

EDUARDA RITA FIALHO

**COMO A COBERTURA DO DOSSEL E A DISPERSÃO DE SEMENTES POR
ANTAS AFETAM A REGENERAÇÃO FLORESTAL?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Lucas Navarro Paolucci

Coorientadores: Fabiano Rodrigues de Melo
Vanessa Soares Ribeiro

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

F438c Fialho, Eduarda Rita, 1998-
2023 Como a cobertura do dossel e a dispersão de sementes por
antas afetam a regeneração florestal? / Eduarda Rita Fialho. –
Viçosa, MG, 2023.
1 dissertação eletrônica (36 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Lucas Navarro Paolucci.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Biologia Geral, 2023.
Referências bibliográficas: f. 27-33.
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.654>
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Sementes - Dispersão. 2. Florestas. 3. *Tapirus terrestris*.
I. Paolucci, Lucas Navarro, 1984-. II. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Biologia Geral. Programa de
Pós-Graduação em Ecologia. III. Título.

CDD 22. ed. 581.467


EDUARDA RITA FIALHO

**COMO A COBERTURA DO DOSSEL E A DISPERSÃO DE SEMENTES POR
ANTAS AFETAM A REGENERAÇÃO FLORESTAL?**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 14 de julho de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDA RITA FIALHO**
Data: 30/10/2023 10:39:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eduarda Rita Fialho
Autora

Documento assinado digitalmente
 **LUCAS NAVARRO PAOLUCCI**
Data: 30/10/2023 10:55:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Navarro Paolucci
Orientador

*Aos meus pais, Erly e Maria Helena, meu irmão
Emanoel e ao meu noivo Michel*

AGRADECIMENTOS

Fazer o mestrado foi o meu grande sonho e ao final da graduação eu via que essa realidade era muito distante. Hoje, com orgulho e felicidade, posso dizer que em meio a tantos desafios, eu realizei o que eu mais desejava. Portanto, agradeço:

A Deus e a N. Sra. de Aparecida que sempre me guiaram e abriram portas inimagináveis para que tudo isso se tornasse realidade.

À minha família, que sempre acreditou no meu potencial e diziam que “eu ia longe”. Aos meus pais, Erly e Maria Helena, que não mediram esforços ao longo de toda a minha caminhada, desde a graduação até aqui. Sem o amor e colo de vocês nada disso seria possível.

Ao meu irmão, Emanuel, que veio trazer alegria às nossas vidas e tornou minhas voltas semanais para casa muito mais divertidas.

Ao meu noivo, Michel, meu ponto de equilíbrio, que sempre apoiou todos os meus sonhos, que me encheu de amor e suavizou a minha vida depois de dias exaustivos com as nossas longas conversas noturnas.

Às minhas amigas, Fernanda e Flávia, que me arrancaram inúmeras gargalhadas, que tornou toda a minha trajetória mais tranquila - quero vocês pra sempre na minha vida!

Às minhas primas e amigas Marina, Camila, Carla, Géssica, Bruna e Roberta que sempre me deram apoio e me permitiram longos desabafos; especialmente a minha prima Josiane, minha irmã de coração.

Ao meu orientador, Lucas Paolucci, pelas orientações e ensinamentos, por acreditar em mim e no meu projeto, e que graças ao seu olhar crítico e paixão pela Ecologia tornou o meu trabalho mais especial.

Aos meus coorientadores Vanessa Ribeiro e Fabiano Melo (Bião), obrigada pelo apoio e acolhimento. De maneira especial ao Bião, por ter me dado a oportunidade de trabalhar na RPPN Fazenda Macedônia e adquirir experiências fantásticas na vida em campo.

As idas ao campo com certeza foram terapêuticas, dessa forma, agradeço de coração a equipe que sempre esteve comigo, em especial o Thales, Beatriz, Paulinha, Roney e a Elisângela - vocês permitiram que tudo ficasse mais divertido.

Às equipes dos laboratórios Ecotrop e LabEco, que me acolheram, me renderam belas amizades e agregaram no meu crescimento profissional. Um agradecimento especial ao meu colega Jefferson, que tanto me ajudou com as análises e se prontificou a sanar todas as minhas dúvidas estatísticas.

À professora Lausanne que permitiu que eu desenvolvesse parte do meu projeto no LASF e especialmente ao técnico Mauro, que lavou muito cocô de anta comigo!

À empresa CENIBRA S/A pela concessão das bolsas de pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão das bolsas de estudos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Explicar toda a natureza é uma tarefa difícil demais para qualquer homem e para qualquer época. É muito melhor fazer um pouco e com certeza e deixar o resto para outros que vêm depois de você”.

(Isaac Newton)

RESUMO

FIALHO, Eduarda Rita, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2023. **Como a cobertura do dossel e a dispersão de sementes por antas afetam a regeneração florestal?** Orientador: Lucas Navarro Paolucci. Coorientadores: Fabiano Rodrigues de Melo e Vanessa Soares Ribeiro.

Variações na cobertura do dossel devido a ações antrópicas se refletem na ocorrência de diferentes micro-habitats ao longo da floresta, nos quais ocorrem diversos processos fundamentais para a regeneração dos ecossistemas – como a predação e remoção de sementes, recrutamento e estabelecimento de plântulas. A variação na cobertura do dossel e a dispersão endozoocórica de sementes são processos que ocorrem concomitantemente na natureza, e é esperado que, juntos, moldem a predação e remoção de sementes, e consequentemente o recrutamento de plântulas. O presente estudo investigou como se dá a influência conjunta da cobertura do dossel e da presença de fezes de antas nos eventos secundários de predação e remoção de sementes, comparando a ocorrência destes eventos em sementes que estavam inseridas nas fezes de anta e em sementes livres, sob um gradiente de cobertura do dossel. Ainda, investigou-se como a cobertura do dossel influencia no recrutamento e no estabelecimento de plântulas de sementes nativas presentes em fezes de anta ao longo de seis meses. Os resultados mostraram que, com maior cobertura de dossel, há maior predação de sementes inseridas em fezes do que em sementes livres, ao passo que em locais mais abertos a predação foi menor nas fezes do que em sementes livres. A cobertura do dossel não afetou a remoção de sementes, mas encontramos que a remoção foi menor para as sementes em fezes do que nas livres. Por fim, a cobertura do dossel não afetou no recrutamento e estabelecimento de plântulas, mas foram encontradas mudas estabelecidas após seis meses de deposição das fezes. Conclui-se que as antas podem não contribuir para a regeneração florestal caso dispersem as sementes em florestas com alta cobertura do dossel, mas que isto pode ser superado pelo alto número de sementes intactas e viáveis encontradas em suas fezes, as quais tiveram alto potencial de germinação. Aponta-se também que as antas apresentam alto potencial como dispersor efetivo de sementes, devido a presença de mudas estabelecidas em suas fezes com o passar do tempo. Portanto, às antas pode ser atribuído um papel chave em programas de restauração passiva de florestas com baixa cobertura vegetal, que é o caso da maioria das florestas degradadas.

Palavras-chave: Funções ecossistêmicas. Predação de sementes. Remoção de sementes.
Regeneração florestal. Restauração passiva. *Tapirus terrestris*.

.

ABSTRACT

FIALHO, Eduarda Rita, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2023. **How do canopy cover and seed dispersal by tapirs affect forest regeneration?** Adviser: Lucas Navarro Paolucci. Co-advisers: Fabiano Rodrigues de Melo and Vanessa Soares Ribeiro..

Variations in canopy coverage due to human actions are reflected in the occurrence of different microhabitats throughout the forest, in which several fundamental processes for ecosystem regeneration occur – such as predation and removal of seeds, recruitment and establishment of seedlings. Variation in canopy cover and endozoochoric seed dispersal are processes that occur concomitantly in nature, and are expected to, together, shape seed predation and removal, and consequently seedling recruitment. The present study investigated how the joint influence of canopy cover and the presence of tapir feces occurs on secondary events of predation and seed removal, comparing the occurrence of these events in seeds inserted in tapir feces and in free seeds, under a canopy cover gradient. Furthermore, we investigated how canopy coverage influences the recruitment and establishment of native seed seedlings present in tapir feces over six months. The results showed that, with greater canopy coverage, there is greater predation on seeds inserted in feces than on free seeds, while in more open locations predation was lower on feces than on free seeds. Canopy cover did not affect seed removal, but we found that removal was lower for seeds in feces than in free ones. Finally, canopy coverage did not affect seedling recruitment and establishment, but established seedlings were found after six months of feces deposition. It is concluded that tapirs may not contribute to forest regeneration if they disperse seeds in forests with high canopy coverage, but that this can be overcome by the high number of intact and viable seeds found in their feces, which had a high potential for germination. It is also pointed out that tapirs have high potential as effective seed dispersers, due to the presence of seedlings established in their feces over time. Therefore, tapirs can be assigned a key role in passive restoration programs for forests with low vegetation cover, which is the case for most degraded forests.

Keywords: Ecosystem functions. Seed predation. Seed removal. Forest regeneration. Passive restoration. *Tapirus terrestris*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Variação na proporção de sementes predadas em função da interação entre a cobertura do dossel e o tratamento - sementes expostas e inseridas nas fezes 19
- Figura 2 – Proporção de sementes removidas em função do tratamento - sementes expostas e sementes inseridas nas fezes 19
- Figura 3 – Número de recrutas após o primeiro e sexto mês de deposição das fezes 20
- Figura 4 – Plântula estabelecida após seis meses da deposição artificial das fezes de anta 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação taxonômica dos morfotipos encontrados e a relação entre o número de sementes de cada espécie submetidas ao teste de germinação, número de sementes germinadas e o tempo médio de germinação em dias 33

Tabela 2 – Relação entre o número de sementes restantes após 9 meses de experimento e o número de sementes viáveis 34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. MÉTODOS	15
2.1 Área de estudo	15
2.2 Estabelecimento das unidades amostrais	15
2.3 Predação de sementes	16
2.4 Recrutamento de plântulas	16
2.5 Teste de germinação, viabilidade das sementes encontradas nas fezes e classificação taxonômica das espécies vegetais	17
4. RESULTADOS	18
4.1 Gradiente de cobertura do dossel, predação e remoção de sementes	18
4.2 Recrutamento de plântulas	19
4.3 Teste de germinação e viabilidade das sementes nativas encontradas nas fezes e classificação taxonômica das espécies vegetais	20
5. DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	27
TABELAS	34
MATERIAL SUPLEMENTAR	35
1. Teste de germinação na placa de petri e acondicionamento no rolo de papel	35
2. Teste de viabilidade	36

1. INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por um período de desmatamento sem precedentes nas regiões tropicais do planeta (CHAZDON, 2012), transformando grande parte das florestas originais em fragmentos pequenos e isolados, sob diferentes estágios sucessionais (RIBEIRO et al., 2009). Em resposta a eventos naturais e às perturbações antrópicas, as florestas degradadas sofrem modificações em suas estruturas (NUNES et al., 2022; REIS et al., 2021; SILVÉRIO et al., 2019), e tendem a apresentar uma proporção maior de grandes clareiras se comparadas às florestas intactas, devido à queda de árvores (REIS et al., 2022). A variação na cobertura do dossel gera diferentes micro-habitats ao longo da floresta (PERES et al., 2021), os quais ocorrem diversos processos fundamentais para a regeneração dos ecossistemas, como a predação e remoção de sementes, a germinação e o estabelecimento de plântulas (D'OLIVEIRA; RIBAS, 2011; KOLB; LEIMU; EHRLÉN, 2007; MILESI; LOPEZ DE CASENAVE; CUETO, 2019).

A forma de forrageamento dos granívoros não é aleatória e pode variar espacialmente (HULME, 1997). Os roedores – apontados como os principais predadores de sementes em florestas fragmentadas (GALETTI; BOVENDORP; GUEVARA, 2015) – forrageiam preferencialmente em áreas mais fechadas (HULME, 1997). Este comportamento se dá pela maior proteção contra seus predadores naturais. Assim, estes granívoros tendem a predação e a remover mais sementes nesses locais, e a evitar áreas abertas (MENDES; RIBEIRO; GALETTI, 2016; PÉREZ-RAMOS et al., 2008, PEREA et al., 2011). Já as formigas, que também são influenciadas pela variação espacial, geralmente apresentam uma maior remoção de sementes em áreas abertas do que em florestas com maior cobertura do dossel (FONTENELE; SCHMIDT, 2021). Além disso, os conjuntos de espécies de formigas encontradas entre estas áreas diferem, sendo que a composição das áreas abertas é majoritariamente composta por espécies granívoras, predadoras de semente e dispersoras de sementes de baixa qualidade, ao passo que em áreas de floresta fechada apresenta dispersoras de alta qualidade (FONTENELE; SCHMIDT, 2021), (i.e. dispersam sementes intactas em micro-habitats favoráveis para germinação, alterando a porcentagem de germinação (SCHUPP, 1993)).

Os predadores e removedores de sementes também agem em eventos pós-dispersão. Sementes dispersadas em fezes de frugívoros podem sofrer alta predação por roedores (ANDRESEN, 1999; DUDENHOEFFER; HODGE, 2018) e pode haver até 96,4% de

predação por invertebrados granívoros (SEKAR et al., 2016), sugerindo que as fezes de vertebrados atraem os animais granívoros devido ao odor (JANZEN, 1982a; MCCONKEY, 2005). Da mesma forma há maior remoção de sementes em fezes de frugívoros, indicando que as fezes também atraem os removedores, afetando o destino das sementes (ANDRESEN, 1999). Portanto, a predação e a remoção de sementes em fezes são interações ecológicas importantes, nas quais influenciam na proporção de sementes disponíveis no banco de sementes do solo e que podem limitar e moldar o recrutamento de populações de plântulas (JANZEN, 1971; ORROCK et al., 2006; SCHUPP, 1988). Caso a semente escape da predação, o micro-habitat pode influenciar no sucesso da germinação das sementes. A abertura do dossel influencia a passagem de luz e as condições relacionadas a ela, como temperatura e umidade relativa do solo e do ar (BARIK et al., 1992), e pode favorecer o crescimento e sobrevivência de mudas, impulsionando o recrutamento de plântulas (BARBERIS; TANNER, 2005; WENNY, 2001). Plantios experimentais de mudas de *Miconia nervosa* (Melastomataceae) sob dois níveis de luz (equivalente a pequenas e grandes clareiras) demonstraram que as mudas cresceram mais rápido e sobreviveram melhor sob níveis de luz típicos de pequenas clareiras (LEVEY; BYRNE, 1993).

A anta brasileira (*Tapirus terrestris*, Linnaeus 1758) é tida como uma importante dispersora de sementes (BARCELOS et al., 2013; GIOMBINI; BRAVO; MARTÍNEZ, 2009). Esta espécie pode consumir uma grande variedade e quantidade de frutos, podendo chegar a até 33% do total da sua dieta (BARCELOS et al., 2013; BODMER, 1990). Além disso, esses animais retêm o alimento por até 55h em seu trato gastrointestinal (CLAUSS et al., 2010), possibilitando a dispersão de sementes por longas distâncias, tanto em fezes isoladas quanto em agregados, conhecidos por latrinas (MEDICI, 2010), as quais frequentemente podem germinar (FRAGOSO; HUFFMAN, 2000). Porém, ainda não estão claros como fatores abióticos, como o microclima, e bióticos, como interações ecológicas, modulam a germinação e o posterior recrutamento das sementes dispersas por estes frugívoros.

A variação na cobertura do dossel e a dispersão endozoocórica de sementes ocorrem concomitantemente na natureza, e podem moldar a predação e remoção de sementes, e conseqüentemente o recrutamento de plântulas. O objetivo do nosso estudo foi investigar como se dá a influência conjunta da cobertura do dossel e de fezes de antas nos eventos secundários de predação e remoção de sementes. Também investigaremos como a variação da cobertura do dossel influencia no recrutamento e estabelecimento de plântulas em fezes de antas. Por fim, avaliaremos o potencial de dispersão efetiva destes animais (*i.e.*, engolir

sementes inteiras sem quebrá-las, defecar sementes viáveis e observação da germinação das sementes após a passagem pelo trato gastrointestinal) e faremos a classificação das espécies vegetais encontradas nas fezes.

2. MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido na RPPN Fazenda Macedônia, fragmento de Mata Atlântica localizado no município de Ipaba, Minas Gerais (19° 21' 40" S 42° 23' 29" O). A reserva possui uma área total de aproximadamente 560 hectares cobertos com vegetação nativa, contornada por monocultura de eucalipto. A vegetação predominante na região é de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FRANÇA; STEHMANN, 2013), com clima predominante Aw (tropical de savana), segundo classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 23,4°C, precipitação média anual é de 1.199,90 mm, e a umidade do ar relativa média em torno de 76,66%, de acordo com dados coletados na estação meteorológica Lagoa Perdida, de propriedade da CENIBRA S. A..

2.2 Estabelecimento das unidades amostrais

Nós estabelecemos 30 unidades amostrais ao longo do interior do fragmento (distância mínima da borda de 30 metros), com uma distância mínima de 15 m entre elas. Este estabelecimento se deu dessa maneira visando à obtenção de um gradiente de cobertura do dossel. Extraímos os valores da porcentagem de cobertura do dossel com fotografias hemisféricas usando uma lente objetiva convexa (“olho de peixe”), acoplada a uma câmera digital NIKON D3100, apoiada sob um tripé a um metro do solo. Processamos as fotografias com o software Gap Light Analyser (GLA) (FRAZER, 1999), versão 2.0, convertendo os pixels da imagem em branco e preto. A cor preta ou branca é obtida, respectivamente, de acordo com a presença e ausência de vegetação nos pixels que formam a imagem. Nessa conversão, alguns pixels coloridos não foram objetivamente transformados. Por essa razão, processamos todas as imagens manipulando o contraste, a fim de obter melhores conversões e, por conseguinte, uma medida mais precisa da luz disponível.

2.3 Predação de sementes

Nós utilizamos sementes de girassol (*Helianthus annuus* - Asteraceae) por serem altamente atrativas para granívoros e dispersores de sementes, pois são ricas em lipídio, e também por serem frequentemente usadas em experimentos similares (e.g HARGREAVES *et al.*, 2019). Todas as sementes de girassol utilizadas no experimento foram expostas a uma temperatura de 120 °C por uma hora (modificado de HARGREAVES *et al.*, 2019) garantindo sua inviabilidade. Utilizamos apenas sementes intactas, de forma que qualquer dano observado fosse atribuído aos granívoros.

Nós coletamos as fezes de anta em um fragmento próximo à nossa área de estudo (Parque Estadual do Rio Doce). A coleta se deu por meio de busca ativa, priorizando as fezes frescas. Homogeneizamos todo o material coletado, e dividimos nove quilos de fezes (quantidade máxima encontrada) em 30 bolos fecais de aproximadamente 300 g cada, na tentativa de aproximar o máximo possível do peso real de um bolo fecal de anta – 500 g (observação pessoal) e inserimos 30 sementes de girassol em cada bolo. Na área do experimento, dispusemos os bolos fecais sobre o solo em cada uma das 30 unidades amostrais no gradiente de cobertura do dossel. Dispusemos também 30 sementes de girassol livres (controle), formando uma pilha sobre o solo levemente limpo a um metro de distância, pareadas a cada bolo fecal com sementes. Após 24 horas, retornamos em todas as unidades amostrais e avaliamos a predação das pilhas de sementes que estavam expostas no solo, contabilizando aquelas que foram parcialmente predadas, intactas e removidas. Recolhemos os bolos fecais, e armazenamos em câmara fria a cinco graus Celsius para a conservação das sementes. Nós triamos as fezes por lavagem, contabilizamos e classificamos as sementes de girassol conforme descrito acima - parcialmente predadas, intactas e removidas. A triagem das fezes também permitiu a separação das sementes nativas provenientes do consumo de frutos pelas antas residentes do parque, as quais foram usadas no teste de germinação e viabilidade.

2.4 Recrutamento de plântulas

Para investigar como o gradiente de cobertura do dossel influencia o recrutamento de plântulas nas fezes de antas, dividimos 17 kg de fezes em 30 bolos fecais de aproximadamente 560 g cada e dispusemos nas 30 unidades amostrais ao longo do gradiente. Os bolos fecais foram monitorados por um período de seis meses, sendo visitados por quatro

vezes em um intervalo médio de um mês e meio entre as visitas, e em cada uma delas contabilizamos o número total de plântulas presentes nas fezes.

2.5 Teste de germinação, viabilidade das sementes encontradas nas fezes e classificação taxonômica das espécies vegetais

Quantificamos e agrupamos por espécie as sementes nativas que encontramos durante a triagem das fezes. As sementes foram usadas no teste de germinação e passaram previamente por um tratamento de submersão numa solução de hipoclorito de sódio a dois por cento por 15 segundos. A técnica permite que microrganismos presentes na parte externa das sementes sejam eliminados. Todas as sementes passaram pelo teste de germinação na placa de petri – exceto uma espécie que, devido ao seu tamanho ($> 4\text{cm}$), não coube na placa, e seu teste foi conduzido em rolo de papel em saco plástico. Para detalhes de como se deu a montagem para cada testagem, veja o material suplementar. Nós monitoramos as sementes e repusemos a água de acordo com a necessidade. Verificamos a porcentagem de germinação (sementes germinadas/sementes total) e a velocidade (média do nº de dias para germinar) de todas as espécies. Estimamos a viabilidade daquelas sementes que não germinaram durante o período subsequente de nove meses, devido à possibilidade de dormência. Para este fim, usamos o trifeníl-tetrazólio (2,3,5 trifeníl cloreto de tetrazólio), composto bioquímico que informa se os tecidos das sementes estão vivos ou mortos, identificados pela presença ou ausência da coloração vermelha, respectivamente (DELOUCHE, 1976). Detalhes da aplicação do teste de viabilidade estão no material suplementar. Para a classificação taxonômica das espécies vegetais utilizamos manual de identificação de árvores brasileiras (LORENZI, 1992), e a mesma se deu com a colaboração de profissionais da área.

3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para analisar os efeitos da cobertura do dossel e dos tratamentos (expostas e inseridas nas fezes) sobre a proporção de sementes predadas ou removidas, nós utilizamos modelos lineares generalizados mistos (GLMMs) com distribuição binomial, utilizando a função lmer do pacote “lme4” (BATES et al., 2014). Utilizamos a cobertura de dossel e o tratamento (expostas e inseridas nas fezes) como variáveis explicativas; proporção de sementes predadas como variável resposta, e a identidade dos pares de unidades amostrais (cada par era composto por 30 sementes inseridas em bolos fecais e outras 30 expostas sobre o solo) como fator aleatório. Utilizamos o mesmo procedimento para avaliar se a cobertura

do dossel e os tratamentos (expostas e inseridas nas fezes) afetam a proporção de sementes removidas. Utilizamos a cobertura de dossel e o tratamento como variáveis explicativas; proporção de sementes removidas como variável resposta, e a identidade dos pares de unidades amostrais como fator aleatório.

Para analisar o recrutamento de plântulas nas fezes em função da cobertura do dossel, nós utilizamos modelos lineares generalizados (GLMs) com distribuição de Poisson. A cobertura do dossel (%) foi a variável explicativa, e o número de recrutas após um mês e seis meses de deposição das fezes foram as variáveis respostas. Nós aplicamos uma correção 'quasi' para corrigir sobredispersão quando necessário, e simplificamos os modelos sempre que necessário. Conduzimos todas as análises usando o software livre R (R Core Team, 2022) e analisamos os resíduos para verificar a adequação da distribuição e o ajuste do modelo em todos os casos.

Para os testes de germinação e viabilidade das sementes encontradas nas fezes, analisamos os parâmetros de germinação normal (%), velocidade de germinação e parâmetros de viabilidade normal (%).

4. RESULTADOS

4.1 Gradiente de cobertura do dossel, predação e remoção de sementes

Nosso gradiente de cobertura do dossel variou de 48% a 98,4%. A cobertura do dossel ($\chi^2 [1, N = 30] = 0,2, p = 0,6$) e tratamento ($\chi^2 [1, N = 30] = 0,7, p = 0,3$) não afetaram a proporção de sementes predadas. Porém, a proporção de sementes predadas foi afetada significativamente pela interação entre a cobertura do dossel e o tratamento aplicado às sementes - expostas ou inseridas em fezes, ($\chi^2 [1, N = 30] = 4,71, p = 0,02$, Figura 1). Isso se deu porque a predação de sementes aumenta com o aumento na cobertura do dossel quando estas estão inseridas nas fezes, mas diminui com o aumento da cobertura do dossel quando estão expostas. A proporção média de sementes removidas por bolo fecal foi menor para as sementes inseridas nas fezes de anta do que para as sementes livres ($\chi^2 [1, N = 30] = 108,64, p < 0,05$, Figura 2), e não foi afetada pela cobertura do dossel ($\chi^2 [1, N = 30] = 0,74, p = 0,38$).

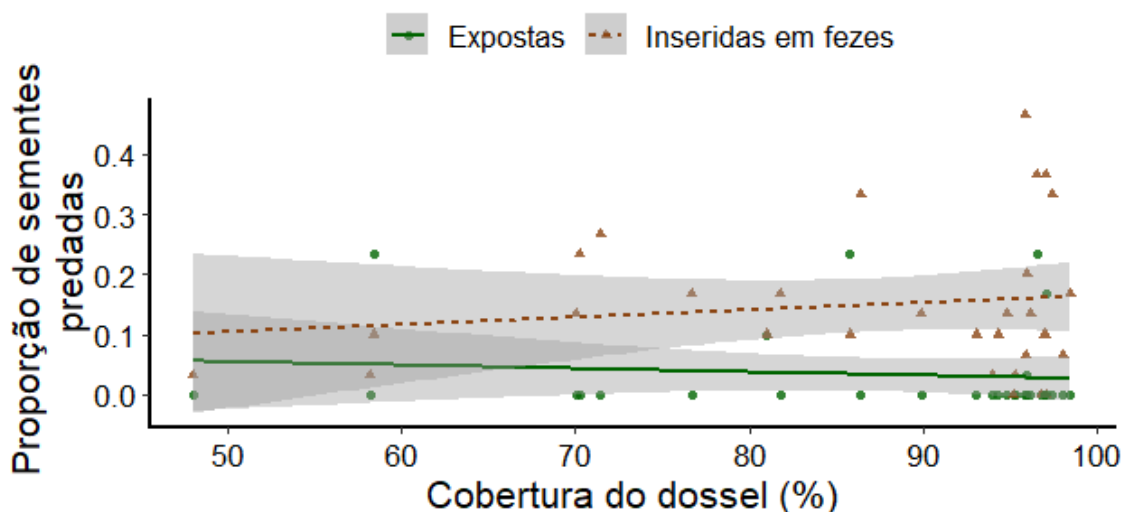


Figura 1: Variação na proporção de sementes predadas em função da interação entre a cobertura do dossel e o tratamento - sementes expostas e inseridas nas fezes - ($\chi^2 [1, N = 30] = 4,71, p = 0,02$).

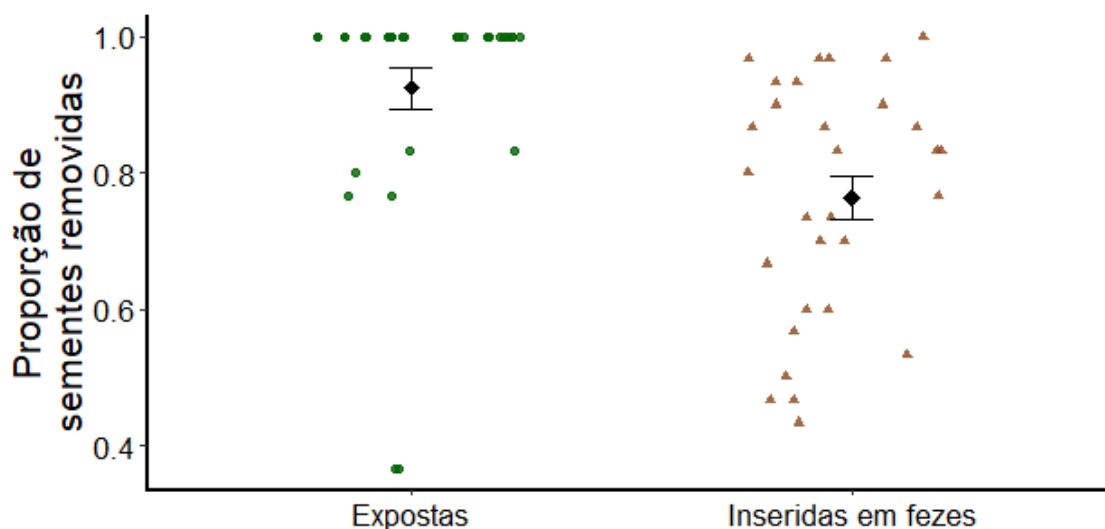


Figura 2: Proporção de sementes removidas em função do tratamento - sementes expostas e sementes inseridas nas fezes. A remoção de sementes inseridas nas fezes foi menor se comparada às sementes expostas - ($\chi^2 [1, N = 30] = 108,64, p < 0,05$).

4.2 Recrutamento de plântulas

O número de recrutas após um mês ($F_{1,28} = 1,88, p = 0,18$) e após seis meses ($F_{1,28} = 1,7, p = 0,2$) não variou em função da cobertura do dossel. O número de recrutas foi maior no primeiro mês do que no sexto mês ($F_{1,58} = 41,12, p < 0,0001$, Figura 3). Apesar deste resultado, encontramos mudas estabelecidas após seis meses de deposição das fezes (Figura 4).

morrido durante o intervalo no qual as fezes ficaram armazenadas na câmara fria) e foram eliminadas dos testes. Das sementes restantes (N=684), foi possível identificar um total de 24 espécies (Tabela 1). A espécie *Genipa americana* (Rubiaceae) foi a mais abundante (N=630), representando aproximadamente 92% do total das sementes. Destas 630 sementes, submetemos ao teste de germinação apenas 54 que, juntamente com o restante das outras sementes correspondentes às outras 23 espécies, totalizaram 108 sementes testadas. Observamos que 24% das sementes nativas encontradas nas fezes germinaram (N=26), correspondendo a oito espécies (33,33%) de um total de 24. O tempo médio para germinação foi de 35,91 dias (mínimo de 20 e máximo de 83 dias) (Tabela 1). Após o descarte das sementes apodrecidas ao final de nove meses, restaram apenas 11 sementes de sete espécies. Destas, apenas duas sementes de duas espécies ainda estavam viáveis (Tabela 2). A classificação taxonômica das espécies vegetais encontradas pode ser vista na Tabela 1. Tivemos problemas na classificação na grande maioria das sementes, visto que nem todas estavam em condições ideais para sua identificação, por apresentarem tanto coloração diferente do que encontrado na natureza, quanto uma quantidade pequena de sementes da mesma morfoespécie, impossibilitando comparações. Estes fatores impossibilitaram a diagnose correta, visto que pequenos detalhes são cruciais para a identificação.

5. DISCUSSÃO

A cobertura de dossel influencia diferentemente a predação de sementes que estão expostas ou inseridas em fezes. A predação de sementes foi maior quando inseridas em fezes de anta do que em sementes livres quando aumenta o gradiente de cobertura do dossel. Estudos anteriores que investigaram a influência de fezes de vertebrados sobre a predação de sementes também encontraram resultados semelhantes (ANDRESEN, 1999a, 2003b; ANDRESEN; LEVEY, 2004; DUDENHOEFFER; HODGE, 2018; JANZEN, 1982a; SEKAR et al., 2016). Uma possível explicação para este efeito das fezes se deve ao odor atrativo das mesmas, assim como foi mostrado para fezes de ungulados e primatas (JANZEN, 1982a; MCCONKEY, 2005, CHAPMAN, 1989), possibilitando o encontro rápido das fezes por granívoros – em menos de 24 h. Predadores descobriram mais de 20% das sementes quando inseridas em fezes de primatas localizadas em florestas na Costa Rica; esta diferença diminuiu para 8% após 3 semanas e para 0,06% após 17 meses, momento que as fezes já se encontravam completamente secas (CHAPMAN, 1989).

Dosséis mais fechados favoreceram uma maior predação das sementes inseridas nas fezes, ao passo que em dosséis mais abertos houve menor predação. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos experimentais com fezes de gado na Argentina, no qual a predação de sementes por roedores foi maior em ambientes mais fechados (VELEZ; CHACOFF; CAMPOS, 2016). Essa variação na predação de sementes ao longo do gradiente de cobertura vegetal possivelmente está associada ao comportamento de diferentes grupos de granívoros, o qual pode variar espacialmente (HULME, 1997). Roedores e formigas diferem quanto ao uso do micro-habitat, forrageando em áreas mais fechadas e mais abertas, respectivamente (HULME, 1997). Os pequenos roedores, por exemplo, tendem a forragear mais em locais fechados devido à maior proteção contra seus predadores naturais, e acabam evitando áreas abertas (MENDES; RIBEIRO; GALETTI, 2016; PÉREZ-RAMOS et al., 2008, PEREA et al., 2011). No entanto, também acreditamos que houve influência da época na qual realizamos nosso experimento, que coincide com o período de menor número de espécies vegetais da Mata Atlântica com frutos e sementes maduros (KUHLMANN et al., 2018). A escassez de recursos pode ter influenciado o forrageamento de granívoros, que por serem recompensados com a obtenção de recursos, podem ter ignorado parcialmente o risco maior de predação em áreas mais abertas, arriscando forragear nestes locais, explicando então a predação em locais com dossel mais abertos. Desta forma, nossos resultados sugerem uma demanda conflitante (*trade-off*) entre a alta capacidade de dispersão das antas e a maior predação pós dispersão de sementes em suas fezes em locais com maior cobertura de dossel. Assim, por haver maior predação de sementes em suas fezes e conseqüentemente menor potencial para recrutamento de plântulas, demonstramos aqui que as antas podem não contribuir para a regeneração florestal caso dispersem as sementes em florestas com alta cobertura do dossel. Apesar disso, o fato de estes animais ingerirem muitas sementes - 752 em nove kg de fezes - e dispersarem sementes por longas distâncias (FRAGOSO; SILVIUS; CORREA, 2003) pode compensar este efeito.

Nossos resultados demonstram que em locais mais abertos, o padrão de predação tendeu a se inverter, com menor predação de sementes inseridas em fezes de antas. Dado que as antas defecam mais em áreas abertas, facilitando a dispersão de sementes nestes ambientes (PAOLUCCI et al., 2019), sugerimos que estes animais apresentam um potencial para contribuir positivamente na recuperação destes ecossistemas. Ao dispersarem sementes em áreas degradadas, as sementes devem ser menos predadas, implicando em maior densidade e riqueza de espécies, além de composição diversificada do banco de sementes no solo -

processo fundamental para um maior recrutamento. Desta forma, as antas podem exercer um importante papel ecossistêmico em florestas degradadas, podendo contribuir de formas direta e indireta na restauração desses ecossistemas.

Entretanto, a cobertura do dossel não influenciou a remoção de sementes inseridas em fezes de antas. Este resultado foi ao encontro de um estudo realizado no sudeste do Brasil, em que não houve relação entre a remoção de sementes em fezes sob diferentes aberturas no dossel (PIZO; OLIVEIRA, 1999). Além disso, descobrimos que as sementes inseridas nas fezes foram menos removidas do que as sementes livres. Este mesmo resultado foi encontrado para fezes de macaco prego (*Cebus capucinus*) numa floresta tropical do Panamá (WEHNCKE; DALLING, 2005). Se essa interação é positiva ou negativa vai depender do contexto: por um lado, a baixa remoção nas fezes limita a possibilidade de as sementes chegarem a micro-habitats seguros para germinação e estabelecimento, tal como é proporcionado por besouros rola-bosta e por formigas (ALMEIDA et al., 2022; PASSOS; OLIVEIRA, 2002). Esta baixa remoção também implica em uma maior taxa de adensamento, aumentando a competição entre as sementes (JANZEN, 1970; CONNELL 1971), desfavorecendo o recrutamento. Em contrapartida, a maioria das sementes removidas é na verdade consumida, trazendo, portanto, prejuízo para o recrutamento de plântulas (SQUINZANI et al; 2022); assim, a baixa remoção nas fezes pode ser vantajosa para a planta. Logo, a baixa taxa de remoção de sementes nas fezes de anta pode refletir em resultados contrastantes, os quais demandam estudos que investiguem o destino das sementes removidas.

Descobrimos que a cobertura do dossel não influenciou o recrutamento de sementes inseridas em fezes de antas. Isto ocorreu após um mês da deposição das fezes, e se manteve após seis meses. Nossos achados contrastam com estudos que demonstraram que a probabilidade de sobrevivência de plântulas aumentou com o aumento da abertura do dossel (COMITA et al., 2009), apesar de que os efeitos da cobertura podem ser inespecíficos e de amplos espectros (HUBBELL et al., 1999). Uma possível explicação para a não influência da cobertura do dossel no recrutamento e estabelecimentos de plântulas em fezes de anta são as necessidades específicas de cada espécie vegetal. Isto é, diferentes níveis de degradação do ambiente – que resultam em coberturas variadas do dossel –, podem favorecer espécies pioneiras que se beneficiam do regime de luz proporcionado pela abertura do dossel, ao passo que as tolerantes à sombra desfrutam da limitação da luz em locais com maior cobertura (SWAINE; WHITMORE, 1988). Em nosso estudo, encontramos 24 espécies vegetais nas

fezes, correspondendo a uma alta heterogeneidade. Desta forma, cada espécie responde ao gradiente de cobertura vegetal de forma diferente.

Ao compararmos o número de recrutas correspondentes ao primeiro e ao sexto mês após a deposição experimental das fezes, observamos inicialmente um número maior de recrutas com uma diminuição no sexto mês (9.7 ± 0.9). Este decaimento da sobrevivência ao longo do tempo é um processo natural de regulação da densidade de plântulas, até mesmo devido à competição entre as mesmas (WRIGHT, 1982). Apesar disso, demonstramos que houve presença de plântulas estabelecidas mesmo após seis meses da deposição das fezes (Figura 1), indicando que as antas são facilitadoras da regeneração dos ecossistemas, ao realizarem uma dispersão efetiva (*i.e* as sementes dispersas em suas fezes germinam e se estabelecem) fazendo jus ao título de “jardineiras das florestas”.

Encontramos também que aproximadamente 91% das sementes encontradas prevaleceram intactas após a passagem pelo trato gastrointestinal das antas, corroborando estudos anteriores que também encontraram resultados semelhantes (BARCELOS *et al.*, 2013; FRAGOSO, 1997; GOLIN; SANTOS-FILHO; PEREIRA, 2011). Também descobrimos que um bolo fecal de anta com aproximadamente 500 g contém em média 42 sementes. Ainda, obtivemos mais de 24% de sucesso de germinação em laboratório. Talvez teríamos um sucesso ainda maior se as condições de laboratório fossem específicas para cada espécie. Por exemplo, a espécie *Spondias sp.* (Anacardiaceae) não germinou em laboratório, mas em campo observamos brotações oriundas das fezes, sugerindo que as condições de laboratório não foram as ideais para essa espécie. Portanto, esses resultados encontrados reforçam o papel das antas como dispersoras efetivas de sementes. Destacamos a espécie *Genipa americana* (Rubiaceae), que apresentou a maior densidade de sementes nas fezes de antas, e um sucesso germinativo de mais de 33% em laboratório, e de maneira geral também germinou mais nas observações em campo. Essa alta densidade de sementes encontradas pode ser correlacionada com a disponibilidade destes frutos na época de nosso estudo, já que a espécie floresce de novembro a dezembro (LORENZI, 1992) e os frutos podem ser vistos nos galhos até Abril. Desta forma, nossos estudos indicam que a anta é um forrageador oportunista, e neste caso, a dieta pode refletir a disponibilidade de alimentos do ambiente. A espécie *G. americana* tem sido apontada como promissora para a recuperação de áreas degradadas (VIEIRA *et al.*, 2016), já que a germinação das sementes dessa espécie é indiferente à luz (Ferreira *et al* 2000), e também se considera a sua adaptação em germinar e apresentar bom desenvolvimento em áreas de clareiras pequenas (FIGLIOLIA; SILVA 1998).

Por fim, duas sementes de duas espécies (sem identificação) se mostraram viáveis mesmo após passados nove meses de espera. Esse resultado reforça mais uma vez o potencial de dispersão das antas, visto que mesmo após um longo período, ainda é capaz de encontrar sementes viáveis oriundas de suas fezes. Este dado mostra como estes animais podem participar na manutenção do banco de sementes do solo em longo prazo, já que a dormência das sementes é visto como um mecanismo de sobrevivência, pois pode retardar a germinação, de modo que ela não ocorra quando as condições para estabelecimento das plântulas sejam limitantes (RAMOS et al. 2002). Apesar deste achado, a espécie *Jacaratia spinosa* (Caricaceae) - que também foi encontrada nas fezes -, não apresentou viabilidade e nem germinou em laboratório, porém *J. spinosa* é indicada para a recomposição de vegetação de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992).

A classificação correta de todas as espécies é de fundamental importância para a determinação de estratégias de conservação, e portanto, estudos futuros que consigam detectar minuciosamente a dieta de *T. terrestris* de vida livre são necessários.

6. CONCLUSÃO

Concluimos que a cobertura do dossel e a dispersão de sementes por meio das fezes de anta afetam a regeneração das plantas por meio de mecanismos diferentes, mas de maneira interativa. A predação pós dispersão de sementes foi maior quando inseridas em fezes de anta do que em sementes livres quando aumenta o gradiente de cobertura do dossel. Portanto, de forma geral, encontramos que as antas podem não contribuir com a regeneração florestal se as mesmas dispersarem as sementes em florestas com alta cobertura do dossel. Porém, essa limitação pode ser superada pelo alto número de sementes intactas encontradas em suas fezes nas quais apresentam alto potencial de germinação e que frequentemente são apontadas como espécies promissoras em recuperação de áreas degradadas, além da capacidade das antas de dispersarem sementes por longas distâncias. Apontamos também que é possível que as antas sejam peça chave para programas de restauração passiva de florestas degradadas. Isto se deve pela tendência de haver uma baixa proporção de sementes predadas em suas fezes em locais com baixa cobertura do dossel, e pelo estabelecimento de mudas após seis meses, independentemente do grau de cobertura do dossel. Concluimos também que mesmo se passando nove meses, as sementes defecadas apresentam viabilidade, reforçando mais uma vez o potencial de dispersão das antas. Desta maneira o declínio populacional ou a extirpação da espécie pode prejudicar o recrutamento de plântulas, a dinâmica da vegetação e a

recuperação de florestas degradadas. Além disso, essa ameaça representa um risco para a manutenção do armazenamento de carbono nas florestas tropicais, visto que muitas árvores de grande porte dependem destes frugívoros para a dispersão de sementes (BELLO et al., 2015).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. A. et al. Dung beetles can sow: the potential of secondary seed dispersers to assist ecological restoration. **Ecological Entomology**, v. 47, n. 2, p. 181–191, 2022.
- ALVES LF. & METZGER JP. Regeneração Florestal em Áreas secundárias na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotrop**, v. 6, p. 26, 2006.
- ANDRESEN, E. Seed Dispersal by Monkeys and the Fate of Dispersed Seeds in a Peruvian Rain Forest1. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 145–158, 1999a.
- ANDRESEN, E. Seed Dispersal by Monkeys and the Fate of Dispersed Seeds in a Peruvian Rainforest.. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 145–158, mar. 1999b.
- ANDRESEN, E. Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis Guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 1, p. 61–78, 2001.
- ANDRESEN, E. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. **Ecological Entomology**, v. 27, n. 3, p. 257–270, 2002.
- ANDRESEN, E. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, v. 26, n. 1, p. 87–97, 2003a.
- ANDRESEN, E. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, v. 26, n. 1, p. 87–97, fev. 2003b.
- ANDRESEN, E.; LEVEY, D. J. Effects of dung and seed size on secondary dispersal, seed predation, and seedling establishment of rain forest trees. **Oecologia**, v. 139, n. 1, p. 45–54, 1 mar. 2004.
- ASNER, G. P.; KELLER, M.; SILVA, J. N. M. Spatial and temporal dynamics of forest canopy gaps following selective logging in the eastern Amazon. **Global Change Biology**, v. 10, n. 5, p. 765–783, 2004.
- ASQUITH, N. M.; WRIGHT, S. J.; CLAUSS, M. J. Does mammal community composition control recruitment in neotropical forests? evidence from panama. v. 78, n. 3, p. 6, 1997.
- BARBERIS, I. M.; TANNER, E. V. J. Gaps and Root Trenching Increase Tree Seedling Growth in Panamanian Semi-Evergreen Forest. **Ecology**, v. 86, n. 3, p. 667–674, 2005.
- BARCELOS, A. R. et al. Seed germination from lowland tapir (*Tapirus terrestris*) fecal samples collected during the dry season in the northern Brazilian Amazon.

- Integrative Zoology**, v. 8, n. 1, p. 63–73, mar. 2013.
- BARIK, S. K. et al. Microenvironmental variability and species diversity in treefall gaps in a sub-tropical broadleaved forest. **Vegetation**, v. 103, n. 1, p. 31–40, 1 nov. 1992.
- BATES, D. et al. **Fitting Linear Mixed-Effects Models using lme4**. arXiv, , 23 jun. 2014. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1406.5823>>. Acesso em: 24 abr. 2023
- BELLO, C. et al. Defaunation affects carbon storage in tropical forests. **Science Advances**, v. 1, n. 11, p. e1501105, 4 dez. 2015.
- BODMER, R. E. Fruit patch size and frugivory in the lowland tapir (*Tapirus terrestris*). **Journal of Zoology**, v. 222, n. 1, p. 121–128, 1990.
- BOEGE, K.; MARQUIS, R. J. Facing herbivory as you grow up: the ontogeny of resistance in plants. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 20, n. 8, p. 441–448, 1 ago. 2005.
- BOER, P. J. DEN; GRADWELL, G. R. (EDS.). Dynamics of populations: Proceedings of the Advanced Study Institute on Dynamics of numbers in populations, **Oosterbeek, the Netherlands**, 7-18 September 1970. Wageningen: Pudoc, 1971.
- BRANDO, P. M. et al. Drought effects on litterfall, wood production and belowground carbon cycling in an Amazon forest: results of a throughfall reduction experiment. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1839–1848, 27 maio 2008.
- CHAPMAN, C. A. Primate Seed Dispersal: The Fate of Dispersed Seeds. **Biotropica**, v. 21, n. 2, p. 148–154, 1989.
- CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais Tropical forest regeneration. v. 7, n. 3, 2012.
- CLAUSS, M. et al. Retention of fluid and particles in captive tapirs (*Tapirus sp.*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 157, n. 1, p. 95–101, set. 2010.
- COMITA, L. S. et al. Abiotic and biotic drivers of seedling survival in a hurricane-impacted tropical forest. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 6, p. 1346–1359, 2009.
- CONNELL, J.H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animal and in rain forest trees, pp. 298- 312. Em: **Dynamics of populations** (P.J. Den Boer & P.R. Gradwell, eds.). Ed. Pudoc, Wageningen.
- COSYNS, E. et al. Seedling establishment after endozoochory in disturbed and undisturbed grasslands. **Basic and Applied Ecology**, v. 7, n. 4, p. 360–369, 3 jul. 2006.
- DALAGNOL, R. et al. Quantifying Canopy Tree Loss and Gap Recovery in Tropical

- Forests under Low-Intensity Logging Using VHR Satellite Imagery and Airborne LiDAR. **Remote Sensing**, v. 11, n. 7, p. 817, jan. 2019.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Trad. de Flávio Rocha. Brasília, **Agiplan**, 1976. 103p.
- DUDENHOEFFER, M.; HODGE, A.-M. C. Opposing forces of seed dispersal and seed predation by mammals for an invasive cactus in central Kenya. **African Journal of Ecology**, v. 56, n. 2, p. 179–184, jun. 2018.
- DUNCAN, R.; CHAPMAN, C. Limitations of animal seed dispersal for enhancing forest succession on degraded lands. Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. **Third International Symposium-Workshop on Frugivores and Seed Dispersal**, São Pedro, Brazil, 6-11 August 2000, CABI Books. p. 437–450, jan. 2002.
- FERREIRA, C. M. N.; PAREJA, E. K.; FARIA, N. G. Influência de diferentes ambientes na germinação de sementes de *Genipa americana* L. (jenipapo). In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, 51., 2000, Brasília. Resumos. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 67.
- FIGLIOLIA, M. B. & SILVA, M. C. C. da. 1998. Germinação de sementes de jenipapeiro (*Genipa americana* L. - Rubiaceae) sob diferentes regimes de temperatura, umidade e luz, **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, 10(1):63-72.
- FRAGOSO, J. M. V. Tapir-Generated Seed Shadows: Scale-Dependent Patchiness in the Amazon Rain Forest. **The Journal of Ecology**, v. 85, n. 4, p. 519, ago. 1997.
- FRAGOSO, J. M. V.; SILVIUS, K. M.; CORREA, J. A. Long-Distance Seed Dispersal by Tapirs Increases Seed Survival and Aggregates Tropical Trees. **Ecology**, v. 84, n. 8, p. 1998–2006, 2003.
- FRAZER, G. W.; WULDER, M. A.; NIEMANN, K. O. Simulation and quantification of the fine-scale spatial pattern and heterogeneity of forest canopy structure: A lacunarity-based method designed for analysis of continuous canopy heights. **Forest Ecology and Management**, v. 214, n. 1, p. 65–90, 3 ago. 2005.
- FUZESSY, L. F. et al. How do primates affect seed germination? A meta-analysis of gut passage effects on neotropical plants. **Oikos**, v. 125, n. 8, p. 1069–1080, 2016.
- FUZESSY, L.; SOBRAL, G.; CULOT, L. Linking howler monkey ranging and defecation patterns to primary and secondary seed dispersal. **American Journal of Primatology**, v. 84, n. 2, p. 23354, 2022.
- GALETTI, M.; BOVENDORP, R. S.; GUEVARA, R. Defaunation of large mammals leads

- to an increase in seed predation in the Atlantic forests. **Global Ecology and Conservation**, v. 3, n. xxxx, p. 824–830, 2015.
- GIOMBINI, M. I.; BRAVO, S. P.; MARTÍNEZ, M. F. Seed dispersal of the palm *Syagrus romanzoffiana* by tapirs in the semi-deciduous atlantic forest of Argentina. **Biotropica**, v. 41, n. 4, p. 408–413, jul. 2009.
- GOLIN, V.; SANTOS-FILHO, M.; PEREIRA, M. J. B. Dispersão e predação de sementes de araticum no Cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Ciência Rural**, v. 41, p. 101–107, 2011.
- HARGREAVES A. L. et al. Seed predation increases from the Arctic to the Equator and from high to low elevations. **Sci. Adv.** 5, 4403 (2019).
- HERRERA, C. M. et al. Recruitment of a Mast-Fruiting, Bird-Dispersed Tree: Bridging Frugivore Activity and Seedling Establishment. **Ecological Monographs**, v. 64, n. 3, p. 315–344, 1994.
- HUBBELL, S. P. et al. Light-Gap Disturbances, Recruitment Limitation, and Tree Diversity in a Neotropical Forest. **Science**, v. 283, n. 5401, p. 554–557, 22 jan. 1999.
- HULME, P. E. Post-dispersal seed predation and the establishment of vertebrate dispersed plants in Mediterranean scrublands. **Oecologia**, v. 111, n. 1, p. 91–98, 6 jun. 1997.
- IOB, G.; VIEIRA, E. M. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian *Araucaria* Forest: influence of deposition site and comparative role of small and ‘large’ mammals. **Plant Ecology**, v. 198, n. 2, p. 185–196, 1 out. 2008.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of trees species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, p. 501–528, 1970.
- JANZEN, D. H. Seed Predation by Animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, n. 1, p. 465–492, 1971.
- JANZEN, D. H. Attraction of *Liomys* mice to horse dung and the extinction of this response. **Animal Behaviour**, v. 30, n. 2, p. 483–489, 1 maio 1982a.
- JANZEN, D. H. Removal of Seeds from Horse Dung by Tropical Rodents: Influence of Habitat and Amount of Dung. **Ecology**, v. 63, n. 6, p. 1887, dez. 1982b.
- JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C. et al. Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 33130, 8 set. 2016.
- JR, L. C.; BODMER, R. E. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic forests, Brazil. **Biological Conservation**, p. 8, 2000.

- KEESEN, F.; SCOSS, L. M. Updated list of mammals of Rio Doce State Park, Minas Gerais, Brazil. 2016.
- KUHLMANN, M. et al. Época de coleta de frutos e sementes nativos para recomposição ambiental no bioma Mata Atlântica. [s.l.] **Embrapa**, 2018.
- LIEBSCH, D.; ANTONIO ACRA, L. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de floresta ombrófila mista em tijucas do sul, PR. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 5, n. 2, p. 167, 15 abr. 2007.
- LOBO, E.; DALLING, J. W. Effects of topography, soil type and forest age on the frequency and size distribution of canopy gap disturbances in a tropical forest. **Biogeosciences**, v. 10, n. 11, p. 6769–6781, 1 nov. 2013.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. p. 385, 1992.
- MCCONKEY, K. R. Influence of feces on seed removal from gibbon droppings in a dipterocarp forest in Central Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n. 1, p. 117–120, jan. 2005.
- MEDICI, E. P. Assessing the Viability of Lowland Tapir Populations in a Fragmented Landscape. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in Biodiversity Management Durrell Institute of Conservation and Ecology (DICE) University of Kent Canterbury, United K. **University Of Kent**, n. January, 2010.
- MELO, F. P. L. et al. Forest fragmentation reduces recruitment of large-seeded tree species in a semi-deciduous tropical forest of southern Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, v. 26, n. 1, p. 35–43, jan. 2010.
- NUNES, M. H. et al. Forest fragmentation impacts the seasonality of Amazonian evergreen canopies. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, p. 917, dez. 2022.
- PAKEMAN, R. J.; SMALL, J. L. Potential and realised contribution of endozoochory to seedling establishment. **Basic and Applied Ecology**, v. 10, n. 7, p. 656–661, 1 out. 2009.
- PANISSET, J. S. et al. Contrasting patterns of the extreme drought episodes of 2005, 2010 and 2015 in the Amazon Basin. **International Journal of Climatology**, v. 38, n. 2, p. 1096–1104, 2018.
- PAOLUCCI, L. N. et al. Lowland tapirs facilitate seed dispersal in degraded Amazonian forests. **Biotropica**, v. 51, n. 2, p. 245–252, 2019.

- RAMOS et al.; 2002. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. Informe Agropecuário, in **Produção e Certificação de Mudas de Plantas Frutíferas**; Belo Horizonte, v.23, n.216, p.64-72.
- R-CORE-TEAM (2022). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.r-project.org/>.
- REIS, C. R. et al. Forest structure and degradation drive canopy gap sizes across the Brazilian Amazon. **bioRxiv**, 4 maio 2021. Disponível em: <<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.05.03.442416v1>>. Acesso em: 28 mar. 2023
- REY, P. J. et al. Spatial variation in ant and rodent post-dispersal predation of vertebrate-dispersed seeds. **Functional Ecology**, v. 16, n. 6, p. 773–781, 2002.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, jun. 2009.
- RIBEIRO, T. M. et al. Sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de *Euterpe edulis* Mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1219–1226, dez. 2011.
- SEKAR, N. et al. How much Dillenia indica seed predation occurs from Asian elephant dung? **Acta Oecologica**, v. 70, p. 53–59, 1 jan. 2016.
- SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. **Vegetation** 107/108: 15-29, 1993.
- SILVA, R. A.; MAZON, J. A.; WATZLAWICK, L. F. Distribuição espacial de táxons anemocóricos e zoocóricos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, 28 jun. 2019.
- SILVÉRIO, D. V. et al. Fire, fragmentation, and windstorms: A recipe for tropical forest degradation. **Journal of Ecology**, v. 107, n. 2, p. 656–667, 2019.
- SMITH, M.-L.; ANDERSON, J.; FLADELAND, M. Forest Canopy Structural Properties. Em: HOOVER, C. M. (Ed.). **Field Measurements for Forest Carbon Monitoring: A Landscape-Scale Approach**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2008. p. 179–196.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetation**, v. 75, n. 1, p. 81–86, 1 maio 1988.
- VIEIRA, R. F. et al. (EDS.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou

potencial: plantas para o futuro - Região Centro-Oeste. Brasília, DF: MMA, **Ministério do Meio Ambiente**, 2016.

- WEHNCKE, E. V.; DALLING, J. W. Post-Dispersal Seed Removal and Germination Selected Tree Species Dispersed by *Cebus capucinus* on Barro Colorado Island, Panama: Post-Dispersal Fate of Defecated Seeds by *C. capucinus*. **Biotropica**, v. 37, n. 1, p. 73–80, 28 fev. 2005.
- WENNY, D. G. Advantages of seed dispersal: A re-evaluation of directed dispersal. **Evolutionary Ecology Research**. [s.l: s.n.].
- WRIGHT, S. J. 1982. Competition, differential mortality, and their on the spatial pattern of a desert perennial, *Eriogonum inflatum* Torr and Frem (Polygonaceae). **Oecologia** 54, 266-269 <https://doi.org/10.1007/BF00378402>
- WRIGHT, S. J. et al. 2010. Functional traits and the growth–mortality trade-off in tropical trees. **Ecology**, v. 91, n. 12, p. 3664–3674.

TABELAS

Tabela 1: Classificação taxonômica dos morfotipos encontrados e a relação entre o número de sementes de cada espécie submetidas ao teste de germinação, número de sementes germinadas e o tempo médio de germinação em dias. Classificações taxonômicas faltantes correspondem aos morfotipos nos quais não conseguimos identificar.

Morfotipo	Classificação taxonômica		Total de sementes	Sementes germinadas	Tempo médio para a germinação (dias)
	Família	Espécie			
1	Caricaceae	<i>Jacaratia cfs pinosa</i>	4	0	-
2			1	0	-
3			1	1	83
4	Anacardiaceae	<i>Spondias sp.</i>	4	0	-
5	Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	16	0	-
6	Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	54	18	33,8
7	Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	4	0	-
8			4	2	24,5
9			4	1	23
10			2	0	-
11			1	0	-
12	Phytolaccaceae	<i>Gallesia sp.</i>	1	0	-
13			1	0	-
14			1	1	20
15			1	0	-
16			1	0	-
17			1	0	-
18			1	0	-
19			1	2	45
20			1	0	-
21			1	0	-
22			1	1	37
23			1	0	-
24			1	1	21
Total			108	27	Média geral= 35,91

Tabela 2: Relação entre o número de sementes restantes após nove meses de experimento e o número de sementes viáveis.

Morfotipo	Número de sementes	Número de sementes viáveis
1	3	0
2	1	0
5	1	1
7	2	0
10	2	1
13	1	0
14	1	0

MATERIAL SUPLEMENTAR

1. Teste de germinação na placa de petri e acondicionamento no rolo de papel

Para condução do teste de acondicionamento no rolo de papel (Figura 1.A), dispusemos as sementes em fileiras sobre duas folhas de papel *germitest* umedecidos com água destilada, na proporção de duas vezes o peso do papel seco. Em seguida, cobrimos as sementes com uma camada de papel *germitest* também umedecida na mesma proporção, envolvemos em sacos plásticos de polietileno transparente e armazenamos à temperatura de 25°C em germinadores de câmara vertical tipo B.O.D., sem regime de luz. Para os testes instalados nas placas de petri (Figura 1.B) utilizamos duas folhas de papel *germitest* cortados em formato circular de mesmo tamanho do diâmetro da placa, umedecidos com água destilada na proporção de duas vezes o peso do papel seco. Dispusemos as sementes nas placas, cobrimos com a tampa da placa, e reproduzimos a armazenagem na B.O.D.

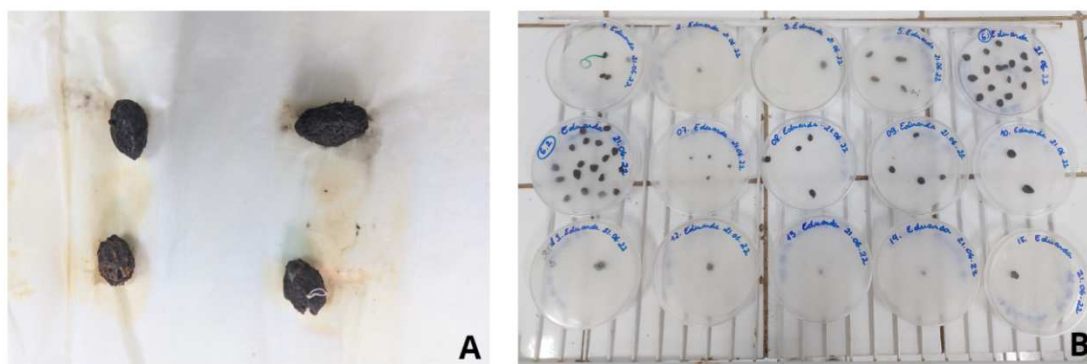


Figura 1: Teste de germinação das sementes oriundas das fezes de anta em acondicionamento no rolo de papel (A) e teste de germinação em placa de petri (B).



Figura 2: Semente oriunda das fezes de anta germinando em laboratório.

2. Teste de viabilidade

Nós diluímos três gramas de sal de trifênil-tetrazólio em 300 ml de água destilada. Aplicamos a solução nas placas de petri de maneira que cobrisse totalmente as sementes que lá estavam. Envolvermos as placas com papel de alumínio (Figura 3.A) e as dispusemos na B.O.D. sem regime de luz, a 40 °C por um período de 24 h. No dia seguinte, fizemos cortes transversais nas sementes com auxílio de uma lâmina: as que apresentaram tecidos avermelhados foram consideradas viáveis e as que não apresentaram foram consideradas inviáveis (Figura 3.B).

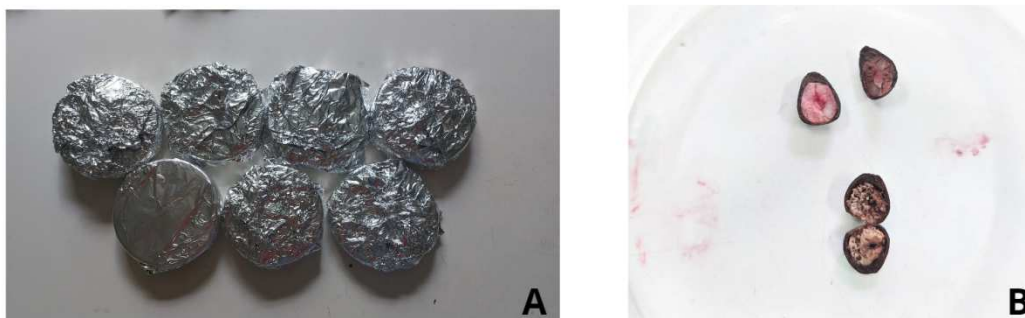


Figura 3: Placas de petri contendo as sementes oriundas das fezes embebidas na solução de sal de trifênil-tetrazólio e envolvidas com papel de alumínio (A); Corte transversal das sementes apresentando tecidos avermelhados (viáveis) e não avermelhados (inviáveis) após a 24h da aplicação do teste de viabilidade (B).