

ÁREA TEMÁTICA: Ecologia

SUBÁREA TEMÁTICA: Invertebrados

A ASSEMBLEIA DE ARTRÓPODES VISITANTES FLORAIS DE *Turnera subulata* É AFETADA NEGATIVAMENTE PELA URBANIZAÇÃO

Leticia Ferreira¹, Brenda Nobre¹, Luziene Santos Seixas², Rosy Valéria da Rocha Lopes³, Guilherme Ramos Demetrio^{1,3}, Kim Ribeiro Barão^{1,3}

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Unidade Educacional Penedo. E-mails: (LF) leticia.ferreira@arapiraca.ufal.br; (BN) brenda.macedo@arapiraca.ufal.br

² Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), PPG Ecologia. E-mail: (GRD) guilherme.ferreira@penedo.ufal.br; (KRB) kim.barao@penedo.ufal.br

³ Universidade Federal de Alagoas (UFAL) PPG Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos. E-mail: (RVRL) lopes.vl04@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os assentamentos humanos e o crescimento urbano têm efeitos profundos nos ecossistemas naturais, resultando na perda, degradação e fragmentação desses habitats, bem como em efeitos ambientais associados ao efeito de ilha de calor, poluição da água, do ar, ruído e luz, e introdução de espécies não nativas. Em última instância, a urbanização leva à criação de ecossistemas novos que apresentam características ambientais peculiares e representam um desafio para muitos organismos, incluindo os artrópodes. Recentemente, tem crescido a preocupação sobre a conservação de artrópodes, devido à evidência de declínio drástico em sua abundância e biomassa, sendo a alteração e degradação da paisagem como resultado da urbanização um dos principais fatores hipotetizados para o declínio de artrópodes (Wagner *et al.*, 2021).

Isso ocorre porque a urbanização pode atuar como um filtro ambiental para os artrópodes, gerando padrões de decréscimo de riqueza e mudanças de composição nas comunidades desses organismos em áreas mais urbanizadas (Chatelain *et al.*, 2023). Por outro lado, as cidades também podem abrigar espécies de insetos nativos e alguns grupos taxonômicos de insetos conseguem se aproveitar com sucesso dos ecossistemas urbanos (Theodorou *et al.*, 2020). No geral, níveis tróficos superiores e especialistas são mais sensíveis à urbanização do que níveis tróficos inferiores e generalistas (Dale e Frank, 2018). Dessa forma, a urbanização pode ter profundos impactos nos processos ecológicos e evolutivos das comunidades de insetos e é necessário compreender como a urbanização controla processos de montagem dessas comunidades (Kotze *et al.*, 2011).

Baseados nessas premissas e cientes das ameaças e desafios propostos à biodiversidade pelos efeitos da urbanização, nós avaliamos as comunidades de artrópodes visitantes de *Turnera subulata* em áreas com diferentes graus de urbanização e amostramos a riqueza de espécies e a composição dessas comunidades para testar suas relações com ela. Sabendo que a estrutura das comunidades muda, em um gradiente rural-urbano de urbanização, nós hipotetizamos que a riqueza de artrópodes será menor em áreas mais urbanizadas, e que a composição das comunidades de artrópodes será afetada pela urbanização, já que as cidades são potenciais filtros para estabelecimento e dispersão das espécies de insetos.

MATERIAL E MÉTODOS

A cidade de Penedo está localizada no extremo sul Alagoano, à margem norte do Rio São Francisco, com população aproximada de 64 mil habitantes e densidade populacional de 87,61 habitantes/km². Apenas 58.6% das ruas são arborizadas e cerca de 15% delas são urbanizadas.

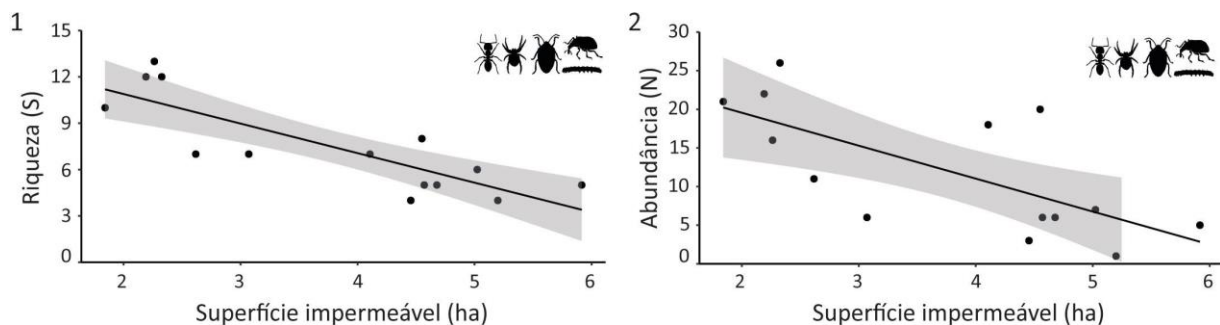
Entre 15 de fevereiro e 01 de março de 2023, coletamos flores de *Turnera subulata* Sm. (Turneraceae) em 14 pontos de Penedo, variando entre diferentes níveis de urbanização. As coletas foram realizadas entre 7h e 8h, período em que a antese desta espécie é máxima. Em cada ponto de coleta, 100 flores foram coletadas, ensacadas e levadas para o laboratório, onde foram acondicionadas em etanol 70%. Os artrópodes foram triados sob estereomicroscópio e morfotipados. A urbanização foi medida como a área total impermeabilizada em um buffer de 300m de raio em torno de cada ponto de coleta, por meio de imagens de satélite no programa QGIS.

Para testar se a impermeabilização do solo afeta a composição dos artrópodes que visitam as flores de *T. subulata*, conduzimos dois conjuntos de Modelos Lineares Baseados em Distância (DistLM) usando a função *adonis2* do pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2022). No primeiro teste, incluímos todos os artrópodes considerando sua presença/ausência, utilizando uma matriz de dissimilaridade baseada no índice de Jaccard. No segundo teste, excluímos as formigas (Hymenoptera: Formicidae) e consideramos as abundâncias dos demais artrópodes, usando uma matriz de dissimilaridade baseada no índice de Bray-Curtis. Não consideramos a abundância das formigas devido ao entendimento de que cada morfoespécie de formiga em cada planta funciona como um superorganismo.

Também testamos se a riqueza (S) e a abundância (N) respondem aos usos do solo por meio de regressões lineares, com a riqueza ou abundância como variáveis de resposta e superfície impermeável variável preditora, usando a função *lm* do pacote *stats* (R Core Team 2023). Desconsideramos as formigas para calcular as abundâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição das comunidades de artrópodes visitantes florais de *Turnera subulata* é afetada pela impermeabilização do solo, tanto incluindo as formigas ($F = 5,527$; G.L. = 12; $p = 0,005$; $R^2 = 0,315$;) quanto excluindo esse táxon e considerando as abundâncias dos outros artrópodes ($F = 7,051$; G.L. = 12; $p = 0,006$; $R^2 = 0,370$). A riqueza (Estimate = -1.9123 ; G.L. = 12; $p = 0,0002$; $R^2 = 0,6628$; Fig. 1A) e a abundância (Estimate = -4.265 ; G.L. = 12; $p = 0,0058$; $R^2 = 0,4387$; Fig. 1B) são negativamente afetadas pela impermeabilização do solo.



Figuras 1-2. A urbanização, medida em área impermeável (hectares), tem efeito negativo na riqueza (1) e abundância (2) de morfoespécies de artrópodes visitantes florais de *Turnera subulata* em Penedo, AL.

Os resultados estão conforme o encontrado para artrópodes terrestres mundialmente, em que existe uma tendência na redução da sua riqueza e abundância com o aumento da área urbanizada (Fenoglio *et al.*, 2019), há mudanças significativas na composição das espécies em relação aos níveis de urbanização e o tempo de estabelecimento das cidades parecem ser fatores fundamentais para a diversidade de artrópodes. As comunidades de artrópodes desempenham papéis funcionais importantes nos ecossistemas, incluindo decomposição, polinização, ciclagem de nutrientes, interações na teia alimentar e controle biológico (Kotze *et al.*, 2011) assim, o aumento da urbanização, perda e fragmentação de habitats afetam diretamente o funcionamento do ecossistema.

A substituição de vegetação por superfícies impermeáveis, resultando na perda de áreas habitáveis para os organismos e na baixa conectividade dos habitats, pode ser um dos principais fatores responsáveis pela redução da biodiversidade dentro das cidades (Beninde *et al.*, 2015). Nas cidades, em geral, a fragmentação de habitats causada pelo isolamento de áreas verdes em matrizes altamente modificadas também é acompanhada por perda de habitat (Liu *et al.*, 2016). Essas alterações têm relação direta com a riqueza de espécies e com a composição das comunidades, já que é esperado que essas áreas funcionem em uma dinâmica de biogeografia de ilhas (Marzluff, 2008), em que as taxas de conectividade entre os ambientes são essenciais para a manutenção da biodiversidade local.

Conforme o esperado, cidades mais antigas apresentam maiores níveis de fragmentação de habitats do que cidades mais novas. Penedo se encaixa neste contexto, com o

início de seu povoamento datando de 1565, é uma cidade pequena, com cerca de 64 mil habitantes (IBGE, 2021). As cidades pequenas representam 94,27% das cidades brasileiras e de 5.570 municípios, apenas 319 abrigam mais de 100 mil habitantes. Este panorama define nosso estudo como uma boa linha de base para outras comparações a serem realizadas em trabalhos futuros, considerando o efeito da urbanização nas comunidades de artrópodes brasileiras.

CONCLUSÕES

Os resultados de nossos estudos permitem confirmar nossas hipóteses. Conforme cresce a área impermeável, diminui a riqueza e abundância dos visitantes. Concluímos que a urbanização afeta negativamente a composição da comunidade de artrópodes visitantes florais de *T. subulata*.

No futuro, será interessante investigar a diversidade beta no gradiente de urbanização a fim de estabelecer qual de seus componentes (aninhamento ou substituição) é o principal responsável pela variação da diversidade local. Além disso, devemos investigar se grupos tróficos distintos respondem distintamente à urbanização.

REFERÊNCIAS

- Beninde, J.; M. Veith & A. Hochkirch. 2015. Biodiversity in cities needs space: A meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters*, 18 : 581–592.
- Chatelain, M.; J.Rüdissler, & M. Traugott 2023. Urban-driven decrease in arthropod richness and diversity associated with group-specific changes in arthropod abundance. [s.l.] *Front. Ecol.*, 11
- Dale, A. G.; S. D. Frank. 2018. Urban plants and climate drive unique arthropod interactions with unpredictable consequences. *Current opinion in insect science*, 29: 27–33.
- Fenoglio, M. S.; M. R. Rossetti; M. Videla. 2020. Negative effects of urbanization on terrestrial arthropod communities: A meta-analysis. *Global ecology and biogeography: a journal of macroecology*, 29 (8): 1412–1429.
- IBGE. 2019. Áreas Urbanizadas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html>. Acesso em: 25 jul. 2023.
- Kotze, J.; S. Venn; J. Niemelä, & J. Spence. 2011. Effects of urbanization on the ecology and evolution of arthropods. Em: *Urban Ecology*. [s.l.] Oxford University Press, 159–166.
- Marzluff, J. M. 2008. Island Biogeography for an Urbanizing World How Extinction and Colonization May Determine Biological Diversity in Human-Dominated Landscapes. *Urban Ecology*. Springer, Boston, MA, 355-371.
- Oksanen, J. 2022. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-4. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Acesso em: 25 jul. 2023.
- R Core Team. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 25 jul. 2023.
- Theodorou P.; R. Radzevičiūtė; G. Lentendu; B. Kahnt; M. Husemann; C. Bleidorn; J. Settele; O. Schweiger; I. Grosse; T. Wubet; T.E. Murray, & R.J. Paxton. 2020. Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects. *Nat Commun*, 11.1: 576.
- Wagner, David L.; E. M. Grames; M. L. Forister; M. R. Berenbaum, & D. Stopak. Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *PNAS*, 118.2 e2023989118.
- Zhifeng Liu, Chunyang He, Jianguo Wu. 2016. The relationship between habitat loss and fragmentation during urbanization: an empirical evaluation from 16 world cities. *PLoS One* 11.4, e0154613.