







A importância das interações entre plantas e animais para a manutenção das espécies arbóreas ameaçadas no sul da Bahia

The importance of interactions between plants and animals for the maintenance of endangered tree species in southern Bahia

Beatriz Alves Lins¹  , Rute Maria Gonçalves¹   & Luiz Fernando Silva Magnago¹  

1. Universidade Federal do Sul da Bahia, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Campus Jorge Amado, Rodovia Ilhéus/Itabuna, Km 22, 45604-811, Ilhéus, Bahia, Brasil

Palavras-chave:

Mata Atlântica. Serviços ecossistêmicos. Síndrome de dispersão.

Keywords:

Atlantic forest. Ecosystem services. Dispersal Syndrome.

Recebido em: 03/06/2022

Aceite: 07/10/2022

Editor responsável: Cristiana B. N. Costa (UFSB)

eISSN: 2595-6752



Resumo

No presente estudo investigamos a importância das redes mutualísticas entre plantas e animais para a manutenção de espécies arbóreas ameaçadas de extinção no Sul da Bahia. Cerca de 82% das espécies arbóreas em estudo são dispersas por animais, apresentam diâmetro médio de 16,89 mm e possuem como principais dispersores aves, primatas e roedores (pacas). Revelamos uma intensa relação entre as espécies arbóreas ameaçadas de extinção no Sul da Bahia e animais dispersores de sementes. As espécies em questão já possuem ameaças inerentes às suas características individuais, porém, demonstramos que mais um fator pode ser agregado a essas ameaças, a extinção de grandes dispersores de sementes.

Abstract

In the present study, we investigated the importance of mutualistic networks between plants and animals for the maintenance of endangered tree species in southern Bahia. About 82% of the tree species under study are dispersed by animals, have an average diameter of 16.89 mm and their main dispersers are birds, primates and rodents (pacas). We reveal an intense relationship between endangered tree species in southern Bahia and seed-dispersing animals. The species in question already have threats inherent to their individual characteristics, but we demonstrate that one more factor can be added to these threats, the extinction of large seed dispersers.

Introdução

As florestas tropicais possuem o maior índice de biodiversidade do planeta (Mittermeier et al., 2011). A Mata Atlântica se destaca como um exemplo dessa riqueza em espécies de fauna e flora, detendo o recorde de plantas lenhosas por hectare, cerca de 20 mil espécies vegetais, sendo 8 mil delas endêmicas, segundo o Instituto Brasileiro de Florestas (IBF, 2020). Esse bioma também presta diversos serviços ecossistêmicos de provisão (alimentos e água), regulação (degradação do solo, seca, inundações e polinização), suporte (ciclagem de nutrientes e formação do solo) e culturais (lazer, turismo e religioso) (MEA, 2005).

Apesar de ser considerada um *hotspot* de biodiversidade, a Mata Atlântica encontra-se altamente fragmentada, com elevado nível de perda de espécies (De Lima et al., 2020). Uma das poucas regiões ainda preservadas, com 8% de sua cobertura original, se encontra no Sul do estado da Bahia (Chomitz et al., 2005). A região possui uma das maiores diversida-

des de espécies arbóreas do Brasil e do mundo, assumindo um papel de imensa importância na área da conservação biológica (Martini et al., 2007).

Estudos sobre interações entre plantas e animais têm crescido de forma significativa a fim de compreender sua importância (Osuri et al., 2016; Culot et al., 2017; Brancalion et al., 2018; Abrahamson et al., 2021). Essas interações, denominadas redes mutualísticas, são compostas por interações entre indivíduos de diferentes espécies que trazem benefícios para os envolvidos (Begon et al., 1996). As redes mutualísticas possuem três padrões gerais na estrutura. São eles: altamente heterogêneo, onde muitas espécies estão tendo poucas interações, porém, algumas espécies estão altamente conectadas; aninhados, com especialistas interagindo com subconjuntos de espécies com as quais os generalistas interagem; e outro padrão é composto de relações assimétricas e fracas entre plantas e pássaros (García, 2016). Essas redes de conexão, como a dispersão de sementes realizada por animais, são vulneráveis às ações humanas. A alteração e perturbação de habitats, causados pelos humanos, podem provocar o movimento desses animais para outros locais (Doherty et al., 2021).

Grande parte das árvores da Mata Atlântica pertencem ao grupo das angiospermas, isto é, possuem sementes e frutos bem desenvolvidos (Stehmann et al., 2009). Essas espécies arbóreas necessitam de animais para que suas sementes sejam dispersadas, garantindo a perpetuação da espécie (Raven et al., 2014). As áreas de Mata Atlântica da região costeira do Brasil, consideradas centros de endemismo no país, contam com elevado número de espécies frutíferas. Mais especificamente, a região Sul da Bahia abriga mais de 540 espécies endêmicas e que se encontram dentro das famílias de angiospermas mais diversas do país (Ostroski et al., 2018). Cerca de 75% das espécies arbóreas dessa região são dependentes da fauna para dispersão de suas sementes (Almeida-Neto et al., 2008). Desta forma, a ruptura dessas interações via a ausência dos dispersores por efeitos da defaunação (extirpação da fauna em diferentes escalas espaciais – Dirzo et al., 2014) pode acarretar, em longo prazo, na extinção local ou regional dessas espécies (Redford, 1992).

Apesar do elevado número de espécies endêmicas e dependentes da fauna para sua reprodução, muitas espécies se encontram sob algum grau de ameaça na Bahia; estima-se que cerca de 795 espécies estão sob algum grau de ameaça (IUCN, 2022). O grau de ameaça das espécies arbóreas dessa região, juntamente com a perda dos animais que dispersam seus frutos e sementes, pode comprometer ainda mais a situação dessas espécies. Pouco se sabe sobre a ecologia da interação planta-animal entre as espécies arbóreas endêmicas ameaçadas e a fauna do Sul da Bahia (Grelle et al., 2021). Nesse sentido, buscamos investigar a importância das redes mutualísticas entre plantas e animais para a manutenção de espécies arbóreas ameaçadas de extinção no Sul da Bahia. Acreditamos que essa investigação pode contribuir para determinar estratégias de manutenção dessas espécies arbóreas ameaçadas, que se extintas podem futuramente comprometer a estrutura e dinâmica da floresta tropical.

Métodos

O estado da Bahia possui 564.760,427 km², sendo o quinto maior estado do Brasil (IBGE, 2021). Abrange três biomas em sua extensão: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (IBGE, 2018). A região Sul do estado da Bahia apresenta clima tropical úmido e quente, tipo Aw (KOPPEN-GEIGER), a temperatura média anual

da região é de 23 °C com umidade média de 89-90%. Estima-se que a região tenha 30.000 ha de cobertura florestal (Paciência; Prado, 2005), 40.000 ha em estágio inicial de regeneração e 200.000 ha em área de pasto e outras culturas, especialmente cacau (*Theobroma cacao* L.), piaçava (*Attalea funifera* Mart.), seringa (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) e dendê (*Elaeis guianensis* Jacq.) (Alger; Caldas, 1996). A maioria das fazendas possuem plantações de cacau, o principal produto da agricultura (Paciência; Prado, 2005).

Para a coleta dos dados dendrológicos foram levantadas informações referentes a 38 espécies arbóreas nativas ameaçadas de extinção no Sul do estado da Bahia. Esses dados foram obtidos por consultas ao banco de dados virtuais Flora do Brasil, à plataforma SpeciesLink e a bancos de dados disponíveis na literatura. Foram coletados dados de comprimento e diâmetro das sementes, tipo de fruto e semente, tipos de dispersão de sementes e dispersor.

Posteriormente à coleta, os dados foram tabulados e analisados descritivamente para estabelecer as relações entre planta e animal. A partir dos dados de comprimento e diâmetro das sementes, dividimos as espécies em grandes (>12 mm) e pequenas (<12 mm), conforme o descrito na literatura para o bioma Mata Atlântica (Galetti et al., 2013). Neste trabalho, classificamos os tipos de dispersão em dois grupos principais: dispersão zoocórica, aquela realizada por animal; e dispersão não-zoocórica, realizada por meios abióticos (vento, água, auto dispersão). A exploração inicial dos dados foi feita através da conversão dos dados brutos em porcentagem. Posteriormente, para a construção dos gráficos, utilizou-se o pacote *ggplot2* (Wickham, 2016). Buscando descrever as interações entre plantas e animais, foi construído um diagrama de Sankey utilizando o pacote *highcharter* (Kunst, 2020). Toda a análise descritiva dos dados foi realizada através do software estatístico RStudio (R Development Core Team, 2020).

Resultados

Foram identificadas 38 espécies arbóreas ameaçadas de extinção na região Sul da Bahia (Figura 1, 2 e 3; Tabela 1). Desse total, 31 espécies possuem sementes dispersadas por animais (zoocórica), equivalendo a 82% das espécies. No tipo de dispersão não-zoocórica, apenas 7 espécies de árvores se encaixaram, representando 18% em relação ao total amostrado (Figura 4).

Segundo a IUCN *Red List*, o status de conservação dessas espécies arbóreas foi: 17 espécies em estado “Vulnerável (VU)”, sendo 76,5% zoocórica e 23,5% não-zoocórica; 16 espécies em estado “Em Perigo (EN)”, sendo 89,9% zoocórica e 11,1% não-zoocórica. Foram identificadas 3 espécies em estado “Criticamente em Perigo (CR)”, sendo 66,7% zoocórica e 33,3% não-zoocórica (Figura 5). As espécies que se enquadram na classificação Criticamente em Perigo são: *Tovomita megantha* L. Marinho & Amorim, *Trichilia florbranca* T.D.Penn. e *Andreodoxa flava* Kallunki.

A média geral do diâmetro das sementes foi 8,74 mm e o comprimento 16,89 mm. Em relação ao diâmetro médio das sementes referentes a cada tipo de categoria segundo a IUCN é de: VU= 7.66 mm; CR= 14.88 mm; EN= 7.28 mm (Figura 6). A Porcentagem de sementes que possuem diâmetro menor ou maior que 12 mm para cada categoria de conservação segundo a IUCN Red List é de: VU= 64.7% <12 mm e 35.5% >12 mm; EN= 72.2% <12 mm e 28.8% >12 mm; CR= 66.7% <12 mm e 33.3% >12 mm (Figura 6).

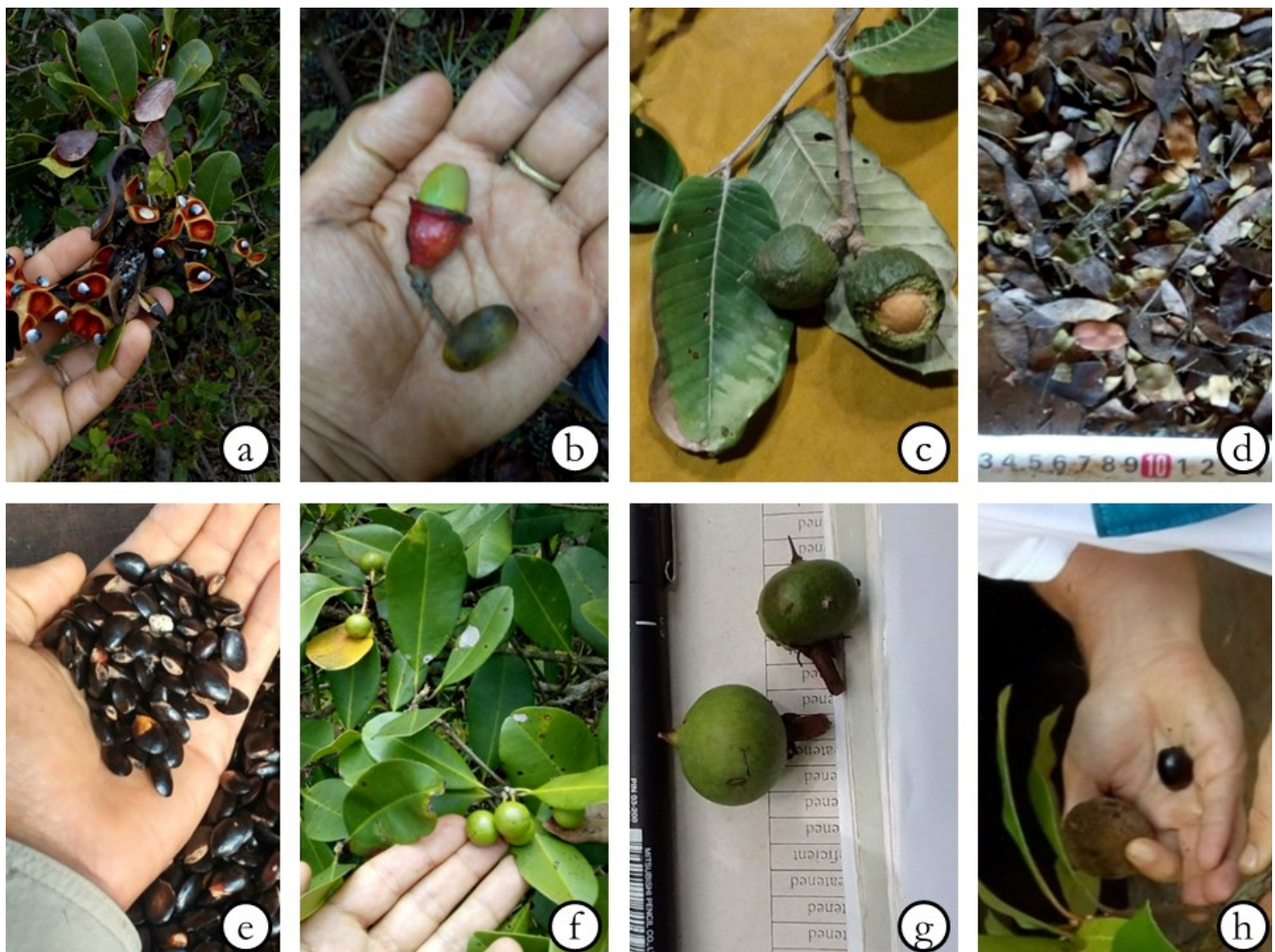


Figura 1. Espécies arbóreas ameaçadas na região Sul do estado da Bahia. (a) *Manilkara elata*, (b) *Manilkara multifida*, (c) *Manilkara máxima*, (d) *Pouteria butyrocarpa*, (e) *Aniba intermedia*, (f) *Dalbergia nigra*, (g) *Abarema turbinata*, (h) *Coupeia schottii*. (Autor das fotos: Rodrigo Rosa).

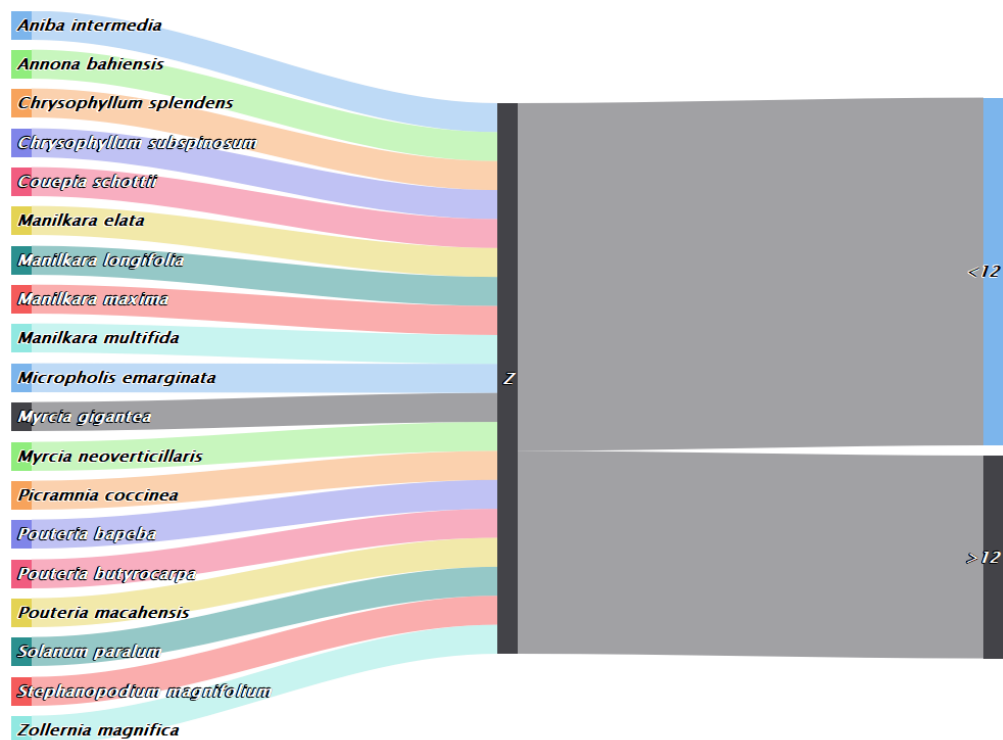


Figura 2. Espécies arbóreas ameaçadas de extinção com frutos carnosos na região Sul do estado da Bahia, tipos de dispersão de sementes e diâmetro da semente. Quanto mais larga a faixa entre as categorias, maior o número de espécies. Z = zoocórica, NZ = não-zoocórica.

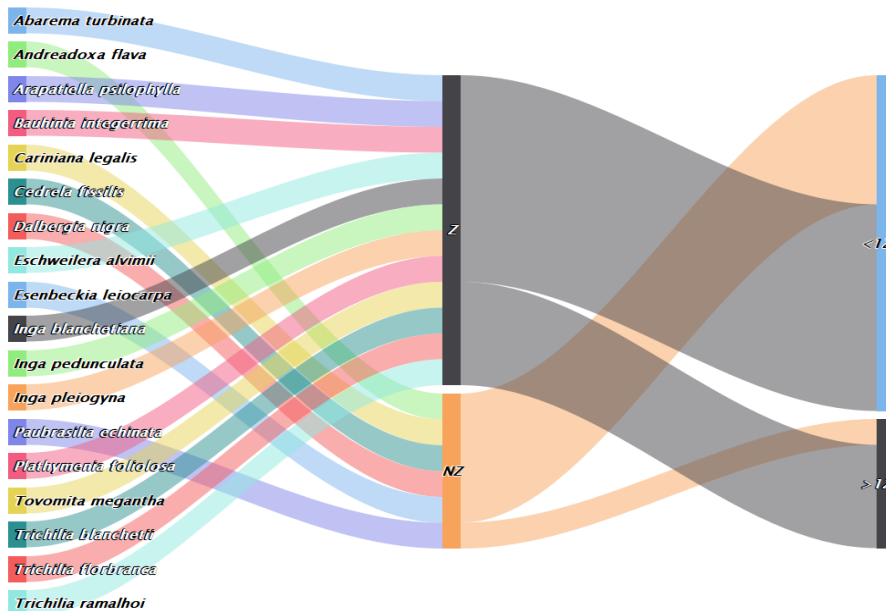


Figura 3. Espécies arbóreas ameaçadas de extinção com frutos secos na região Sul do estado da Bahia, tipos de dispersão de sementes e diâmetro da semente. Quanto mais larga a faixa entre as categorias, maior o número de espécies. Z = zoocórica, NZ = não-zoocórica.

Tabela 1. Dados referentes a 38 espécies arbóreas ameaçadas de extinção no Sul do estado da Bahia. VU=Vulnerável; EN=Em Perigo; CR=Criticamente em Perigo; Z=Zoocórica; NZ=Não Zoocórica .

Espécie	Status	Síndrome de dispersão	Agente dispersor	Diâmetro da semente (mm)	Tipo de fruto
<i>Abarema turbinata</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	VU	Z	Aves	2.76	Seco
<i>Andreodoxa flava</i> Kallunki	CR	NZ	Autocórica	2.4	Seco
<i>Aniba intermedia</i> (Meisn.) Mez	VU	Z	Aves	12.3	Carnoso
<i>Annona bahiensis</i> (Maas & Westra) H.Rainer	VU	Z	Fauna em geral	2.42	Carnoso
<i>Arapetiella psilophylla</i> (Harms) R.S.Cowan	VU	Z	Fauna em geral	23	Seco
<i>Bauhinia integrerrima</i> Mart. ex Benth.	EN	Z	Autocórica	0.6	Seco
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	VU	NZ	Vento	8.2	Seco
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	VU	NZ	Vento	7.3	Seco
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	VU	Z	Primatas	8.71	Carnoso
<i>Chrysophyllum subspinosum</i> Monach.	EN	Z	Primatas	22	Carnoso
<i>Conopia scottii</i> Fritsch	VU	Z	Paca/Cutia	22	Carnoso
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Alemão ex Benth.	VU	NZ	Vento	4.89	Seco
<i>Eschweilera alvimii</i> S.A.Mori	VU	Z	Fauna em geral	70.68	Seco
<i>Ebenbeckia leiocarpa</i> Engl.	VU	NZ	Autocórica	6	Seco
<i>Inga blanchetiana</i> Benth.	EN	Z	Pacas/Primatas	7.23	Seco
<i>Inga pedunculata</i> (Vinha) T.D.Penn.	EN	Z	Pacas/Primatas	7.23	Seco
<i>Inga pleiogyna</i> T.D.Penn.	VU	Z	Pacas/Primatas	7.23	Seco
<i>Manilkara elata</i> (Alemão ex Miq.) Monach.	EN	Z	Aves/Primatas/Mamíferos	14	Carnoso
<i>Manilkara longifolia</i> (A.DC.) Dubard	EN	Z	Aves/Primatas/Mamíferos	7	Carnoso
<i>Manilkara macima</i> T.D.Penn.	VU	Z	Aves/Primatas/Mamíferos	6.5	Carnoso
<i>Manilkara multifida</i> T.D.Penn.	EN	Z	Aves/Primatas	6.5	Carnoso
<i>Micropholis emarginata</i> T.D.Penn.	EN	Z	Aves/Morcegos	7.54	Carnoso
<i>Myrcia gigantea</i> (O.Berg) Nied.	EN	Z	Aves/Mamíferos	3.86	Carnoso
<i>Myrcia neovorticillaris</i> E.Lucas & C.E.Wilson	EN	Z	Aves/Mamíferos	3.86	Carnoso
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	EN	NZ	Autocórica	16	Seco
<i>Picramnia coccinea</i> W.W.Thomas	EN	Z	Aves	8.2	Carnoso
<i>Platymenia reticulata</i> Benth.	VU	Z	Aves	19.08	Seco
<i>Pouteria bapeba</i> T.D.Penn.	VU	Z	Aves/Morcegos	15	Carnoso
<i>Pouteria butyrocarpa</i> (Kuhlm.) T.D.Penn.	EN	Z	Aves/Morcegos	4.94	Carnoso
<i>Pouteria coelomatica</i> Rizzini	EN	Z	Aves/Morcegos	8.09	Fibroso
<i>Pouteria macabensis</i> T.D.Penn.	EN	Z	Aves/Morcegos	18.02	Carnoso
<i>Solanum parulum</i> Bohs	EN	Z	Aves/Mamíferos	2.46	Carnoso
<i>Stephanopodium magnifolium</i> Prance	VU	Z	Aves	3.2	Carnoso
<i>Tovomita megantha</i> L. Marinho & Amorim	CR	Z	Mamífero/Primatas	15	Seco
<i>Trichilia blanchetii</i> C.DC.	EN	Z	Aves	5.52	Seco
<i>Trichilia florbrancae</i> T.D.Penn.	CR	Z	Aves	5.52	Seco
<i>Trichilia ramalhoi</i> Rizzini	VU	Z	Aves	5.52	Seco
<i>Zollernia magnifica</i> A.M.Carvalho & Barneby	EN	Z	Mamífero/Morcegos	15	Carnoso

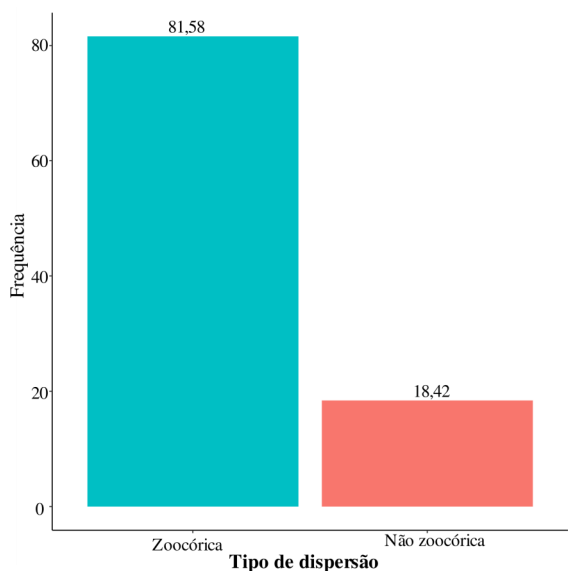


Figura 4. Porcentagem de espécies arbóreas zoocóricas e não-zoocóricas.

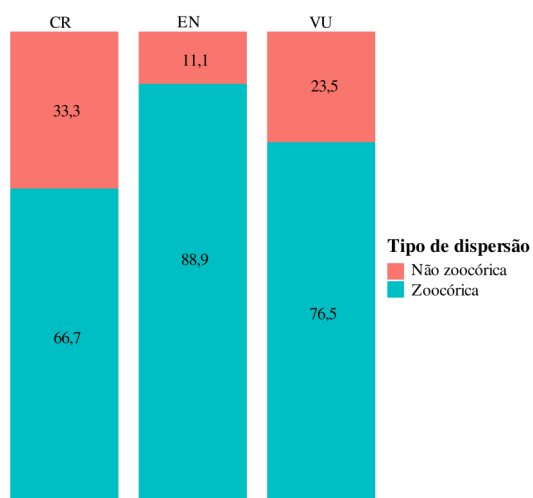


Figura 5. Porcentagem de espécies arbóreas zoocóricas e não zoocóricas em relação a cada categoria de conservação segundo a IUCN Red List.

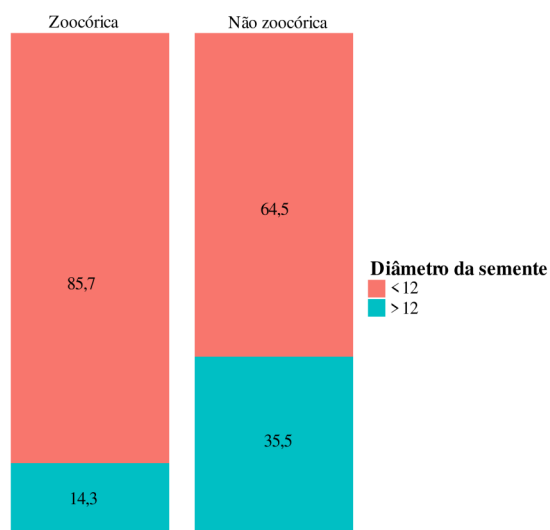


Figura 6. Porcentagem de espécies com sementes maiores e menores que 12 mm em cada tipo de dispersão (zoocórica e não-zoocórica).

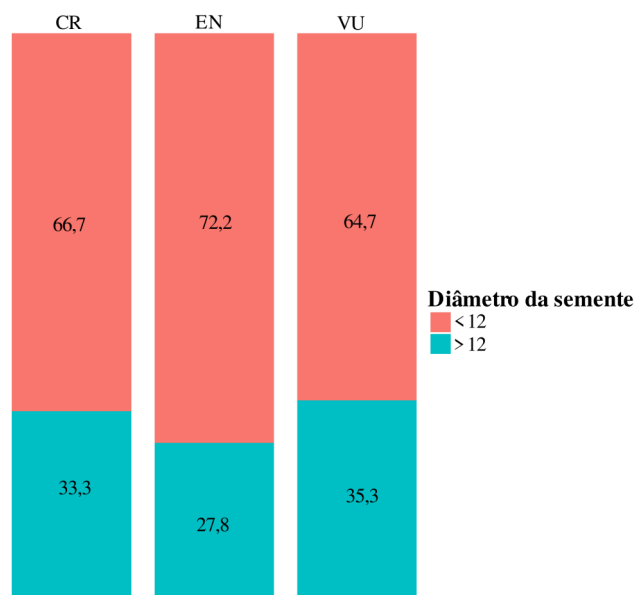


Figura 7. Porcentagem de sementes que possuem diâmetro menor ou maior que 12 mm para cada categoria de conservação segundo a IUCN Red List. CR: Criticamente em Perigo/ EN: Em Perigo/ VU: Vulnerável.

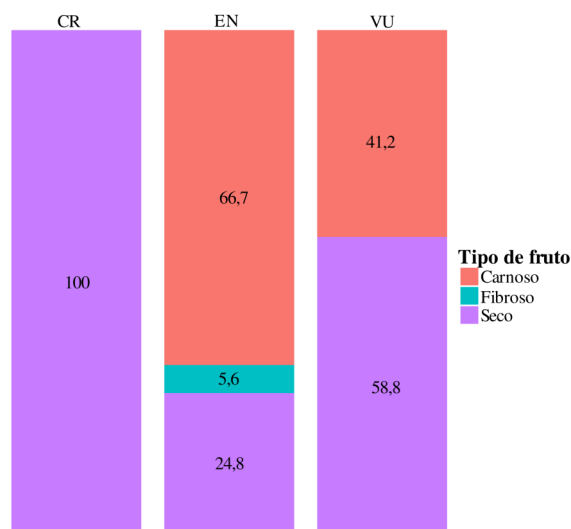


Figura 8. Porcentagem dos tipos de frutos para cada categoria de conservação segundo a IUCN Red List. CR: Criticamente em Perigo/ EN: Em Perigo/ VU: Vulnerável.

Foram identificados como principais dispersores dessas espécies arbóreas, aves e mamíferos. Ao analisar os frutos, 50% das 38 árvores possuem mesocarpos carnosos, 47% do tipo seco e 3% do tipo fibroso. A porcentagem dos tipos de frutos para cada categoria de conservação segundo a IUCN Red List é de: VU = 41,2% carnosos e 58,8% seco; EN = 66,7% carnosos, 5,6 fibrosos e 27,8 secos; CR = 100% seco (Figura 8).

Discussão

Os dados coletados reafirmam a quantidade significativa de espécies arbóreas da região Sul da Bahia que dependem de animais para realizar a dispersão de sementes e assim manter a sua população viável (Gentry; Emmons, 1987). Quando observamos dentro de cada categoria de conservação, o padrão é similar, sendo que em

média 77% das espécies em algum grau de ameaça são dispersas por animais. Essas espécies arbóreas estão ameaçadas de extinção devido a: (i) como a perda de habitat adequado devido ao desmatamento, (ii) e ao manejo incorreto do solo (monocultura e pecuária intensiva) (IUCN, 2022). Desta forma, no CNCFlora, não é apontando como possível fonte de ameaça a perda dos seus dispersores de sementes, o que a longo prazo pode causar a extinção local ou mesmo regional dessas espécies. Essa condição deve ser considerada para elevar o grau de ameaça das espécies arbóreas, uma vez que, atualmente, 88% dos remanescentes da Mata Atlântica encontram-se defaunados (Jorge et al., 2013).

Nossos dados revelam que uma porcentagem considerável (35,5%) das espécies arbóreas ameaçadas possui de sementes zoo-córicas grandes (>12 mm – veja Galetti et al., 2013; Gonçalves et al., em fase de pré-publicação). Sementes grandes apresentam uma relação positiva com altura das árvores e densidade da madeira, fato importante, pois implica em mais carbono na biomassa acima do solo (Bello et al., 2015). O tamanho também é uma característica que correlaciona positivamente com a quantidade de reserva de nutrientes, tamanho da muda, produção reprodutiva e sucesso de germinação (Galletti et al., 2013). Assim, segundo Janzen e Connell, alterações nas interações com os dispersores podem influenciar na capacidade de sobrevivência das plântulas, acarretando em alterações na distribuição espacial das espécies dentro das florestas e também suas densidades (número de indivíduos/área), modificando assim a estrutura florestal (Janzen, 1970; Connell, 1971).

Diante disso, a perda das interações entre animais e plantas vai além das listas de espécies ameaçadas. As ações humanas nos últimos anos impulsionaram a extinção em massa de muitas espécies de animais, causando impactos nas funções do ecossistema, como as de regulação climática via estoques e sequestro de carbono nas florestas tropicais (Bello et al., 2015; Brodie, 2016; Osuri et al., 2016). Para o bioma Mata Atlântica, constatou-se que apenas 16% da cobertura restante consegue assegurar a manutenção de grandes dispersores de sementes (Jorge et al., 2013). A extinção desses animais é concentrada naqueles que apresentam maior massa corpórea e que apresentam maiores diâmetros de garganta, o que lhes permite dispersar sementes maiores (Dirzo et al., 2014). Essas perdas causam danos na estrutura florestal, via o não recrutamento de espécies arbóreas importantes para a manutenção dos estoques de carbono (e.g. espécies arbóreas com alta densidade da madeira e de grandes volumes), causando impactos negativos na capacidade que os remanescentes florestais da Mata Atlântica têm em prover serviços ecossistêmicos (Bello et al., 2015). Assim, uma vez que as espécies de sementes grandes se encontram ameaçadas, seja diretamente por fatores antrópicos ou indiretamente pela perda de seus dispersores, os serviços ofertados por elas também podem ser comprometidos.

Conclusão

Nossas análises revelam uma intensa relação entre as espécies arbóreas ameaçadas de extinção no Sul da Bahia e animais dispersores de sementes. As espécies em questão já possuem ameaças inerentes às suas características individuais. Este estudo demonstrou que mais um fator pode ser agregado a essas ameaças, que é a extinção de grandes dispersores de sementes.

Sugerimos que a interação entre essas espécies vegetais e animais sejam consideradas nas tomadas de decisões sobre manejo e conservação, principalmente para elevar o grau de ameaça de espécies arbóreas. É necessário propor e realizar mudanças significativas em políticas, práticas e instituições. Atualmente, algumas dessas mudanças já estão em andamento devido às ações de ambientalistas, ONGs e contribuições de pesquisadores (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Desta forma, além de focar na produção de mudas para projetos de restauração florestal, tem que se pensar no grau de defaunação das áreas em que essas espécies estão sendo plantadas, para que assim o sucesso futuro dessas espécies seja garantido.

Financiamento

Beatriz Alves Lins tem suporte da bolsa de Iniciação Científica Tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ms. Rute tem suporte da bolsa de doutorado do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Dr. Luiz F. S. Magnago tem suporte da bolsa de produtividade PQ2 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; n 308575/2019-9). Esse artigo é parte dos resultados do projeto “*Conservation of Atlantic Forest's endangered tree species in southern Bahia, Brazil*” financiado pela “Franklinia Foundation”.

Contribuições de Autoria

Conceitualização: BAL, LFSM, RMG. Curadoria de dados: BAL, LFSM, RMG. Análise formal: BAL, LFSM, RMG. Investigação: BAL, LFSM, RMG. Metodologia: BAL, LFSM, RMG. Administração do projeto: BAL, LFSM, Redação - rascunho original: BAL, LFSM, RMG. Redação - revisão e edição: BAL, LFSM, RMG.

Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse a informar.

Disponibilidade dos Dados

Os dados integrais analisados durante o estudo atual estão apresentados no corpo do manuscrito.

Conformidade ética

Não se aplica.

Referências

- Abrahamson WG. Plant–animal interactions. New York: Access Science; 2021.
- Alger K, Caldas M. Cacau na Bahia: decadência e ameaça à Mata Atlântica. *Ciência Hoje* 1996;28-35.
- Almeida-Neto M, Campassi F, Galetti M, Jordano P, Oliveira-Filho A. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 2008;17(4):503–513. doi:10.1111/j.1466-8238.2008.00386.x
- Begon M, Harper JL, Townsend CR. *Ecology*. Oxford: Blackwell Science; 1996.

- Bello C, Galetti M, Pizo MA, Magnago LFS, Rocha MF, Lima RAF et al. Defaunation affects carbon storage in tropical forests. *Science Advances* 2015;1(11):e1501105. doi:10.1126/sciadv.1501105
- Brançalion PHS, Bello C, Chazdon RL, Galetti M, Jordano P, Lima RAF et al. Maximizing biodiversity conservation and carbon stocking in restored tropical forests. *Conserv. Lett.* 2018;11(4):e12454. doi:10.1111/conl.12454
- Brodie JF. How Monkeys Sequester Carbon. *Trends Ecol. Evol.* 2016;31(6):414–416. doi:10.1016/j.tree.2016.03.019
- Chomitz KM, Alger K, Thomas TS, Orlando H, Vila Nova P. Opportunity costs of conservation in a biodiversity hotspot: the case of southern Bahia. *Environ. Dev. Econ.* 2005;10(3):293–312. doi:10.1017/S1355770X05002081
- Connell JH. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: Den Boer PJ, Gradwell GR, editors. *Dynamics of populations*. Centre for Agricultural Publications and Documentation, The Netherlands: Wageningen; 1971. p. 298–310.
- Culot L, Bello C, Batista JLF, do Couto, HTZ, Galetti M. Synergistic effects of seed disperser and predator loss on recruitment success and long-term consequences for carbon stocks in tropical rainforests. *Sci. Rep.* 2017;7(1). doi:10.1038/s41598-017-08222-4
- De Lima RAF, Oliveira AA, Pitta GR, Gasper A L, Vibrans AC, Chave J et al. The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. *Nat. Commun.* 2020;11:6347. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20217-w>
- Dirzo R, Young HS, Galetti M, Ceballos G, Isaac NJB, Collen B. Defaunation in the Anthropocene. *Science* 2014;345(6195):401–406. doi:10.1126/science.1251817
- Doherty TS, Hays GC, Driscoll DA. Human disturbance causes widespread disruption of animal movement. *Nat. Ecol. Evol.* 2021; 5(4): p. 513-519.
- Galetti M, Guevara R, Cortes MC, Fadini R, Von Matter S, Leite AB et al. functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science* 2013;340(6136):1086–1090. doi:10.1126/science.1233774
- García D. Birds in ecological networks: insights from bird-plant mutualistic interactions. *Ardeola* 2016;63(1):151-180.
- Gentry AH, Emmons LH. Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understory of Neotropical forests. *Biotropica* 1987;19(30):216-227. <https://doi.org/10.2307/2388339>
- Gonçalves RM, Grilo C, Edwards D, Pyles MV, Passamani M, Fontes MAL, Santos RM, Magnago LFS. Landscape structure affects tree carbon stocks in different tropical vegetation types and dispersal traits. *Em fase de pré-publicação.*
- Grelle CEV, Rajão H, Marques MCM. The Future of the Brazilian Atlantic Forest. In: Marques MCM, Grelle CEV, editors. *The Atlantic Forest*. Springer, Switzerland: Cham; 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7_23
- Instituto Brasileiro de Florestas 2020 [Internet]. São Paulo: IBF [citado em 3 jun de 2022]. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica#:~:text=Uma%20das%20florestas%20mais%20ricas,em%20v%C3%A1rios%20outros%20grupos%20de>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2021 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE [citado em 3 jun 2021]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba.html>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2018 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE [citado em 3 jun 2021]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba.html>
- The IUCN Red List of Threatened Species [Internet] Cambridge: IUCN [citado em 22 jan 2022]. Disponível em <https://www.iucnredlist.org>
- Janzen DH. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 1970;104:501–528.
- Jorge MLSP, Galetti M, Ribeiro MC, Ferraz KMPMB. Mammal defaunation as surrogate of trophic cascades in a biodiversity hotspot. *Biol. Conserv.* 2013;163:49–57. doi:10.1016/j.biocon.2013.04.018
- Kunst J. Highcharter: A Wrapper for the 'Highcharts' Library. R package version 0.8.2. [citado em jun 2020]. <https://CRAN.R-project.org/package=highcharter>
- Martini AMZ, Fiaschi P, Amorim AM, da Paixão JL. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiv. Conserv.* 2007;16(11):3111–3128. doi:10.1007/s10531-007-9166-6
- Millennium Ecosystem Assessment - MEA (Program). *Ecosystems and human well-being*. Washington, D.C: Island Press; 2005.
- Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C. Global biodiversity conservation: The critical role of hotspots. In: Zachos F, Habel J., editors. *Biodiversity Hotspots*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2011. p. 3-22
- Ostroski P, Saiter FZ, Amorim AM, Fiaschi P. Endemic angiosperms in Bahia Coastal Forests, Brazil: an update using a newly delimited área. *Biota Neotropica* 2018;18(4):e20180544. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0544>
- Osuri AM, Ratnam J, Varma V, Alvarez-Loayza P, Hurtado Astaiza J, Bradford M et al. Contrasting effects of defaunation on above-ground carbon storage across the global tropics. *Nat. Commun.* 2016;7:11351. doi:10.1038/ncomms11351
- Paciencia MLB, Prado J. Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil. *Plant Ecol.* 2005;180(1):87-104.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2020.
- Raven P, Evert RF, Eichhorn SE. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
- Redford KH. The empty forest. *BioScience* 1992;42(6):412-422.
- Stehmann JR, Forzza RC, Salino A, Sobral M, da Costa DP, Kaminno LHY. *Plantas da Floresta Atlântica*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2009.
- Wickham H. *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag; 2016. doi 10.1007/978-3-319-24277-4

Como citar este artigo

How to cite this article

(ABNT)

LINS, B. A.; GONÇALVES, R. M.; MAGNAGO, L. F. S. A importância das interações entre plantas e animais para a manutenção das espécies arbóreas ameaçadas no sul da Bahia. **Paubrasilia**, Porto Seguro, v. 5, e0102, 2022. DOI 10.33447/paubrasilia.2022.e0102

(Vancouver)

Lins BA, Gonçalves RM, Magnago LFS. A importância das interações entre plantas e animais para a manutenção das espécies arbóreas ameaçadas no sul da Bahia. *Paubrasilia* 2022;5:e0102. doi: 10.33447/paubrasilia.2022.e0102