

Efeitos da diversidade sobre o desempenho e a herbivoria de *Libidibia ferrea* em comunidades restauradas na Caatinga

¹Camille Souza Rocha, ¹Thomaz Rocha, ¹Gislene Ganade

¹Laboratório de Ecologia da Restauração, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN; e-mail: camille.rocha.117@ufrn.edu.br; thomaz.rocha.085@ufrn.edu.br; gganade@gmail.com

Biodiversidade e preservação: Soluções baseadas na natureza

Resumo

As atividades antrópicas têm promovido a degradação dos ecossistemas e acelerado a perda da biodiversidade, tornando a restauração ecológica uma estratégia urgente. Nesse contexto, experimentos de biodiversidade e funcionamento ecossistêmico demonstram que a diversidade de espécies favorece o desempenho das árvores por mecanismos como complementaridade e facilitação, além de modificar as interações com herbívoros. Nosso objetivo foi testar os efeitos da riqueza arbórea e da facilitação entre árvores sobre o desempenho e a herbivoria de *Libidibia ferrea* em comunidades restauradas. A facilitação aumentou a sobrevivência de *L. ferrea* ao longo do tempo, enquanto o crescimento foi favorecido pela riqueza de árvores vizinhas. A riqueza de espécies e a herbivoria das árvores vizinhas também influenciaram a herbivoria em *L. ferrea*. Portanto, a diversidade vegetal modula as interações entre plantas, contribuindo para o desempenho das florestas restauradas e para a manutenção de interações com grupos tróficos superiores. Nossos resultados reforçam a importância da biodiversidade para a proposição de espécies nativas como modelos eficientes para a restauração da Caatinga.

Palavras-chave: Restauração ecológica; Herbivoria; Sucessão ecológica; Biodiversidade; *Libidibia ferrea*.

Introdução

As atividades antrópicas têm promovido a degradação de ecossistemas em escala global, reduzindo a biodiversidade e comprometendo processos essenciais ao funcionamento dos ecossistemas. Diante desse cenário, a Organização das Nações Unidas instituiu a Década da Restauração de Ecossistemas (2021–2030), destacando a necessidade de desenvolver

estratégias capazes de restaurar não apenas a cobertura vegetal, mas também as interações ecológicas que sustentam a estabilidade e a provisão de serviços ecossistêmicos (UNITED NATIONS, 2019). Em florestas sazonalmente secas, como a Caatinga, esse desafio é ainda maior em razão da sazonalidade pluviométrica e ações antrópicas sobre as florestas, evidenciando a urgência de iniciativas de restauração efetivas.

Experimentos de biodiversidade e funcionamento ecossistêmico foram implementados em diferentes florestas no mundo, com o principal objetivo de compreender o papel da diversidade de árvores para o funcionamento das florestas (PAQUETTE et al. 2018). Avanços recentes têm demonstrado que comunidades com maior riqueza de espécies apresentam maior produtividade, estabilidade temporal e capacidade de fornecer múltiplos serviços ecossistêmicos (MESSIER et al. 2022; LI et al. 2024; LIU et al. 2026). Esses efeitos são atribuídos principalmente aos mecanismos de complementaridade, como a diferenciação de nichos pelas espécies que maximiza o uso eficiente dos recursos, enquanto a facilitação entre plantas favorece o crescimento e a sobrevivência de espécies vizinhas, especialmente em ecossistemas secos (FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018; TROGISCH et al., 2021; FAGUNDES; MAZZOCHINI; GANADE, 2023).

Além das interações entre plantas, a herbivoria constitui um importante processo ecológico capaz de influenciar o desempenho das comunidades vegetais. A intensidade dos danos causados por herbívoros pode variar em função da diversidade vegetal, uma vez que comunidades mais diversas podem reduzir a concentração de plantas hospedeiras e favorecer inimigos naturais dos herbívoros, alterando a dinâmica dessas interações (GUYOT et al., 2019). Evidências recentes indicam ainda que a herbivoria representa um dos principais fatores limitantes para o sucesso de projetos de restauração em diferentes ecossistemas, reforçando a necessidade de compreender como esse processo responde à diversidade de espécies (XU et al., 2023).

O presente estudo teve como objetivo testar como a riqueza de espécies arbóreas e a facilitação entre árvores afetam o crescimento, a sobrevivência e a herbivoria de *Libidibia ferrea* ao longo de nove anos de restauração da Caatinga. A partir dos resultados obtidos, buscamos propor modelos de restauração que incorporem *L. ferrea* em projetos de restauração ecológica da Caatinga.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido no experimento BrazilDry, implementado na Floresta

Nacional de Açú, município de Açú, Rio Grande do Norte (5,58° S; 36,95° W). O experimento possui 16 espécies arbóreas nativas da Caatinga, plantadas em 147 comunidades com cinco níveis de riqueza de espécies arbóreas (1, 2, 4, 8 e 16 espécies). Para o presente estudo, utilizamos *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz, como espécie modelo, considerando a sua ampla distribuição na Caatinga. A espécie *L. ferrea* possui 294 indivíduos plantados e distribuídos em 36 parcelas do experimento.

Durante o desenvolvimento das comunidades, monitoramos a sobrevivência e o crescimento em altura ao longo dos anos (2017-2025). Para a herbivoria foliar, realizamos monitoramentos nos anos iniciais após a restauração (2017-2018) e estágios avançados (2024-2025). A intensidade de herbivoria foi realizada em folhas distribuídas na região mais apical e mais basal das árvores. Em cada folha quantificamos os danos causados por mastigação, sucção, raspagem e mineração, utilizando classes de danos (0; 1–5; 6–10; 11–25; 26–50; 51–75; 76–99 e 100%), posteriormente convertidas em valores medianos.

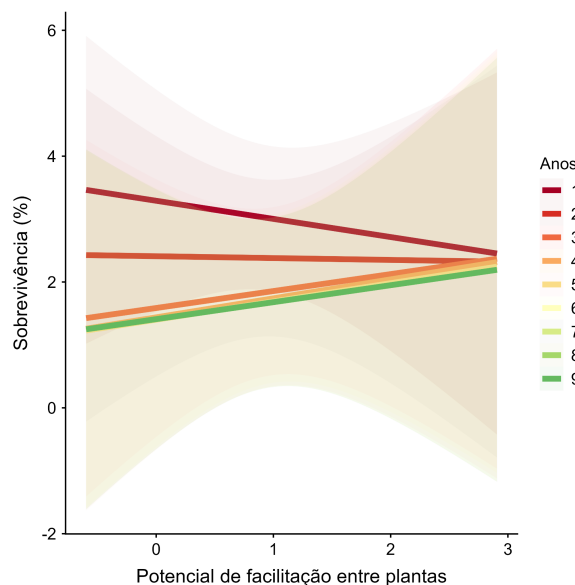
As análises estatísticas foram realizadas no software R. Foram utilizados modelos lineares mistos para testar como a riqueza de árvores, a facilitação entre plantas e os anos após a restauração (variáveis preditoras), afetaram o crescimento e a sobrevivência ao longo do tempo. Para o modelo de herbivoria foliar incluímos também a herbivoria nas espécies vizinhas como um potencial efeito de transbordamento de danos por herbívoros. Como variáveis randômicas utilizamos as parcelas experimentais aninhadas nas composições de espécies.

Resultados e Discussão

O potencial de facilitação entre as árvores aumentou a sobrevivência de *Libidibia ferrea* ao longo do tempo, com aumentos positivos observados principalmente a partir do terceiro ano após a restauração (Figura 1). Os resultados indicam que as interações positivas entre plantas tornam-se mais importantes à medida que as comunidades arbóreas se desenvolvem, contribuindo para a persistência da espécie ao longo do processo de restauração. Em ambientes como a Caatinga, essas interações positivas amenizam condições estressantes e favorecem o estabelecimento de árvores vizinhas, contribuindo para a manutenção das comunidades restauradas (FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018).



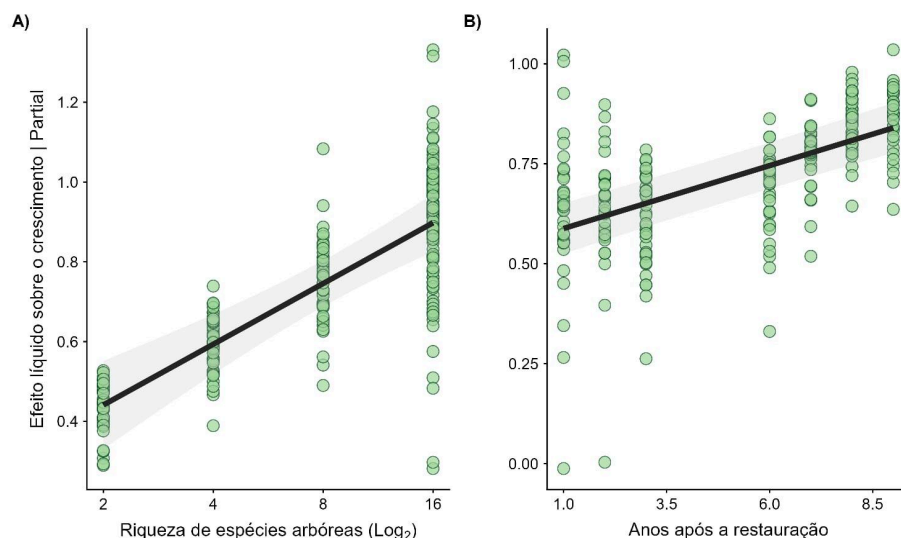
Figura 1 – Efeitos do potencial de facilitação entre árvores ao longo do tempo sobre a sobrevivência de *L. ferrea*. A porcentagem de sobrevivência foi ajustada com distribuição logit. As linhas representam as tendência temporais com seus respectivos intervalos de confiança de 95%.



fonte: Thomaz Rocha

A riqueza de espécies arbóreas e os anos após a restauração afetaram positivamente os incrementos líquidos de crescimento (Figura 2), indicando que comunidades mais diversas favorecem o desempenho de *L. ferrea* e que esse aumento é consistente ao longo do tempo. Esse padrão sugere que a diversidade vegetal promove efeitos de complementaridade, favorecendo o crescimento da espécie ao longo do tempo. Dessa forma, espécies com diferentes estratégias de aquisição de recursos reduzem a competição direta e aumentam o desempenho coletivo, favorecendo processos como crescimento e estabilidade das comunidades restauradas (TROGISCH et al., 2021; FAGUNDES; MAZZOCHINI; GANADE, 2023).

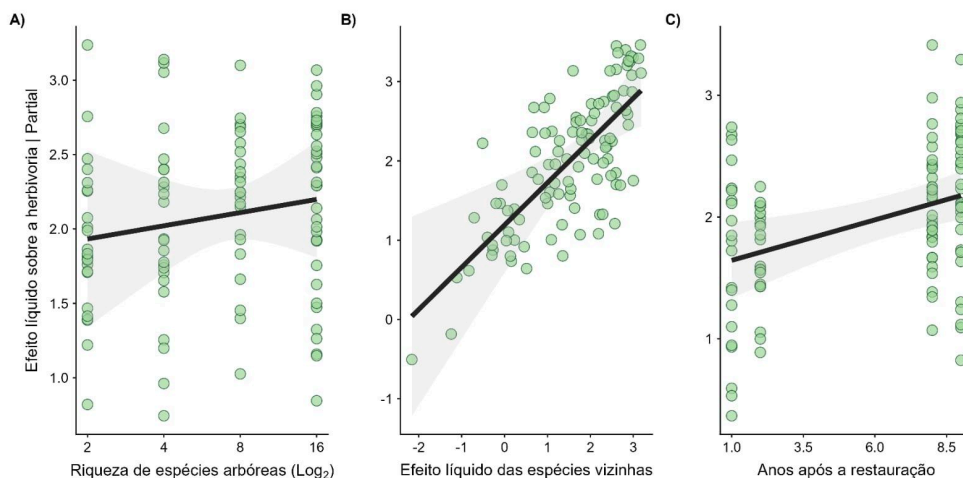
Figura 2 – Efeito líquido da diversidade vegetal sobre o crescimento de *L. ferrea* em função da riqueza de árvores vizinhas (A) e os anos após a restauração (B). O efeito líquido representa a diferença entre o crescimento observado nas comunidades mais diversas e o esperado com base no crescimento em monoculturas. O eixo-y representa o efeito parcial da riqueza e dos anos após a restauração após controlar por outras variáveis preditoras no modelo misto.



fonte: Thomaz Rocha

A riqueza de espécies arbóreas, a herbivoria nessas árvores vizinhas e os anos após a restauração influenciaram positivamente a herbivoria de *L. ferrea* (Figura 3). Dessa forma, a diversidade modifica as interações entre plantas e herbívoros e o transbordamento de danos entre vizinhos sugere efeitos de suscetibilidade associativa nas comunidades. Esses resultados são consistentes com as hipóteses da concentração de recursos, propondo que a composição e a diversidade alteram a detecção das plantas hospedeiras pelos herbívoros (GUYOT et al., 2019).

Figura 3 – Efeitos da riqueza de árvores, a herbivoria nas espécies vizinhas e os anos após a restauração sobre a herbivoria de *L. ferrea*. Os efeitos líquidos representam o incremento de herbivoria foliar nas comunidades diversas com base no esperado a partir dos danos em monoculturas. O eixo-y representa o efeito parcial da riqueza, da herbivoria na vizinhança e dos anos após a restauração após controlar por outras variáveis preditoras no modelo misto.



fonte: Thomaz Rocha

Conclusão

Ao longo de 9 anos de restauração, a riqueza de árvores vizinhas favoreceu o crescimento de *L. ferrea* por meio da complementaridade, enquanto a facilitação contribuiu para a sobrevivência após o terceiro ano. Embora a vizinhança arbórea tenha aumentado a herbivoria em *L. ferrea*, esse resultado reforça que a restauração da biodiversidade envolve não apenas o estabelecimento das plantas, mas também o restabelecimento das interações tróficas. Portanto, a incorporação de *L. ferrea* na restauração da Caatinga é viável, principalmente em técnicas de plantio que associam diversidade de espécies e árvores facilitadoras, contribuindo para a restauração da floresta e para a manutenção das interações ecológicas ao longo do tempo.

Referências

- FAGUNDES, M.; MAZZOCHINI, G. G.; GANADE, G. The role of plant diversity and facilitation during tropical dry forest restoration. *Journal of Ecology*, v. 111, p. 1231–1241, 2023.
- FAGUNDES, M.; WEISSER, W.; GANADE, G. The role of nurse successional stages on species-specific facilitation in drylands: nurse traits and facilitation skills. *Ecology and Evolution*, v. 8, p. 5173–5184, 2018.
- GUYOT, V. et al. Tree diversity drives associational resistance to herbivory at both forest edge and interior. *Ecology and Evolution*, v. 9, n. 16, p. 9040–9051, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.5450>.
- LI, Y. et al. Plant diversity enhances ecosystem multifunctionality via multitrophic diversity. *Nature Ecology & Evolution*, v. 8, p. 2037–2047, 2024.
- LIU, X. et al. Ecological insights from three decades of forest biodiversity experiments. *Nature Reviews Biodiversity*, v. 2, p. 9–23, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1038/s44358-025-00112-2>.
- MESSIER, C. et al. For the sake of resilience and multifunctionality, let's diversify planted forests. *Conservation Letters*, v. 15, e12829, 2022.
- PAQUETTE, A. et al. A million and more trees for science. *Nature Ecology & Evolution*, v. 2, p. 763–766, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0544-0>.
- TROGISCH, S. et al. The significance of tree-tree interactions for forest ecosystem functioning. *Basic and Applied Ecology*, v. 55, p. 33–52, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baec.2021.02.003>.
- UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY. *United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021–2030)*. Resolution A/RES/73/284, adopted on 1 Mar. 2019. New York: United Nations, 2019.
- XU, C. et al. Herbivory limits success of vegetation restoration globally. *Science*, v. 382, n. 6670, p. 589–594, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.add2814>.