

## INTERAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE COGUMELOS E INSETOS

BIBIANA LUIZI GROFF<sup>1</sup>; JEFERSON BUGONI<sup>2</sup>; MARCO SILVA GOTTSCHALK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [groff.bibi@gmail.com](mailto:groff.bibi@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jbugoni@yahoo.com](mailto:jbugoni@yahoo.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [gotts007@yahoo.com](mailto:gotts007@yahoo.com)

### 1. INTRODUÇÃO

De natureza efêmera, agregados no tempo e no espaço, cada espécie de fungo depende da sazonalidade da umidade e temperatura para produzir seus corpos frutíferos, que persistem por curto período de tempo (YAMASHITA; HIJII, 2007). Além disso, ao contrário das plantas, o tecido dos macrofungos não contém material estrutural duro como celulose ou lignina (THROCKMORTON, 1975). Desta forma, os macrofungos constituem o alimento de diversos artrópodes em suas fases larvais, tais como coleópteros, dípteros e lepidópteros. Por exemplo, coleópteros depositam seus ovos nas cavidades do himenóforo ou nas paredes de galerias que eles mesmo cavam, desenvolvem um micro-habitat (MEZZOMO, 2018), enquanto que Drosophilidae oviposita nos fungos e as larvas colonizam seus corpos de frutificação (HANSKI, 1989; KIMURA, 1980).

Tanto as assembleias de insetos quanto de fungos podem variar sua composição de acordo com o ambiente, inclusive em função de mudanças antrópicas (GOTTSCHALK *et al.*, 2009; IZQUIERDO *et al.*, 2021). Da mesma forma, podemos assumir que as interações tróficas entre eles devam mudar com o aumento do impacto antrópico. Entretanto, como ocorre essa mudança nunca foi descrito. Para buscarmos responder essa questão, descreveremos as interações na forma de redes. Tais redes são complexos arranjos entre espécies que compartilham recursos e influenciam-se mutuamente. Desta forma, o objetivo deste estudo é descrever e comparar as redes de interações em ambientes com maior e menor impacto antrópico nos arredores da cidade de Pelotas, RS.

### 2. METODOLOGIA

Foram realizadas coletas dos corpos de frutificação de fungos macroscópicos de junho de 2019 até março de 2020, em duas áreas distintas concomitantemente: na Área de Preservação Permanente do Horto Botânico Irmão Teodoro Luis (HBITL) – considerado como possuindo menor impacto antrópico; e no Campus Universitário do Capão do Leão (CCL/UFPeL) – considerado como possuindo maior impacto antrópico. Ambas as áreas são localizadas no município do Capão do Leão, RS.

A amostragem foi realizada pelo método de caminhamento, com inspeção visual em busca dos corpos frutíferos de fungos por uma distância fixa em cada área. Os cogumelos avistados foram fotografados, coletados individualmente e armazenados inicialmente em sacos plásticos. No laboratório, foram pesadas e colocados em potes que continham areia autoclavada. Durante 30 dias, as amostras foram verificadas em intervalos de um a três dias para constatação da emergência dos insetos, que foram separados, classificados por táxon e identificados segundo Rafael *et al.* (2012).

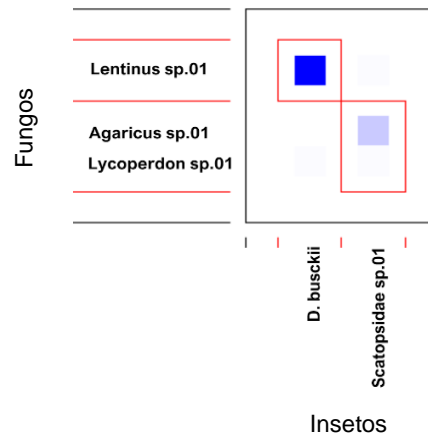
As redes de interação foram geradas para todo o período amostrado, para cada área amostrada. Para quantificar a intensidade das interações entre cada par de espécies na rede, utilizamos como medida a abundância absoluta dos insetos que emergiram dos fungos (i.e., cujas larvas estavam se alimentando do fungo) multiplicado pelo número de vezes que aquela espécie de inseto foi encontrada no

fungo. O resultado foi então ajustado para cada 100 mg de fungo. Assim, temos uma métrica de interação considera duas diferentes medidas dos insetos e padroniza as comparações pela massa dos fungos coletados.

Calculamos a especialização (índice  $H2'$ ), modularidade e aninhamento para cada rede gerada. O  $H2'$  avalia a divergência entre interações observadas e esperadas, com valores entre 0 e 1 indicando o grau de especialização. O aninhamento, medido pelo WNODF, avalia a sobreposição de interações, variando de 0 a 100. A modularidade, quantificada pela métrica  $Q$ , identifica subconjuntos de espécies que interagem mais entre si, com valores de 0 a 1. Testamos a significância dessas métricas usando modelos nulos e o pacote bipartite no R versão 4.2.0 (DORMANN *et al.*, 2009).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 10 eventos amostrais, foram coletadas quatro espécies de fungos no CCL, em que três observou-se a emergência de 124 insetos de duas espécies. Na Figura 1, podemos observar a matriz com as interações observadas no CCL, área com maior grau de antropização.



**Figura 1** - Matriz de interações observadas no Campus Universitário do Capão do Leão.

No HBITL foram coletadas 43 espécies de fungos, em que 25 emergiram insetos. Foram coletados 1.798 insetos de 43 espécies. Ressalta-se a relevante assimetria na distribuição dos insetos, onde em apenas 4 espécies de fungos emergiram aproximadamente 1.300 espécimens. Na Figura 2, podemos observar a matriz de interação obtida para o HBITL.

Na Tabela 1, observa-se os valores das métricas de especialização, aninhamento e modularidade para cada uma das áreas amostradas. É importante destacar que, mesmo com a evidente simplificação das interações devido à redução no número de espécies de fungos e insetos na área com maior pressão antrópica (CCL), as características das interações das áreas permanecem consistentes, apresentando alto grau de especialização e modularidade nas redes. No entanto, em ambas as áreas, os valores de aninhamento das redes não mostram diferenças significativas em relação ao que seria esperado ao acaso.

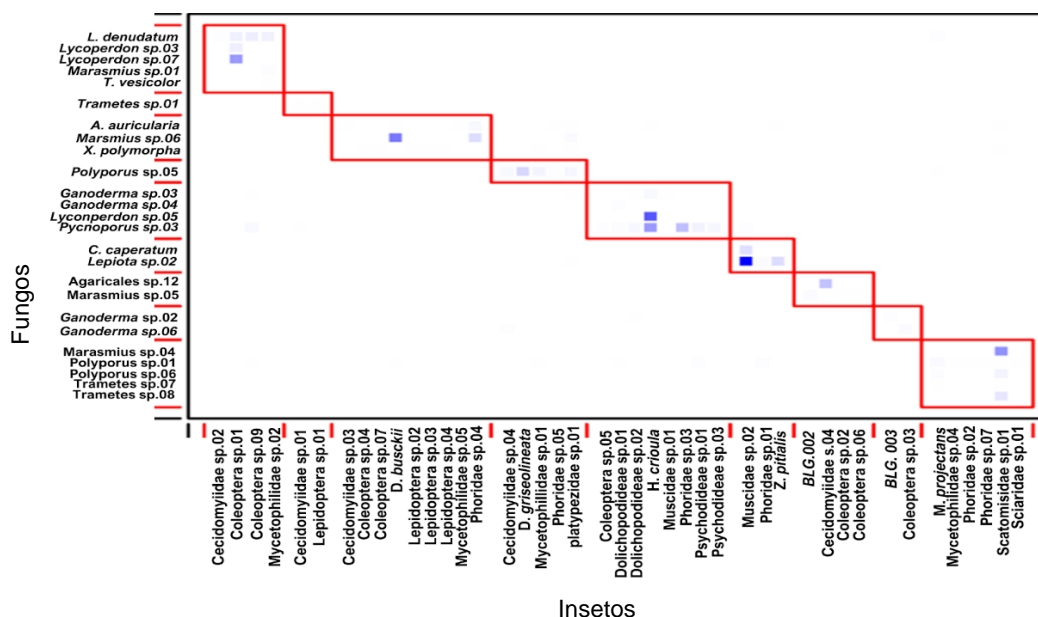


Figura 2 - Matriz de interações observadas no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis.

**Tabela 01** - Métricas calculadas para as redes de interação entre fungo e insetos no CCL e HBITL. Os valores de especialização, aninhamento e modularidade, com máximos e mínimos obtidos nos testes de modelo nulo com 95% de confiança. Em negrito, os valores significantes ao nível de 0,05.

| Métricas              | CCL                     | HBITL                   |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Especialização</b> | <b>0,82 (0,03-0,04)</b> | <b>0,86 (0,03-0,04)</b> |
| <b>Aninhamento</b>    | 0,00 (52,99-61,45)      | 3,84 (52,99-61,45)      |
| <b>Modularidade</b>   | <b>0,28 (0,06-0,08)</b> | <b>0,79 (0,06-0,08)</b> |

A análise das interações entre fungos e insetos nas áreas CCL e HBITL revela padrões intrigantes de interação e especialização. No CCL, uma área com maior grau de antropização, observou-se uma simplificação das interações, com uma redução no número de espécies de fungos e insetos. Pitteloud et al. (2022), ao investigar interações entre ortópteros e suas plantas alimentares, destacam a importância da estrutura filogenética das comunidades e a abundância de espécies na estruturação das redes ecológicas. Esses fatores parecem ser mais importantes para a manutenção das interações ecológicas do que os fatores ambientais afetados. Este padrão parece refletir parcialmente nosso estudo, onde a estrutura das redes se manteve mesmo com o aumento da pressão antrópica. Embora os fatores explicativos para tal padrão não tenham sido investigados em nosso estudo, eles podem elucidar a persistência do alto grau de especialização e modularidade observados nas redes das áreas analisadas. A uniformidade nas métricas de especialização e modularidade, mesmo frente a gradientes de perturbação, indica uma resiliência nas redes de interação, fenômeno também documentado por Ho; Altermatt (2022) em redes planta-Lepidoptera.

Por outro lado, a área HBITL, mesmo com uma diversidade maior de espécies, mostrou uma assimetria notável na distribuição dos insetos. Esse padrão de interação, onde poucas espécies de fungos são responsáveis pela emergência da maioria dos insetos, é semelhante ao observado por Chiew *et al.* (2021) em redes de besouros rola-bosta e mamíferos em florestas tropicais.

## 4. CONCLUSÕES

Este estudo demonstra que (1) o aumento da degradação ambiental pela antropização crescente levou à uma redução no número de espécies de fungos e insetos nas áreas estudadas; (2) que as interações entre fungos e insetos nas áreas estudadas destacam a resiliência e adaptabilidade das redes ecológicas diante de gradientes de perturbação, mesmo em comunidades depauperadas, uma vez que a antropização no CCL não impediu a manutenção da estrutura das redes; e (3) as redes *fungo-inseto* demonstraram alto grau de especialização e modularidade, diferindo do padrão que sugere a literatura (COURTNEY; KIBOTA; SINGLETON, 1990). Os resultados reforçam a ideia de que, mesmo com variações nas espécies, as propriedades estruturais das redes ecológicas tendem a persistir, evidenciando a robustez dessas interações diante das mudanças ambientais.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHIEW, L. Y. *et al.* Tropical forest dung beetle–mammal dung interaction networks remain similar across an environmental disturbance gradient. **Journal of Animal Ecology**, v. 91, n. 3, p. 604-617, 2021.
- COURTNEY, S. P.; KIBOTA, T. T.; SINGLETON, T. A. Ecology of mushroom-feeding Drosophilidae. In: **Advances in ecological research**. Academic Press, 1990. p. 225-274.
- DORMANN, C. F.; GRUBER, B.; FRÜND, J. Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. **R News**, v. 8, n. 2, p. 8-11, 2008.
- GOTTSCHALK, M. S. *et al.* Drosophilidae (Diptera) associated to fungi: differential use of resources in anthropic and Atlantic Rain Forest areas. **Iheringia Série Zoologia**, v. 99, p. 442-448, 2009.
- HANSKI, I. Fungivory: fungi, insects and ecology. Insect–fungus interactions, p. 25-68, 1989.
- HO, H.-C.; ALTERMATT, F. The structure of Lepidoptera-plant interaction networks across clades, life stages, and environmental gradients. **bioRxiv**, 2022. doi: <https://doi.org/10.1101/2022.11.10.516059>
- IZQUIERDO, L. P. *et al.* Fungal community of forest soil: Diversity, functions, and services. In: ASIEGBU, F. O.; KOVALCHUK, A. **Forest Microbiology**, London: Academic Press. 2021
- KIMURA, M. T. Evolution of food preferences in fungus-feeding *Drosophila*: as ecological study. **Evolution**, v. 34, n. 5, p. 1009-1018, 1980.
- MEZZOMO, A. G. Avaliando processos de restauração utilizando redes de interação coleópteros-macrofungos. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2018.
- PITTELOUD, C. *et al.* DNA-based networks reveal the ecological determinants of plant–herbivore interactions along environmental gradients. **Molecular Ecology**, 2022. <https://doi.org/10.1111/mec.16545>
- RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S.; CONSTATINO, R., (eds.). Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, 2012.
- THROCKMORTON, L. H. The phylogeny, ecology and geography of *Drosophila*. **Handbook of Genetics**, v. 3, n. 17, p. 422-469, 1975.
- YAMASHITA, S.; HIJII, N. The role of fungal taxa and developmental stage of mushrooms in determining the composition of the mycophagous insect community in a Japanese forest. **European Journal of Entomology**, v. 104, n. 2, p. 225, 2007.