartite networks: insights into modularity measures. **Journal of Biogeography**, 40:759–768.
- Vidal, M. M.; Hasui, E.; Pizo, M. A.; Tamashiro, J. Y.; Silva, W. R.; Guimarães, P. R. 2014. Frugivores at higher risk of extinction are the key elements of a mutualistic network. **Ecology**, 95:3440–3447.
- Vidal, M. M.; Pires, M. M.; Guimarães, P. R. 2013. Large vertebrates as the missing components of seed-dispersal networks. **Biological Conservation**, 163:42–48.