Estrutura de duas redes de interações diptera-flor na planície costeira do sul do Brasil: resultados preliminares

ISABEL GOMES VIEIRA[1];MARIA DAS GRAÇAS RODRIGUES MILLER DA SILVA[2]; JEFERSON VIZENTIN-BUGONI[3]; JULIANA CORDEIRO[4]
[1]*Universidade Federal de Pelotas – e-mail da autora belgovieria@gmail.com*
[2]*Universidade Federal de Pelotas – e-mail da co-autora mariadasgracasrmds@gmail.com*
[3]*Universidade Federal de Pelotas – e-mail do co-orientador jbugoni@yahoo.com.br*
[4]*Universidade Federal de Pelotas – e-mail da orientadora jlncdr@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Compreender a evolução da especialização ecológica é um desafio persistente da ecologia. Como consequência da especialização, espécies que coexistem em comunidades ecológicas tendem a partilhar os recursos utilizados (RELYEA; RICKLEFS, 2021). Drosofilídeos constituem um bom modelo de estudo para investigar a ecologia e evolução da especialização nas interações animal-planta. Espécies de *Drosophila* utilizam tipicamente flores, frutos e/ou fungos para oviposição e nutrição de suas larvas, entretanto a determinação da especialização a estes recursos requer consideração de outros fatores como sazonalidade, abundância e substâncias voláteis que as plantas ou fungos podem liberar (BRNCIC, 1983, CORDEIRO et al. 2020).

No Bioma Pampa, existem poucos levantamentos acerca das espécies de Drosophilidae e seus recursos de alimentação e oviposição (SCHMITZ; VALENTE, 2019). Neste bioma, um estudo pioneiro registrou três grupos de drosofilídeos antófilos (que interagem com flores): *bromeliae*, *lutzii* e *flavopilosa* (CORDEIRO et al. 2020). Entretanto, até o momento não existem estudos incluindo outros dípteros antófilos além de *Drosophila* em investigações dos padrões de suas interações com plantas no nível de comunidades.

Neste contexto, os objetivos deste estudo foram: (1) identificar as espécies de moscas que utilizam flores como recurso exclusivo de oviposição e desenvolvimento larval, e (2) descrever e comparar a estrutura de duas redes de interações entre dípteros antófilos e flores na planície costeira no sul do Brasil. Especificamente, testamos a hipótese de que a estrutura da rede de interações deve ser modular, não aninhada, com baixa conectância e alta especialização, assim como encontrado por CORDEIRO et al. (2020).

2. METODOLOGIA

Coletas e identificação

As coletas foram realizadas em duas comunidades da margem oeste da Lagoa dos Patos (RS) distantes 80 km uma da outra: Pontal da Barra, em Pelotas (31°46'39.4"S, 52°13'31.8"O) e São Lourenço do Sul (31°21'14.7"S, 51°57'37.7"O). As coletas foram realizadas mensalmente entre maio de 2021 a abril de 2022, seguindo a metodologia de CORDEIRO et al. (2020). Foi definida uma transecção de 1km em cada local de amostragem onde as flores de cada espécie de planta foram contabilizadas e 20% dessas flores foram coletadas e levadas ao laboratório. Todas as plantas com flores foram fotografadas em campo para posterior identificação.

A classificação sistemática das plantas seguiu o sistema APG IV (APG et al., 2016), e a identificação baseou-se em JBRJ (2022) e POWO (2022). As flores

coletadas de cada espécie de planta foram acondicionadas em frascos individualizados e fechados com tecido tipo voal, para emergência das moscas e desenvolvimento até a fase adulta. Diariamente, os frascos foram vistoriados para umidificação das flores e verificação de presença de adultos, os quais foram recolhidos com aspirador entomológico e armazenados em etanol 90% para posterior identificação. Todos os machos foram dissecados de acordo com o protocolo de BÄCHLI et al. (2004). A identificação baseou-se na análise da morfologia externa e interna, principalmente das genitálias dos machos, e com o auxílio da literatura especializada para cada grupo de espécies de drosofilídeos, e chave dicotômica de BROWN et al. (2009).

Análise dos dados

Para descrever a estrutura das redes de interações, foi construída uma matriz de interações por local. Na matriz, cada linha representa uma espécie de planta e cada coluna representa uma espécie de mosca, enquanto interseções entre linhas e colunas representam as interações quantificadas como o número de indivíduos machos emergidos de uma espécie de mosca em uma espécie de planta. Para cada rede foram calculadas as seguintes métricas: número de espécies de mosca, número de espécies de planta usadas por moscas, número de interações (*links*), conectância, especialização (índice H2'), aninhamento (wNODF) e modularidade (Q). Para acessar a significância estatística, comparamos o valor observado da métrica com o intervalo de confiança de 95% obtido em 1000 redes aleatórias geradas pelo modelo nulo (r2dtable). Para as redes modulares foi contabilizado o número de módulos formados. Para estas análises foi utilizado o pacote 'bipartite' do *software* R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Corroborando a hipótese, as comunidades apresentaram números similares de espécies e interações e ambas as redes apresentaram baixa conectância e não foram aninhadas, mas foram altamente especializadas e modulares, com cinco e sete módulos (Tabela 1). Estes resultados corroboram a existência de alta especialização neste sistema em comunidades locais, o qual gera a emergência de módulos de interação (CORDEIRO et al. 2020). De fato, houve um grande módulo em que espécies das famílias Psychodidae, Agromyzidae e Lauxaniidae interagem frequentemente com espécies de Asteraceae, enquanto espécies da família Drosophilidae tiveram maior interação com Solanaceae e Convolvulaceae.

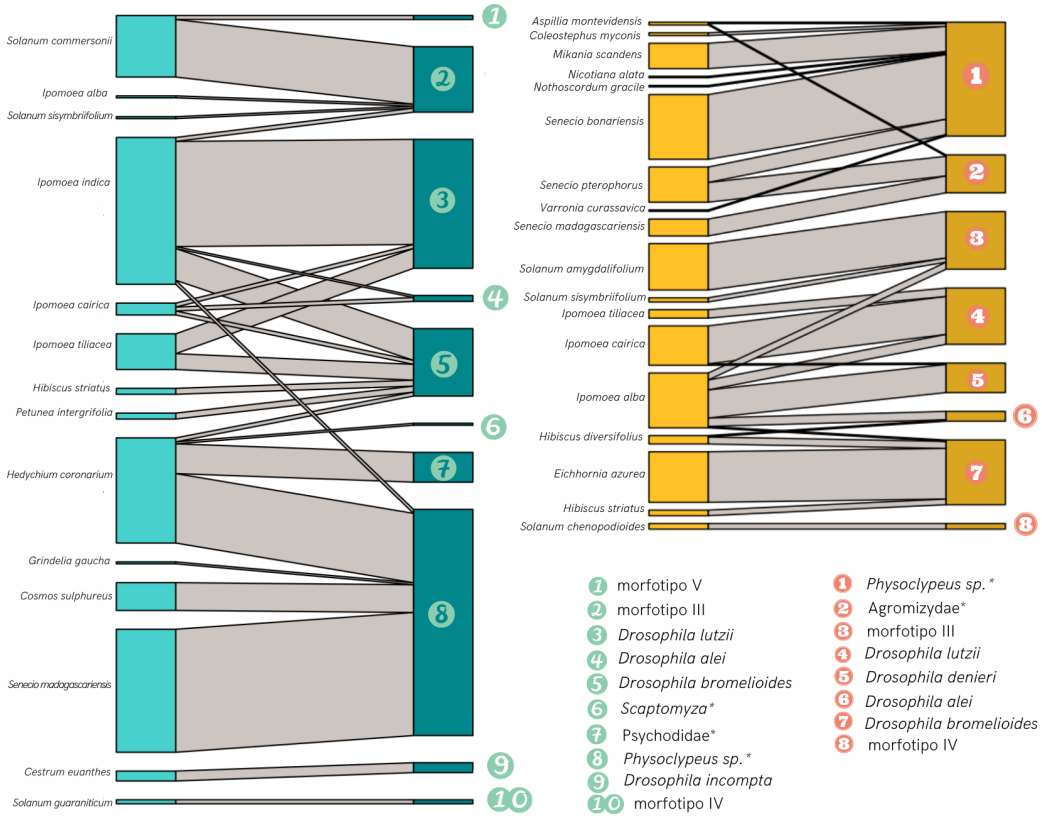
Tabela 1: Métricas que descrevem a estrutura da rede de interações díptero-planta em duas comunidades na planície costeira do RS. Em negrito identifica métricas que foram superiores ao esperado pelo modelo nulo e, portanto, consideradas estatisticamente significativas.

Métricas	Pontal da Barra, Pelotas		São Lourenço do Sul	
	Observado	Esperado (IC 95%) - r2dtable	Observado	Esperado (IC 95%) - r2dtable
N° spp moscas	10	-	8	-
N° spp plantas	15	-	18	-
N° *links*	26	-	26	-
Conectância	0,17	[0,35 ; 0,41]	0,18	[0,50 ; 0,56]
Especialização (H2')	**0,75**	[0,04 ; 0,09]	**0,85**	[0,05 ; 0,10]
Aninhamento (wNODF)	14,24	[49,01 ; 69,22]	6,35	[46,52 ; 61,47]
Modularidade (Q)	**0,59**	[0,08 ; 0,14]	**0,72**	[0,11 ; 0,17]
N° de módulos	5	-	7	-
N° spp plantas amostradas	60	-	48	-

Para a rede do Pontal da Barra obtivemos cinco módulos. Lauxaniidae, Psychodidae e Scaptomyza formou um módulo com *Cosmos sulphureus*, *Grindelia gaucha*, *Senecio madagascariensis* e *Hedychium coronarium*. Os morfotipos III e V interagiram com *Ipomoea alba*, *Solanum commersonii* e *Solanum sisymbriifolium. Drosophila incompta* formou um módulo com *Cestrum euanthes*, e o morfotipo IV com *S. guaraniticum.* Enquanto *D. lutzii, D. alei e D. bromelioide*s se formou com *Hibiscus strictus*, *Petunea integrifolia, Ipomoea cairica, I. indica* e *I. tiliacea*. Para São Lourenço do Sul obtivemos sete módulos, em que o morfotipo IV se mostrou interagindo com *S. chenopodioides,* o morfotipo III interagiu com *Solanum amygdalifolium* e *S. sisymbriifolium. D. bromelioides* formou um módulo com *Eichhornia azurea, Hibiscus diversifolius* e *H. strictus.* Já *Drosophila denieri* e *D. alei* foram as espécies que mais interagiram com *Ipomoea alba,* enquanto *D. lutzii* foi unicamente com a *Ipomoea cairica* e *I. tiliacea.* Agromyzidae interagiu com *Aspilia montevidensis*, *S. madagascariensis e S. pterophorus,* todas espécies de Asteraceae. Por fim, Lauxaniidae com *Coleostephus myconis, Mikania scandens*, *Nicotiana alata, Nothoscordum gracile, Senecio bonariensis* e *Varronia curassavica.*

No Pontal da Barra, *D. bromelioides* (gênero *Drosophila*, família Drosophilidae) demonstrou ser a espécie que mais interagiu com outras plantas (seis espécies de plantas no total), enquanto que em São Lourenço do Sul *Physoclypeus sp*. (família Lauxaniidae) foi quem interagiu com mais plantas (oito espécies no total). Em ambas as localidades, *D. lutzii*, *D. alei* e *D. denieri* (todas incluídas no grupo *lutzii*) restringiram suas interações aos gêneros *Ipomoea* (Convolvulaceae) e algumas poucas interações com *Hibiscus* (Malvaceae). Já *D. bromelioides* e os morfotipos III, IV, V (pertencentes ao grupo *bromeliae*) além de interagirem com espécies de *Ipomoea, Hibiscus* e Solanum (Solanaceae) em ambas localidades, também interagiram com espécies de *Petunea* (Solanaceae) no Pontal da Barra e *Eichornnia* (Pontederiaceae) em São Lourenço do Sul.

Figura 1: Redes de interação entre dípteros antófilos e seus recursos florais no Pontal da Barra, em Pelotas (esquerda), e em São Lourenço do Sul (direita).



4. CONCLUSÕES

Ambas as redes apresentam altos níveis de especialização, reforçando evidências prévias (CORDEIRO et al. 2020) que indicam que espécies de drosofilídeos antófilos apresentam alta partição de nicho, a qual leva à emergência de estrutura modular e não aninhada nas redes de interações. Nosso estudo expande o conhecimento regional das interações moscas-flores, indicando que outros dípteros, além das espécies de Drosophilidae, usam flores para desenvolvimento larval. Estes outros dípteros incluem quatro famílias distintas que interagem majoritariamente com asteráceas, até então só relatadas para o Cerrado (ALMEIDA et al. 2006), incluindo Agromyzidae. Nas nossas coletas, detectamos três morfotipos do grupo *bromeliae* que apresentam variação morfológica distinta das espécies conhecidas até então, portanto usaremos a identificação por DNA *barcode* das fêmeas como o próximo passo desta pesquisa. Estudos similares usando metodologia padronizada estão em andamento em outras localidades para investigar se os padrões de interações detectados na planície costeira do sul do Brasil se repetem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.M. et al. Assemblages of Endophagous Insects on Asteraceae in São Paulo Cerrados. **Ecology, Behavior and Bionomics.** UFMT, Cuiabá, 2006.

APG et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, abr. 2016.

BÄCHLI, G. et al. **The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark**. Leiden: Brill, 2004.

BRNCIC, D. Ecology of flower-breeding Drosophila. **Genetics and Biology of Drosophila**, London, v. 3d, p. 333-382, 1983.

BROWN, B. V.; BORKENT A.; CUMMING J. M.; WOOD, D. M.; WOODLEY N. E.; ZUMBADO M. **Manual of Central American Diptera**. Ottawa: NRC Research, 2009. 2 v.

CORDEIRO, J.; OLIVEIRA J.H.F.; SCHMITZ H.; VIZENTIN-BUGONI, J. High niche partitioning promotes highly specialized, modular and non-nested florivoreplant networks across spatial scales and reveals drivers of specialization. **Oikos**, Hoboken, v. 129, n. 5, p. 619-629, mai. 2020.

GRIMALDI, D.A. Revision of the Drosophila *bromeliae* species group (Diptera: Drosophilidae) Central American, Caribbean, and Andean species. **American Museum Novitates**, New York, v. 3859, p. 1-55, 26 maio 2016.

JBRJ. **Flora e funga do Brasil**. Rio de Janeiro, 2022. Acessado em 01 ago. 2022. Online. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/.

POWO. **Plants of the world online**. London, 2022. Acessado em 01 ago. 2022. Online. Disponível em: https://powo.science.kew.org/.

RELYEA R.;RICKLEFS R., **A Economia da Natureza**, Rio de Janeiro: Editora. Guanabara Koogan, 8ª ed 2021.

SCHMITZ, H.J.; VALENTE V.L.S.;**The flower flies and the unknown diversity of Drosophilidae (Diptera): a biodiversity inventory in the Brazilian fauna.** Pap. Avulsos Zool. 59. 2019. DOI: https://doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.45