

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

LUCAS DE MELO MACHADO

Como a sucessão florestal afeta a predação de invertebrados?

VIÇOSA – MINAS GERAIS
2026

LUCAS DE MELO MACHADO

Como a sucessão florestal afeta a predação de invertebrados?

Monografia apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências da disciplina BIO 499 – Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Prof. Lucas Navarro Paolucci

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2026

LUCAS DE MELO MACHADO

Como a sucessão florestal afeta a predação de invertebrados?

Monografia apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências da disciplina BIO 499 – Trabalho de Conclusão de Curso

APROVADO EM: 25 de junho de 2026

Dr. Lucas Navarro Paolucci
(Orientador)
(UFV)

Ma. Luísa de Paula Bouzada Dias
(UFV)

Ma. Larissa de Souza Fietto
(UFV)

LUCAS DE MELO MACHADO

Como a sucessão florestal afeta a predação de invertebrados?

Monografia apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências da disciplina BIO 499 – Trabalho de Conclusão de Curso

APROVADO EM: 25 de junho de 2026

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 LUCAS DE MELO MACHADO
Data: 30/06/2026 11:52:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas de Melo Machado
(Autor)

Documento assinado digitalmente
 LUCAS NAVARRO PAOLUCCI
Data: 01/07/2026 08:41:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Navarro Paolucci
(Orientador)

Dedico este trabalho aos meus pais, Marcelo e Shayane, e aos meus irmãos, Davi e João Vitor.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por todo o suporte e apoio ao longo da minha jornada acadêmica.

Ao Lucas, pelos conselhos, pela orientação no desenvolvimento deste trabalho e pelo acompanhamento durante o estágio.

A Nina, Lorena, Rodrigo e João, pelo auxílio nas atividades de campo e na preparação dos experimentos.

À Jade, pela ajuda com as análises estatísticas, e a todos os membros do Laboratório de Ecologia de Comunidades e Ecossistemas Tropicais (*EcoTrop*), pelo apoio e pelas contribuições ao longo deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao curso de Ciências Biológicas – Bacharelado, pela oportunidade de formação acadêmica e profissional.

RESUMO

As florestas secundárias tropicais contribuem para a manutenção de funções ecossistêmicas das florestas primárias, mas a magnitude de processos como a predação pode variar ao longo da sucessão. A hipótese dos inimigos naturais prevê maior predação em ambientes estruturalmente complexos, porém diferentes grupos de predadores podem responder de forma distinta ao processo sucessional e apresentar uso diferenciado dos estratos florestais. Assim, investigamos se a predação aumenta ao longo de um gradiente sucessional na Mata Atlântica, com artrópodes sendo mais afetados em estágios iniciais do que vertebrados, e se ambos os grupos atacam preferencialmente diferentes estratos. Para testar essas previsões, o estudo utilizou iscas sentinelas vivas (larvas de *Tenebrio molitor*) em cinco áreas com diferentes idades sucessionais, avaliando os estratos do solo e sub-bosque sob tratamentos com e sem exclusão de vertebrados. O avanço sucessional não resultou em aumento da pressão de predação e não influenciou a resposta dos diferentes grupos ou estratos. Em contrapartida, a proporção de ataques foi significativamente maior no solo, e a presença de vertebrados aumentou a predação nos dois estratos. Nossos resultados sugerem que a hipótese dos inimigos naturais não explica plenamente os padrões no gradiente estudado. Além disso, indicam que os diferentes grupos de predadores mantêm a função ecológica de predação relativamente constante ao longo do gradiente, mantendo o controle topo-base independentemente do estágio de sucessão florestal. Esses resultados reforçam a importância das florestas secundárias para a manutenção de funções ecológicas, com potenciais implicações para projetos de restauração florestal e para o controle biológico de pragas em paisagens agrícolas.

Palavras-chave: Florestas secundárias; Controle topo-base; Vertebrados; Artrópodes; Interações tróficas

ABSTRACT

Tropical secondary forests contribute to the maintenance of ecosystem functions provided by primary forests, but the magnitude of ecological processes such as predation may vary throughout succession. The natural enemies hypothesis predicts higher predation rates in structurally complex environments; however, different predator groups may respond differently to successional processes and exhibit distinct use of forest strata. Therefore, we investigated whether predation increases along a successional gradient in the Atlantic Forest, with arthropods being more affected in early successional stages than vertebrates, and whether both groups preferentially attack different forest strata. To test these predictions, we used live sentinel prey (*Tenebrio molitor* larvae) in five areas representing different successional ages, evaluating both ground and understory strata under treatments with and without vertebrate exclusion. Successional advancement did not increase predation pressure and did not influence the response of predator groups or forest strata. In contrast, the proportion of attacks was significantly higher at ground level, and the presence of vertebrates increased predation in both strata. Our results suggest that the natural enemies hypothesis does not fully explain the patterns observed along the studied successional gradient. Furthermore, they indicate that different predator groups maintain the ecological function of predation relatively constant throughout succession, sustaining top-down control regardless of forest successional stage. These findings reinforce the importance of secondary forests for maintaining ecological functions, with potential implications for forest restoration initiatives and the biological control of pests in agricultural landscapes.

Keywords: Secondary forests; Top-down control; Vertebrates; Arthropods; Trophic interactions.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Imagem de satélite representando as áreas onde o estudo foi realizado. 1 - Pasto-UFV, 2 - Mata do Coluni, 3 - Mata da Garagem, 4 - Mata da Biologia e 5 - Mata do Paraíso. Fonte: Google Earth. 13
- Figura 2:** Esquema demonstrando a distribuição das iscas por bloco. Cada um dos blocos teve 4 presas sentinela. 15
- Figura 3:** Tratamentos de exclusão de vertebrados no solo (A) e sem exclusão de vertebrados no tronco (B)..... 15
- Figura 4:** Relação entre a proporção de tenébrios predados e a idade sucessional dos fragmentos 17
- Figura 5:** Proporção de tenébrios predados ao longo do gradiente sucessional nos tratamentos com e sem exclusão de vertebrados, no sub-bosque (A) e no solo (B). 18

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 Área de estudo	12
2.2 Desenho amostral	14
2.3 Análise estatística	16
RESULTADOS	17
DISCUSSÃO	19
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais constituem um dos maiores reservatórios de biodiversidade do planeta, desempenhando um papel vital na regulação do clima e no ciclo do carbono, além de sustentarem serviços ecossistêmicos essenciais (Lewis, 2006). No entanto, a expansão das atividades humanas tem transformado esses ecossistemas por meio da conversão de florestas em pastagens e áreas agrícolas, queimadas, exploração madeireira, mineração e outras formas de distúrbio, resultando em paisagens fragmentadas e degradadas (Barlow et al., 2016). Nesse contexto, florestas secundárias, formadas pelo processo de sucessão após distúrbios antrópicos, passaram a ocupar parcela significativa dessas paisagens tropicais modificadas, atuando como refúgios de biodiversidade, mantendo parte das funções e serviços do ecossistema original, servindo como zonas de amortecimento e como corredores ecológicos (Chazdon et al., 2009; Arroyo-Rodríguez et al., 2017). A Mata Atlântica constitui um dos dois grandes domínios de florestas úmidas brasileira, e representa um dos exemplos mais emblemáticos desses impactos antrópicos em florestas tropicais, encontrando-se atualmente fragmentada em um mosaico composto por poucas áreas florestais extensas e numerosos fragmentos espalhados, em diferentes estágios de sucessão (Martins, 2012).

Entretanto, a magnitude das funções e serviços fornecidos por essas florestas secundárias oscila conforme o avanço do processo sucessional (Chazdon et al., 2009; Cortés-Calderón et al., 2021). Ao longo da sucessão, a vegetação sofre mudanças estruturais e florísticas graduais, incluindo aumento da área basal, da produção de serrapilheira, da cobertura e altura do dossel, da riqueza de espécies e da estratificação vertical da floresta (Martins, 2012; Cortés-Calderón et al., 2021). Tais transformações acabam por ditar a disponibilidade de recursos e as condições microclimáticas, o que pode afetar diretamente as comunidades biológicas e as interações entre organismos. Como resultado, processos determinísticos na estruturação de comunidades, como a competição e a predação, podem ser moldados pelas alterações ambientais que ocorrem na sucessão (Ellwood et al., 2009; Le Borgne et al., 2018).

A predação é uma interação trófica central na dinâmica das comunidades, pois predadores podem regular a abundância e a dinâmica das populações de presas, desencadeando efeitos indiretos sobre outros níveis tróficos. Esses efeitos podem se propagar pelo ecossistema e influenciar a composição da vegetação, a decomposição, a ciclagem de nutrientes e a

produtividade, de modo que a perda de predadores pode comprometer funções ecossistêmicas importantes (Schmitz; Hawlena & Trussell, 2010). De acordo com a hipótese dos inimigos naturais (Root, 1973), ambientes mais diversos e estruturalmente complexos tendem a abrigar uma maior abundância de predadores e parasitoides. Isso ocorre porque ambientes mais complexos apresentam maior variedade de micro-habitats, além de maior disponibilidade e diversidade de presas e condições mais estáveis para a manutenção das populações de predadores. Além disso, a maior complexidade estrutural pode disponibilizar recursos adicionais para esses predadores, como locais de nidificação e abrigos (Filloy et al., 2023). Embora a pressão de predação costuma responder positivamente à complexidade estrutural (Filloy et al., 2023; Nordkvist et al., 2023), essa resposta não é necessariamente igual entre grupos distintos.

Artrópodes e vertebrados, por exemplo, percebem as mudanças na vegetação de maneiras diferentes. Essa diferença é particularmente evidente entre artrópodes predadores e aves. Em áreas com dossel mais aberto, muitas aves aumentam sua capacidade de forrageamento (Queiroz et al., 2022); além disso, espécies generalistas conseguem se deslocar por longas distâncias em habitats degradados, sendo por vezes beneficiadas pela menor cobertura vegetal (Groner & Ayal, 2001; Lees & Peres, 2009). Também já foi demonstrado que populações de aves onívoras e de pequenos insetívoros generalistas podem ser favorecidas em estágios iniciais de sucessão pós-fogo, embora o efeito seja negativo para espécies especialistas de floresta fechada (Mestre; Cochrane & Barlow, 2013). Já os artrópodes predadores são muito mais sensíveis a mudanças ambientais, como diminuição da umidade, redução do conteúdo e profundidade da serapilheira, aumento da intensidade luminosa, redução de microhabitats pela diminuição da cobertura do sub-bosque e alterações das condições microclimáticas. Todos esses são fatores que podem reduzir as funções ecossistêmicas desempenhadas por esse grupo. (Queiroz et al., 2022; Perry et al., 2021; Nordkvist et al., 2023). Adicionalmente, artrópodes predadores podem se tornar mais vulneráveis à predação intraguilda por vertebrados em ambientes mais abertos e simplificados, sendo beneficiados pela ausência desse grupo em áreas iniciais de reflorestamento (Nuchpho; Disyatat & Chaisuekul, 2025).

Além de responderem diferentemente às mudanças ambientais, vertebrados e artrópodes também podem diferir no uso dos estratos florestais. A própria arquitetura vertical da floresta regula como os recursos são acessados e como os organismos serão distribuídos ao longo dos

estratos (Basham et al., 2023). De maneira análoga ao observado para interações de frugivoria, em que houve mais ataques por aves no sub-bosque e por artrópodes no estrato terrestre (Oliveira et al., 2026), é possível que eventos de predação também apresentem complementaridade vertical entre grupos de predadores. Padrão que provavelmente está mais ligado à capacidade intrínseca de exploração de cada grupo do que às alterações sofridas pelo ecossistema.

Neste trabalho, investigamos como o estágio de sucessão florestal afeta a pressão de predação sobre invertebrados. Nossas hipóteses são que: (1) a pressão de predação aumentará ao longo do gradiente sucessional; e (2) a contribuição relativa de vertebrados e artrópodes para a predação variará ao longo do gradiente e entre os estratos florestais. Especificamente, esperamos que a predação por artrópodes seja menor nos estágios iniciais e aumente com o avanço da sucessão, enquanto os ataques por vertebrados sejam proporcionalmente maiores em relação à dos artrópodes nos estágios iniciais. Também esperamos mais ataques de vertebrados no sub-bosque e de artrópodes no solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido em cinco áreas distantes pelo menos 0,5 km umas das outras no município de Viçosa, na Zona da Mata em Minas Gerais (20°45'14"S 42°52'54"W). A vegetação da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual. O clima é classificado como do tipo Cwb (subtropical moderado úmido) segundo a classificação de Köppen, possuindo médias anuais de 19 °C de temperatura e de 1340 mm de precipitação (Sobrinho et al., 2009).

As áreas foram escolhidas com base no seu tempo de sucessão após distúrbios e pela classificação do seu estágio de sucessão (Tabela 1). A primeira área do gradiente é um pasto em uso, com a presença de poucos indivíduos arbóreos que estão espaçados entre si. Outros 3 locais consistem em fragmentos de florestas secundárias situados no *campus* da Universidade Federal de Viçosa (UFV) com diferentes idades de restauração e classificados em estágios de

sucessão distintos (Schmidt, 2008; Silva, 2024; Braga et al, 2008). O fragmento florestal conhecido como Mata do Paraíso, o maior do município, é formado por trechos com diferentes históricos de degradação e em estágios variados de conservação. O experimento nesse fragmento foi realizado em um trecho da floresta considerada como mata primária alterada, apresentando apenas um leve histórico de perturbação via coleta seletiva de madeira (Kunz, 2011), sendo representada como o ponto mais extremo do gradiente de sucessão.

Tabela 1: Descrição dos cinco ambientes estudados e sua ordem no gradiente de sucessão florestal.

Nome da área	Tempo de restauração/ regeneração (anos)	Coordenadas	Estado de conservação	Área (ha)
Pasto - UFV	0	20°45'37.40"S 42°51'41.19"W	Pasto em uso, com a presença de poucas árvores isoladas	11
Mata do Coluni	25	20°45'48.66"S 42°51'52.32"W	Floresta secundária em estágio inicial/intermediário de regeneração	19,99
Mata da Garagem	58	20° 46' 11.82" S 42° 52' 02.62" W	Floresta secundária em estágio intermediário/avançado de regeneração	34,92
Mata da Biologia	98	20° 45' 20.50" S 42° 51' 40.65" W	Floresta secundária em estágio intermediário/avançado de regeneração	149,6
Mata do Paraíso	150	20° 48' 14.29" S 42° 51" 21.52" W	Trecho de mata primária com histórico de extração seletiva de madeira	195

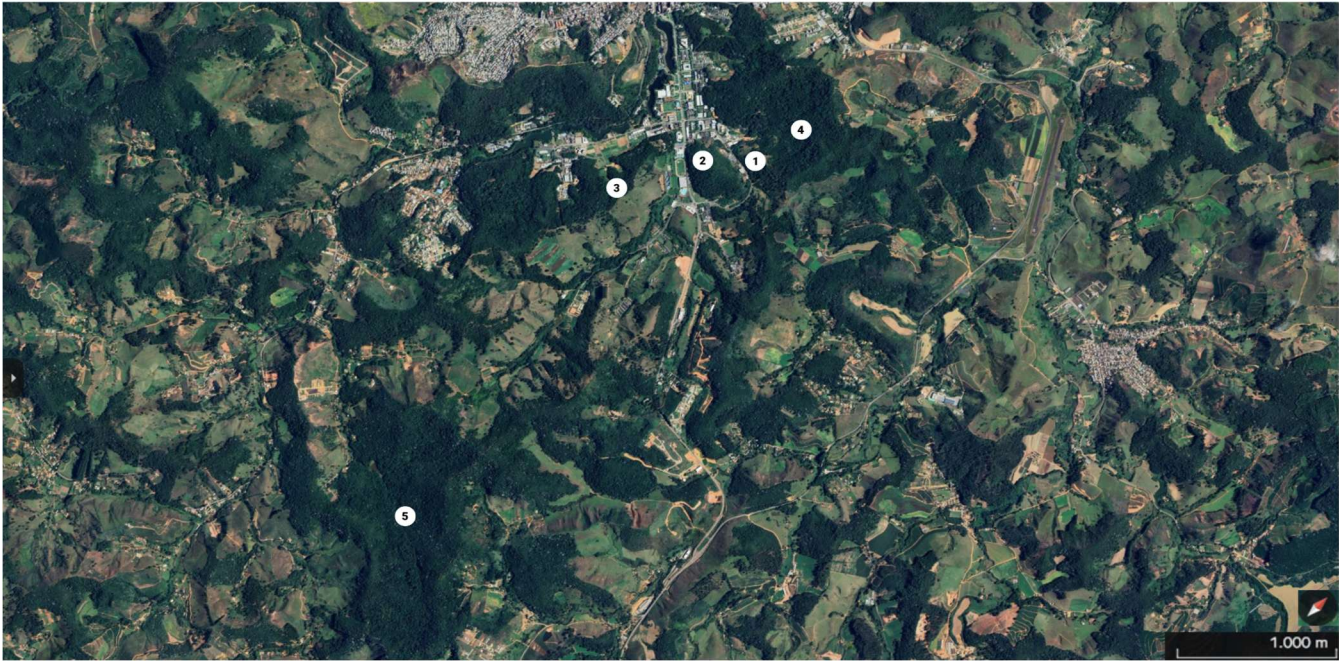


Figura 1: Imagem de satélite representando as áreas onde o estudo foi realizado. 1 - Pasto-UFV, 2 - Mata do Coluni, 3 - Mata da Garagem, 4 - Mata da Biologia e 5 - Mata do Paraíso. Fonte: Google Earth.

2.2 Desenho amostral

Para estimar a pressão de predação em cada área, utilizamos larvas de *Tenebrio molitor* como presas sentinela vivas. Uma vantagem desse método é que as iscas fornecem pistas reais, como movimento e sinais químicos, que não estão presentes em modelos artificiais e que são importantes para a detecção das presas por diversos predadores (Zvereva & Kozlov, 2023). Os tenébrios foram amarrados em fios de barbante e fixados com cola instantânea. O experimento foi composto por quatro tratamentos, combinando dois fatores: estrato de posicionamento das iscas (solo e sub-bosque) e presença ou ausência de gaiola de exclusão de vertebrados. Para o tratamento de exclusão de vertebrados, as iscas foram presas em palitos de dente, evitando a fuga dos tenébrios, e colocadas dentro de tubos plásticos do tipo Falcon perfurados, que permitiam a entrada de artrópodes predadores.

No estrato terrestre, as iscas foram fixadas no solo com cliques de papel, próximo a árvores. No sub-bosque, foram amarradas em troncos de árvores a uma altura entre 1,30 e 1,50 metros. Para cada área, foi estabelecido um transecto de 150 metros, ao longo do qual 60 iscas foram distribuídas em 15 pontos espaçados por uma distância de 10 metros entre si. Cada ponto constituía um bloco com quatro iscas, cada uma submetida a um tratamento distinto (Figura 3).

Dentro de cada bloco, as iscas colocadas nos troncos foram distribuídas em árvores separadas por uma distância de 1 a 2 metros, enquanto as iscas no solo foram posicionadas próximas a essas árvores. Em ambos os estratos, as iscas foram dispostas em pares, com e sem gaiola de exclusão. Após 24 horas, os tenébrios foram recolhidos e as taxas de predação foram estimadas.

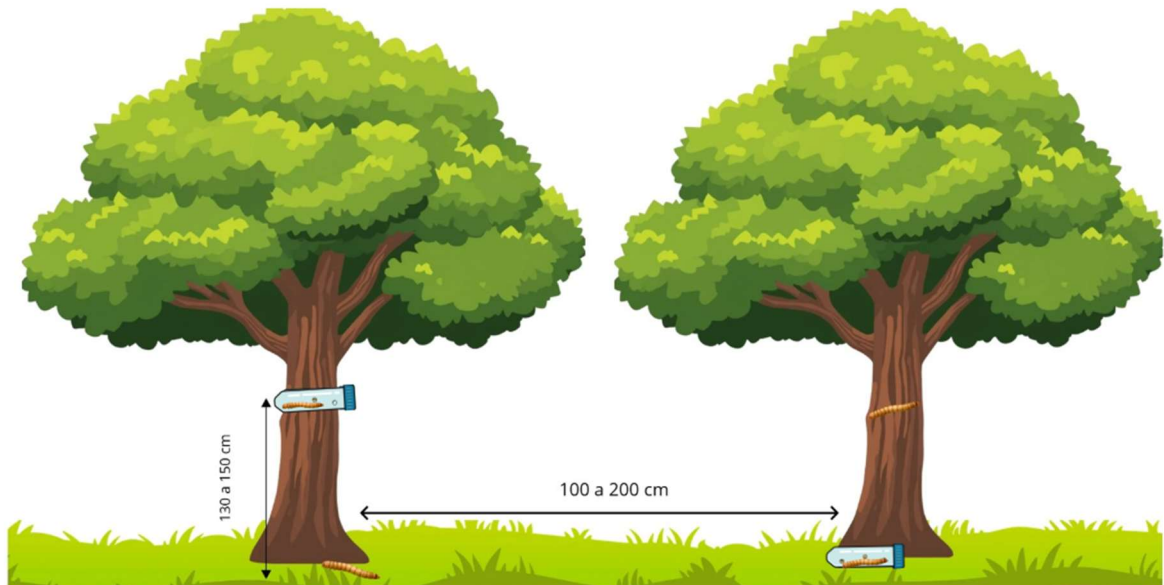


Figura 2: Esquema demonstrando a distribuição das iscas por bloco. Cada um dos blocos teve 4 presas sentinelas.



Figura 3: Tratamentos de exclusão de vertebrados no solo (A) e sem exclusão de vertebrados no tronco (B).

2.3 Análise estatística

As análises foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2025). Para avaliarmos a predação total ao longo do gradiente sucessional, calculamos a proporção de tenébrios predados em cada área, dividindo o número de ataques pelo número total de tenébrios colocados em cada área. Utilizamos um Modelo Linear Generalizado (GLM) para avaliar a influência da sucessão na proporção de ataques, com distribuição de erros binomial. A variável explicativa foi a idade sucessional de cada fragmento, e a variável resposta foi a proporção de tenébrios predados.

Para avaliar como a exclusão de vertebrados e a posição no estrato afetam a predação no decorrer da sucessão, também foi utilizado um Modelo Linear Generalizado (GLM) com distribuição binomial. A variável resposta também foi a proporção de predação, mas para a variável explicativa foram considerado os fatores: a idade sucessional da área, o tratamento de exclusão de vertebrados (com e sem gaiola), e o estrato no qual as iscas foram posicionadas (sub-bosque e solo). Para responder como esses três fatores influenciam em conjunto a taxa de predação, realizamos a análise de duas maneiras: primeiro ajustamos um modelo que considerou a atuação dos fatores de forma separada, e depois, ajustamos outro modelo levando em conta a interação entre essas variáveis. Depois, comparamos os modelos utilizando teste de razão de verossimilhança. Como a inclusão das interações não melhorou significativamente o ajuste do modelo, os resultados foram interpretados com base no modelo que considerava os fatores separadamente.

A significância dos efeitos foi avaliada por análises de deviance do tipo II utilizando a função Anova do pacote *car*. A adequação dos modelos foi verificada por inspeção visual dos resíduos simulados gerados pelo pacote *DHARMA* e por testes de dispersão utilizando o pacote *performance*. Em todas as análises foi adotado nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

3 RESULTADOS

Para o efeito da predação total ao longo da sucessão, não houve efeito significativo na proporção total de tenébrios predados em relação a idade sucessional das áreas ($\chi^2 = 0,003$; $p = 0,956$), indicando que a pressão de predação permaneceu relativamente constante pelo gradiente (Figura 4).

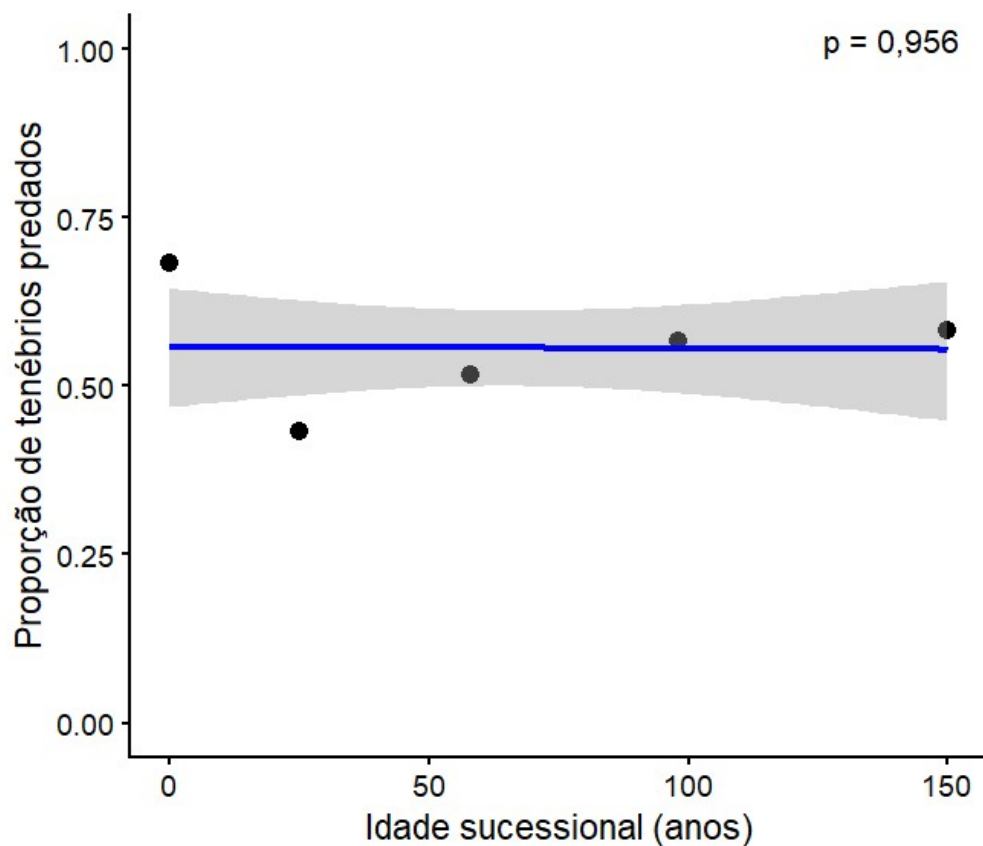


Figura 4: Relação entre a proporção de tenébrios predados e a idade sucessional dos fragmentos

Avaliando conjuntamente o efeito do tratamento de exclusão de vertebrados, do estrato e da idade sucessional vimos que a idade sucessional não influenciou significativamente a proporção de tenébrios predados ($\chi^2 = 1,706$; $p = 0,192$). No entanto, tanto o tratamento de exclusão de vertebrados, como o estrato no qual foram posicionados, apresentaram efeitos significativos na taxa de predação independente do estágio de sucessão. A proporção de ataques foi 60,9% maior nas unidades sem gaiola do que nas unidades com gaiola ($\chi^2 = 26,716$; $p <$

0,001), e a predação no solo foi 134% maior em relação ao sub-bosque ($\chi^2 = 69,142$; $p < 0,001$) (Figura 5).

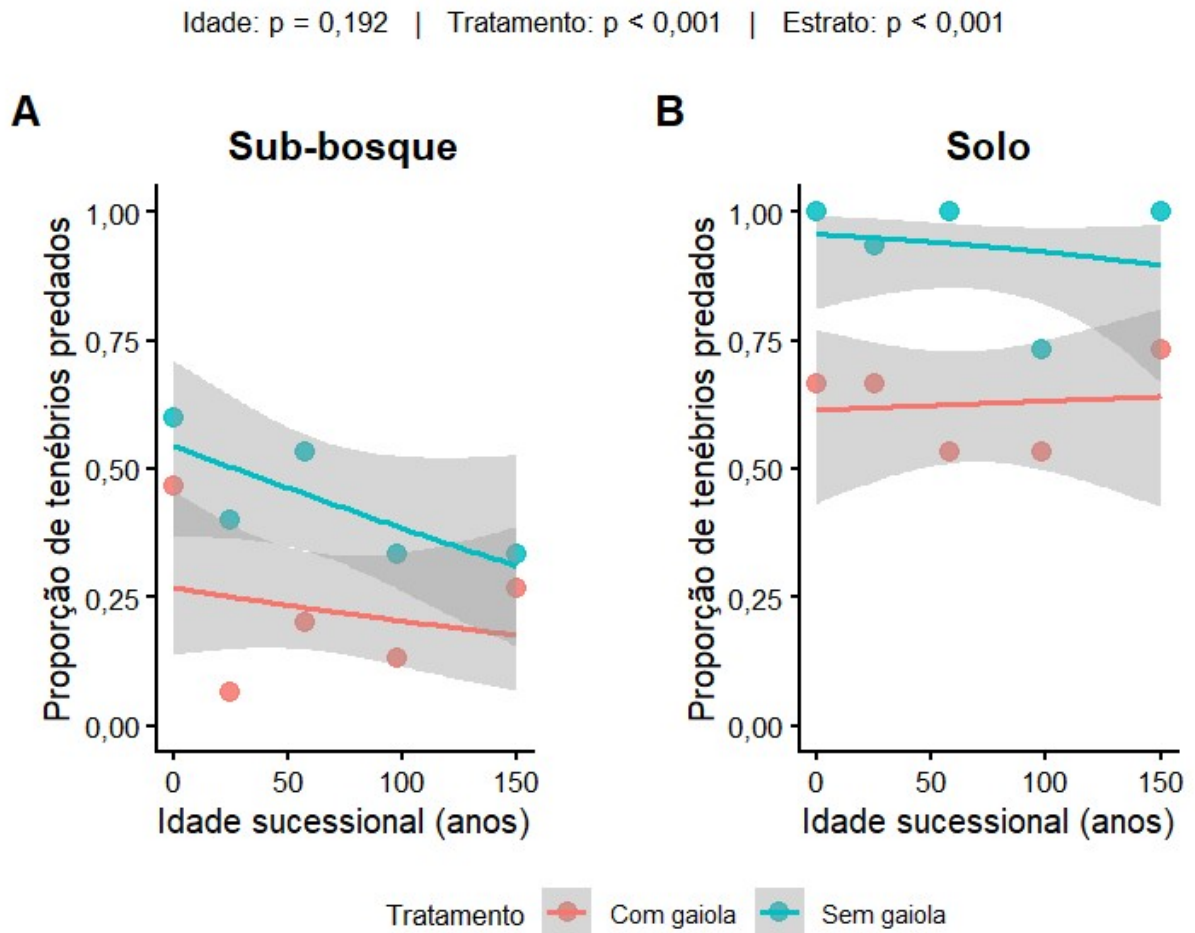


Figura 5: Proporção de tenébrions predados ao longo do gradiente sucessional nos tratamentos com e sem exclusão de vertebrados, no sub-bosque (A) e no solo (B).

O modelo que continha as interações entre as três variáveis explicativas não apresentou melhora significativa em relação ao modelo que considerava os 3 fatores de forma independente ($\chi^2 = 4,887$; $p = 0,299$). Como as interações não foram significativas, isso indica que as diferenças observadas entre tratamentos e entre os estratos permaneceram consistentes ao longo do gradiente de sucessão. Sendo assim, não houve evidências de que esses dois tratamentos variaram com o avanço da sucessão. A interação entre tratamento e estrato também não foi significativa ($\chi^2 = 3,529$; $p = 0,060$), indicando que o efeito da exclusão de vertebrados foi semelhante nos dois estratos avaliados.

4 DISCUSSÃO

Ao contrário do esperado, vimos que o avanço do processo sucessional não resultou em um aumento da pressão de predação no ambiente. Esse resultado se manteve tanto na presença quanto na ausência de predadores vertebrados. Vimos também que vertebrados contribuíram de forma significativa para o aumento no número de ataques em todos os locais amostrados e em ambos os estratos. Ainda, contrariando nossas expectativas, descobrimos que não houve maior contribuição relativa de grupos de predadores por estrato florestal em nenhum estágio de sucessão, apesar de o número de ataques ao nível do solo ter sido significativamente maior que no sub-bosque em todos os pontos.

Apesar das mudanças estruturais e das condições ambientais promovidas pela sucessão, não observamos relação entre o número de ataques nas iscas e o avanço do processo sucessional. Recentemente, foi constatado que a hipótese dos inimigos naturais é parcialmente sustentada pelo aumento da diversidade de espécies arbóreas, que aumenta a riqueza e a abundância dos predadores, mas não necessariamente se traduz em maior atividade (Stemmelen et al., 2022). Isso pode ocorrer porque, em florestas mais diversas e complexas, as presas podem ser mais difíceis de localizar pelos predadores, enquanto a competição e a predação intraguildd podem enfraquecer o controle topo-base. Mecanismos semelhantes podem ter acontecido em nosso estudo. Isto é, embora as condições e os recursos promovidos pelo avanço da sucessão sejam previstos para afetar positivamente as populações de predadores, a maior complexidade estrutural do habitat pode ter dificultado a detecção das presas e aumentado a predação intraguildd, causando a não ocorrência do aumento da pressão de predação em ambientes em estágio mais avançado. Outro fator que pode ter influenciado a predação é a relativa proximidade das quatro primeiras áreas do gradiente, todas situadas no campus da UFV. Espera-se que o isolamento de fragmentos enfraqueça o controle topo-base, e dificulte o deslocamento de grupos de predadores móveis (Chase et al., 2010; Hillaert et al., 2020); portanto, a proximidade dos locais estudados, contrariamente, pode ter ajudado a manter a pressão de predação relativamente semelhante ao longo do gradiente sucessional.

Visto que o solo e a serrapilheira abrigam uma alta densidade e riqueza de formigas predadoras (Basset et al., 2020), é possível que o maior número de ataques ao nível do solo em comparação com o sub-bosque esteja relacionado a uma intensa atividade de formigas

predadoras sobre as iscas de *Tenebrio molitor* oferecidas. A intensa atividade de formigas predadoras também pode representar uma possível explicação para a não alteração das taxas de predação por artrópodes em estágios iniciais de sucessão. Por exemplo, no pasto em uso o número de ataques foi 30,2% maior do que a média das áreas florestais, a pouca disponibilidade de recursos alimentares em ambientes muito modificados pode impulsionar a atividade predatória de formigas generalistas (Wilker et al., 2025). Isso sugere que os mecanismos que influenciam a predação em ambientes em fases muito iniciais de sucessão podem diferir daqueles que explicam o padrão em estágios com estrutura florestal definida.

A exclusão de predadores vertebrados diminuiu significativamente a predação, independentemente do estrato e do estágio de sucessão, mostrando que o grupo possui um papel importante na manutenção do controle topo-base ao longo do gradiente sucessional. Contudo, embora permitir a presença de vertebrados no sub-bosque tenha resultado em um aumento de aproximadamente 94% dos ataques, em comparação com um aumento de aproximadamente 49% no solo, não houve diferença de predação entre os estratos. Para além do papel das aves como predadoras insetívoras, outros grupos de vertebrados podem ser possíveis explicações para a contribuição do grupo na manutenção dos ataques no decorrer da sucessão. Répteis, anfíbios e pequenos mamíferos terrestres podem desempenhar papel significativo como predadores insetívoros no solo de florestas tropicais (Vitt & Caldwell, 1994; Dunham, 2008), sendo, portanto, possíveis responsáveis pelo aumento de ataques no estrato terrestre na presença de vertebrados em nosso estudo.

Em conclusão, nosso estudo mostrou que a pressão de predação não foi influenciada pelo avanço da sucessão, independentemente da ausência ou presença de vertebrados. Também observamos que a presença de vertebrados contribui significativamente para o aumento nos ataques no sub-bosque e no solo da floresta. Além disso, a maior taxa de ataques no solo indica o papel fundamental dos predadores relacionados a esse estrato. Esses resultados sugerem que predadores presentes em florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais podem exercer um forte controle topo-base sobre os invertebrados, e que artrópodes e vertebrados contribuem em conjunto para a manutenção desse processo. Dessa forma, essas florestas podem favorecer a manutenção de funções ecológicas importantes, com potenciais implicações para programas de restauração florestal, pois sugerem que a atividade de predadores pode ser mantida mesmo em estágios iniciais de recuperação, contribuindo potencialmente para limitar populações de invertebrados herbívoros que poderiam comprometer o estabelecimento da

vegetação. Além disso, esses resultados possuem implicações para estratégias de controle biológico de pragas em paisagens agrícolas, uma vez que florestas secundárias em diferentes estágios de sucessão podem manter comunidades de predadores com potencial para atuar no controle biológico em áreas agrícolas adjacentes.

REFERÊNCIAS

- ARROYO-RODRÍGUEZ, Víctor et al. Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 92, n. 1, p. 326–340, 2017. DOI: 10.1111/brv.12231.
- BARLOW, Jos et al. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, v. 535, n. 7610, p. 144–147, 2016. DOI: 10.1038/nature18326.
- BASHAM, Edmund W. et al. Vertical stratification patterns of tropical forest vertebrates: a meta-analysis. **Biological Reviews**, v. 98, n. 1, p. 99–114, 2023. DOI: 10.1111/brv.12896.
- BASSET, Yves et al. Enemy-free space and the distribution of ants, springtails and termites in the soil of one tropical rainforest. **European Journal of Soil Biology**, v. 99, art. 103193, 2020. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2020.103193.
- BRAGA, Antonio Jorge Tourinho et al. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1089–1098, 2008. DOI: 10.1590/S0100-67622008000600014.
- CHASE, Jonathan M.; BURGETT, Amber A.; BIRO, Elizabeth G. Habitat isolation moderates the strength of top-down control in experimental pond food webs. **Ecology**, v. 91, n. 3, p. 637–643, 2010. DOI: 10.1890/09-0262.1.
- CHAZDON, Robin L. et al. The potential for species conservation in tropical secondary forests. **Conservation Biology**, v. 23, n. 6, p. 1406–1417, 2009. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2009.01338.x.
- CORTÉS-CALDERÓN, S. et al. Ecosystem services supply and interactions along secondary tropical dry forests succession. **Forest Ecology and Management**, v. 482, p. 118858, 2021. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118858.
- DUNHAM, Amy E. Above and below ground impacts of terrestrial mammals and birds in a tropical forest. **Oikos**, v. 117, n. 4, p. 571–579, 2008. DOI: 10.1111/j.2007.0030-1299.16534.x.
- ELLWOOD, M. D. Farnon; MANICA, Andrea; FOSTER, William A. Stochastic and deterministic processes jointly structure tropical arthropod communities. **Ecology Letters**, v. 12, n. 4, p. 277–284, 2009. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01284.x.
- FILLOY, Julieta et al. Understorey structural complexity mediated by plantation management as a driver of predation events on potential eucalypt pests. **Forest Ecology and Management**, v. 531, art. 120799, 2023. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.120799.

- GRONER, Elli; AYAL, Yoram. The interaction between bird predation and plant cover in determining habitat occupancy of darkling beetles. **Oikos**, v. 93, n. 1, p. 22–31, 2001. DOI: 10.1034/j.1600-0706.2001.930103.x.
- HILLAERT, Jasmijn et al. Habitat loss and fragmentation increase realized predator–prey body size ratios. **Functional Ecology**, v. 34, n. 2, p. 534–544, 2020. DOI: 10.1111/1365-2435.13472.
- KUNZ, Sustanis Horn. **O banco de sementes do solo e a regeneração natural em diferentes estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual e de pastagem abandonada, Reserva Mata do Paraíso**, Viçosa, MG. 2011. 95 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.
- LE BORGNE, Hélène et al. Temporal dynamics in animal community assembly during post-logging succession in boreal forest. **PLoS ONE**, v. 13, n. 9, e0204445, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0204445.
- LEES, Alexander C.; PERES, Carlos A. Gap-crossing movements predict species occupancy in Amazonian forest fragments. **Oikos**, v. 118, n. 2, p. 280–290, 2009. DOI: 10.1111/j.1600-0706.2008.16842.x.
- LEWIS, Simon L. Tropical forests and the changing earth system. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 361, n. 1465, p. 195–210, 2006. DOI: 10.1098/rstb.2005.1711.
- MARTINS, Sebastião Venâncio (ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012. 293 p. ISBN: 978-85-7269-421-6.
- MESTRE, Luiz A. M.; COCHRANE, Mark A.; BARLOW, Jos. Long-term changes in bird communities after wildfires in the central Brazilian Amazon. **Biotropica**, v. 45, n. 4, p. 480–488, 2013. DOI: 10.1111/btp.12026.
- NORDKVIST, Michelle et al. The relationship between moose browsing, habitat structure and predation pressure on insect herbivores. **Basic and Applied Ecology**, v. 66, p. 1–10, 2023. DOI: 10.1016/j.baae.2022.11.011.
- NUCHPHO, Paleerat et al. Exploring top-down control: an exclusion experiment in early stage of dipterocarp reforestation plots. **Journal of Tropical Ecology**, v. 41, e21, p. 1–8, 2025. DOI: 10.1017/S0266467425100138.
- OLIVEIRA, Jefferson Bruno B. S. et al. Fire and edge disturbances in the Amazon rainforest: impacts on animal–fruit and seed interactions. **Oecologia**, v. 208, p. 46, 2026. DOI: 10.1007/s00442-026-05883-9.
- PERRY, Kayla I. et al. Forest disturbance and arthropods: small-scale canopy and understory disturbances alter movement of mobile arthropods. **Ecosphere**, v. 12, n. 11, e03771, 2021.

- PINTO SOBRINHO, Felipe de Araújo et al. Composição florística e estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Viçosa (MG). **Floresta**, v. 39, n. 4, p. 793–805, 2009. DOI: 10.5380/rf.v39i4.16314.
- QUEIROZ, Elenir Aparecida et al. Reduced predation by arthropods and higher herbivory in burned Amazonian forests. **Biotropica**, v. 54, n. 4, p. 1052–1060, 2022. DOI: 10.1111/btp.13129.
- ROOT, Richard B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v. 43, n. 1, p. 95–124, 1973. DOI: 10.2307/1942161.
- SCHMIDT, Fernando Augusto. **Resposta de comunidades de formigas a um gradiente de sucessão**. 2008. 34 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- SCHMITZ, Oswald J.; HAWLENA, Dror; TRUSSELL, Geoffrey C. Predator control of ecosystem nutrient dynamics. **Ecology Letters**, v. 13, n. 10, p. 1199–1209, 2010. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2010.01511.x.
- SILVA, Júlia Diniz. **Análise de fragmentos florestais em Viçosa/MG para reintrodução de *Callithrix aurita* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1812)**. 2024. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2024. DOI: 10.47328/ufvbbt.2024.826.
- STEMMELEN, Alex et al. Meta-analysis of tree diversity effects on the abundance, diversity and activity of herbivores' enemies. **Basic and Applied Ecology**, v. 58, p. 130–138, 2022. DOI: 10.1016/j.baae.2021.12.003.
- VITT, Laurie J.; CALDWELL, Janalee P. Resource utilization and guild structure of small vertebrates in the Amazon forest leaf litter. **Journal of Zoology**, v. 234, n. 3, p. 463–476, 1994. DOI: 10.1111/j.1469-7998.1994.tb04860.x.
- WILKER, Icaro et al. The preference for energetic resources is positively associated with predatory activity in ants. **Ecological Entomology**, v. 50, n. 5, p. 921–932, 2025. DOI: 10.1111/een.13456.
- ZVEREVA, Elena L.; KOZLOV, Mikhail V. Predation risk estimated on live and artificial insect prey follows different patterns. **Ecology**, v. 104, n. 3, e3943, 2023. DOI: 10.1002/ecy.3943.