

---

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

---

MARIA EDUARDA VIEIRA VELOSO

**FUNÇÕES ECOLÓGICAS DA ANTA (*Tapirus  
terrestris*) NA GERMINAÇÃO E RECRUTAMENTO  
DO ARAÇÁ-ROXO (*Psidium myrtoides*)**



Rio Claro - SP  
2024

MARIA EDUARDA VIEIRA VELOSO

**Funções ecológicas da anta (*Tapirus terrestris*) na germinação e recrutamento do araçá-roxo (*Psidium myrtoides*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em Ciências Biológicas.

Orientador: Mauro Galetti Rodrigues

Rio Claro - SP  
2024

V443f Veloso, Maria Eduarda Vieira  
Funções Ecológicas da Anta (*Tapirus terrestris*) na germinação e recrutamento do Araçá-roxo (*Psidium myrtoides*) / Maria Eduarda Vieira Veloso. -- Rio Claro, 2024  
32 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro  
Orientador: Mauro Galetti Rodrigues

1. Dispersão de sementes. 2. Frugivoria. 3. Ecologia. 4. Mata Atlântica. 5. Latrinas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

MARIA EDUARDA VIEIRA VELOSO

**Funções ecológicas da anta (*Tapirus terrestris*) na germinação e recrutamento do araçá-roxo (*Psidium myrtoides*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Mauro Galetti Rodrigues

Prof. Dr. Marco Aurelio Pizo Ferreira

M.Sc. Laís Lautenschlager Rodrigues

Aprovado em: 4 de junho de 2024

Assinatura do discente

Assinatura do(a) orientador(a)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar gratidão aos meus pais Tiago e Renata por todo incentivo e suporte antes e durante toda graduação. Me apoiaram desde o primeiro momento em que decidi morar em outra cidade, auxiliaram em todas as dificuldades que enfrentei e nunca mediram esforços para sempre se fazerem presentes. Meu pai me ensinou a ter paciência, humildade e gratidão, enquanto minha mãe me ensinou a ser forte, corajosa e determinada, tornando a pessoa que sou hoje.

À minha irmã Isa por todo amor, carinho e atenção. Me incentiva indiretamente a continuar trilhando meu caminho, a ser uma mulher forte e exemplar.

Às minhas avós Maura e Zezé, mulheres fortes que inspiram e mostram como a vida deve ser carregada de alegria, bondade e leveza; obrigada por me colocarem em suas orações todas as noites. À minha família inteira pelos momentos felizes de comunhão.

Agradeço ao meu orientador e professor Mauro Galetti pelas oportunidades e ensinamentos que me fizeram crescer, pelo incentivo à busca diária de conhecimento, pelo alto astral contagiante e boas risadas. À Laís pela paciência em ensinar, aconselhar e apoiar desde os meus primeiros passos científicos, extrapolando o ambiente profissional e se tornando também uma amiga. Aos meus companheiros do LaBiC (Rafa, Letícia, Rodrigo, Mateus, Sérgio e Valesca) que auxiliam na construção de conhecimento e tornam a vida acadêmica mais leve, agradável e muitas vezes engraçada. Ao meu veterano André pelos puxões de orelha, conversas e por me ajudar a compreender as burocracias da graduação. Ao pessoal do Jardim Experimental, professor Gustavo Habermann e Naiara David por permitir a utilização do espaço.

Ao meu amigo de infância e de vida Caique por todos os conselhos, companhia, risadas e horas de ligação. Às minhas amigas de Cunha, companheiras de noites de filme, carnaval e responsáveis por deixarem claro que eu tenho um lugar para voltar.

Ao *Clube da Luluzinha*: Júlia Lother por todo companheirismo desde o primeiro momento na graduação, conheceu todas as minhas versões e se tornou não só minha parceira acadêmica, mas minha parceira de vida; Júlia Mestrinér por me ouvir e estar presente nos bons e maus momentos, tornando a rotina universitária mais leve com passeios de bicicleta, conversas e idas à sorveteria.

Aos meus amigos *Villagers*, obrigada pelos almoços, risadas e *karaokês*. À Vitória por me receber de braços abertos desde meu primeiro momento morando sozinha, me acolheu e ensinou muito sobre a vida, além de proporcionar memórias inesquecíveis. Ao Davy por sempre estar disposto à companhia ou a dar risada dos eventos cotidianos que merecem comentários não solicitados (ou fofoca, rs). Também agradeço às minhas vizinhas Camila e Giovana por tornarem a vida rioclarense mais leve e alegre.

Com o coração quentinho agradeço a todos que fizeram e ainda fazem parte da minha vida, amo vocês.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 113765/2022-3, Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 18/2021 - Faixa A - Grupos Emergentes.

*“(...) Outro ciclo, em diferentes fases  
Vivendo de outra forma, com outros interesses  
Outras ambições, mais fortes  
Somadas com as anteriores.”*

Anacrônico – Pitty

## RESUMO

A frugivoria desempenha um papel crucial na dispersão de sementes e na manutenção da biodiversidade. Nesse contexto, a anta brasileira (*Tapirus terrestris*) é um agente importante na ecologia de dispersão de sementes, influenciando na estrutura das comunidades vegetais, como o araçá-roxo (*Psidium myrtoides*), através da defecação em latrinas. Apesar do importante papel ecológico da anta como dispersora de sementes, ainda é incerto seu impacto na sucessão das espécies vegetais. Com isso, investigamos a influência da anta no estabelecimento do araçá-roxo através da observação de germinação e recrutamento de sementes dispostas em fezes de anta. O estudo possui quatro tratamentos: três tratamentos tiveram como substrato fezes de anta e três variações de sementes (despolpadas manualmente, com polpa e defecadas), enquanto no quarto tratamento, foi utilizado vermiculita com sementes despolpadas manualmente. O estudo buscou avaliar a taxa de germinação, a velocidade de germinação e o crescimento das plântulas ao longo do tempo. Nenhum dos tratamentos mostraram diferenças estatisticamente significativas no sucesso de germinação das sementes. No entanto, a velocidade de germinação variou significativamente (valor  $p < 0.001$ ), sendo mais lenta nas sementes defecadas (média de 8,6 semanas) e mais rápida nas despolpadas e dispostas em vermiculita (média de 6,6 semanas). O crescimento das plântulas também variou significativamente (valor  $p < 0.001$ ), em que sementes com polpa e despolpadas manualmente atingiram maior taxa de crescimento total (56 e 57 mm, respectivamente), enquanto sementes defecadas e as dispostas em vermiculita atingiram menor taxa (51 e 46 mm, respectivamente). Os nossos resultados ilustram a importância das latrinas como microambientes propícios à germinação e desenvolvimento de sementes. Curiosamente, embora a passagem pelo trato digestivo das antas não pareça ser um requisito fundamental para o sucesso da germinação e do recrutamento, a dispersão de sementes pelas antas continua a desempenhar um papel crucial na colonização de novas áreas e na manutenção da biodiversidade nos ecossistemas tropicais.

**Palavras-chave:** Frugivoria; Dispersão de Sementes; Latrinas; Anta brasileira.

## ABSTRACT

Frugivory plays a crucial role in seed dispersal and biodiversity maintenance. In this context, the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) emerges as a significant agent in the ecology of seed dispersal, influencing the structure of plant communities, such as “araçá-roxo” (*Psidium myrtoides*) through defecation in their latrines. Despite the tapir's important ecological role as a seed disperser, its impact on the succession of plant species is still uncertain. This project aims to investigate the influence of lowland tapirs on the establishment of *P. myrtoides* seeds through the observation of seed germination and recruitment from seeds disposed in tapir feces. The study has four treatments: three treatments have feces as substrate with three seed variations (seeds with pulp, seeds without pulp, and defecated seeds), and one treatment has vermiculite as substrate with seeds without pulp. Therefore, we investigated the seed germination, the time of germination, and the growth of plants. None of our treatments showed statistically significant differences in plant germination success. However, seed germination speed varied significantly (p-value <0.001), being slower in defecated seeds (average of 8.6 weeks) and faster in those pulped and placed in vermiculite (average of 6.6 weeks). The plant growth varied significantly too (p-value <0.001), in which seedlings from seeds with and without pulp achieved greater heights (56 and 57 mm, respectively). In contrast, seedlings from defecated seeds and seeds placed in vermiculite achieved shorter growth (51 and 46 mm, respectively). Our results illustrate the importance of latrines as conducive microenvironments for seed germination and development. Interestingly, while passage through the tapirs' digestive tract does not appear to be a fundamental requirement for successful germination and recruitment, the dispersion of seeds by tapirs continues to play a crucial role in the colonization of new areas and the maintenance of biodiversity in tropical ecosystems.

**Keywords:** Frugivory; Seed dispersal; Latrines; Lowland tapir.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVO.....	12
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1	A anta brasileira ( <i>Tapirus terrestris</i> Linnaeus, 1758).....	13
3.2	Área de estudo.....	13
3.3	Amostragem de dados.....	14
3.4	Análise de dados.....	17
4	RESULTADOS.....	20
4.1	Sucesso de germinação das sementes de <i>Psidium myrtoides</i> .....	20
4.2	Velocidade de germinação das sementes de <i>Psidium myrtoides</i> ...	20
4.3	Crescimento das plântulas.....	21
5	DISCUSSÃO.....	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26

## 1 INTRODUÇÃO

Todos os organismos presentes na Terra desempenham papéis ecológicos, ocupam diferentes nichos e modificam a paisagem em diferentes escalas. As atividades realizadas pelos animais em seus habitats alteram as condições ambientais, subtraindo ou adicionando recursos (MARON e CRONE, 2006). Funções ecológicas relacionadas à dieta de grandes indivíduos, como por exemplo frugivoria, herbivoria, e dispersão de sementes são importantes elementos ecossistêmicos, interferindo na mudança de composição, diversidade, estrutura e dinâmica das comunidades vegetais (JORDANO *et al.*, 2011)

A dispersão de sementes é essencial para o estabelecimento de uma comunidade vegetal. Esse mecanismo consiste em locomover os diásporos para longe da árvore-mãe, podendo ser na forma de frutos, sementes ou infrutescências (VAN DER PIJL, 1982), favorecendo a colonização de novos ambientes, variabilidade genética, diminuição da probabilidade de competição e contaminação por patógenos, além da redução de herbivoria associada à planta-mãe (JORDANO *et al.*, 2011). Ao longo da evolução as espécies vegetais desenvolveram mecanismos distintos para a maior eficiência de dispersão, seja através do vento, água, auto-dispersão ou até mesmo animais (HOWE, 1982). O agente dispersor se relaciona com o desenvolvimento de diferentes características nas plantas, como sementes aladas para dispersão através do vento, tensão de superfície e baixa gravidade específica para água, frutos explosivos para auto-dispersão e frutos carnosos ricos em açúcares para atrair animais (HOWE, 1982; WILLSON e TRAVESET, 2000).

A frugivoria é uma função ecossistêmica de grande importância, presente em diferentes nichos ecológicos. Certos grupos de plantas produzem frutos com polpa para atrair os animais (BODMER, 1991), representando um clássico exemplo de mutualismo ou antagonismo (BODMER, 1991; GALETTI, 2002; SCHULZE *et al.*, 2002). Ao mesmo tempo em que os animais se beneficiam dos tecidos que compõem os frutos, as plantas têm a possibilidade de terem suas sementes dispersas, aumentando as chances de sobrevivência (HOWE, 1982; JANZEN, 1970; CONNELL, 1971) ou serem predadas, tornando-se inviáveis e diminuindo o recrutamento da espécie (WILLSON e TRAVESET, 2000). A efetividade da dispersão

depende da qualidade e quantidade de sementes, juntamente com a probabilidade de serem depositadas em um ambiente com as condições ideais (JORDANO e SCHUPP, 2000), e que, quando realizada por animais pode ocorrer de forma primária, através da defecação ou regurgitação, (TRAVERSESET e VERDÚ, 2002) ou secundária (BRAGA *et al.*, 2013). Contrapondo-se a esse mecanismo, a predação ocorre quando o diásporo se torna inviável para germinação após, por exemplo, ser destruído durante a ingestão e passando pelo trato digestivo do animal, influenciando de maneira expressiva a sobrevivência e o êxito reprodutivo da espécie vegetal (HOWE, 1982; WILLSON e TRAVERSESET, 2000). Sendo assim, se faz essencial avaliar a germinação e o recrutamento de plântulas como indicadores do sucesso no processo de dispersão que, segundo Schupp (1993), pode ser mensurado através do número de sementes dispersas e a probabilidade de serem recrutadas e se tornarem um indivíduo adulto.

A anta brasileira (*Tapirus terrestris*) é um grande herbívoro-frugívoro, conhecido por consumir grandes quantidades de sementes e frutos, contribuindo para a dispersão, germinação e recrutamento de diferentes espécies vegetais (BODMER, 1990; MOLEON, 2020; WILSON *et al.*, 2011) através da defecação em latrinas (locais de defecação compartilhados por mais de um indivíduo da mesma espécie e com visitas frequentes). Entretanto, alguns estudos como o de Salas e Fuller (1996) e Janzen (1981) apontam que a anta pode atuar como predadora de sementes, reduzindo a probabilidade de dispersão de sementes viáveis em algumas espécies vegetais, sendo necessário avaliar a quantidade e a qualidade (estado físico) das sementes dispersadas.

Uma das espécies vegetais consumidas pela anta em florestas tropicais é a *Psidium myrtoides* (TULER *et al.* 2024), conhecida popularmente como “araçá-roxo” (Figura 1), espécie endêmica do Brasil pertencente à família Myrtaceae. As mirtáceas são um grupo dominante na Mata Atlântica e servem como recurso alimentar para diferentes grupos de animais (como mamíferos, aves e insetos), se tornando uma potencial espécie para estudo (LORENZI, 2000; PIZO, 2002; TULER *et al.*, 2023). Os araçás possuem floração na cor branca, são considerados de médio porte com forma de vida arbórea ou arbustiva e podem atingir alturas superiores a 1,5 m (TAFAREL *et al.*, 2021). *P. myrtoides* possui frutos com polpa densa e muitas

sementes, coloração vermelha e amadurecimento de maio a julho (TAFAREL *et al.*, 2021; TULER *et al.*, 2023). Espécies de araçá são encontradas na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, sendo que este último domínio apresenta uma das florestas mais dinâmicas e biodiversas do mundo (GALETTI *et al.*, 2021; RIBEIRO *et al.*, 2009).

Figura 1. Frutos de araçá-roxo (*Psidium myrtoides*) coletados em PECB, São Miguel Arcanjo, São Paulo, Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora.

Um estudo de Talamoni e Assis (2009) aponta que o araçá-roxo é uma potencial espécie dispersada pelas antas. Assim como outras espécies da família Myrtaceae, os araçás possuem frutos relativamente pequenos e com consistência carnosa, favorecendo o alto consumo por antas e outros frugívoros da Mata Atlântica (TALAMONI e ASSIS, 2009; PIZO, 2002). Apesar do importante papel ecológico da anta brasileira como dispersora de sementes, qual o seu impacto na sucessão das espécies vegetais? Sendo assim, o estudo realizou uma experimentação com quatro tratamentos para analisar o papel da anta como potencial dispersora de sementes, mensurando a germinação e recrutamento. Três tratamentos tiveram como substrato fezes de anta e três variações de sementes (despolpadas manualmente, com polpa

e defecadas) e, no quarto tratamento, foi utilizado vermiculita com sementes despulpadas manualmente.

Esperava-se que sementes com polpa se tornassem inviáveis devido ao desenvolvimento de fungos, sementes defecadas deveriam ter uma acelerada taxa de germinação comparadas aos outros tratamentos, além recrutamento mais acelerado das plântulas dispostas em fezes em comparação com sementes em vermiculita.

## 2 OBJETIVO

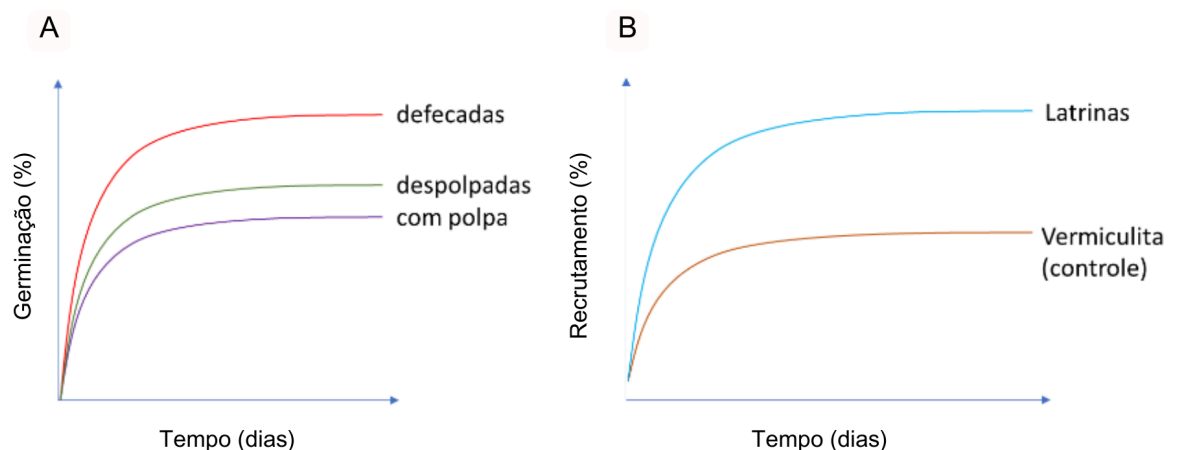
Neste projeto investigamos o papel ecológico da anta brasileira na dispersão, germinação e recrutamento, utilizando como modelo o araçá-roxo (*P. myrtoides*) presente em latrinas. Sendo assim, temos como principais objetivos:

i) As sementes de *P. myrtoides* consumidas naturalmente, que passaram pelo trato digestivo (defecadas) da anta possuem uma taxa de germinação mais acelerada, comparadas com outros tratamentos e controle?;

ii) Qual a importância de latrinas de anta na germinação e desenvolvimento de plântulas de *P. myrtoides*, comparadas com outros tratamentos e controle?

Esperava-se que as sementes com polpa se tornassem inviáveis devido à possibilidade de desenvolvimento de fungos. As sementes defecadas deveriam ter uma acelerada taxa de germinação comparadas aos outros tratamentos (Figura 2A), além de um recrutamento mais acelerado das plântulas dispostas em fezes em comparação com sementes em vermiculita (tratamento controle) (Figura 2B).

Figura 2. Representação gráfica das hipóteses relacionadas às (A) taxas de germinação (%) das sementes em diferentes controles; (B) Recrutamento (%) das plântulas em diferentes controles através do tempo do experimento (em dias).



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

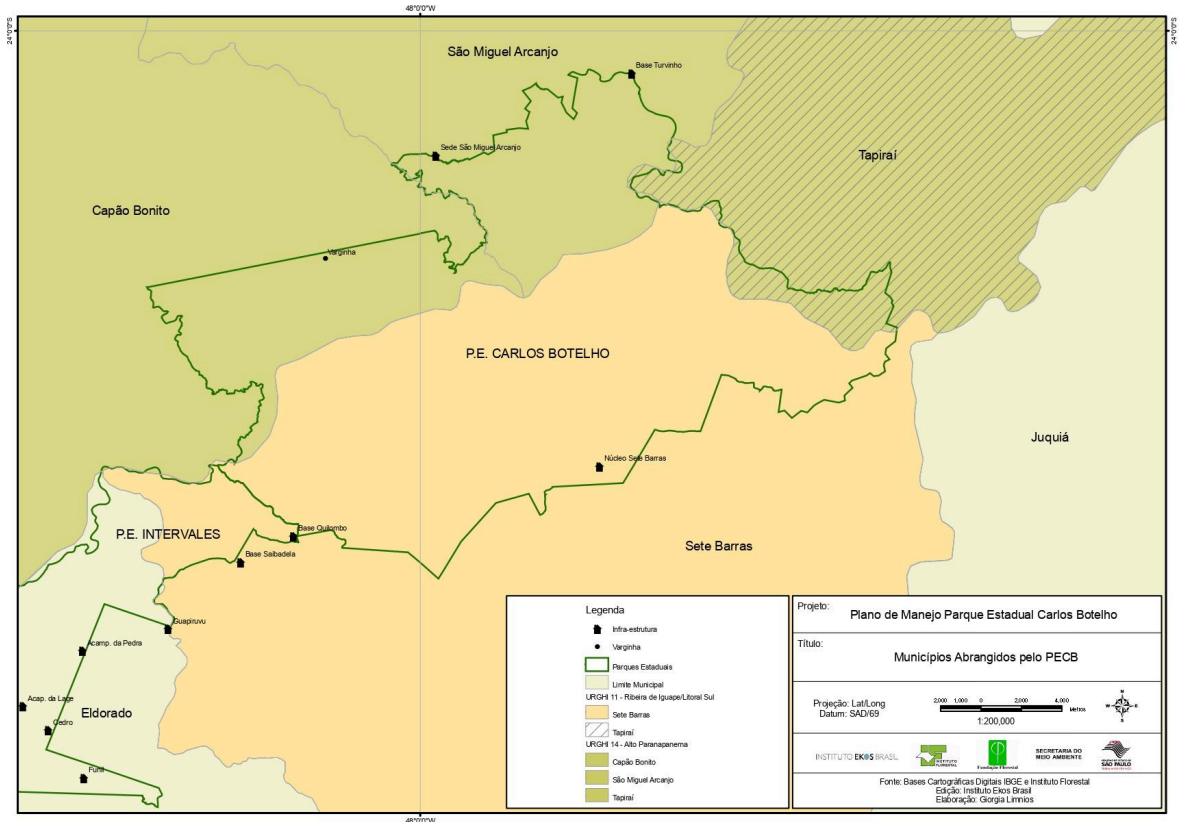
#### 3.1. A anta (*Tapirus terrestris*)

A anta é um grande mamífero herbívoro da ordem Perissodactyla, pesando cerca de até 300 kg de massa corpórea. Os membros dessa ordem são animais não-ruminantes, ou seja, realizam a fermentação no ceco através de bactérias e possuem baixa eficiência na fermentação de celulose, possibilitando que muitas sementes e fibras passem pelo seu trato digestivo (BODMER, 1991; JANZEN, 1984). Seu hábito alimentar é considerado *browser*, consumindo apenas as partes aéreas dos vegetais sem a retirada de raízes e, muitas vezes, consumindo frutos e dispersando diversas sementes de tamanhos variados (BUENO *et al.*, 2013; O'FARRILL *et al.*, 2013). Além disso, esses animais defecam em grandes latrinas, ricas em nutrientes que podem atuar como fertilizantes, acelerando a ciclagem de nutrientes e devolvendo-os ao solo, além de possivelmente contribuírem para o desenvolvimento de sementes germinadas e suas plântulas (O'FARRILL *et al.*, 2013). Apesar de sua importância na manutenção ecossistêmica, a anta brasileira está classificada como vulnerável na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção (IUCN) devido à diversas causas antrópicas, como a perda de habitat, caça ilegal, colisões com veículos, além da competição com o gado e outras espécies exóticas e invasoras (VARELA *et al.*, 2019).

#### 3.2. Área de estudo

O projeto foi desenvolvido na Unidade de Conservação Parque Estadual Carlos Botelho (PECB). O PECB é uma área de proteção integral no estado de São Paulo e conta com mais de 37 mil hectares distribuídos pelos municípios de Capão Bonito, São Miguel Arcanjo e Sete Barras (Figura 3), conectando os mais importantes remanescentes da Mata Atlântica (Parque Estadual Carlos Botelho, 2021). O trabalho compreenderá especificamente a região localizada na unidade de São Miguel Arcanjo. A fauna do parque conta com uma riqueza de animais frugívoros, como muriquis (*Brachyteles arachnoides*), antas (*Tapirus terrestris*), bugios (*Alouatta fusca clamitans*), macacos-prego (*Cebus apella nigrinus*), jacutingas (*Aburria jacutinga*), macucos (*Tinamus solitarius*), corocochós (*Carpornis cucullatus*), arapongas (*Procnias nudicollis*) e entre outros.

Figura 3. Mapa da Unidade de Conservação Parque Estadual Carlos Botelho (PECB).



Fonte: Plano de Manejo do Parque Estadual Carlos Botelho, 2008.

### 3.3. Amostragem e obtenção de dados

Em Julho de 2023, foram coletados 50 frutos de *P. myrtoides* e 7 kg de fezes frescas *in situ* retiradas de latrinas para posteriormente executar a experimentação na casa de vegetação (Figura 4A). Os frutos foram encontrados caídos no solo da mata, visivelmente íntegros e saudáveis, sem sinais de predação por invertebrados e próximos à árvore mãe. A coleta única do material foi realizada na estação seca (Inverno). As amostras de fezes foram armazenadas em sacos herméticos, devidamente identificados, em estado de resfriamento dentro de uma geladeira comum (em torno de 5 °C), para evitar a proliferação de fungos e bactérias danosas às sementes defecadas. O material coletado foi transportado para o Laboratório de Biologia da Conservação (LABIC, Instituto de Biociências, UNESP, campus de Rio Claro, São Paulo, Brasil) onde foram triados. O processo de triagem das fezes foi

conduzido manualmente, fracionando o total de massa úmida em porções menores (aproximadamente 2kg), e removendo aproximadamente  $\approx 300$  sementes de *P. myrtoides* defecadas com uso de uma pinça. Quaisquer outras sementes de outras espécies encontradas nas fezes foram removidas do substrato, garantindo que nenhuma outra plântula germinasse em nosso experimento (Figura 4B).

Figura 4. Processo de coleta dos materiais utilizados no presente estudo. (A) Coleta de amostras de fezes em latrinas frescas no Parque Estadual Carlos Botelho; (B) e triagem das fezes para a retirada de sementes em laboratório.



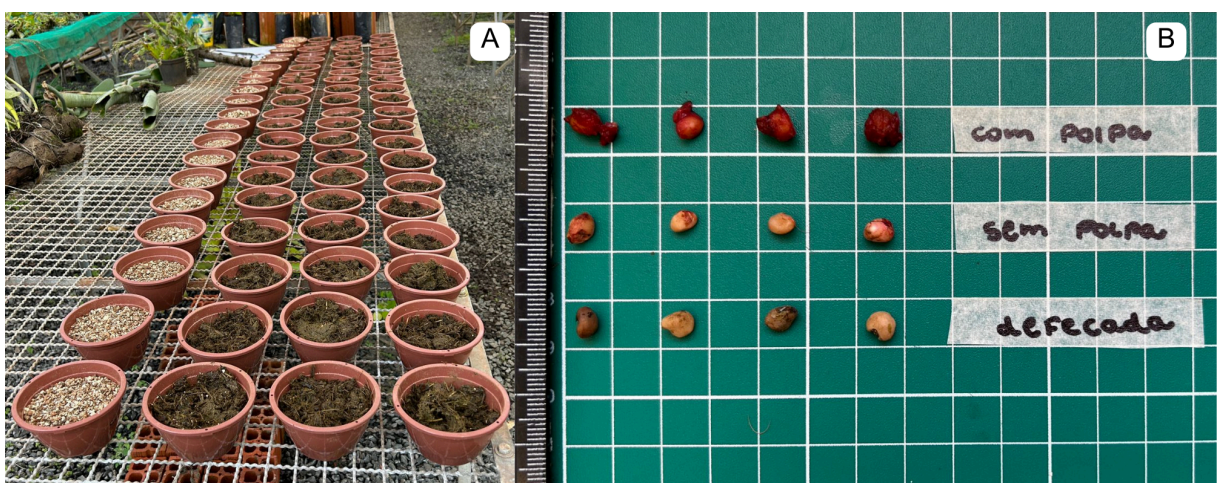
Fonte: Elaborado pela autora.

Após a triagem, o experimento de germinação foi desenvolvido no Jardim Experimental do Laboratório de Fisiologia Vegetal, também localizado na mesma universidade. Os tratamentos foram compostos por sementes com polpa dispostas em fezes, sementes sem polpa dispostas em fezes, defecadas dispostas em fezes e controle (despolpadas manualmente plantadas em vermiculita, figura 5A), ou seja, cada tratamento contou com 20 vasos, totalizando 80 vasos. Em todos os vasos, adicionamos uma camada de pedregulho (para drenagem de água e manter o substrato). No tratamento de controle, foram adicionados 50 gramas de vermiculita, enquanto os outros tratamentos (sementes defecadas, sementes com polpa, e sem

polpa) tiveram uma camada de pedregulhos, 15 gramas de vermiculita e 120 gramas de fezes frescas. A vermiculita foi escolhida como substrato controle devido às suas vantagens, como a uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, capacidade de retenção de água e por ser estéril (FIGLIOLIA, 1993), possibilitando observar a germinação e recrutamento das sementes sem influências externas.

As sementes foram dispostas triangularmente, sendo três sementes em cada vaso, ficando a um centímetro de profundidade da superfície, levemente cobertas por fezes frescas de anta (ou vermiculita, no tratamento controle). O lado externo dos vasos de plantio foram numerados de 1 a 3 com caneta permanente, facilitando a distinção de cada plântula. Ao todo, foram utilizadas 240 sementes, das quais 120 foram retiradas dos frutos e despulpadas para compor o tratamento sem polpa e controle, 60 sementes foram coletadas diretamente das fezes e 60 sementes foram mantidas com polpa (Figura 5B). A germinação foi considerada completa quando houvesse a emergência da planta no solo. O Recrutamento, no entanto, foi definido como um critério morfológico resultado da germinação, dado a partir do surgimento da primeira folha após os cotilédones, estabelecendo a fase juvenil (KERBAUY, 2019).

Figura 5. Representação do experimento em casa de vegetação. (A) Quatro diferentes tratamentos distribuídos em 80 vasos (20 vasos por tratamento); (B) sementes de *P. myrtoides*.



Fonte: Elaborado pela autora.

As sementes e plântulas foram observadas e medidas semanalmente (1x a cada 7 dias). Com a utilização de um paquímetro, foram medidas as alturas de cada plântula germinada, considerando desde o solo até a parte aérea mais alta da plântula, em milímetros (Figura 6A). Além disso, os vasos receberam duas irrigações automáticas ao dia, sendo uma pela manhã e outra à tarde e, semanalmente, plântulas não desejadas que eventualmente se estabeleceram nos vasos eram retiradas manualmente (Figura 6B). O experimento foi conduzido desde 31 de julho até 29 de janeiro de 2024 (duração de 6 meses).

Figura 6. Representação das plântulas de *P. myrtoides* germinando em casa de vegetação. (A) Esquema da medição de altura semanal das plântulas (em milímetros); (B) Observação e manutenção semanal dos vasos.



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.4. Análise de dados

Neste trabalho, comparamos estatisticamente a taxa de sucesso e velocidade de germinação das sementes e o crescimento das plântulas ao longo do tempo, em

diferentes tratamentos. Para mensurar o sucesso e a velocidade de germinação entre os tratamentos, o experimento considerou o critério agrônomo de germinação, caracterizado pela emergência da plântula através da superfície do solo (KERBAUY, 2019). Cada semente foi considerada uma unidade amostral e semanalmente houve a medição da altura da plântula (em milímetros), considerando desde sua base até sua parte mais alta.

A taxa de sucesso de germinação foi calculada a partir de uma variável binária categórica, em que “sim” determina o sucesso de germinação, e “não” o oposto. Assim, calcula-se a contagem de sementes germinadas para cada tratamento, gerando um gráfico de linha ao longo do tempo do experimento. Por se tratar de uma variável resposta binária, a análise da significância da germinação entre os diferentes tratamentos foi realizada a partir de um teste qui-quadrado.

A velocidade de germinação das sementes foi calculada a partir da contagem de semanas necessárias para a emergência da plântula através da superfície do solo. Com isso, foram utilizados os testes de Análise de Variância Fatorial (ANOVA) e o Teste de Tukey. A ANOVA fatorial é utilizada para comparar a média entre grupos amostrados independentemente, considerando diferentes fatores (ou tratamentos) que podem ser compostos por dois ou mais grupos (Silva *et al.*, 2022). Para a interpretação da ANOVA utilizamos o valor  $-p$ , esse indica a probabilidade de observar diferenças nas médias dos grupos apenas por acaso, onde  $p < 0,05$  sugere que há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula (de que não há diferença significativa nos tratamentos). Com isso, aplica-se o Teste de Tukey para identificar quais grupos específicos têm médias significativamente diferentes entre si, em que se não houver sobreposição as médias dos grupos podem ser consideradas estatisticamente diferentes (Silva *et al.*, 2022; TUKEY, 1977). A partir disso, foi gerado um gráfico boxplot, apresentando a mediana, o valor máximo e mínimo, os potenciais outliers (valor discrepante do restante dos dados), o primeiro quartil e o terceiro quartil (MANN, 2007; ROSS, 2004).

Por fim, para verificar as diferenças no crescimento das plântulas em diferentes tratamentos ao longo do tempo, também foram utilizados os testes de Análise de Variância Fatorial (ANOVA) e o Teste de Tukey. Foi gerado um gráfico de linhas com a altura (em milímetros) das plântulas ao longo das 26 semanas de medição,

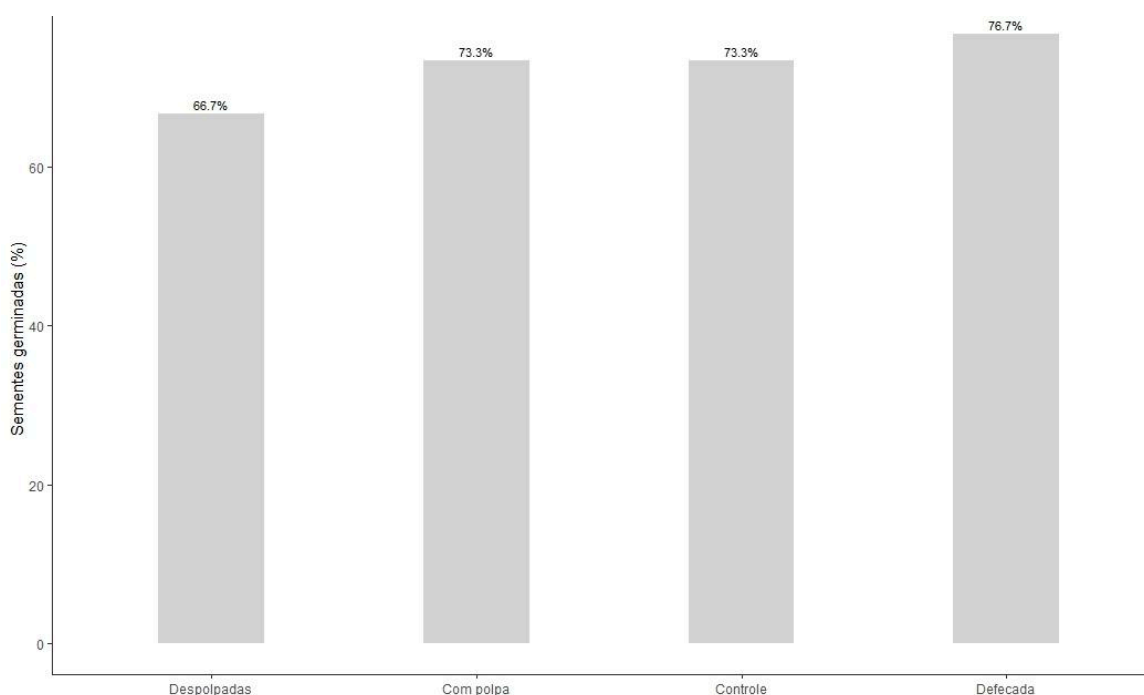
possibilitando visualizar a diferença de altura entre os quatro diferentes tratamentos. Todas as análises e testes foram realizadas no Software R (R Core Team, 2024).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Sucesso de germinação das sementes de *Psidium myrtoides*

A partir da análise qui-quadrado, nenhum dos tratamentos mostraram diferenças estatisticamente significativas. Com o valor  $p=0.662$ , não tivemos evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula. Portanto, não há evidências estatísticas para concluir que os tratamentos têm um efeito significativo na germinação das sementes (Figura 7).

Figura 7. Sucesso de germinação das sementes de *P. myrtoides* em cada tratamento.



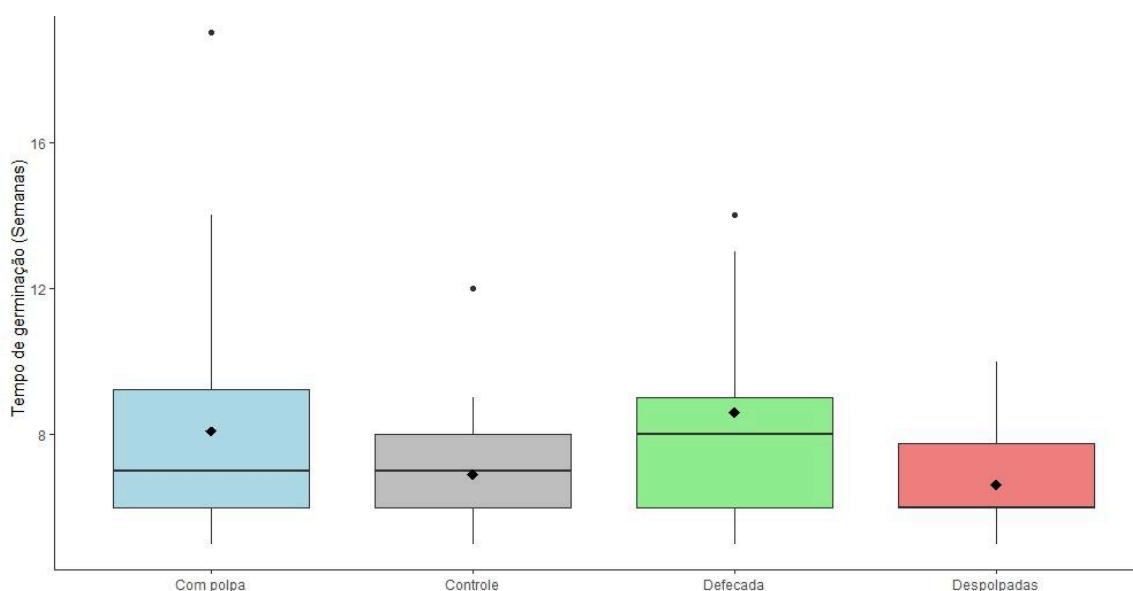
*Fonte:* Elaborado pela autora.

### 4.2 Velocidade de germinação das sementes de *Psidium myrtoides*

A velocidade de germinação das sementes de *P. myrtoides* variou significativamente entre os diferentes tratamentos (valor  $p= 0.000094$ ). As sementes despolpadas manualmente e colocadas em fezes apresentaram uma germinação mais rápida, com a primeira ocorrência registrada em 5 semanas, a média para todos os vasos foi de 6,6 semanas, com um tempo máximo de 10 semanas. Já as

sementes despulpadas e colocadas em vermiculita também germinaram pela primeira vez em 5 semanas, com uma média para todos os vasos de 6,9 semanas, e um tempo máximo de 12 semanas. As sementes com polpa dispostas em fezes tiveram a primeira germinação após 5 semanas, com um tempo máximo de 14 semanas, e uma média de 7,8 semanas para todos os vasos. Por fim, as sementes defecadas pela anta também germinaram pela primeira vez em 5 semanas, com um tempo máximo de 14 semanas e média para todos os vasos foi de 8,6 semanas (Figura 8). Torna-se pertinente pontuar que as médias calculadas desconsideram as sementes não germinadas, ou seja, 66 sementes de 174 sementes.

Figura 8. Tempo de germinação das sementes de *Psidium myrtilodes* para cada tratamento.



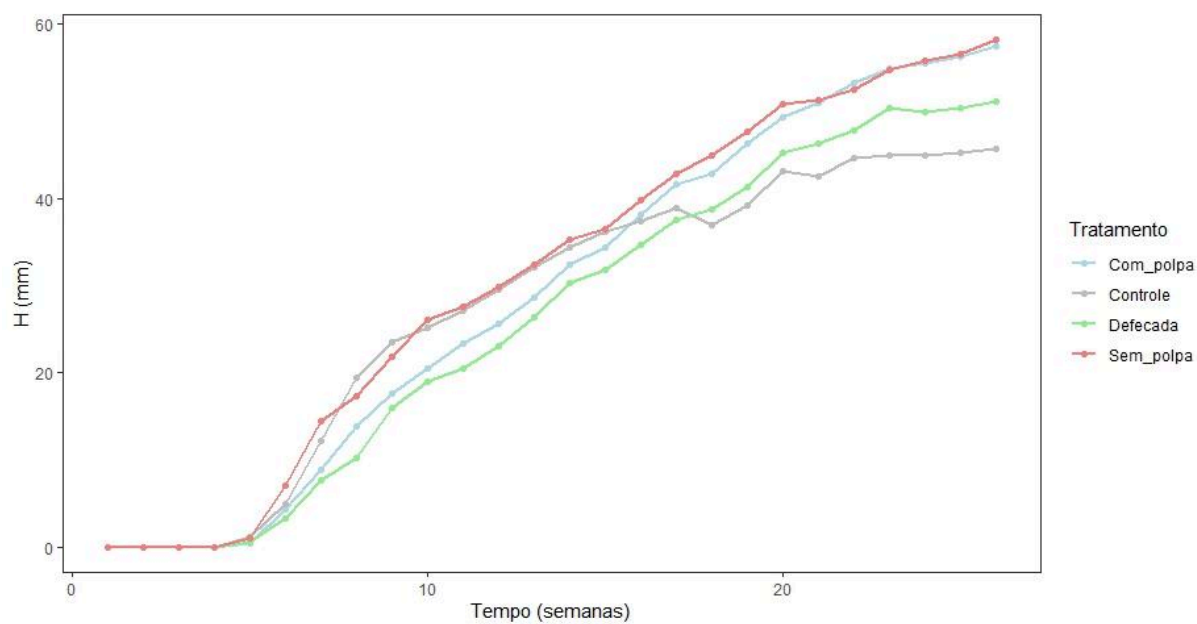
Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.3 Crescimento das plântulas

O crescimento das plântulas ao longo do tempo foi estatisticamente significativo (valor  $p= 0.000296$ ) entre os diferentes tratamentos. Os resíduos apontaram normalidade entre os dados, apesar de haver uma cauda discrepante devido ao número de sementes que não germinaram. A altura (milímetros) foi o parâmetro mais significativo. Sementes com e sem polpa atingiram maior taxa de crescimento ao longo de todo experimento (56 e 57 mm, respectivamente), enquanto sementes

defecadas e as dispostas em vermiculita atingiram menor altura (51 e 46 mm, respectivamente, Figura 9).

Figura 9. Altura (em milímetros) das plântulas de *Psidium myrtoides* em cada tratamento ao longo de 26 semanas de medição.



Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 DISCUSSÃO

Neste trabalho foi investigada a interação entre as sementes de *P. myrtoides* e o sistema digestivo das antas, encontrando evidências de que esses animais desempenham um papel crucial na dispersão de sementes. A constatação de que as sementes depositadas em fezes tiveram sucesso de germinação superior ressalta a relevância da preservação desses animais e seus habitats, contribuindo para a compreensão e conservação dos ecossistemas tropicais.

Observamos durante a triagem das fezes frescas de anta, foram encontrados fragmentos de frutos de araçá-roxo e pequenos besouros. Dentre os coleópteros encontrados foi possível identificar a família Scarabaeidae, conhecida popularmente por “besouros-rola-bosta” e considerada dispersora secundária de sementes, auxiliando na manutenção ecossistêmica e estabelecimento de comunidades vegetais (BRAGA *et al.*, 2013; NICHOLS *et al.*, 2007). Além disso, os coleópteros podem também preda sementes, logo antas e outros animais zoocóricos realizam o papel de movê-las para longe da árvore-mãe, dificultando o ataque por besouros ou removendo ovos e larvas (FRAGOSO, 1997).

Com base nos valores  $-p$ , nenhum dos tratamentos mostrou diferenças estatisticamente significativas em relação ao sucesso de germinação das sementes de *P. myrtoides*. Os dados apontaram que, independente do substrato ou da passagem pelo trato digestivo da anta, as sementes germinariam.

As sementes defecadas retiradas das fezes apresentaram coloração amarronzada e uma pequena parcela não estava intacta. Não é possível assumirmos que a não integridade possa ter ocorrido devido à passagem pelo trato digestivo, pois uma parcela de sementes retiradas diretamente de frutos frescos também apresentaram a mesma característica. Ou seja, a falta de integridade das sementes pode ter ocorrido pela ingestão ou por condições genéticas.

Como previsto, as sementes defecadas de *P. myrtoides* demonstraram uma alta taxa de germinação, embora se assemelhem aos outros tratamentos. Entretanto, apresentou o segundo menor crescimento e altura, ficando atrás apenas do controle. Apesar da possibilidade das sementes defecadas terem sido degradadas ao passarem pelo trato digestivo das antas, a experimentação não evidencia a anta

como uma possível predadora de sementes como apontam Salas e Fuller (1996) e Janzen (1981), pois mesmo com o crescimento e germinação mais lento,  $\approx 76,66\%$  das sementes defecadas do experimento germinaram e recrutaram, ou seja, emergiram no solo e desenvolveram folhas além do cotilédone.

Esperava-se que as sementes com polpa poderiam se tornar inviáveis devido à possibilidade de desenvolvimento de fungos. Isso pois algumas mudanças nas propriedades dos frutos indicam que estão maduros para serem consumidos por animais e, eventualmente, serem dispersos. Tais alterações aumentam a vulnerabilidade dos frutos e sementes à ação de fungos e bactérias, devido ao aumento de açúcares solúveis e compostos aromáticos, bem como à redução de ácidos orgânicos e substâncias adstringentes, que normalmente atuam na defesa contra microorganismos (KERBAUY, 2019). Com isso, era previsto que as sementes despulpadas tivessem germinação e recrutamento mais acelerado que aquelas que continham polpa, porém mais devagar do que as defecadas. Isso pois a possibilidade do desenvolvimento de fungos seria reduzida e não haveria o desgaste realizado através da passagem pelo trato digestivo do animal. Entretanto, apesar de sementes com polpa apresentarem uma média de germinação mais rápida, sementes com polpa e sem polpa apresentaram recrutamento similares, ou seja, atingiram maior taxa de crescimento e desenvolveram folhas ao longo de todo experimento. Por fim, conforme previsto o sucesso das plântulas foi maior nas sementes dispostas em fezes do que aquelas dispostas em vermiculita.

Estudos com outros araçás indicam proximidade no tempo e sucesso de germinação. Lima *et al.* (2015) realizou um estudo apontando que o araçá-vermelho (*Psidium cattleianum*) levou em média 25,3 a 31,8 dias para a emergência das plântulas no substrato com um percentual de germinação entre 72,8% e 90,4%. Já no estudo de Tafarel *et al.* (2021) os araçás apresentaram cerca de 80% de germinação. Ou seja, outros estudos apontam resultados semelhantes ao que foi visto em nossa experimentação, sugerindo que a vantagem seja maior na locomoção de sementes do que no auxílio químico-físico do processo de germinação e recrutamento.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o êxito da germinação e recrutamento podem não depender da passagem das sementes pelo trato digestivo da anta. Entretanto, latrinas podem ser consideradas um microambiente propício para o depósito de sementes devido à quantidade de nutrientes essenciais necessários, como o nitrogênio, fósforo e potássio, contribuindo então para a ascensão de espécies vegetais. Embora as sementes não dependam da ingestão da anta, é vantajoso para uma comunidade vegetal que as sementes sejam transportadas para longe da planta-mãe, conferindo a colonização de novas áreas, variabilidade genética, aptidão das plantas, estratégias de competição e/ou patógenos, além de afetar a dinâmica da comunidade.

## REFERÊNCIAS

- Bodmer, R. E. (1990). Fruit patch size and frugivory in the lowland tapir (*Tapirus terrestris*). *Journal of Zoology*, 222(1), 121-128.
- Bodmer, R. E. (1991). Strategies of seed dispersal and seed predation in Amazonian ungulates. *Biotropica*, 255-261.
- Braga, R. F., Korasaki, V., Andresen, E., & Louzada, J. (2013). Dung beetle community and functions along a habitat-disturbance gradient in the Amazon: a rapid assessment of ecological functions associated to biodiversity. *PLoS One*, 8(2), e57786.
- Connell, J. H. (1971). On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. *Dynamics of populations*, 298(312).
- Silva, F. R.; Souza, T. G.; Paterno, G. B.; Provede, D. B.; Vancine, M. H.. Análises Ecológicas no R. Nupeea: Recife, PE, Canal 6: São Paulo. 640 p. ISBN 978-85-7917-564-0. 2022. Acesso em: 10 de fevereiro de 2024.
- Eisenberg, J. (1997). «Introduction». In: Brooks, D. M.; Bodmer, R. E.; Matola, S. Tapirs. Gland, Suíça; Cambrígia, Reino Unido: IUCN/SSC Tapir Specialist Group. ISBN 2-8317-0422-7.
- Figliolia, M. B., Oliveira, E. D. C., Piña, F. C. M., & de Aguiar, I. B. (1993) Análise de sementes (No. 634.9562 A282). Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Brasília, DF (Brasil).
- Fragoso, J. M. (1997). Tapir-generated seed shadows: scale-dependent patchiness in the Amazon rain forest. *Journal of ecology*, 519-529.
- Fragoso, J. M., & Huffman, J. M. (2000). Seed-dispersal and seedling recruitment patterns by the last Neotropical megafaunal element in Amazonia, the tapir. *Journal of Tropical Ecology*, 16(3), 369-385.
- Galetti, M., Gonçalves, F., Villar, N., Zipparro, V. B., Paz, C., Mendes, C., ... & Bovendorp, R. S. (2021). Causes and consequences of large-scale defaunation in the Atlantic forest. *The atlantic forest: history, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest*, 297-324.
- Galetti, M., Keuroghlian, A., Hanada, L., & Morato, M. I. (2001). Frugivory and seed dispersal by the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in southeast Brazil. *Biotropica*, 33(4), 723-726.
- Galetti, M. (2002). 12 Seed dispersal of mimetic fruits: parasitism, mutualism, aposematism or exaptation?. *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution, and conservation*, 177.

Hobbs, N. T. (1996). Modification of ecosystems by ungulates. *The Journal of Wildlife Management*, 695-713.

Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons.

Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons.

Huntly, N. (1991). Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22(1), 477-503.

Janzen, D. H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 104(940), 501-528.

Janzen, D. H. (1981). Digestive seed predation by a Costa Rican Baird's tapir. *Biotropica*, 59-63.

Jordano, P., Forget, P. M., Lambert, J. E., Böhning-Gaese, K., Traveset, A., & Wright, S. J. (2011). Frugivores and seed dispersal: mechanisms and consequences for biodiversity of a key ecological interaction.

Kerbauy, G.B. Fisiologia Vegetal. Guanabara Koogan, 2019. E-book. ISBN 9788527735612. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527735612/>. Acesso em: 30 jan. 2024.

Lima, É. T. B. D. (2015). Tratamento térmico na superação da dormência de sementes de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine).

Lorenzi, H. (1992). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.

Mann, P. S. (2007). *Introductory statistics*. John Wiley & Sons.

Maron, J. L., & Crone, E. (2006). Herbivory: effects on plant abundance, distribution and population growth. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1601), 2575-2584.

Moleon, M., Sanchez-Zapata, J. A., Donazar, J. A., Revilla, E., Martin-Lopez, B., Gutierrez-Canovas, C., & Tockner, K. (2020). Rethinking megafauna. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1922), 20192643.

Nichols, E., Larsen, T., Spector, S., Davis, A. L., Escobar, F., Favila, M., ... & Network, T. S. R. (2007). Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. *Biological conservation*, 137(1), 1-19.

O'FARRILL, G., Galetti, M., & CAMPOS-ARCEIZ, A. (2013). Frugivory and seed dispersal by tapirs: an insight on their ecological role. *Integrative zoology*, 8(1), 4-17.

Parque Estadual Carlos Botelho | Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/parques-e-reservas-naturais/parque-estadual-carlos-botelho/>>. Acesso em: 13 de março de 2024.

Pizo, M. A. (2002). The seed dispersers and fruit syndromes of Myrtaceae in the Brazilian Atlantic forest. *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*, 129-143.

R Core Team (2024). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., & Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, 142(6), 1141-1153.

Ross, S. (2004). Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists 3<sup>a</sup> ed. [S.l.]: Elsevier. p. 27. 624 páginas.

Salas, L. A., & Fuller, T. K. (1996). Diet of the lowland tapir (*Tapirus terrestris* L.) in the Tabaro River valley, southern Venezuela. *Canadian Journal of Zoology*, 74(8), 1444-1451.

São Paulo (2008). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação Florestal. Plano de Manejo: Parque Estadual Carlos Botelho. São Paulo, 546 p.

Portugal, M. P. (2012). Herbívoros de médio e grande porte do Cerrado: influência na ecologia de plantas e comportamento de forrageio..

Schupp, E. W. (1993). Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio*, 107, 15-29.

Tafarel, A. Z., Silvestre, W. P., Pansera, M. R., Rodrigues, L. S., & Sartori, V. C. (2021). Seed dormancy and germination in *Psidium cattleianum* Sabine (red and yellow araçá). *Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 5(9), 20-27.

Talamoni, S. A., & Assis, M. A. (2009). Feeding habit of the Brazilian tapir, *Tapirus terrestris* (Perissodactyla: Tapiridae) in a vegetation transition zone in south-eastern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 26, 251-254.

Levey, D. J., Silva, W. R., & Galetti, M. (Eds.). (2002). *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution, and conservation*. CABI.

Tukey, J. W. (1977) Exploratory Data Analysis. Addison-Wesley.

Tuler, A.C; Costa, I.R.; Proença, C.E.B. *Psidium* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10874>>. Acesso em: 15 out. 2023.

Pijl, L. (1982). *Principles of dispersal in higher plants* (No. Ed. 3, pp. x+-215). Berlin: Springer-Verlag.

Varela, D., Flesher, K., Cartes, J. L., De Bustos, S., Chalukian, S., Ayala, G., & Richard-Hansen, C. (2019). Tapirus terrestris. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 10, 2019-1.

Willson, M. F., & Traveset, A. (2000). The ecology of seed dispersal. In *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (pp. 85-110). Wallingford UK: CABI.

Wilson, D. E., Wilson, D. E., & Mittermeier, R. A. (2011). *Handbook of the mammals of the world, volume 2: hoofed mammals* (p. 885). Barcelona, Spain: Lynx Ediciones.

White, T. C. (2012). *The inadequate environment: nitrogen and the abundance of animals*. Springer Science & Business Media.