

---

**Ecologia**

---

**Sandy dos Reis Hermann**

**Influência da cobertura vegetal e da distância de  
borda sobre a predação de sementes em  
paisagens fragmentadas da Mata Atlântica**



Rio Claro - SP  
2022

Sandy dos Reis Hermann

**Influência da cobertura vegetal e da distância de borda sobre a  
predação de sementes em paisagens fragmentadas da Mata  
Atlântica**

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 Ecóloga.

Orientador: Dr. Milton Cezar Ribeiro

Coorientador: Dr. Erison Carlos dos Santos Monteiro

Rio Claro - SP  
2022

H552i

Hermann, Sandy dos Reis

Influência da cobertura vegetal e da distância de borda sobre a predação de sementes em paisagens fragmentadas da mata atlântica / Sandy dos Reis

Hermann. -- Rio Claro, 2022

29 f. : il., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

Coorientador: Erison Carlos dos Santos Monteiro

1. Landscape Ecology. 2. Paisagens fragmentadas. 3. Biodiversidade. 4. Mata Atlântica Conservação. 5. Sementes. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

Sandy dos Reis Hermann

**Influência da cobertura vegetal e da distância de borda sobre a predação de sementes em paisagens fragmentadas da Mata Atlântica**

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 Ecóloga.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

Prof. Dr. Erison Carlos dos Santos Monteiro

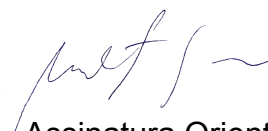
Profa. Dra. Erica Hasui

Prof. Dr. Marco Aurelio Pizo Ferreira

Aprovado em: 25 de Novembro de 2022



Assinatura Discente



Assinatura Orientador



Assinatura do coorientador

## **AGRADECIMENTOS**

Processo nº 2020/1779-5, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) Biodiversidade no Antropoceno: efeito dos agroecossistemas na conservação da biodiversidade e manutenção de funções ecossistêmicas; processo nº 442147/2020-1, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - (CNPq) Biodiversidade e Serviços Associados: PELD Corredor Cantareira Mantiqueira; processo nº 03/2021 edital PROPe Unesp/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq; um agradecimento especial pelo financiamento da Pesquisa Ecológica de Longa Duração - Corredor Cantareira Mantiqueira (PELD CCM) e apoio ao Trabalho de Conclusão de Curso da discente. Também um agradecimento especial a todos colaboradores do LEEC, que contribuem de formas muito significativas.

Sobre o LEEC, eu só tenho a agradecer; laboratório onde somos como uma família! Obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para que esse estudo fosse realizado, todos que foram à campo comigo, que me auxiliaram na escrita, dando conselhos, ideias que me fizeram melhorar cada vez mais (Urucum, Fulbert, Jorge, Aron).

Em especial, ressaltar todas as pesquisadoras mulheres do LEEC, que me inspiram a seguir na carreira científica, que mostram todos os dias que nós ocupamos todos os espaços e que lugar de mulher é na ciência também! Fran Marchiori e Ju Bento, vocês são 2 pesquisadoras incríveis e que foram essenciais na minha formação, a amizade de vocês espero levar para vida.

Agradecer ao Miltinho, por todo o apoio e a paciência em ensinar, além de me dar a oportunidade de fazer parte do laboratório, é uma honra! E também ao meu co-orientador Eri, por todo o aprendizado que tive nesses 4 anos, no Rugby e na vida acadêmica, não imaginava que iríamos trabalhar juntos, e que seria tão proveitoso!

À empresa Seleção Natural, por ter me dado a oportunidade de estagiar, conhecer e fazer parte de grandes projetos ambientais, como o Conexão Mata Atlântica, mesmo sendo a minha primeira experiência profissional, abriram as portas e eu pude

aprender muito! João, Camila, Andrezza, Rodrigo, Ewerton, Bruno e todos os consultores, foi um imenso prazer trabalhar com vocês e espero que nos encontremos novamente.

À minha família, obrigada pelo apoio, por me oferecerem meios para eu alcançar os meus sonhos. A minha irmã Amanda, que sempre foi um exemplo e me incentiva a fazer ciência. Também à M. Viliod (It) e sua família, por 3 anos e meio de muito acolhimento, carinho e ensinamentos.

À minha psicóloga Larissa, que está nessa jornada comigo, acompanhando e juntas realizamos um excelente trabalho. Pude cumprir minhas metas pessoais e me tornar uma pessoa melhor, com um maior autoconhecimento.

Ao time de Rugby da Unesp Rio Claro (RURC) por todos os anos até aqui, são como uma família para mim, me fizeram não desistir, me ensinaram valores importantes e pilares do esporte: respeito, solidariedade, disciplina, paixão e integridade! Também ao time de atletismo, por todos os momentos compartilhados.

Aos meus amigos: Dora, Loma, Ruan, Marola, Bibs, pela amizade, companheirismo e risadas. Também à todos da turma 2018, foi incrível essa experiência com vocês. E em especial à Lara Tamashiro, por ter sido como uma irmã, morando comigo, me ensinando tanto no início do curso.

Aos moradores da Rep Recanto: Séte, Baby, Costa, Campa e E-mail, obrigada por esse ano incrível que tivemos, vocês possuem um lugar muito especial na minha vida. Também ao agregado quase morador: Gustavo Del Duque, 2º ano da Física, pela sua amizade e companheirismo, pela lealdade, amor, carinho e respeito. Amo vocês!

“ A beleza do mundo vivente que eu estava tentando salvar sempre ocupou um lugar de destaque em minha mente - assim como a indignação pelas coisas insensatas e brutais que estavam sendo feitas (...) Agora consigo crer que, pelo menos, ajudei um pouco.” (Rachel Carson, 1962, 01).

## RESUMO

A predação de sementes é uma importante relação ecológica que atua na manutenção de ecossistemas por controlar a reprodução de espécies muito comuns. Contudo, em paisagens fragmentadas, como é o caso da Mata Atlântica, onde grande parte da sua vegetação original foi substituída por diferentes culturas e usos, esse processo pode sair do controle. Entretanto, a pressão de predação que ocorre nos fragmentos florestais pode ser influenciada pelo contexto onde os mesmos estão inseridos. Por isso, é de fundamental importância compreender como as mudanças na paisagem afetam a predação de sementes. Consideramos que as influências das paisagens e suas composições ao entorno sob a predação de sementes possuem relevância para obter o melhor entendimento dessa interação ecológica, o que pode ter consequências para a definição de novas estratégias que colaborem e facilitem a regeneração florestal. Analisamos 12 paisagens, contendo 22 sítios amostrais, no Corredor Cantareira Mantiqueira, utilizando as métricas de cobertura vegetal e distância de borda, relacionando com 3 espécies de sementes: *Araucaria angustifolia*, *Arachis hypogaea* e *Euterpe edulis*, onde após 1 semana foram observados e contabilizadas as sementes. Obtemos como resultado que em relação a cobertura vegetal quanto maior a sua porcentagem, maior a taxa de predação e em relação a distância de borda, observamos áreas intermediárias obtendo maior predação, envolvendo fatores como efeito da borda alterando a disponibilidade de recurso alimentar e perda de habitats, ocasionada pela fragmentação do bioma, alterando a predação nas manchas.

**Palavras-chave:** biodiversidade, fragmentação, modificações humanas, roedores.

## ABSTRACT

Seed predation is an important ecological relationship that acts in the maintenance of ecosystems by controlling the reproduction of very common species. However, in fragmented landscapes, such as the Atlantic Forest, where much of its original vegetation has been replaced by different cultures and uses, this process can get out of control. However, the predation pressure that occurs in forest fragments can be influenced by the context where they are inserted. Therefore, it is of fundamental importance to understand how changes in the landscape caused seed predation. We consider that the influences of landscapes and their compositions in the surroundings under seed predation are protected in order to obtain a better understanding of this ecological interaction, which may have consequences for the definition of new strategies that collaborate and facilitate forest architecture. We analyzed 12 landscapes, containing 22 sample sites, in the Cantareira Mantiqueira Corridor, using evidence of vegetation cover and edge distance, relating to 3 seed species: *Araucaria angustifolia*, *Arachis hypogaea* and *Euterpe edulis*, where after 1 week they were observed and counted as seeds. We obtained as a result that in relation to vegetation cover, the higher the percentage, the higher the predation rate and in relation to distance from the edge, we observed mutant areas obtaining greater predation, involving factors such as the effect of the edge altering the availability of food resources and loss of habitats, caused by the fragmentation of the biome, altering the predation in the patches.

**Keywords:** biodiversity, fragmentation, human modification, rodents.

## SUMÁRIO

|          |                                                    |           |
|----------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                             | <b>11</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVO e HIPÓTESES .....</b>                  | <b>13</b> |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                    | <b>14</b> |
| 3.1      | Área de estudo e Seleção das Paisagens .....       | 14        |
| 3.2      | Seleção dos sítios e Amostragem das Sementes ..... | 15        |
| 3.3      | Análise de dados .....                             | 17        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS.....</b>                             | <b>17</b> |
| <b>5</b> | <b>DISCUSSÕES.....</b>                             | <b>20</b> |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>                              | <b>23</b> |
| <b>7</b> | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                            | <b>24</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A predação de sementes é uma relação ecológica de alta importância para as espécies vegetais, pois controla a demografia (WILLIAMS et al., 2021), a abundância das espécies mais competitivas, muitas vezes exóticas, e influencia nas características das sementes (GANTZ e VALDIVIA, 2020). Também contribui para a manutenção de serviços ecossistêmicos, como o controle de ervas daninhas (MEISS et al., 2010; DAEDLOW et al., 2014), sendo esses serviços intermediários realizados por diversos animais, dentre eles, os pequenos mamíferos roedores (TSCHUMI et al., 2018).

Em locais com alta cobertura vegetal podemos ter uma taxa de predação menor e uma menor quantidade de sementes sendo removidas das áreas de clareiras que foram abertas, tornando maior o favorecimento da regeneração florestal. Em contrapartida, as áreas degradadas que são florestas sendo convertidas em outros tipos de matrizes como conversão para pastagens (BALDISSERA e GANADE, 2005), tendem a ter o efeito reverso, ocasionando em uma alteração num aumento na taxa de predação e uma dificuldade maior na recuperação das florestas (HULMES, 1998; LUCERO e CALLAWAY, 2018).

As paisagens sofrem modificações em suas estruturas, que são resultantes das ações antrópicas e a intensificação dos diferentes usos e ocupações do solo (METZGER et al., 2009; CASTAÑO e VILA, 2012), como a agricultura, a pastagem (MENDES et al., 2016) e as grandes infraestruturas como as rodovias (LAURANCE, 2018). Consequentemente, ocorrem processos como a fragmentação, efeitos de borda e perda da mata nativa (FAHRIG, 2003; HADDAD, et al., 2015), o que pode influenciar a dispersão e movimentação animal (BOESING, et al., 2018), presença e abundância de alguns grupos da fauna e flora, causando efeitos negativos sobre a biodiversidade (METZGER, 2000; FISCHER e LINDENMAYER, 2007; PENARIOL e MADI-RAVAZZI, 2013; BARBOSA et al., 2017).

As florestas tropicais sofrem com altos níveis de fragmentação, sendo uma das causas a crescente demanda por produtos alimentares e outros bens, o que gera a expansão da agricultura, que atualmente ocupa 40% de todo o território mundial (PALMER e CATTERALL, 2021; RIBEIRO et al., 2019). Em geral, a redução de cobertura florestal em algumas regiões Neotropicais resulta na redução da diversidade de mamíferos, sendo aqueles mais associados às florestas os mais

afetados (GALETTI et al., 2009; MAGIOLI et al., 2015). Entretanto, algumas espécies podem ser favorecidas com a redução de cobertura florestal e criação de interfaces de bordas, como são os casos de espécies mais associadas às áreas abertas e não estritamente florestais. Ainda que algumas espécies tenham preferência por áreas com uma baixa cobertura florestal, como é o caso de algumas espécies de roedores que preferem às áreas abertas (UMETSU e PARDINI, 2008). Esse processo pode causar a defaunação, extinguir espécies fundamentais na cadeia ecológica que predam os predadores de sementes, e por consequência resulta em um aumento descontrolado dessas populações, aumentando as taxas de pressão de predação sobre as sementes. (GALETTI et al., 2015; MENDES et al., 2016).

A vegetação da Mata Atlântica originalmente se estendia por uma extensa faixa latitudinal de 3300 km da costa brasileira (TABARELLI et al., 2010), em decorrência do elevado grau de perda florestal e fragmentação das paisagens, apresenta entre 16% e 28% de sua cobertura original (RIBEIRO, et al. 2009; REZENDE et al., 2018). Com as modificações que transformaram algumas das áreas em florestas secundárias e florestas jovens, futuramente, podemos ter apenas espécies que são mais generalistas de habitat e que sejam mais adaptadas às bordas (METZGER et al., 2009). Essas matas jovens conseguem também fornecer algumas vantagens, como fortalecer os serviços ecossistêmicos prestados como: a recuperação da biodiversidade, o sequestro de carbono e a conectividade entre fragmentos florestais (ARROYO-RODRÍGUEZ et al., 2017; JAKOVAC et al., 2021).

Porém, a redução da biodiversidade em decorrência da perda e fragmentação de habitat, o tipo de matriz de entorno tem se mostrado como um fator importante para a manutenção de alguns grupos taxonômicos, como é o caso dos primatas (SILVA et al., 2015), besouros coprófatos (MARTELLO et al., 2016), aves (BARROS et al., 2019 a,b; ADORNO et al., 2020) e formigas (MARTELLO et al., 2022). Entretanto, o papel da cobertura florestal (%) e do tipo de matriz de entorno sobre processos ecológicos como a predação de sementes ainda permanece pouco explorado (MENDES et al., 2015).

Neste estudo, nosso objetivo foi compreender como a estrutura das paisagens afetam as taxas de predação de sementes nativas (MARON et al., 2012). Para isso, analisamos como a cobertura florestal e a distância de borda, duas métricas de estrutura da paisagem diretamente ligadas a fragmentação florestal, influenciam a

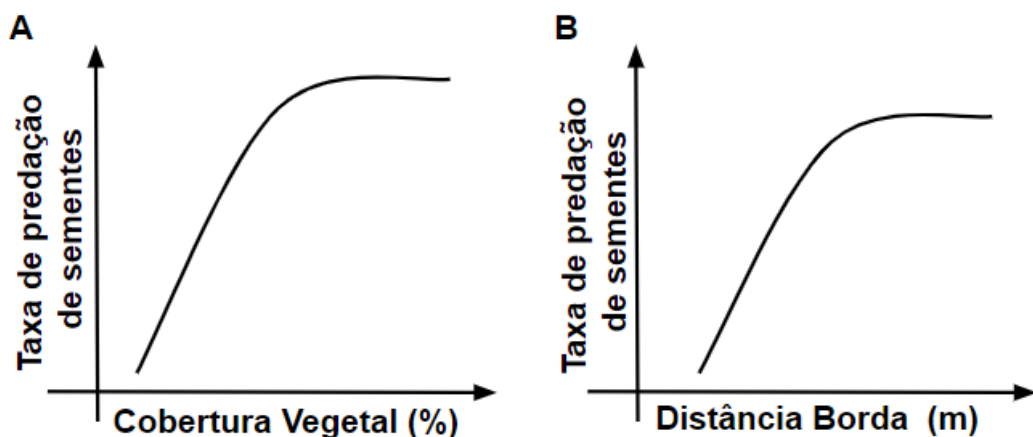
predação de semente em fragmentos da Mata Atlântica, na região do projeto de Pesquisa Ecológico de Longa Duração, Corredor Ecológico Cantareira-Mantiqueira (PELD CCM).

Dessa forma, sabendo que existem poucos ou insuficientes dados das espécies de sementes coexistentes, expostas em diversos locais e sobre o que influencia as taxas de predação pós-dispersão (MARON et al., 2012; PALMER e CATTERALL, 2021). É necessário compreender a como a fragmentação e suas consequências afetam processos ecológicos em áreas adjacentes para organizar diferentes estratégias de produção que interagem com a conservação da biodiversidade, suprimindo as necessidades atuais e futuras da economia e agricultura, com menores prejuízos aos biomas que sofrem por diferentes pressões antrópicas (BALMFORD et al., 2012; RIBEIRO et al., 2019).

## 2 OBJETIVO E HIPÓTESES

Compreender e analisar como a cobertura vegetal (%) e a distância da borda em fragmentos florestais na Mata Atlântica afetam a predação de sementes nativas. Testamos as seguintes hipóteses: 1-) A cobertura vegetal/florestal influencia na taxa de predação de sementes, quanto maior a porcentagem de cobertura florestal, menores são as taxas de predação de sementes. E 2-) A distância de borda influencia na porção de sementes predadas, quanto mais longe da borda, menor será a predação.

**Figura 1:** Expectativa gráfica dos resultados do presente estudo: (A) efeito da cobertura florestal (%) sobre a taxa de predação de sementes; (B) efeito da distância de borda (m) sobre a taxa de predação de sementes.



### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de estudo e seleção das paisagens**

A região de estudo está localizada na porção sudeste da Mata Atlântica, e faz parte do projeto de Pesquisa Ecológica de Longa Duração do Corredor Ecológico Cantareira-Mantiqueira (PELD-CCM) localizada entre os municípios de Itatiba (23° 01' S 46° 50' W) e Igaratá (23° 12' S 46° 09' W), estado de São Paulo. A vegetação predominante na região é a floresta estacional semidecidual, também apresenta alguns outros tipos de vegetação como floresta ombrófila densa, floresta ripária, vales e colinas (VELOSO et al 1991). É considerada uma área prioritária para conservação por possuir um corredor para a biodiversidade entre dois locais florestados, porém com grandes pressões antrópicas, em que parte tem sido convertida em agricultura, pastagens, áreas urbanas, compondo assim um mosaico de fragmentos de florestas secundárias (BOSCOLO et al., 2017; BARROS, et al., 2019).

A região de estudo possui 20 paisagens, as quais foram definidas pela Coordenação do PELD CCM com um raio 5km, de forma a representar o gradiente de quantidade de floresta (5% à 95%), sendo que, além das florestas, essas paisagens também apresentam áreas em regeneração e matrizes antrópicas (Figura 2). A dimensão de 5km de raio das paisagens foi definida de forma a atender estudos para organismos de maior mobilidade (mamíferos terrestres de médio e grande porte, primatas e morcegos), porém será possível a realização de análises em escalas mais finas, como é o caso do presente estudo.

**Figura 2:** Área do estudo do PELD Corredor Cantareira Mantiqueira, São Paulo, Brasil. Em cinza estão as 12 paisagens, e em rosa os 22 pontos onde o experimento de predação foi realizado.



No presente estudo, foram realizados os experimentos em 12 paisagens, sendo em sua maioria, dois sítios por paisagem e outros com 1 sítio, os mesmos estão distribuídos com uma distância mínima de 1 km entre eles dentro da paisagem. O PELD CCM está utilizando os mapas disponíveis na plataforma Map Biomas ([mapbiomas.org](http://mapbiomas.org)) para selecionar as áreas e também para calcular as métricas de paisagem.

### 3.2 Seleção dos sítios e amostragem das sementes

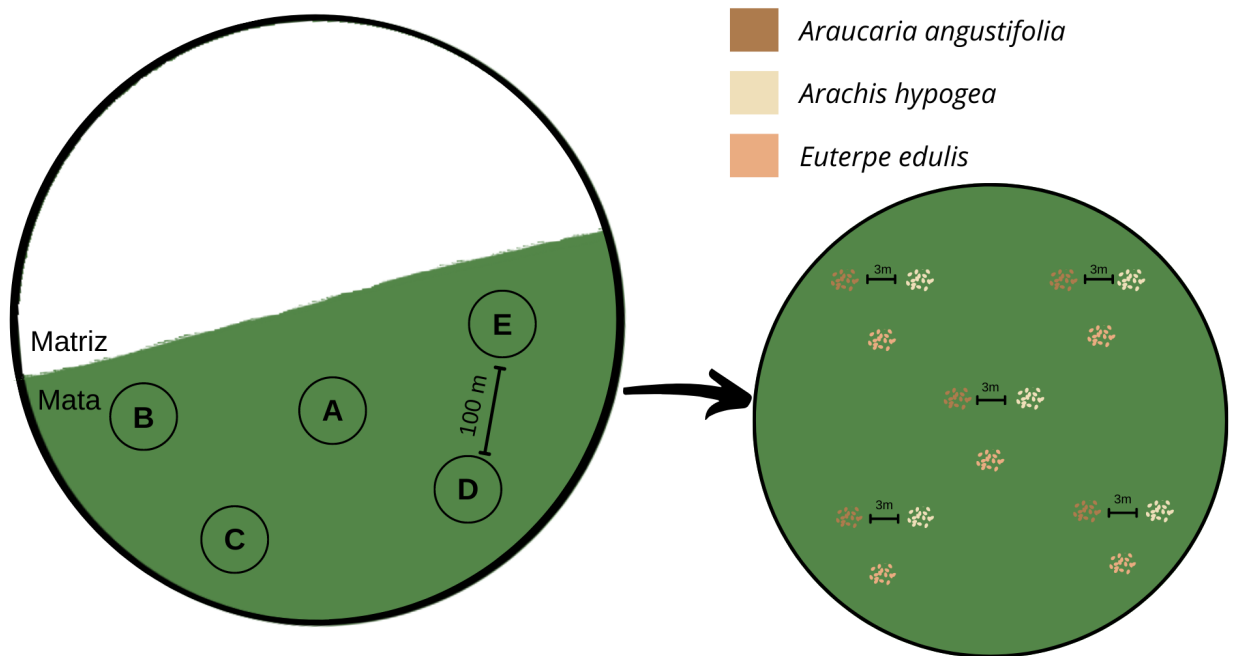
Para o presente estudo utilizamos as seguintes espécies de sementes: a) *Euterpe edulis* (palmito juçara); b) *Araucaria angustifolia* (pinhão); c) *Arachis hypogaea* (amendoim). Essas espécies foram selecionadas por serem nativas da Mata Atlântica e possuírem uma atratibilidade grande aos predadores, além de apresentarem diferentes características ecológicas que podem estar associadas ao processo de predação de sementes no bioma (SOARES et al., 2015; LEA, et al., 2021). Sementes maiores estão nas preferências dos roedores, possivelmente por obterem um maior custo-benefício alimentar (PIZO et al., 2006); porém esse fator

também depende da massa corporal do predador, e da massa da semente, podendo ter relação entre as duas variáveis (GALETTI, et al 2015).

Foram amostradas 12 paisagens, contendo 2 sítios amostrais em cada em sua maioria e outros com 1 sítio amostral, totalizando 22 sítios amostrais. Esses sítios em cada paisagem, são os mesmos usados em estudos de outros grupos biológicos do PELD CCM. Em cada um dos 22 sítios colocamos 5 sub-pontos onde foram colocados 3 montes com 10 sementes cada (com exceção da *A. hypogaea* que foram 10 vagens de suas sementes, totalizando 20 sementes), sendo esses montes distando no mínimo 3 metros entre si. Os sub-pontos foram marcados por GPS de A a E em uma distância mínima de 100m entre eles e no local utilizamos fita na altura média do peito, nas árvores próximas ao local da semente para a identificação posteriormente. As paisagens foram escolhidas de modo a contemplar grande variação de cobertura florestal (10 a 100%) e distância da borda florestal (0 a 500 m) (Figura 3).

Após 1 semana das sementes dispostas em campo, retornamos aos locais de estudo e realizamos a contabilização de cada uma das espécies. Também observamos possíveis marcações na parte superficial e se as aberturas tinham atingido o endocarpo, afetando o embrião da semente. Observamos e inferimos por meio das marcas de dentição, quais as possíveis espécies de predadores, geralmente as marcas feitas por roedores tem forma de sulcos, onde esse roedor pode raspar a parte mais carnuda da semente com seus incisivos (WILMSHURST, 2020).

**Figura 3:** Esquema de distribuição das sementes ao longo dos fragmentos florestais, o qual inclui a variação da distâncias dos montes de sementes até a borda florestal mais próxima.



### 3.3 Análise de dados

Analizamos os dados utilizando o software *R-4.2.1*, o pacote *ggplot2* para visualização dos dados na forma de gráficos. Assim testamos a primeira e a segunda hipótese, e como essas possuem influência na predação das sementes, utilizando Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM), com distribuição de Poisson para avaliar ambas as métricas da paisagem: cobertura vegetal (%) e distância de borda. Também, essas métricas foram utilizadas como variável preditora e a porcentagem de sementes predadas como variável resposta, testando assim as métricas sobre a predação de sementes.

## 4 RESULTADOS

A análise da predação foi realizada mediante a cada uma das 3 espécies de sementes estudadas, sendo o nosso  $n=1100$  sementes por sub-ponto, onde encontra-se variando de A a E em cada ponto amostral, observamos que a espécie *Euterpe edulis* (palmito-juçara), obteve a predação de 247 sementes representando 22,45%, para a *Araucaria angustifolia* (araucária) 231 sementes predadas, sendo

21%, e para a *Arachis hypogea* (amendoim) foram colocadas 2.200 sementes em forma de vagens (totalizando 1.100 vagens) e tivemos uma predação final de 1136, sendo 51,63%. Em todas elas, considerando sementes com marcações de dentição e até mesmo aquelas que sumiram do local.

Analisando os dados por meio de GLMM com distribuição de Poisson, obtivemos um  $r^2 = 0.01025$  para *Euterpe edulis* em distâncias de borda,  $r^2 = 0.01457$  para *Arachis hypogaea* também em distância de borda e  $r^2 = 0.00789$  para *Araucaria angustifolia* em cobertura vegetal, sendo esses valores significantes para a relação métrica por espécie. Para a *Araucaria*, apenas a cobertura vegetal teve uma significância alta, e já para as outras duas espécies, apenas a distância de borda teve um valor de significância alto.

Em ambas as sementes foram observadas as marcas feitas, como por exemplo a marcação de dentição bem definida (Figura 4), geralmente feita por roedores e que forma sulcos. Essa característica, foi mais observada nas sementes de *Euterpe edulis* e *Araucaria angustifolia*, do que na *Arachis hypogea*, porém essa variação vai depender da preferência da espécie pela semente, da atratibilidade e também do tamanho e peso do predador em relação à semente.

Foram encontrados resquícios de predação por invertebrados, onde há a abertura circular até a parte interna, no endocarpo, sendo menos marcado na superfície da semente. Isso indica a predação por invertebrados, ou também como foram encontrados em campo, na observação após 1 semana das sementes recolhidas, algumas espécies de formigas estavam no local do estudo e até mesmo foi possível observar algumas dentro da semente, predando.

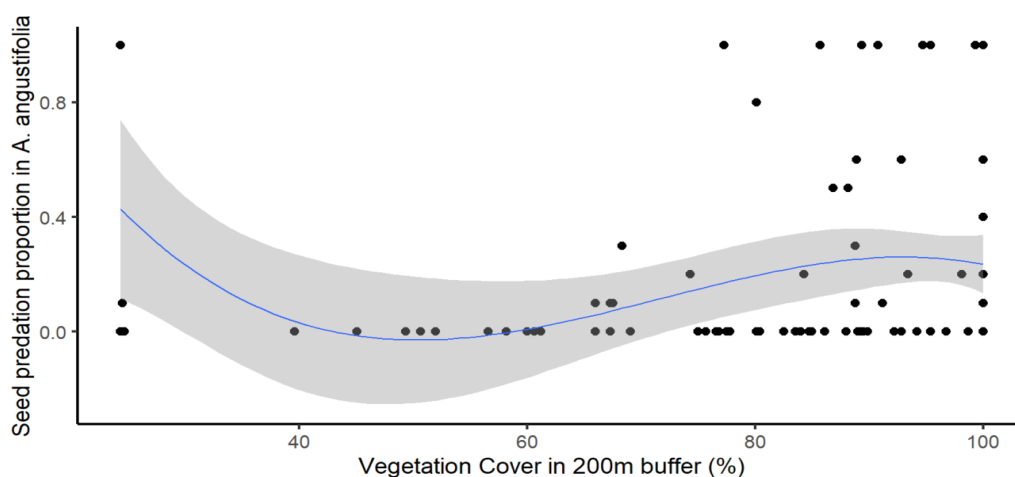
**Figura 4:** Marca de dentição nas sementes, possível roedor. A- *Araucaria angustifolia*, B- *Arachis hypogaea*, C- *Euterpe edulis*.



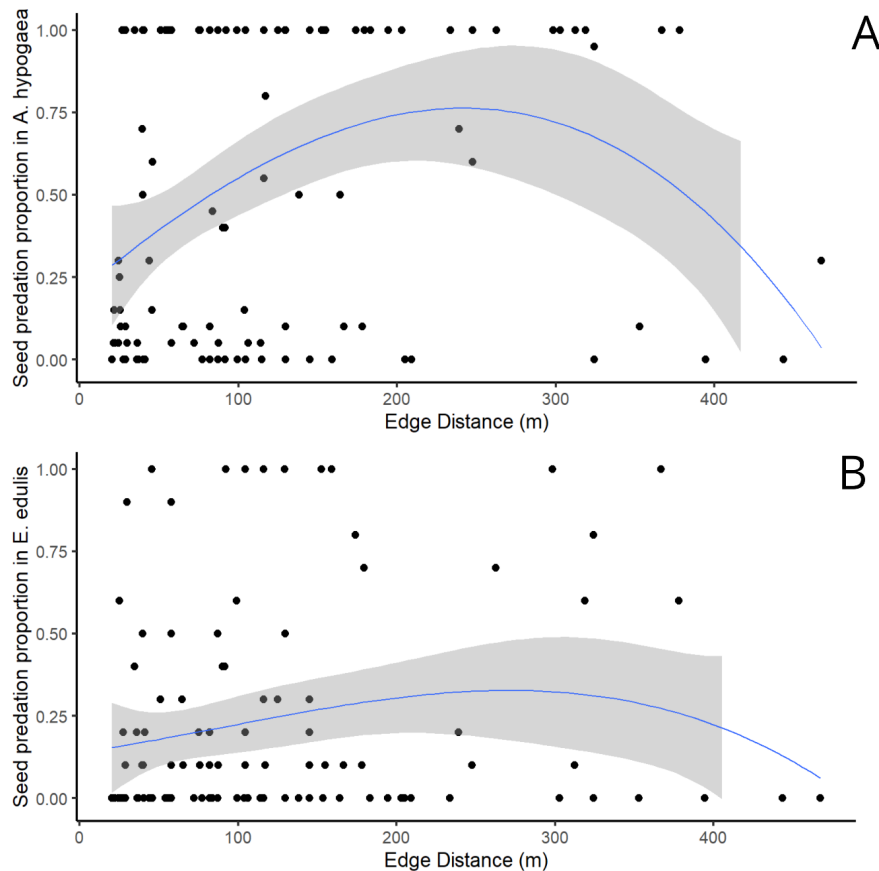
Na Figura 6, podemos observar o eixo X sendo a cobertura vegetal (%) nos buffers de 200 m, e no eixo Y a porcentagem de predação de sementes. Em porcentagens de 80 a 100, há uma maior influência da variável preditora sobre a variável resposta. E na Figura 7, quando observamos a distância de borda, entre 200 e 300 m, há uma maior predação da Juçara e Amendoim, do que em relação a distâncias menores ou em distância maiores do que 300 m.

Apesar de não apresentar um padrão claro, nos gráficos de distância de borda podemos observar um padrão de parábola, com o pico entre 200 e 300 m em relação à borda. E para a cobertura vegetal podemos observar que a área que indica maior predação está, no gráfico, entre 80 a 100% de cobertura.

**Figura 6:** Relação entre cobertura florestal (%) e a predação de sementes de *A. angustifolia*.



**Figura 7:** A- Relação distância de borda (m) e predação de *A. hypogaea*. B- Relação distância de borda (m) e predação de sementes da *E. edulis*



## 5 DISCUSSÃO

A alta porcentagem de cobertura florestal possui influência na taxa de predação de sementes, como era esperado em nossa primeira hipótese. A predação é maior nessas áreas de alta cobertura florestal, do que em comparação com locais com uma menor porcentagem de cobertura florestal em que essas sementes serão menos predadas (MENDES, et al 2016), por predadores que possuem preferência por esse habitat (UMETSU e PARDINI, 2008), podendo ser algumas espécies de roedores, ou outros grupos taxonômicos como insetos.

Os roedores são indicadores por responderem às mudanças do ambiente (CARDOSO, et al 2015), quando observamos a preferência desses roedores para determinado habitat, vemos que alguns fatores estão influenciando, como exemplo a modificação da paisagem para regiões mais heterogêneas, ou regiões com maiores graus de distúrbios e diferentes estágios de regeneração, que modificam a riqueza e abundância das espécies (NAXARA, et al 2009).

Observamos que essa variação da porcentagem da cobertura florestal, sendo maior ou menor, ocorreu com maior relevância para a *A. angustifolia*, influenciando na predação da mesma. E em relação a distância de borda, era esperado que quanto mais distante da borda, menor a predação de sementes, e quanto mais perto da borda, maior seria a predação. Através dos modelos de regressão logística, em ambas as espécies de sementes estudadas, observamos que não houve uma resposta esperada inicialmente à hipótese de predação de semente em relação à cobertura vegetal, não sendo corroborada.

Apesar de não ser um padrão claro, pode-se observar um padrão de parábola nos gráficos de *A. hypogaea* e *E. edulis*, onde nas distâncias intermediárias, a predação dessas sementes foi maior do que em áreas nos extremos, e que em relação ao fragmento florestal indicaria que tanto áreas bem próximas a borda quanto área mais a dentro do fragmento, não teria predações ocorrendo.

Para as distâncias de borda o mesmo aconteceu, era esperado que ocorresse uma maior predação em áreas mais próximas à borda, porém os resultados nos mostram que a predação não ocorre em áreas mais distantes, ou seja, mais adentro do fragmento florestal, mas também não acontece em áreas muito próximas à borda.

Foram observados também, nos raios de 200 m das paisagens, a cobertura vegetal com uma influência sobre a predação de sementes de maneira positiva, quando o foco é a espécie *A. angustifolia*, espécie essa que é encontrada desde áreas de borda (GUGLIELME, 2010) até áreas dentro dos fragmentos, essa relação foi aumentada quando as paisagens passavam de 50% de cobertura florestal.

O *A. hypogaea*, também é encontrado em áreas com elevações que estão de acordo com o presente estudo, sendo uma leguminosa (família Fabaceae) dentre a lista de cultivos mais importantes e consumidos no mundo e uma proteína vegetal que também possui altas fontes de vitaminas, além de sua ocorrência ser em toda a América do sul (KASSA, 2009; SANTOS, 2021). E o *E. edulis*, pertencente à família Arecaceae, ocupa o estrato médio da mata e é encontrado em áreas consideradas Floresta Ombrófila Densa, além de possuir importância econômica e ecológica (RIBEIRO et al., 2009; FÁVARO et al., 2021, LEAL et al., 2021).

Mediante a essas características, espera-se que a predação de sementes da *E. edulis* ocorra com maior frequência em áreas do estrato intermediário em relação à borda do fragmento, pela maior abundância das sementes (FÁVARO, et al 2021). Foram vistos padrões de parábola em ambas, na *E. edulis* e também na *A. hypogaea*, sendo a maior proporção de predação nas áreas intermediárias.

Uma menor porção de predação de sementes nas bordas pode estar ocorrendo pelo fato da diferença de movimentação dessas espécies na borda, por conta da interferência da matriz adjacente, que afeta a dinâmica da floresta, fazendo com que reduza as atividades na área (BALDISSERA, 2005). Outro fator é a mudança no comportamento desses predadores, que podem modificar seu forrageamento, preferências, em razão da alteração na disponibilidade alimentar ou também no risco de ser predado (MENDES, et al., 2016).

No caso de roedores, a seleção do habitat pode variar e acaba dependendo de alguns fatores, como a busca dessas espécies por áreas que evitem a aproximação de potenciais predadores, como são os médios e grandes mamíferos, Isso em função da sobrevivência; assim há a busca por habitats propícios e que contribuem com o estilo de vida arbóreo (CRAMER e WILLIG, 2002; MENDES et. al 2015).

Essa modificação no padrão de busca pelos habitats e nas funções ecológicas, é resultado da fragmentação e da mudança da paisagem (MUHAMMED e ELIAS, 2021). Essa mudança, como a falta de proximidade espacial, ou fragmentos cada vez menores, afeta alguns táxons de insetos, tendo uma predação maior por esses grupos em áreas de borda e que sofreram perturbações (KULI-REVESZ, et al. 2021).

A fragmentação tem sido um dos fatores para a causa da perda de habitats, esse processo tem a capacidade de alterar funções ecológicas (MUHAMMED e ELIAS, 2021; BOVENDORP, et al. 2018) dentre eles, o processo de predação das sementes, isso porque alguns tipos de matrizes existentes no entorno do fragmento (MARON et al., 2012) podem reduzir a movimentação de algumas espécies como os pequenos mamíferos, as aves e outros (BOESING et al., 2018). Dentre as espécies da fauna, algumas são responsáveis pela predação dessas sementes, no caso

roedores e invertebrados como formigas, besouros, são os mais citados na literatura (VIEIRA, 2009; WANG, 2019).

Em suma, respectivamente para os dois grupos citados acima, roedores predam em áreas com um gradiente de cobertura florestal maior e invertebrados em gradiente de cobertura florestal menores. Em áreas mais próximas a borda, menos florestadas, temos uma menor diversidade, e assim as sementes ficam expostas mais tempo, podendo ser predada por invertebrados. A perda de habitat, que está diretamente relacionada com a diminuição dessas porcentagens de cobertura florestal, afetam a biodiversidade e suas interações ecológicas (SOARES, et al. 2015).

## **6 CONCLUSÃO**

O estudo trouxe uma compreensão de como a paisagem e suas alterações podem interferir em processos, relações e interações que ocorrem dentro dos fragmentos, porém não houve um foco e não compreendia a pergunta central do estudo, saber quais foram os predadores que consumiram as sementes. Assim, faz-se necessário a compreensão de quais foram as espécies autores no processo e a observação de novos problemas acarretados por essas modificações.

Fator importante a se levar em consideração a futuros estudos, são as espécies que consomem essas sementes, buscando analisar com métodos que possam identificar quais são os grupos que estão predando. Exemplo, o uso de câmeras traps é recomendado, utilizando junto ao experimento das sementes, então além dos fatores da paisagem, levar em conta os fatores intrínsecos à espécie consumidora. Assim, analisar os fatores da ecologia e biologia junto dos processos que acometem os fragmentos da Mata Atlântica, traz um maior entendimento sobre o bioma.

## REFERÊNCIAS

- ADORNO, B. F. C. B., BARROS, F. M., RIBEIRO, M. C., SILVA, V. X., HASUI, E. Landscape heterogeneity shapes bird phylogenetic responses at forest–matrix interfaces in Atlantic Forest, Brazil. **Biotropica**, v. 53, n. 2, p. 409-421, 2021.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V., MELO, F. P., MARTÍNEZ-RAMOS, M., BONGERS, F., CHAZDON, R. L., MEAVE, J. A., NORDEN, N., SANTOS, B. A., LEAL, I. R., TABARELLI, M. Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. **Biological Reviews**, v. 92, n. 1 p. 326-340, 2017.
- BALDISSERA, R., GANADE, G. Seed predation along an edge gradient between Araucaria forest and pasture. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 161-165, 2005.
- BALMFORD, A., GREEN, R., PHALAN, B. What conservationists need to know about farming. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences**, v. 279, p. 2714-2724, 2012.
- BARBOSA, K. V. C., KNOGGE, C., DEVELEY, P. F., JENKINS, C. N., UEZU, A. Use of small Atlantic Forest fragments by birds in Southeast Brazil. Perspectives in ecology and conservation, v. 15, p. 42-46, 2017.
- BARROS, F. M., MARTELLO, F., PERES, C. A., PIZO, M. A., RIBEIRO, M. C. Matrix type and landscape attributes modulate avian taxonomic and functional spillover across habitat boundaries in the Brazilian Atlantic Forest. *Oikos*, v. 128, n. 11, p. 1600-1612, 2019.
- BARROS, F. M., PERES, C. A., PIZO, M. A., RIBEIRO, M. C. Divergent flows of avian-mediated ecosystem services across forest-matrix interfaces in human-modified landscapes. **Landscape Ecology**, v. 34, n. 4, p. 879-894, 2019.
- BOESING, A. L., NICHOLS, E., METZGER, J. P. Land use type, forest cover, and forest edges modulate avian cross-habitat spillover. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 3, p. 1252-1264, 2018.
- BOGONI J.A., PIRES, J. S. R., GRAIPEL, M. E., PERONI, N., PERES, C. A. Wish you were here: How defaunated is the Atlantic Forest biome of its medium- to large-bodied mammal fauna?. **PLOS ONE**, v. 13, n. 9, p. e0204515, 2018.

- BOSCOLO, D., TOKUMOTO, P. M., FERREIRA, P. A., RIBEIRO, J. W., SANTOS, J. S. Positive responses of flower visiting bees to landscape heterogeneity depend on functional connectivity levels. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 15, p. 18-24, 2017.
- BOVENDORP, R. S., BRUM, F. T., MCCLEERY, R. A., BAISER, B., LOYOLA, R., CIANCIARUSO, M. V., GALETTI, M. Defaunation and fragmentation erode small mammal diversity dimensions in tropical forests. **Ecography**, v. 42, n. 1, p. 23-35, 2019.
- CARDOSO, T. dos S., SIMÕES, R. O., LUQUE, J. L. F., MALDONADO JR, A., GENTILE, R. The influence of habitat fragmentation on helminth communities in rodent populations from a Brazilian Mountain Atlantic Forest. **Journal of Helminthology**, v. 90, n. 4, p. 460-468, 2016.
- CASTAÑO, A. M., VILA, M. Impact of landscape alteration and invasions on pollinators: a meta-analysis. *Journal of Ecology*, v. 100 n. 1 p. 884–893, 2012.
- CRAMER, M. J., WILLIG, M. R. Habitat heterogeneity, habitat associations, and rodents species diversity in a sand-shinnery-oak landscape. *Journal of Mammalogy*, v. 83, n. 3, p. 743-753, 2002.
- CONNELL, J. H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animal and in rain Forest trees. In: DEN BOEN, P. J; GRADWELL, P. R. (Eds). *Dynamics of populations*. Wageningen: Pudoc, 1971. p. 298-312.
- DAEDLOW, D., WESTERMAN, P. R., BARAIBAR, B., ROUPHAEL, S., GEROWIIT, B. Weed seed predation rate in cereals as a function of seed density and patch size, under high predation pressure by rodents. *Weed Research*, v. 52, n.2, p. 186-195, 2014.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, v. 34, n.1, p. 487-515, 2003.
- FÁVARO, L. B., SOUZA, A. P., MAIA, R. T., GASPAR, R. O. Estrutura de uma Floresta Ombrófila Densa Montana com dominância de *Euterpe edulis Mart.* **Ciência Florestal**, v. 31, p. 550-568, 2021.
- FISCHER, J., LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, v. 16 p. 265–280, 2007.

- GALETTI, M., GIACOMINI, H. C., BUENO, R. S., et al. Priority areas for the conservation of Atlantic forest large mammals. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1229- 1241, 2009.
- GALETTI, M., BOVENDORP, R. S., GUEVARA, R. Defaunation of large mammals leads to an increase in seed predation in the Atlantic Forest. *Global Ecology and Conservation*, v. 3, p. 824-830, 2015.
- GALETTI, M., GUEVARA, R., GALBIATI, L. A., NEVES, C. L., RODARTE, R. R., MENDES, C. P. Seed predation by rodents and implications for plant recruitment in defaunated Atlantic forest. *Biotropica*, v. 47, n. 5, p. 521-525, 2015.
- GANTZ, A. G.; VALDIVIA, C. E. Post-dispersal seed predation in the hedgerows of agroecosystems in southern Chile. *Gayana*, v. 84, n. 2, p. 112-117, 2020.
- GUGLIELME, I., GANADE, G. Predação de sementes afetando a distribuição de indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao longo de uma borda de floresta com campo. **Neot Biol Conserv**, v. 1, p. 62-71, 2006.
- HADDAD, N. M., BRUDVIG, L. A., CLOBERT J., DAVIES, K. F., GONZALEZ, A., HOLT, R. D., LOVEJOY T. T., et al. Habitats fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystem. *Science Advances*, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2015.
- HULMES, P. E. Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, v. 1, p. 32-46, 1998.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of trees species in tropical forests. *The American Naturalist*, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.
- JAKOVAC, C. C., JUNQUEIRA, A. B., CROUZILLES, R., PEÑA-CLAROS, M., MESQUITA, R. C. G., BONGERS, F. The role of land-use history in driving successional pathways and its implications for the restoration of tropical forests. *Biological Reviews*, online version ,2021. < doi.org/10.1111/brv.12694 >
- KASSA, M. T.; YEBOAH, S. O.; BEZABIH, M. Profiling peanut (*Arachis hypogea* L.) accessions and cultivar for oleic acid and yield in Botswana. **Euphytica**, v. 167, n. 3, p. 293-301, 2009.
- KULI-RÉVÉSZ, K., KORÁNYI, D., LAKATOS, T., SZABÓ, A. R., BATÁRY, P., GALLÉ, R. Smaller and isolated grassland fragments are exposed to stronger seed and insect predation in habitat edges. **Forests**, v. 12, n. 1, p. 54, 2021.

- LAURANCE W. F. Conservation and the Global Infrastructure Tsunami: Disclose, Debate, Delay! *Trends in Ecology & Evolution*, v. 33 n. 8 p. 568-571, 2018.
- LEAL, A., BENCHIMOL, M., FARIA, D., DODONOV, P., CAZETTA, E. Landscape-scale forest loss shapes demographic structure of the threatened tropical palm *Euterpe Edulis* mart. (Arecaceae). *Forest Ecology and Management*, v. 502, n. 119716, 2021.
- LUCERO, J. E., CALLAWAY, R. M. Native granivores reduce the establishment of native grasses but not invasive *Bromus tectorum*. *Biological Invasions*, v. 20, p. 3491-3497, 2018.
- MAGIOLI, M., RIBEIRO, M. C., FERRAZ, K. M. P. M. B., RODRIGUES, M. G. Thresholds in the relationship between functional diversity and patch size for mammals in the Brazilian Atlantic Forest. *Animal Conservation*, v. 18, n.6, p. 499-511, 2015.
- MARTELLO, F., ANDRIOLLI, F. S., MEDEIROS, H. R., BARÃO, T., RIBEIRO, M. C. Edge contrast modulates ant community responses to edge distance in agricultural landscapes. ***Agricultural and Forest Entomology***, 2022.
- MARTELLO, F., ANDRIOLLI, F., SOUZA, T. B., DODONOV, P., RIBEIRO, M. C. Edge and land use effects on dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in Brazilian cerrado vegetation. *Journal of Insect Conservation*, v. 20, n. 6 p. 957-970, 2016.
- MARON, J. L., PEARSON, D. E., POTTER, T., ORTEGA, Y. K. Seed size and provenance mediate the joint effects of disturbance and seed predation on community assembly. *Journal of Ecology*, v. 100, n. 6, p.1492-1500 , 2012.
- MENDES, C. P., RIBEIRO, M. C., GALETTI, M. Patch size, shape and edge distance influence predation on a palm species in the Atlantic Forest. *Ecography*, v.39, n. 5, p. 465-475, 2016.
- MEISS, H., LAGADEC, L. L., MUNIER-JOLAIN, N., WALDHARDT, R., PETIT, S. Weed seed predation increases with vegetation cover in perennial forage crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 138, n. 1-2, p. 10-16, 2010.
- METZGER J. P. Tree Functional group richness and landscape structure in a brazilian tropical fragmented landscape. *Ecological Applications*, v. 10 n. 4 p. 1147-1161, 2000.
- METZGER J. P., MARTENSEN, A. C., BERNACCI, L., TEIXEIRA, A. M. G., DIXO, M., RIBEIRO, M. C., PARDINI, R. Time-lag in biological responses to landscape

- changes in a highly dynamic Atlantic forest region. *Biological Conservation*, v.142 n. 6 p. 1166–1177, 2009.
- METZGER, J. P., BUSTAMANTE, M. M. C., FERREIRA, J., FERNANDES, G. W. PILLAR, V. D. et al. Why Brazil needs its Legal Reserves. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 91-103, 2019.
- MUHAMMED, A.; ELIAS, E. Class and landscape level habitat fragmentation analysis in the Bale mountains national park, southeastern Ethiopia. **Heliyon**, v. 7, n. 7, p. e07642, 2021.
- NAXARA, L., PINOTTI, B. T.; PARDINI, R. Seasonal microhabitat selection by terrestrial rodents in an old-growth Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 2, p. 404-415, 2009.
- PALMER, G. J., CATTERALL, C. P. Factors influencing seed predation in rainforest tree communities of subtropical Australia: Fragmentation, seed size and shifts in vertebrate assemblages. **Acta Oecologia**, v. 110, n. 103674, 2021.
- PARDINI, R. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 13, p. 2567-2586, 2004.
- PENARIOL, L. V., MADI-RAVAZZI, L. Edge-interior differences in the species richness and abundance of drosophilids in a semideciduous forest fragment. **SpringerPlus**, v. 2, n. 114, 2013.
- PEREIRA, A. D. Mammalian defaunation across the Devonian kniferidges and meridional plateaus of the Brazilian Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 30, n. 13, p. 4005-4022, 2021.
- PIZO, M. A., ALLMEN, C. V., MORELLATO, P. Seed size variation in the palm *Euterpe Edulis* and the effects of seed predators on germination and seedling survival. **Acta Oecologica**, v. 29, n.3, p. 311-315, 2006.
- REZENDE, C. L., SCARANO, F. R., ASSAD, E. D., JOLY, C. A., METZGER, J. P., STRASSBURG, B. B. N., TABARELLI, M., FONSECA, G. A., MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 16, n. 4, p. 208-214, 2018.
- RIBEIRO, J. C. T., NUNES-FREITAS, A. F., FIDALGO, E. C. C., UZEDA, M. C. Forest fragmentation and impacts of intensive agriculture: Responses from different tree functional groups. **PLOS ONE**, v. 14, n. 8, 2019.
- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J., HIROTA, M. M. 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, 2009.
- SANTOS, A. A. C. dos; OLIVEIRA, A. J. de; OLIVEIRA, T. C. de .; CRUZ, A. K. N. da .; ALMICI, M. da S. The culture of *Arachis hypogaea* L.: A review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e24910212719, 2021.
- SILVA, E. da C. Predação de sementes do palmito juçara *Euterpe edulis* Martius em fragmentos florestais-testando o modelo Janzen-Connell. 2010.
- SILVA, L. G. da., RIBEIRO, M. C., HASUI, E., COSTA, C. A., CUNHA, R. G. T. Patch Size, Functional Isolation, Visibility and Matrix Permeability Influences Neotropical Primate Occurrence within Highly Fragmented Landscapes. **Plos One**, v. 10, n. 2, p. e0114025, 2015.
- SOARES, L. A. S. S., FARIA, D., VÉLEZ-GARCIA, F., VIEIRA, E. M., TALORA, D. C., CAZETTA, E. Implications of habitat loss on seed predation and early recruitment of a keystone palm in anthropogenic landscapes in the brazilian atlantic rainforest. **Plos One**, v. 10, n. 7, p. e0133540, 2015.
- TABARELLI, M., AGUIAR, A. V., RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., PERES, C. A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biological Conservation*, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.
- TSCHUMI, M., EKROOS, J., HJORT, C., SMITH, H. G., BIRKHOFFER, K. Rodents, not birds, dominate predation-related ecosystem services and disservices in vertebrate communities of agricultural landscapes. *Oecologia*, v. 188, p. 863-873, 2018.
- UMETSU, F., METZGER J. P., PARDINI, R. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic Forest small mammals. *Ecography*, v. 31, n. 3, p. 359-370, 2008.
- VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A.L.R., LIMA, J.C.A. Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal, Rio de Janeiro, IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, (1991).
- VIEIRA, E. M.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes da araucária (*Araucaria angustifolia*). **Floresta de Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Edited by CR Fonseca, AF Souza, AM Leal-Zanchet, T. Dutra, A. Backes, and G. Ganado. Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 85-95, 2009.

- WANG, B. Seed density affects post-dispersal seed predation: evidence from a seed removal experiment of 62 species. **Integrative Zoology**, v. 15, n. 2, p. 135-143, 2020.
- WILLIAMS, P. J., ONG R. C., BRODIE J. F., LUSKIN, M. S. Fungi and insects compensate for lost vertebrate seed predation in an experimentally defaunated tropical forest. *Nature Communications*, v. 12, n. 1650, 2021.
- WILMSHURST, J. M.; CARPENTER, J. K. Rodent detection and monitoring for conservation on islands: gnawed seeds provide a reliable indicator of rodent presence. **New Zealand Journal of Ecology** , v. 44, n. 1, p. 1- 9, 2020.