

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos
Trópicos

LUCAS AUGUSTO DOS SANTOS SILVA

INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO E ALTURA DO NINHO
SOBRE OS RISCOS DE PREDACÃO DE OVOS EM SUB-BOSQUE DA FLORESTA
TROPICAL ATLÂNTICA

MACEIÓ - ALAGOAS
Maior/2023

LUCAS AUGUSTO DOS SANTOS SILVA

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO E ALTURA DO NINHO
SOBRE OS RISCOS DE PREDACÃO DE OVOS EM SUB-BOSQUE DA FLORESTA
TROPICAL ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

Orientador(a): Prof. Dr. Márcio Amorim Efe

**MACEIÓ - ALAGOAS
Maio/2023**

**Catálogo na fonte Universidade
Federal de Alagoas Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S586i Silva, Lucas Augusto dos Santos.

Influências das características da vegetação e altura do ninho sobre os riscos de predação de ovos em sub-bosque da floresta tropical atlântica / Lucas Augusto dos Santos Silva. – 2022.

50 f. : il. color.

Orientador: Márcio Amorim Efe.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos. Maceió, 2023.

Inclui bibliografias.

1. Predação de ninho. 2. Ninhos de aves. 3. Predador. I. Título.

CDU: 598.2

Folha de aprovação

Lucas Augusto dos Santos Silva

INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO E ALTURA DO NINHO SOBRE OS RISCOS DE PREDACÃO DE OVOS EM SUB-BOSQUEDA FLORESTA TROPICAL ATLÂNTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS na área da Biodiversidade.

Dissertação aprovada em 12 de maio de 2023.

Documento assinado digitalmente
 MARCIO AMORIM EFE
Data: 12/05/2023 11:19:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. (a) – Márcio Amorim Efe/UFAL
(orientador)

Documento assinado digitalmente
 ROBSON GUIMARAES DOS SANTOS
Data: 16/05/2023 09:50:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. (a) – Robson Guimaraes dos Santos

Documento assinado digitalmente
 SANDRA MARIA HARTZ
Data: 12/05/2023 13:44:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. (a) – Sandra Maria Hartz

Documento assinado digitalmente
 LEONARDO ESTEVES LOPES
Data: 12/05/2023 18:06:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. (a) – Leonardo Esteves Lopes

MACEIÓ - AL

Maio/2023

Aos meus pais que tudo fizeram ser possível

AGRADECIMENTOS

A minha família que sempre me apoiou e me deu forças nos momentos mais complicados, em especial meus pais, que não mediram esforços para me incentivar entendendo que sempre que a educação é toda essencial.

Aos meus companheiros de laboratório (LABECAN) em especial Rawelly, Gisele Jolly, por todo apoio em campo além das conversas, incentivos, desabafos e risadas. E também minha turma do mestrado 2021 DIBICT.

Ao meu orientador, Profº Márcio Efe, por todo apoio, paciência e dedicação na minha formação como cientista. O que me permitiu novas possibilidades e sou muito agradecido por tudo.

Aos avaliadores dos projetos, das apresentações e da banca de qualificação e defesa que estiveram dispostos a contribuir com meu trabalho e formação acadêmica sempre com muita competência, respeito e gentileza.

Ao PPG DIBICT e aos membros pela oportunidade e conhecimento compartilhado.

À Universidade Federal de Alagoas, uma instituição pública, gratuita e de qualidade que me possibilitou e oportunizou diversas experiências nas quais eu não teria fora da universidade. E a CAPES, Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro.

Muito abrigado!

RESUMO

O risco de predação é um processo espaço-temporal dinâmico no qual cada habitat pode representar um risco maior ou menor para a presa. Para as aves, as características do habitat em que os ninhos se encontram desempenham um papel crítico na intensidade da predação. Essas características incluem a visibilidade do ninho e a facilidade de acesso dos predadores. No entanto, pouco se sabe sobre padrões de atividade e estratégias de busca de ninhos pelos predadores. Para entender estes possíveis padrões como a hipótese da folhagem total, hipótese da altura do ninho e a hipótese do predador específico precisam ser levadas em consideração. Assim, este trabalho teve como objetivo investigar a influência da característica da vegetação, do local do ninho e do tipo de predador nos riscos de predação de ninhos de aves de sub-bosque da Mata Atlântica, usando ninhos naturais com ovos artificiais distribuídos em diferentes alturas e levando em consideração variáveis do habitat como serrapilheira, dossel e densidade de vegetação. Nossos resultados mostraram que os mamíferos foram os principais predadores dos ninhos, principalmente aqueles no solo e os situados a dois metros de altura, com baixa cobertura do dossel. Por outro lado, as aves apresentaram maior probabilidade de predação em ninhos com maior densidade de vegetação sem uma relação com a altura. Entender a assembleia de predadores e os potenciais razões por trás das variações nas taxas de predação de ninhos é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de conservação em ambientes complexos e sistemas ameaçados.

Palavras chave: hipótese da folhagem total, hipótese do predador específico, hipótese da altura do ninho, predação de ninhos

ABSTRACT

The risk of predation is a dynamic spatial-temporal process in which each habitat may represent a greater or lesser risk to prey. For birds, the characteristics of the habitat in which nests are located play a critical role in the intensity of predation. These characteristics include nest visibility and predator access ease. However, little is known about activity patterns and nest-searching strategies by predators. To understand these possible patterns, such as the total foliage hypothesis, the nest height hypothesis, and the specific predator hypothesis need to be taken into account. Thus, this study aimed to investigate the influence of vegetation characteristics, nest location, and predator type on the predation risk of understory bird nests in the Atlantic Forest, using natural nests with artificial eggs distributed at different heights and considering habitat variables such as litter, canopy, and vegetation density. Our results showed that mammals were the main nest predators, especially those on the ground and those located two meters high with low canopy coverage. On the other hand, birds presented a higher probability of predation in nests with higher vegetation density without a relationship with height. Understanding the predator assembly and potential reasons behind variations in nest predation rates is crucial to developing effective conservation strategies in complex environments and threatened systems.

Keywords: total foliage hypothesis, specific predator hypothesis, nest height hypothesis, nest predation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo a Estação Ecológica de Murici, com limite da Unidade de Conservação em amarelo e indicação dos pontos amostrais em vermelho (A1, A2, A3 e A4).

Figura 2. A - armadilha fotográfica posicionada em direção ao ninho no solo destacado no círculo vermelho, B- Ninho utilizado no experimento, apresentando altura de 1metro, posicionado em forquilha com dois ovos de plasticina.

Figura 3. Desenho amostral da distribuição de ninhos na área de estudo: A - visão horizontal das estações das transecções em relação as diferentes alturas do estrato e distância do curso d'água de referência. B – Visão superior da distribuição das transecções e localização de cada ninho.

Figura 4. Influência da porcentagem de cobertura do dossel (A), altura da serrapilheira (B) e Densidade de Vegetação (C) em diferentes grupos de predadores de ninhos e ninhos não-predados. As áreas sombreadas são faixas de confiança pontual para os valores ajustados.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de ninhos predados por área e suas respectivas porcentagens.

Tabela 2. Distribuição da predação dos ninhos por altura e grupo registrados por armadilhas fotográficas e marcas deixadas nos ovos de plasticina na área que corresponde a Estação Ecológica de Murici- Alagoas

Tabela 3. Rank dos modelos lineares generalizados binomiais usados para comparações das variáveis de altura do ninho, cobertura do dossel, densidade da vegetação, serrapilheira representando valores estimados dos parâmetros (estimativa), erro padrão (SE), valores (valor Z), rank critério de informação de Akaike corrigido ($\Delta AICc$) menor que 2. Foram encontrados para cada modelo o peso de Akaike (w_i) e e probabilidades (valor p).

LISTA DE APÊNDICES

Figura S1. Registros de dois predadores interagindo diretamente com os ninhos efetivando a predação. A – Quati (*Nasua nasua*) e B- Cassaco (*Didelphis aurita*).

Figura S2. Registro de predação por aves, marcas deixadas nos ovos de plasticina. A – Ave pequena e B – Ave média. (escala 10mm)

Figura S3. Registros de possíveis predadores. A – Teiú (*Salvator spp.*), B- Paca (*Cuniculus paca*), C- Cutia (*Dasyprocta spp.*) e Tamandua-mirim (*Tamandua tetradactyla*).

Tabela S1. Global model Call: glm(formula = pred ~ Altura + DensVeg + Dossel + Serr, family = binomial(logit), data = dados, weights = ntotal)

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Predação	12
2.2 Predação de ninhos de aves	12
2.2.1 Hipótese da “Folhagem-total”	14
2.2.2 Hipótese do “Altura do ninho”	14
2.2.3 Hipótese do “predador-específico”	14
2.3 Perspectiva dos predadores	15
2.4 Mata Atlântica	16
2.5 A predação de ninhos e o impacto na conservação das aves	17
REFERÊNCIAS.....	18
3. Influência das características da vegetação e altura do ninho sobre os riscos de predação de ovos em sub-bosque da floresta tropical Atlântica	24
INTRODUÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODOS	27
Área do estudo	27
Desenho amostral	29
Variáveis das características do habitat	31
Análise de dados	32
RESULTADOS.....	33
DISCUSSÃO	38
Referências	41
Informações de suporte.....	47

1 APRESENTAÇÃO

Esta dissertação, teve como objetivo investigar se as características do habitat e altura do ninho influenciam na predação de ninhos por diferentes grupos de predadores (mamíferos, aves e répteis) em ambiente florestal de Mata Atlântica que compõem a Estação Ecológica de Murici em Alagoas, um dos maiores fragmentos do Centro de Endemismo Pernambuco.

Sendo dividida em revisão de literatura e um capítulo em formato de artigo científico a ser submetido ao *Journal of Field Ornithology*. Na revisão de literatura é apresentado o contexto geral sobre a predação de ninhos e algumas hipóteses que foram formuladas acerca da predação, a perspectiva dos predadores, um panorama sobre a Mata Atlântica e a importância de se estudar a predação de ninhos para a conservação das aves.

A partir das predições das hipóteses de folhagem total, altura do ninho e predador específico foram avaliadas as influências das características do habitat, local no ninho e os tipos de predadores, com base nas afirmações: 1) Os mamíferos mesopredadores e répteis predam mais frequentemente ninhos no solo ou próximo a este, assim com menor densidade de vegetação, maior serrapilheira e independente da altura do dossel; 2) As aves predam mais frequentemente ninhos acima do solo, em ambientes com menor densidade de vegetação, menor cobertura do dossel e independente da serrapilheira.

Os resultados podem fornecer informações uteis para serem consideradas nas tomadas de decisões acerca do manejo para a conservação das aves, reduzindo a predação de ninhos e obtendo resultados positivos na conservação principalmente das espécies ameaçadas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Predação

A predação afeta quase todos os aspectos da vida animal, desde a procura de alimentos até o acasalamento e a seleção do habitat, impactando não apenas o comportamento animal, mas também pode ter um efeito dramático em variáveis da história de vida, como o tempo de desenvolvimento (Dugatkin 2008). Essa relação ecológica é fundamental para o funcionamento dos ecossistemas, sendo um fator importante para a regulação da dinâmica populacional das espécies (PREISSER et al., 2005).

Em respostas a relação predador-presa, os organismos tendem a estimular respostas evolutivas em ambas as partes envolvidas, a qual é comparada a uma “corrida armamentista” evolutiva que pode ser acompanhada por especializações (Ricklefs 2015). O aumento do risco de predação pode incitar respostas da presa como a escolha do habitat, duração da cópula, coloração e as mudanças nas características da história de vida, como a idade de reprodução e esforço reprodutivo (Magnhagen 1991).

2.2 Predação de ninhos de aves

Uma das principais causas de falha reprodutiva em aves é a predação de ninhos (RICKLEFS, 1989; MARTIN, 1993a; LIMA, 2009). O risco de predação é um processo espaço-temporal dinâmico onde certos habitats ou períodos podem representar um risco maior do que outros (BROWN, 1992; BROWN et al., 1999; SCHMIDT et al., 2006; RINGELMAN et al., 2017). Esse risco influencia na tomada de decisão da presa para reduzir sua vulnerabilidade (LIMA e DILL, 1990) e estratégias anti-predação incluem a escolha do uso do espaço (LIMA e DILL, 1990; CREEL et al., 2008;). Evitar diferentes predadores pode exigir estratégias específicas (Blumstein 2006). Para aves, a escolha errada do local de ninho pode comprometer fortemente a aptidão e a sobrevivência dos pais e da prole (MØLLER e MOLLER, 1988; KARELL et al., 2020) e ter consequências na dinâmica populacional (CREEL e CHRISTIANSON, 2008) principalmente em espécies

ameaçadas. No entanto, seleção de locais de ninhos de aves florestais são pouco estudados no Neotrópico (BERNARDON et al., 2014; MICHALSKI e NORRIS, 2014; COCKLE et al., 2015).

As taxas de predação de ninhos geralmente variam com o habitat (NILSSON et al., 1985; VISCO e SHERRY, 2015; CHIAVACCI et al., 2018) e com os predadores (BAYNE e HOBSON, 1997; COX et al., 2012a). Estudos mostram que aves, reptéis e mamíferos são os principais predadores de ninhos de aves (COX et al., 2012b; MENEZES e MARINI, 2017; SOMSIRI et al., 2020) os quais atuam em diferentes estratos da floresta, mas é preciso compreender melhor as contribuições relativas dos diferentes predadores para as taxas gerais de predação (COX et al., 2012a). Alguns estudos mostram que mamíferos mesopredadores são mais frequentes na predação de ninhos no solo ou próximos a eles (ALVAREZ e GALETTI, 2007; COCKLE et al., 2016). Grande parte das serpentes do interior da Mata Atlântica da Argentina e Paraguai tem hábitos terrestres e podem preda mais ninhos no solo (COCKLE et al. 2016). No entanto, ambos usam pistas olfativas para localizar a presa, as quais são mais prevalentes em ninhos com filhotes do que com ovos (COX et al., 2012a). Por outro lado, aves são mais frequentes na predação de ninhos mais altos (ALVAREZ e GALETTI, 2007; COLOMBELLI-NÉGREL e KLEINDORFER, 2009; COCKLE et al., 2016).

Diversos autores têm investigado a relação entre o local do ninho e variáveis do ambiente, como densidade e altura da vegetação, cobertura do dossel, tipos de plantas, entre outros, por ser o principal determinante das taxas específicas de predação por partes dos predadores (ROBINSON et al., 1995; AGUILAR et al., 2008; BERNARDON et al., 2014; REPENNING e FONTANA, 2016; CHIARADIA et al., 2019;). No entanto, os efeitos locais são diferenciados devido aos fatores no nível da paisagem representados pelos padrões regionais de cobertura de habitat (CHALFOUN e MARTIN, 2007; FAABORG et al., 2010). Sendo assim é importante considerar as hipóteses a seguir.

2.2.1 Hipótese da “Folhagem-total”

A "Hipótese da Folhagem Total" infere que o aumento da densidade da vegetação ao redor dos ninhos pode aumentar a sobrevivência dos ovos e ninhegos, reduzindo a detectabilidade por predadores visuais (MARTIN e ROPER 1988, MARTIN 1993, MICHALSKI e NORRIS 2014, REPENNING e FONTANA 2016). Dosséis e densidade da vegetação mais fechados reduzem a intensidade da luz no sub-bosque (MARTIN e ROPER, 1988; TWEDT e HENNE-KERR, 2001) e podem fornecer maior proteção contra os predadores visuais (REIDY, 2009; RIBEIRO-SILVA et al., 2018) assim como a serrapilheira confere ocultabilidade dos ninhos no solo. No entanto, a eficácia dessa estratégia pode variar dependendo do tipo de predador. Por exemplo, predadores que usam principalmente o olfato (mamíferos e répteis) para localizar presas podem não ser afetados pela presença de folhagem. (WEATHERHEAD e BLOUIN-DEMERS, 2004; BEISIEGEL e MANTOVANI, 2006)

2.2.2 Hipótese do “Altura do ninho”

A altura do ninho pode influenciar a sobrevivência dos filhotes e, portanto, ninhos construídos em alturas que proporcionam maior proteção podem aumentar a chance de sobrevivência da prole, levando à preferência por essas alturas ao longo do tempo. (COLOMBELLI-NÉGREL e KLEINDORFER, 2009). A hipótese postula que os ninhos mais altos estão fora do alcance de predadores terrestres, como pequenos mamíferos, enquanto que os ninhos mais baixos podem estar mais protegidos contra predadores aéreos, como aves de rapina, devido à presença de obstáculos visuais (ALVAREZ e GALETTI, 2007; THOMPSON et al., 2012; VAZQUEZ et al., 2021). No entanto, a altura adequada do ninho pode variar dependendo das condições locais, como a densidade da vegetação e a presença de predadores específicos.

2.2.3 Hipótese do “predador-específico”

A hipótese prevê que diferentes grupos de predadores podem ter diferentes habilidades de busca e detecção de ninhos, o que pode levar a diferentes padrões de

predação em uma área (REIDY e THOMPSON, 2012). Sendo assim é importante investigar a predação de ninhos para se compreender os padrões específicos de cada grupo de predadores (WEATHERHEAD e BLOUIN-DEMERS, 2004) e subsidiar o desenvolvimento de estratégias de conservação adequadas (THOMPSON, 2007; THOMPSON e RIBIC, 2019).

2.3 Perspectiva dos predadores

Por alguns anos a perspectiva do predador foi negligenciada, acerca dos riscos de predação (LIMA, 2002; CHALFOUN e MARTIN, 2007). No entanto, os avanços nos estudos e a utilização de câmeras e metodologia que permite a identificação do predador tornou possível a compreensão sobre como os predadores encontram os ninhos (ALVAREZ e GALETTI, 2007; RIBEIRO-SILVA et al., 2018). Mesmo assim, o conhecimento acerca dos hábitos de forrageamento dos ninhos pelos predadores ainda é insuficiente (Ibáñez-álamo et al. 2015).

De fato, a identificação dos predadores deve ser o ponto de partida para melhor compreensão dos padrões temporais e espaciais da predação (LAHTI, 2009; REIDY e THOMPSON, 2012). Para a região neotropical é conhecido cerca de 250 espécies de predadores de ninhos de aves, distribuídos entre os artrópodes, répteis, mamíferos e aves, sendo os dois últimos mais registrados na literatura (MENEZES e MARINI, 2017). A identificação dos predadores é também necessária para o desenvolvimento de planos de conservação e ações de manejo visando melhorar o sucesso de nidificação de espécies ameaçadas e em perigo (THOMPSON, 2007; THOMPSON e RIBIC, 2019).

Os predadores podem apresentar preferências ou habilidades diferentes para predação (Ibáñez-álamo et al. 2015), que podem variar com o habitat (Bellamy et al. 2018). Reidy e Thompson (2012) sugerem considerar hipóteses específicas para compreender a melhor a predação de ninhos, tais como as aqui sugeridas, hipóteses do “folhagem-total”, “altura-do-ninho” e “predador-específico”. Quantificar a influência dessas variáveis

é um mecanismo capaz de revelar os riscos de predação baseando-se numa variação espacial na atividade de predação por parte dos predadores.

2.4 Centro de Endemismo Pernambuco

Devido ao alto grau de endemismo associado ao risco de desaparecimento faz com que a Mata Atlântica seja incluída na lista dos 25 hotspots de biodiversidade do planeta, ou seja, uma das prioridades para a conservação em todo o mundo, além de ser decretada como um Patrimônio Nacional e uma Reserva da Biosfera pela Unesco (Myers et al. 2000).

Este bioma encontra-se ameaçado e já perdeu cerca de 93% de sua área original em decorrência do desmatamento (TABARELLI 2005). Algumas áreas como a região ao norte do rio São Francisco, que engloba os estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte denominada Centro de Endemismo Pernambuco, considerada umas das regiões mais desmatadas (SILVA e TABARELLI, 2000; VASCONCELOS et al., 2014). Em meio aos remanescentes presentes no Centro de Endemismo Pernambuco, encontra-se a Estação Ecológica de Murici, o maior fragmento do Centro de Endemismo, a qual está inserida entre as áreas prioritárias de conservação das aves ameaçadas no Brasil e globalmente (RODA et al., 2011).

O Centro de Endemismo apresenta uma rica biodiversidade de espécies endêmicas, além de abrigar 2/3 de toda a biodiversidade de aves da Mata Atlântica (RODA et al., 2011). Muitas dessas espécies encontram-se ameaçadas (RODA e CARLOS, 2003; SILVEIRA et al., 2003; RODA et al., 2011) e algumas restritas apenas a ESEC Murici (PEREIRA et al., 2014; ARAÚJO e AZEVEDO-JÚNIOR, 2016; LIMA et al., 2022a). Isto devido as pressões antrópicas que ocasionaram a fragmentação da região, reduzindo assim as populações de aves.

Atualmente uma das principais ameaças as aves da ESEC Murici é a predação de ninhos, corroborando com o verificado em várias áreas temperadas e tropicais, sendo o baixo sucesso reprodutivo coerente com fragmentos conservados de Mata Atlântica

(Vilela 2015; Vilela et al. 2015). O que aumenta a necessidade de trabalhos voltados para entender os eventos de predação na região.

2.5 A predação de ninhos e o impacto na conservação das aves

A predação é um processo natural na cadeia alimentar, no entanto, quando se torna excessiva, pode afetar negativamente a sobrevivência e reprodução das aves, especialmente as espécies ameaçadas de extinção. Esta intensidade de predação pode ser influenciada de forma direta e indiretamente pelas atividades humanas, como a degradação do habitat e a introdução de espécies exóticas (COCKLE et al., 2015; BALLARINI et al., 2021). Tornando-se assim um fator importante a ser considerado nas estratégias de conservação das aves (RICKLEFS, 1989; MARTIN, 1993b; LIMA, 2009) .

Lima e Dill (1990) destacam que as aves podem mudar suas estratégias reprodutivas, tais como a escolha do local de nidificação, o tamanho da ninhada e o período de incubação, para reduzir a predação. Outros estudos indicam que as regiões de borda conferem menor sucesso reprodutivo se comparadas com áreas do interior da floresta, devido às maiores taxas de predação (DODONOV et al., 2017; SOSA e LOPEZ DE CASENAVE, 2017).

Portanto, torna-se necessário monitorar e controlar a predação em áreas onde as populações de aves estão em declínio, a fim de garantir a sobrevivência dessas espécies. Além disso, é preciso estudar e entender melhor as interações entre as aves e seus predadores para implementar medidas de conservação mais efetivas.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, T. M. et al. Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: Do choices influence nest success? **Journal of Field Ornithology**, v. 79, n. 1, p. 24–31, 2008.
- ALVAREZ, A. D.; GALETTI, M. Predação de ninhos artificiais em uma ilha na Mata Atlântica: testando o local e o tipo de ovo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 4, p. 1011–1016, 2007.
- BALLARINI, Y. et al. High Rates of Predation of the Nests of Two Endemic Antbirds of the Brazilian Atlantic Forest by Invasive Marmosets (*Callithrix* spp.). **Annales Zoologici Fennici**, v. 58, n. 1–3, p. 31–40, 1 jun. 2021.
- BAYNE, E. M.; HOBSON, K. A. Comparing the effects of landscape fragmentation by forestry and agriculture on predation of artificial nests. **Conservation Biology**, v. 11, n. 6, p. 1418–1429, 1997.
- BEISIEGEL, B. M.; MANTOVANI, W. Habitat use, home range and foraging preferences of the coati *Nasua nasua* in a pluvial tropical Atlantic forest area. **Journal of Zoology**, v. 269, n. 1, p. 77–87, maio 2006.
- BELLAMY, P. E. et al. Nest predation and the influence of habitat structure on nest predation of Wood Warbler *Phylloscopus sibilatrix*, a ground-nesting forest passerine. **Journal of Ornithology**, v. 159, n. 2, p. 493–506, 2018.
- BERNARDON, B.; DE NÓBREGA, P. F. A.; DE PINHO, J. B. Reproductive biology and nest-site selection of the Mato Grosso Antbird *Cercomacra melanaria* in the Brazilian Pantanal. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 22, n. 3, p. 270–277, 2014.
- BLUMSTEIN, D. T. The multipredator hypothesis and the evolutionary persistence of antipredator behavior. **Ethology**, v. 112, n. 3, p. 209–217, 2006.
- BROWN, J. S. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board Patch use under predation risk : I . Models and predictions. **Annales Zoologici Fennici**, v. 29, n. 4, p. 301–309, 1992.
- BROWN, J. S.; LAUNDRE, J. W.; GURUNG, M. The ecology of fear: Optimal foraging, game theory, and trophic interactions. **Journal of Mammalogy**, v. 80, n. 2, p. 385–399, 1999.

- CHALFOUN, A. D.; MARTIN, T. E. Assessments of habitat preferences and quality depend on spatial scale and metrics of fitness. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, n. 5, p. 983–992, 2007.
- CHIARADIA, N. M. et al. Multiple factors associated with nest-site selection in a wetland-specialist, the Wren-like Rushbird (*Phleocryptes melanops*). **Emu**, v. 119, n. 4, p. 355–363, 2019.
- CHIAVACCI, S. J.; BENSON, T. J.; WARD, M. P. Linking landscape composition to predator-specific nest predation requires examining multiple landscape scales. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 4, p. 2082–2092, 1 jul. 2018.
- COCKLE, K. L. et al. Cavity characteristics, but not habitat, influence nest survival of cavity-nesting birds along a gradient of human impact in the subtropical Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 184, p. 193–200, 2015.
- COCKLE, K. L. et al. Predators of bird nests in the Atlantic forest of Argentina and Paraguay. **Wilson Journal of Ornithology**, v. 128, n. 1, p. 120–131, 2016.
- COLOMBELLI-NÉGREL, D.; KLEINDORFER, S. Nest height, nest concealment, and predator type predict nest predation in superb fairy-wrens (*Malurus cyaneus*). **Ecological Research**, v. 24, n. 4, p. 921–928, jul. 2009.
- COX, W. A.; THOMPSON, F. R.; FAABORG, J. Landscape forest cover and edge effects on songbird nest predation vary by nest predator. **Landscape Ecology**, v. 27, n. 5, p. 659–669, 2012a.
- COX, W. A.; THOMPSON, F. R.; FAABORG, J. Species and temporal factors affect predator-specific rates of nest predation for forest songbirds in the midwest. **Auk**, v. 129, n. 1, p. 147–155, 2012b.
- CREEL, S. et al. Time and space in general models of antipredator response: tests with wolves and elk. **Animal Behaviour**, v. 76, n. 4, p. 1139–1146, 2008.
- CREEL, S.; CHRISTIANSON, D. Relationships between direct predation and risk effects. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 23, n. 4, p. 194–201, 2008.
- DODONOV, P.; PANECZKO, I. T.; TELLES, M. Edge, height and visibility effects on nest predation by birds and mammals in the Brazilian cerrado. **Acta Oecologica**, v. 83, p. 56–64, 1 ago. 2017.
- DUGATKIN, L. A. Antipredation Behavior. Em: **Encyclopedia of Ecology**. [s.l.] Elsevier, 2008. p. 218–221.
- FAABORG, J. et al. Conserving migratory land birds in the New World: Do we know enough? **Ecological Applications**, v. 20, n. 2, p. 398–418, 2010.

IBÁÑEZ-ÁLAMO, J. D. et al. Nest predation research: Recent findings and future perspectives. **Journal of Ornithology**, v. 156, p. S247–S262, 2015.

KARELL, P. et al. Mammalian nest predation induces small-scale nest site switching in territorial tawny owl (*Strix aluco*) females. **Ornis Fennica**, v. 97, n. 2, p. 45–52, 2020.

LAHTI, D. C. Why we have been unable to generalize about bird nest predation. **Animal Conservation**, v. 12, n. 4, p. 279–281, 2009.

LIMA, R. D. et al. An annotated avian inventory of the Brazilian state of Alagoas, one of the world's most threatened avifauna. **Papeis Avulsos de Zoologia**, v. 62, 31 jan. 2022.

LIMA, S. L. Putting predators back into behavioral predator-prey interactions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 17, n. 2, p. 70–75, 2002.

LIMA, S. L. Predators and the breeding bird: Behavioral and reproductive flexibility under the risk of predation. **Biological Reviews**, v. 84, n. 3, p. 485–513, 2009.

LIMA, S. L.; DILL, L. M. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. **Canadian Journal of Zoology**, v. 68, n. 4, p. 619–640, 1990.

MAGNHAGEN, C. Predation risk as a cost of reproduction. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 6, p. 183–186, 1991.

MARTIN, T. E. Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. **American Naturalist**, v. 141, n. 6, p. 897–913, 1993a.

MARTIN, T. E. Nest Predation and Nest Sites. **BioScience**, v. 43, n. 8, p. 523–532, set. 1993b.

MENEZES, J. C. T.; MARINI, M. Â. Predators of bird nests in the Neotropics: a review. **Journal of Field Ornithology**, v. 88, n. 2, p. 99–114, 2017.

MICHALSKI, F.; NORRIS, D. Artificial nest predation rates vary depending on visibility in the eastern Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 3, p. 393–396, 2014.

MØLLER, A. P.; MOLLER, A. P. Nest Predation and Nest Site Choice in Passerine Birds in Habitat Patches of Different Size: A Study of Magpies and Blackbirds. **Oikos**, v. 53, n. 2, p. 215, 1988.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, fev. 2000.

- NILSSON, S. G. et al. Oecologia and mainland. **Oecologia**, p. 511–515, 1985.
- PEREIRA, G. A. et al. Status of the globally threatened forest birds of northeast Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 54, n. 14, p. 177–194, 2014.
- PEREIRA, G. A.; ARAÚJO, H. F. P.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. Distribuição e conservação de três importantes grupos de aves na Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 4, p. 1004–1020, 1 out. 2016.
- PREISSER, E. L.; BOLNICK, D. I.; BENARD, M. F. Scared to death? The effects of intimidation and consumption in predator-prey interactions. **Ecology**, v. 86, n. 2, p. 501–509, 2005.
- REIDY, J. L.; THOMPSON, F. R. Predatory Identity Can Explain Nest Predation Patterns. **Video Surveillance of Nesting Birds**, n. June, p. 135–148, 2012.
- REPENNING, M.; FONTANA, C. S. Breeding biology of the Tropeiro Seedeater (*Sporophila beltoni*). **Auk**, v. 133, n. 3, p. 484–496, 2016.
- RIBEIRO-SILVA, L. et al. Testing camera traps as a potential tool for detecting nest predation of birds in a tropical rainforest environment. **Zoologia**, v. 35, 2018.
- RICKLEFS, R. E. Nest predation and the species diversity of birds. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 4, n. 6, p. 184–186, 1989.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da Natureza**. 6 ed ed. Rio de Janeiro: Guanabra Koogan, 2015.
- RINGELMAN, K. M. et al. Spatiotemporal patterns of duck nest density and predation risk: a multi-scale analysis of 18 years and more than 10 000 nests. **Oikos**, v. 126, n. 3, p. 332–338, 2017.
- ROBINSON, S. K. et al. Regional forest fragmentation and the nesting success of migratory birds. **Science**, v. 267, n. 5206, p. 1987–1990, 1995.
- RODA, S. A.; CARLOS, C. J. New records for some poorly known birds of the Atlantic Forest in north-east Brazil. **Cotinga**, v. 20, n. May 1999, p. 17–20, 2003.
- RODA, S. A.; PEREIRA, G. A.; ALBANO, C. **Conservação de aves endêmicas e ameaçadas do centro de endemismo Pernambuco**. [s.l: s.n.].
- SCHMIDT, K. A.; OSTFELD, R. S.; SMYTH, K. N. Spatial heterogeneity in predator activity, nest survivorship, and nest-site selection in two forest thrushes. **Oecologia**, v. 148, n. 1, p. 22–29, 2006.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, n. 6773, p. 72–74, 2000.

SILVEIRA, L. F.; OLMOS, F.; LONG, A. Birds in Atlantic forest fragments in north-east Brazil. **Cotinga**, v. 20, n. January, p. 32–46, 2003.

SOMSIRI, K. et al. Habitat structure affects nest predation of the Scaly-crowned Babbler (*Malacopteron cinereum*) by macaques and snakes in a Thai-seasonal evergreen forest. **Journal of Ornithology**, v. 161, n. 2, p. 389–398, 2020.

SOSA, R. A.; LOPEZ, DE C. J. Edge effect on bird nest predation in the fragmented caldén (*Prosopis caldenia*) forest of central Argentina: an experimental analysis. **Ecological Research**, v. 32, n. 2, p. 129–134, 11 mar. 2017.

TABARELLI, M. **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**. [s.l: s.n.].

THOMPSON, F. R. Factors affecting nest predation on forest songbirds in North America. **Ibis**, v. 149, n. SUPPL. 2, p. 98–109, 2007.

THOMPSON, FRANK AND RIBIC, C. A. DigitalCommons @ University of Nebraska - Lincoln Conservation Implications When the Nest Predators Are Known. **USGS Northern Prairie Wildlife Research Center**, n. 260, 2012.

THOMPSON III, F. R.; RIBIC, C. A. 2. Conservation Implications When the Nest Predators Are Known. Em: **Video Surveillance of Nesting Birds**. [s.l.] University of California Press, 2019. p. 23–34.

VASCONCELOS, T. S. et al. Biogeographic distribution patterns and their correlates in the diverse frog fauna of the atlantic forest hotspot. **PLoS ONE**, v. 9, n. 8, 2014.

VAZQUEZ, M. S. et al. Interactive effects of habitat attributes and predator identity explain avian nest predation patterns. **Emu**, v. 121, n. 3, p. 250–260, 2021.

VILELA, H. A. L. S. **CONSERVAÇÃO DE AVES DO CENTRO PERNAMBUCO DE ENDEMISMO: CARACTERIZAÇÃO DE NINHOS E PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE AVES DO CENTRO PERNAMBUCO DE ENDEMISMO, MURICI, AL**. [s.l: s.n.].

VILELA, H. A. L. S. et al. Descrição de nove ninhos de aves em um fragmento de Mata Atlântica em Murici - AL. **XXII Congresso Brasileiro de Ornitologia**, p. 201, 2015.

VISCO, D. M.; SHERRY, T. W. Increased abundance, but reduced nest predation in the chestnut-backed antbird in costa rican rainforest fragments: Surprising impacts of a pervasive snake species. **Biological Conservation**, v. 188, p. 22–31, 2015.

WEATHERHEAD, P. J.; BLOUIN-DEMERS, G. Understanding avian nest predation: why ornithologists should study snakes. **Journal of Avian Biology**, v. 35, n. 3, p. 185–190, maio 2004.

3. Influência das características da vegetação e altura do ninho sobre os riscos de predação de ovos em sub-bosque da floresta tropical Atlântica

Lucas A. S. Silva; ¹Márcio A. Efe ¹

¹ Laboratório de Bioecologia e Conservação de Aves Neotropicais, Universidade Federal de Alagoas,

Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota s/n, Tabuleiro dos Martins, Maceió, AL, 57072-900,

Maceió, AL, Brazil.

RESUMO

O risco de predação é um processo espaço-temporal dinâmico no qual cada habitat pode representar um risco maior ou menor para a presa. Para as aves, as características do habitat em que os ninhos se encontram desempenham um papel crítico na intensidade da predação. Essas características incluem a visibilidade do ninho e a facilidade de acesso dos predadores. No entanto, pouco se sabe sobre padrões de atividade e estratégias de busca de ninhos pelos predadores. Para entender estes possíveis padrões hipóteses como a hipótese da folhagem total, hipótese da altura do ninho e a hipótese do predador específico precisam ser levadas em consideração. Assim, este trabalho teve como objetivo investigar a influência da característica da vegetação, do local do ninho e do tipo de predador nos riscos de predação de ninhos de aves de sub-bosque da Mata Atlântica, usando ninhos naturais com ovos artificiais distribuídos em diferentes alturas e levando em consideração variáveis do habitat como serrapilheira, dossel e densidade de vegetação. Nossos resultados mostraram que os mamíferos foram os principais predadores dos ninhos, principalmente aqueles no solo e os situados a dois metros de altura, com baixa cobertura do dossel. Por outro lado, as aves apresentaram maior probabilidade de predação em ninhos com maior densidade de vegetação sem uma relação com a altura. Estudos futuros devem avaliar a influência das características do habitat sobre a predação de ninhos e as possíveis causas de variação na predação usando ninhos naturais, a fim de verificar as reais taxas de predação e a influência do comportamento de forrageio dos predadores em áreas com alto grau de ameaças às espécies.

Palavras chave: hipótese da folhagem total, hipótese do predador específico, hipótese da altura do ninho, predação de ninhos

ABSTRACT

The risk of predation is a dynamic spatial-temporal process in which each habitat may represent a greater or lesser risk to prey. For birds, the characteristics of the habitat in which nests are located play a critical role in the intensity of predation. These characteristics include nest visibility and predator access ease. However, little is known about activity patterns and nest-searching strategies by predators. To understand these possible patterns, hypotheses such as the total foliage hypothesis, the nest height hypothesis, and the specific predator hypothesis need to be taken into account. Thus, this study aimed to investigate the influence of vegetation characteristics, nest location, and predator type on the predation risk of understory bird nests in the Atlantic Forest, using natural nests with artificial eggs distributed at different heights and considering habitat variables such as litter, canopy, and vegetation density. Our results showed that mammals were the main nest predators, especially those on the ground and those located two meters high with low canopy coverage. On the other hand, birds presented a higher probability of predation in nests with higher vegetation density without a relationship with height. Future studies should evaluate the influence of habitat characteristics on nest predation and the possible causes of variation in predation using natural nests, in order to verify the real predation rates and the influence of foraging behavior of predators in areas with a high degree of threats to species.

Keywords: total foliage hypothesis, specific predator hypothesis, nest height hypothesis, nest predation

INTRODUÇÃO

O risco de predação refere-se à probabilidade de um indivíduo ser morto e devorado por um predador, sendo um processo espaço-temporal dinâmico onde certos habitats podem apresentar um risco maior do que outros (Brown 1992; Brown et al. 1999; Schmidt et al. 2006; Ringelman et al. 2017). Esse risco influencia na tomada de decisão da presa para reduzir sua vulnerabilidade (Lima 2009) e estratégias anti-predação incluem a escolha do uso do espaço (Creel et al. 2008; Lima 2009)). No entanto, evitar diferentes predadores pode exigir estratégias específicas (Blumstein 2006). Particularmente nas aves as principais causas de falha reprodutiva é a predação de ninhinhos (Martin 1993b; Lima 2009), sendo considerada uma forte pressão seletiva sobre seu comportamento e história natural, a qual pode variar com o habitat e seus predadores (Martin 1993b; Chiavacci et al. 2014; Visco and Sherry 2015).

Vários autores têm avaliado a relação entre o local do ninho e as variáveis que compõem o habitat como determinante das taxas de predação (Bernardon et al. 2014; Repenning and Fontana 2016; Chiaradia et al. 2019). Nesse sentido, as características do habitat em torno dos locais de nidificação têm um impacto local significativo principalmente na ocultação do ninho que interfere na probabilidade de detecção por parte dos predadores (Ringelman et al. 2017; Dodonov et al. 2017; Bellamy et al. 2018). A hipótese da folhagem total supõe que o aumento da estrutura da vegetação que compõe o habitat reduz a predação de ninhinhos de aves, por meio da inibição de pistas visuais, químicas ou auditivas (Martin 1993b). Assim a densidade da vegetação, cobertura do dossel e serrapilheira podem ser consideradas fatores importantes para se avaliar os riscos de predação de ninhinhos.

Além desses fatores, a predação dos ninhinhos pode ser afetada também pela altura dos ninhinhos (Alvarez and Galetti 2007; Dodonov et al. 2017; Vazquez et al. 2021). Inclusive a hipótese da altura do ninho (Alvarez and Galetti 2007) sugere que a seleção do local de nidificação mais alto pode reduzir a predação de ninhinhos (Colombelli-Négrel and Kleindorfer 2009; Dodonov et al. 2017), indicando que ninhinhos acima de 1,30m são menos predados que ninhinhos nos solos (Reidy and Thompson 2012).

Além disso, a variação nas taxas de predação de ninhos pode ser influenciada não somente pela cobertura vegetal e altura dos ninhos, mas também pela composição das assembleias de predadores (Söderström et al. 1998; Chalfoun and Martin 2007; Bravo et al. 2022). Nesse sentido, a hipótese do predador específico prevê que predadores podem apresentar adaptações específicas para lidar com os desafios impostos pela presa, como a habilidade de localizar os ninhos ou superar as defesas do ninho (Reidy and Thompson 2012). Portanto, a análise desses fatores somados às características do habitat, pode ajudar a entender melhor a predação de ninhos por parte dos predadores e desenvolver estratégias eficazes de conservação para proteger as populações de aves vulneráveis (Benson et al. 2010; Krüger et al. 2018).

Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar como as características do habitat e altura do ninho influenciam na predação de ninhos por diferentes grupos de predadores (mamíferos, aves e répteis) em ambiente florestal de Mata Atlântica. Ou seja, se a predação de ninhos varia conforme tipo de predador, a altura do ninho, a cobertura do dossel, altura da serrapilheira e densidade da vegetação. Para isso serão testadas as seguintes hipóteses: 1) A estrutura da vegetação e serrapilheira afeta diferencialmente os grupos de predadores; 2) os eventos de predação por cada grupo de predadores de ninhos diferiram entre as diferentes alturas

MATERIAL E MÉTODOS

Área do estudo

A Estação Ecológica (ESEC) de Murici (Figura 1) é uma Área Protegida Federal da categoria de Proteção Integral, com objetivos semelhantes a “*Strict Nature Reserve*” classificada pela IUCN (Dudley 2008). Está inserida no Centro de Endemismo Pernambuco (CEP) conforme Brown (1982) e Prance 1982), localizada a cerca de 50km de Maceió, Alagoas, abrangendo os municípios de Messias, Flexeiras e Murici (9°16’50” S e 9°10’45” W; 35°54’52” S e 35°45’36” W) (Figura 1). A ESEC compreende a uma área de aproximadamente 6.130 hectares, composta por floresta ombrófila densa, aberta e floresta estacional. O clima é tropical úmido, apresentando um período seco

de outubro a março e chuvoso de abril a setembro (Oliveira et al. 2020). A precipitação anual varia de 800 a 1.800 mm e temperaturas de 20 a 25°C (SEMARH 2023).

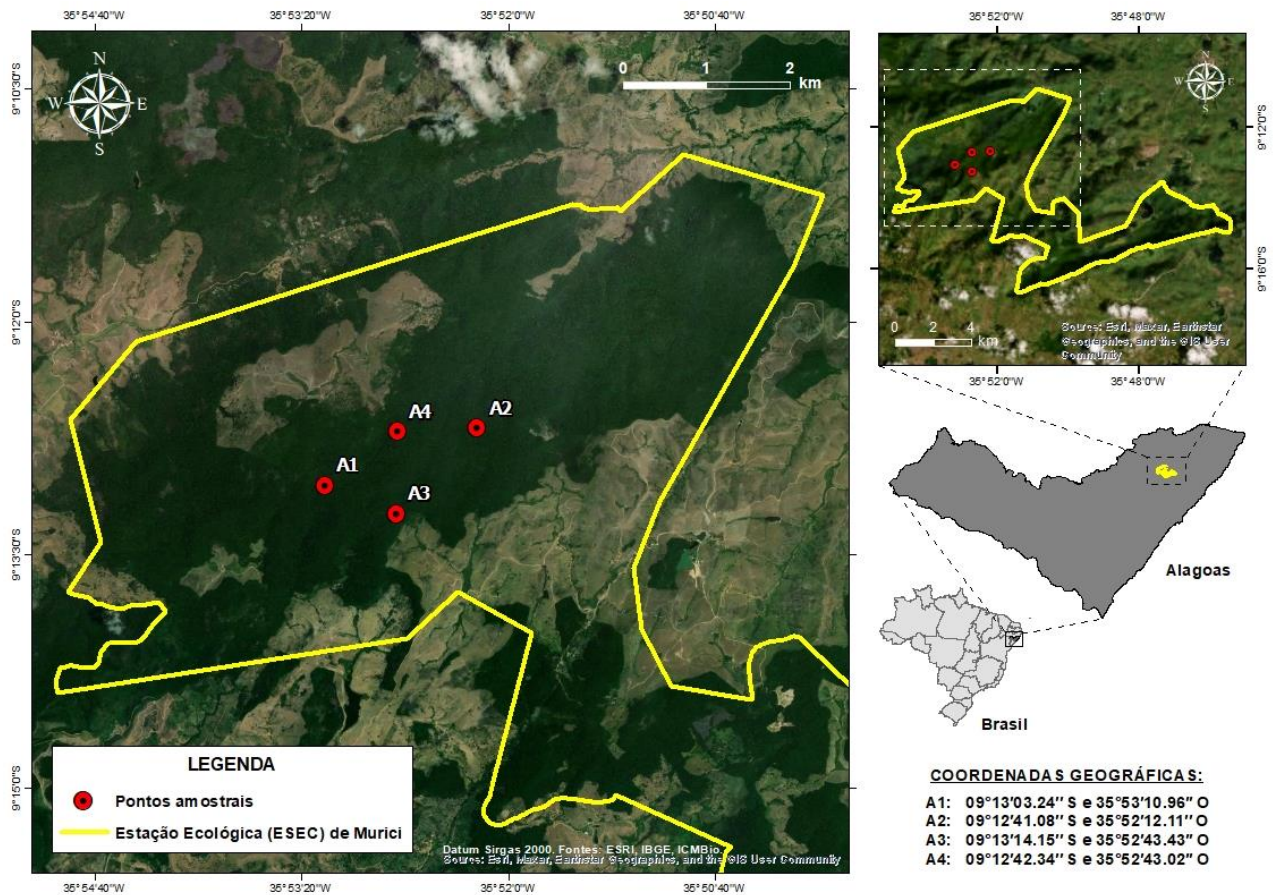


Figura 1. Localização da área de estudo a Estação Ecológica de Murici, com limite da Unidade de Conservação em amarelo e indicação dos pontos amostrais em vermelho (A1, A2, A3 e A4).

A região da ESEC de Murici abriga uma grande diversidade de táxons ameaçados de extinção, cerca de 40 espécies e subespécies. Dessas, aproximadamente 25 são endêmicas do CEP e 23 são endêmicas da Mata Atlântica, representando números expressivos em comparação a outras áreas remanescentes desse bioma (Pereira et al. 2016). Alguns representantes dessa biodiversidade são a choquinha-de-alagoas (*Myrmotherula snowi*) e o formigueiro-de-cauda-ruiva (*Myrmomoderus ruficauda*), criticamente ameaçados e em perigo globalmente (Lima et al. 2022b; IUCN 2023).

Entre os possíveis predadores de ninhos que podem ser encontrados na área estão as espécies de mamíferos: gambás ou cassacos (*Didelphis albiventris* e *D. aurita*), quatis (*Nasua nasua*), guaxinim (*Procyon cancrivorus*), cutia (*Dasyprocta prymnolopha*); de aves: gavião-pombo-grande (*Pseudastur polionotus*) e bem-ti-vi (*Pitangus sulphuratus*); e reptéis: teiú (*Salvator merianae*), serpentes caninana (*Spilotes paulatus*) e papa-ovo (*Spilotes sulphureus*) (LABECAN – não publicados), além de outros que possivelmente ainda não foram registrados.

Desenho amostral

Foram realizadas três expedições entre os meses de maio e agosto de 2021, para buscas e coletas de ninhos naturais abandonados ou inativos do tipo copo em forquilha, segundo a classificação proposta por Simon e Pacheco (2005) presentes no sub-bosque e principalmente usados por aves das famílias Conopophagidae, Pipridae, Thamnophilidae e Thraupidae, os quais foram armazenados para posterior utilização no experimento.

Para o experimento foram utilizados ovos artificiais feitos de massa de modelar (plasticina). Estes ovos artificiais são capazes de simular os ovos naturais, além de serem utilizados para identificar os possíveis predadores, pois permitem os registros de cicatrizes nos ovos predados (Marini et al. 2010; Santos et al. 2021). Os ovos artificiais foram modelados no tamanho (3cm) e peso similares (7g) aos depositados pelas aves da região e com coloração branca em todos.

Os ninhos naturais contendo ovos artificiais foram instalados e expostos entre 26 de janeiro a 09 de fevereiro de 2022 e entre 05 a 19 de novembro de 2022, durante do período reprodutivo das aves para região, que se inicia no final da estação chuvosa (Martin 1993b). Os ninhos foram instalados em plantas suporte semelhantes as quais foram coletadas.

Ao todo, foram distribuídos 36 ninhos (72 para duas campanhas de campo) em quatro parcelas (9 ninhos em cada), as quais distavam cerca de 500m entre si. Corpos d'água com características semelhantes foram utilizados como referência, em virtude

de muitos passeriformes que vivem nas florestas do Neotrópico optarem por construir seus ninhos associados a cursos d'água, especialmente ao longo de córregos florestais (Ocampo and Londoño 2015; Perrella et al. 2015; Leite et al. 2016) buscando assim simular os locais escolhidos para a construção pelas aves dos seus ninhos naturais.

Cada transecção foi composta por três estações amostrais distantes a partir do curso d'água em 1m, 25m e 50m (Figura 2. Cada estação apresentava três ninhos cada um com dois ovos artificiais, simulando o número de posturas das aves da região (Skutch 1985), distribuídos em três alturas distintas no sub-bosque classificadas como solo (Figura 2 A), um metro e dois metros (Figura 2 B), estando distantes horizontalmente uns dos outros em cerca de 25 metros (Figura 2a). As distâncias do curso d'água e dos ninhos entre as estações, foram selecionadas conforme a possibilidade, levando em consideração à alta declividade do terreno e o difícil acesso dos pesquisadores.

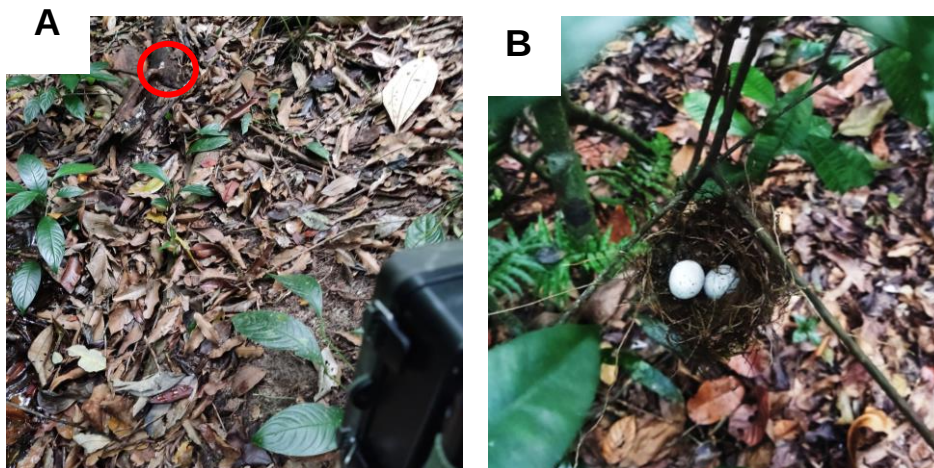


Figura 2. A - armadilha fotográfica posicionada em direção ao ninho no solo destacado no círculo vermelho, B- Ninho utilizado no experimento, apresentando altura de 1metro, posicionado em forquilha com dois ovos de plasticina.

Os ninhos e ovos foram expostos por 15 dias, período médio de incubação dos ovos (Marini *et al.* 2010) de passeriformes de sub-bosque de florestas tropicais. As estações amostrais foram monitoradas por 16 armadilhas fotográficas modelo Trail Câmera hc-801 (Figura 3 B), configurada para registra três fotos com intervalo de cinco segundo, disposta conforme a figura 3B, sendo quatro armadilhas por grade de amostragem.

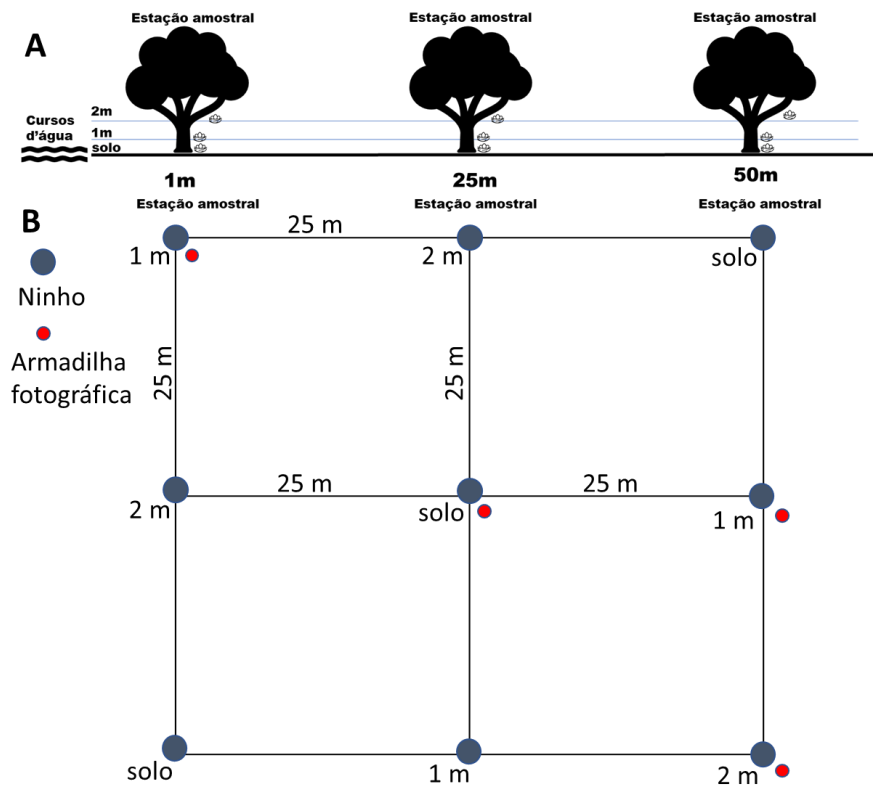


Figura 3. Desenho amostral da distribuição de ninhos na área de estudo: A - visão horizontal das estações das transecções em relação as diferentes alturas do estrato e distância do curso d'água de referência. B – Visão superior da distribuição das transecções e localização de cada ninho. Pontos vermelhos indicam a posição das câmeras automáticas.

Variáveis das características do habitat

Na avaliação da associação entre as características do habitat e a predação de ninhos foram utilizadas variáveis espaciais para cada estação amostral. As variáveis espaciais das características do habitat foram coletadas distantes 5m dos ninhos nos

quatro pontos cardeais, formando um quadrado com de cerca de 25m². A cobertura do dossel foi medida com o aplicativo “Canopeo” (Patrignani and Ochsner 2015) a partir da fotografia do dossel com os braços esticados na altura do peito. A densidade da vegetação (DAP médio/ m²) foi estimada a partir do comprimento na altura do peito (CAP), considerando as árvores com CAP ≥10cm e altura >2m e convertidos em DAP. A cobertura de serrapilheira foi estimada com o uso de uma régua posicionada perpendicularmente ao solo medindo a porção coberta (cm).

Análise de dados

A taxa total de predação de ninhos foi calculada como o número de ninhos predados dividido pelo número total de ninhos para todas as transecções. A identificação dos predadores foi realizada até o menor nível taxonômico possível a partir das marcas deixadas nos ovos e registros das câmeras automáticas. A taxa de predação por cada grupo de predador foi realizada a partir da contagem dos ninhos predados, avaliando qual grupo de predadores foi responsável pela maior e menor taxa de predação em relação à altura do ninho.

A relação da predação de ninhos com as variáveis das características do habitat foi avaliada a partir do modelo linear generalizado (GLM) com distribuição binomial e função de ligação logit, usando a predação de ninho como variável resposta e a cobertura de dossel, densidade da vegetação, altura de serrapilheira e altura dos ninhos como variáveis explicativas. Para cada modelo foram apresentadas estimativas de parâmetros, seus erros padrão e valores de testes z realizados para verificar o nível de significância de cada variável dentro de cada modelo, adotando um limiar de $p < 0,05$. A análise foi realizada no ambiente R com o pacote lme4 (Bates et al. 2015). A partir dos modelos gerados foi utilizado o pacote R MuMIn (Barton 2018) para comparar e selecionar os modelos por meio do critério de informação de Akaike ajustado para amostras pequenas ($\Delta AICc$), sendo selecionados os modelos que apresentaram $\Delta AICc < 2$.

Finalmente, para avaliar como a assembleia de predadores foi particionada de acordo com as características do habitat, realizamos uma análise de regressão logística

multinomial usando o pacote 'net' R. Para esta análise, usamos um subconjunto de dados ($n = 71$) contendo ninhos bem-sucedidos ($n = 39$) e ninhos predados por aves ($n = 12$) e predados por mamíferos ($n = 20$). Foram excluídos os ninhos que não tiveram seus predadores identificados e os ninhos com marca de interação de artrópodes ($n=4$). A variável resposta consistiu em três níveis: ninhos não predados (que foram usados como referência) e ninhos predados por aves e mamíferos. As variáveis explicativas para estimar a probabilidade de um ninho ser predado por um determinado tipo de predador foram: cobertura do dossel, altura da serrapilheira e densidade de vegetação. Primeiramente incluímos no modelo cada variável explicativa e depois usamos a função “predict” para estimar as probabilidades de cada variável. Todas as análises foram realizadas usando o ambiente R, versão 3.5.2 (RStudio Team 2022).

RESULTADOS

Do total 72 ninhos monitorados, 36 deles foram predados (50%), com três ninhos apresentando dois eventos de predação realizados por dois grupos de predadores (aves e mamíferos). Um outro ninho apresentou três eventos de predação pelo mesmo predador em dias diferentes conforme registro de armadilha fotográfica. Os eventos de predação foram distribuídos principalmente nas áreas A1 (38,89%) e A2 (25%) (tabela 1). Dos 36 eventos de predação, apenas 14 foram registrados pelas câmeras. Em 18 ninhos que possuíam câmeras não foi possível o registro da predação principalmente devido ao posicionamento das câmeras ou problemas técnicos.

Com relação as alturas dos ninhos 36,11% foram predados no solo, 30,56% predados em ninhos a cerca de 1m de altura e 33,33% predados em ninhos a cerca de 2m de altura, apresentando assim números bem próximos. Quanto a distribuição da predação dos ninhos relativo ao grupo de predadores e altura, os mamíferos apresentaram oito eventos de predação em ninhos no solo e também a cerca de 2 metros de altura, já a predação pelas aves se manteve constante com quatro predações por altura (Tabela 2).

Dos predadores identificados 58,33% foram mamíferos, sendo eles: *Nasua nasua* (Carnivora, Procyonidae; n = 11 ninhos), *Didelphis aurita* e *D. albiventris* (Didelphimorphia, Didelphidae; n = 3 ninhos) (ver suporte Figura S1) e um roedor não identificado (Rodentia; n=1 ninho). Outros 16,67% de mamíferos foram identificados apenas a nível taxonômico de classe (Mammalia n = 6 ninhos), pois não houve registro das câmeras automáticas. As aves foram responsáveis por 33,33% das predações, sendo diferenciadas em eventos realizados por “aves de bico pequeno” (n = 8) e “aves de bico médio” (n = 4) identificados pelas marcas em forma de “V” profunda nos ovos de plasticina (Anexo 2), apesar de estarem com cameras dispostas os eventos de predações por aves não foram registrados pelas cameras automaticas registraram apenas, entretando três espécies (*Euphonia violacea*, *Leptotila* sp. e *Myrmoderus* sp.) foram registradas porém não tiveram interação com os ovos e ninhos. Além desses, 8,33% dos ninhos apresentaram marcas que não puderam ser identificadas. Houve também os registros de possíveis predadores como o teiú (*Salvator* sp.), a paca (*Cuniculus paca*) e cutia (*Dasyprocta* sp.) (ver suporte Figura S3).

Tabela 1. Número de ninhos predados por área e campanhas de campo e suas respectivas porcentagens, Campanha 1: 26/01/2022 à 11/02/2022 e Campanha 2: 05/11/2022 à 19/11/2022

Ninhos Predados			
Área	Campanha 1	Campanha 2	%
A1	6	5	38,89%
A2	3	6	25,00%
A3	3	4	19,44%
A4	2	4	16,67%

Campanha 1: 26/01/2022 à 11/02/2022 e Campanha 2: 05/11/2022 à 19/11/2022

Tabela 2. Distribuição da predação dos ninhos por altura e grupo registrados por armadilhas fotográficas e marcas deixadas nos ovos de plasticina na área que corresponde a Estação Ecológica de Murici- Alagoas

Altura	Grupo Predador	Nº de registros (%)
Solo ##	Mamíferos	8(22.22)
	Aves	4(11.11)
	Artrópode	1(2.78)
	Total	13(36.11)
1m	Mamíferos	4 (11.11)
	Ave	4 (11.11)
	não identificado	3(8.33)
	Total	11(30.56)
2m #	Mamíferos	8(22.22)
	Ave	4(11.11)
	Total	12 (33.33)

Registros de aves e mamíferos no mesmo ninho # - um registro, ## - dois registros.

Em relação a influência das características da vegetação e a altura do ninho nenhuma das variáveis apresentou significância sobre a predação de ninhos (Tabela 3). Dos 15 modelos gerados através do GLM (suporte Tabela S1), apenas cinco modelos apresentaram $\Delta AICc < 2$ (Tabela 3). Revelando que as variáveis não influenciaram significativamente a probabilidade de predação do ninho.

Tabela 3. Rank dos modelos lineares generalizados binomiais usados para comparações das variáveis de altura do ninho, cobertura do dossel, densidade da vegetação, serrapilheira representando valores estimados dos parâmetros (estimativa), erro padrão (SE), valores (valor Z), rank critério de informação de Akaike corrigido ($\Delta AICc$) menor que 2. Foram encontrados para cada modelo o peso de Akaike (w_i) e e probabilidades (valor p).

Modelo	Paramater	value	SE	z-test	$\Delta AICc$	Weight	P
pred~ dossel	Intercept	-0.17060	0.23970	-0.7120	0	0.261556	0.477
	Dossel	-0.32800	0.24300	-1.3500			0.177
pred ~ densveg	Intercept	-0.1680	0.23750	-0.7070	1.273741	0.138349	0.479
	Densidade de vegetação	0.18280	0.23920	0.7640			0.445
pred ~ serr	Intercept	-0.1675	0.23690	-0.7070	1.64132	0.115122	0.480
	Serrapilheira	0.11180	0.23820	0.4690			0.639
pred ~ densveg + dossel	Intercept	-0.17010	0.2403	-0.708	1.872998	0.102529	0.479
	Densidade de vegetação	0.14960	0.2428	0.616			0.538
	Dossel	-0.31180	0.2446	-1.275			0.202
pred ~ dossel + serr	(Intercept)	-0.17000	0.2402	-0.708	1.93812	0.099245	0.479
	copa	-0.4484	0.3278	-1.368			0.171
	serr	-0.1803	0.3227	-0.559			0.576

Pred= predação, densveg= Densidade de vegetação e serr= Serrapilheira

Nenhum dos modelos da análise de regressão logística multinominal analisando a probabilidade de predação em relação à cobertura de dossel, altura de serrapilheira e densidade de vegetação, apresentaram uma relação significativa ($p < 0,05$).

A partir de análises exploratórias dos coeficientes gerados na regressão logística multinominal. Observou-se que mamíferos apresentaram uma maior probabilidade de predação em ninhos com cobertura de dossel baixa e aves em ninhos localizados em valores médios de cobertura do dossel (Figura 4A) Mamíferos apresentaram maior probabilidade de predação em ninhos localizados em valores médios de serrapilheira, enquanto as aves apresentaram uma menor probabilidade com aumento da serrapilheira e quando maior serrapilheira menor a probabilidade de não acontecer a predação (Figura 4B). Em relação a densidade da vegetação observou-se que a probabilidade de predação

por aves foi maior em densidades maiores de vegetação, mamíferos se mantiveram em valores médios e o sucesso dos ninhos foi menor, com o aumento da densidade de vegetação (Figura 4C).

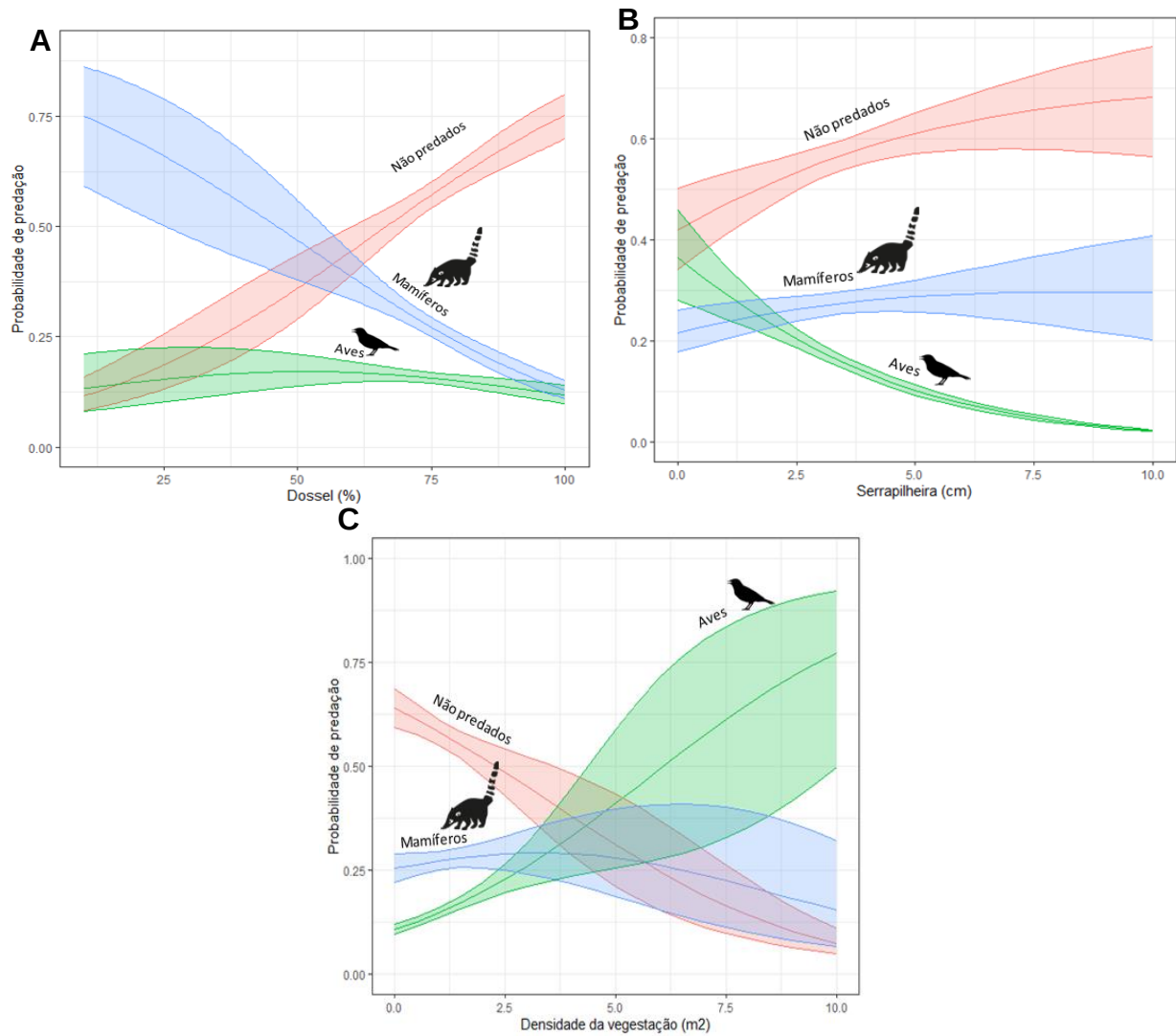


Figura 4. Influência da porcentagem de cobertura do dossel (A), altura da serrapilheira (B) e Densidade de Vegetação (C) em diferentes grupos de predadores de ninhos e ninhos não-predados. As áreas sombreadas são faixas de confiança pontual para os valores ajustados.

DISCUSSÃO

Conforme a falta de significância na influência da altura e características do habitat sobre a predação, sendo assim nossos resultados indicam que a predação de ninhos não estava associada a cobertura do dossel, altura da serrapilheira e densidade de vegetação para cada tipo de predador. As razões para isso foram as confirmações por meio do registro em vídeo de que os principais predadores podem utilizar os próprios ninhos como referências visuais para forragear.

Comumente a predação de ninhos por aves apresenta uma menor taxa em habitats com maior densidade de vegetação, os quais podem fornecer melhor ocultação ajudando a proteger os ninhos e inibindo pistas olfativas, auditivas e visuais usadas para detecção por predadores (Martin 1993b). Para os mamíferos os eventos de predação ocorreram principalmente no solo e em estratos mais altos (dois metros de altura). Os eventos no solo são comumente registrados em outras regiões e podem estar associados ao hábito de forrageamento dos mamíferos registrados (Alvarez and Galetti 2007; Guimaraes-Silva et al. 2021), os quais buscam presas associadas ao solo (Beisiegel and Mantovani 2006). Em sua maioria são considerados predadores visual e olfativos apesar de possuírem visão baixa quando comparadas com os primatas e aves (Di Blanco and Hirsch 2006). Assim, os encontros com ninhos acima de dois metros de altura podem ser explicados pelo comportamento arborícola (Nowak 2005) dos mamíferos registrados (*Nasua nasua* e *Didelphis aurita*) (Nowak 2005).

A mobilidade dos predadores pode desempenhar um papel crucial ao determinar o acesso aos ninhos em diferentes locais. Embora os ninhos em alturas distintas apresentem taxas de predação semelhantes, como observado em nosso estudo, os tipos de predadores variaram, com um número maior de predações em ninhos no solo e, predominantemente, ninhos em alturas elevadas sendo predados por mamíferos.

De fato, os mamíferos são o principal grupo de predadores de ninhos das aves para região Neotropical seguidos por aves (Menezes and Marini 2017), o que também foi verificado em nosso estudo. A principal espécie foi o quati *Nasua nasua* (N=11), classificado como onívoro e oportunista, podendo se alimentar de uma grande variedade

de alimentos, incluindo frutas, insetos, pequenos vertebrados e ovos de aves (Alves-Costa C. P. et al. 2004). Sua elevada taxa de predação se dá provavelmente devido ao hábito de andar em bando (Beisiegel and Mantovani 2006). O gambá *Didelphis aurita* (n=3) também é comumente registrado em experimentos com ovos artificiais (Alvarez and Galetti 2007) e apresenta hábitos semelhantes aos dos quatis. Em nosso estudo registramos o mesmo indivíduo identificado pelo padrão da pelagem, predando o mesmo ninho por três dias em um intervalo de sete dias seguidos. Bravo et al. (2022) ressaltam que em experimentos com ovos artificiais os predadores não são recompensados com a comida e os ovos não são palatáveis, o que leva à repetição da predação (Bravo et al. 2022). Outros potenciais predadores como a cutia *Dasyprocta* sp. (Guimaraes-Silva et al. 2021) foi registrado, porém no experimento aqui realizado não houve nenhuma interação com os ninhos. Provavelmente, por serem considerados mamíferos principalmente herbívoros com estratégia de forrageamento oportunista para consumir proteína animal (ex: ovos) (White 2011; Guimaraes-Silva et al. 2021).

Foram identificados 12 casos de predação de ninhos causados por aves de pequeno e médio porte. Além disso, outras três espécies (*Euphonia violacea*, *Leptotila* sp. e *Myrmoderus* sp.) foram registradas pelas câmeras nas proximidades dos ninhos, contudo sem interação direta. Essa ausência de predação provavelmente pode ser explicada pelo fato dessas espécies apresentarem como fonte alimentar principal frutos e insetos (Sick 1997)

Nosso estudo também não registrou nenhum evento de predação acarretado por répteis. O registro do teiú *Salvator* sp. próximo ao ninho, não resultou em interação. A ausência deste grupo considerado importante na predação de ninhos no Neotrópico (Weatherhead and Blouin-Demers 2004; Menezes and Marini 2017) pode estar associada a utilização de ovos artificiais, os quais não apresentam o cuidado parental de proteção dos pais. A presença dos pais é considerada uma forte pista para eventos de predação por répteis (Weatherhead and Blouin-Demers 2004)

Ainda que tenhamos usado ninhos naturais no experimento para tentar reduzir o viés associado a metodologia, odores humanos e as perturbações causadas pelos

pesquisadores podem interferir em experimentos com ninhos e ovos artificiais (Marini et al. 2010; Vazquez et al. 2021). Contudo, é fundamental considerar a falta de realismo dos ninhos e ovos artificiais, a composição dos ovos e a ausência de cuidado parental por parte dos progenitores. A inatividade parental pode impactar significativamente a taxa de sobrevivência, conforme discutido por Roper (2003).

Apesar do baixo esforço amostral nosso estudo apresentou uma taxa de 50% de predação que se enquadra dentro dos padrões observados para ninhos artificiais na Mata Atlântica onde é observado uma variação entre 32% (Zima et al. 2021) e 45% (Duca and Marini 2001) em experimentos com ninhos artificiais. Entretanto para ninhos naturais a variação pode ser entre 45% (Marini 2017) e 86% (Marques-Santos and Roper 2015; Ballarini et al. 2021). Observa-se que os ninhos e ovos artificiais utilizados diferem dos ninhos naturais (Moore and Robinson 2004; Major and Kendal 2008; Santos et al. 2021) podendo influenciar nas taxas de predação.

Por fim, nosso estudo fornece informações acerca da assembleia de predadores e compreensão da interação entre os atributos do habitat e a identidade do predador o que pode ser importante para entender e prever os padrões de predação de ninhos de aves (Vazquez et al. 2021) sendo estes fundamentais para desenvolver estratégias de conservação eficazes para a região do Centro de Endemismo de Pernambuco, importante complexo de fragmentos de Mata Atlântica que apresenta uma alta taxa de endemismo e espécies ameaçadas principalmente de aves (Lima et al. 2022b). Como identificar áreas críticas onde a predação de ninhos é mais prevalente pode ajudar a direcionar esforços de conservação de forma mais eficaz.

Recomendamos que estudos futuros avaliando a influência das características do habitat sobre a predação de ninhos e as possíveis causas de variação na predação usando ninhos naturais sejam realizados, a fim de verificar as reais taxas de predação e a influência do comportamento de forrageio dos predadores em áreas com alto grau de ameaças às espécies.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, A.D. and M. GALETTI. 2007. Predação de ninhos artificiais em uma ilha na Mata Atlântica: testando o local e o tipo de ovo. *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 1011–1016.
- ALVES-COSTA C. P., FONSECA G. A. B and CHRISTÓFARO C. 2004. Variation in the Diet of the Brown-Nosed Coati (*Nasua nasua*) in Southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*.
- BALLARINI, Y., F.G. CHAVES, M.B. VECCHI and M.A.S. ALVES. 2021. High Rates of Predation of the Nests of Two Endemic Antbirds of the Brazilian Atlantic Forest by Invasive Marmosets (*Callithrix* spp.). *Annales Zoologici Fennici* 58: 31–40. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- BARTON, K.. P. [online]. 2018. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.42.1.
- BATES, D., M. MÄCHLER, B. BOLKER and S. WALKER. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using **lme4**. *Journal of Statistical Software* 67.
- BEISIEGEL, B.M. and W. MANTOVANI. 2006. Habitat use, home range and foraging preferences of the coati *Nasua nasua* in a pluvial tropical Atlantic forest area. *Journal of Zoology* 269: 77–87.
- BELLAMY, P.E., M.D. BURGESS, J.W. MALLORD, A. CRISTINACCE, C.J. ORSMAN, T. DAVIS, ET AL. [online]. 2018. Nest predation and the influence of habitat structure on nest predation of Wood Warbler *Phylloscopus sibilatrix*, a ground-nesting forest passerine. *Journal of Ornithology* 159: 493–506. Springer Berlin Heidelberg.
- BENSON, T.J., J.D. BROWN and J.C. BEDNARZ [online]. 2010. Identifying predators clarifies predictors of nest success in a temperate passerine. *Journal of Animal Ecology* 79: 225–234.
- BERNARDON, B., P.F.A. DE NÓBREGA and J.B. DE PINHO. 2014. Reproductive biology and nest-site selection of the Mato Grosso Antbird *Cercomacra melanaria* in the Brazilian Pantanal. *Revista Brasileira de Ornitologia* 22: 270–277.

- DI BLANCO, Y. and B.T. HIRSCH. 2006. Determinants of vigilance behavior in the ring-tailed coati (*Nasua nasua*): The importance of within-group spatial position. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61: 173–182.
- BLUMSTEIN, D.T. 2006. The multipredator hypothesis and the evolutionary persistence of antipredator behavior. *Ethology* 112: 209–217.
- BRAVO, C., M. SARASA, V. BRETAGNOLLE and O. PAYS. 2022. Detectability and predator strategy affect egg depredation rates: Implications for mitigating nest depredation in farmlands. *Science of the Total Environment* 829. Elsevier B.V.
- BROWN, J.K.S. 1982. Paleoecological and regional patterns of evolution in neotropical forest butterflies. *Biological diversification in the tropics* : 25–308.
- BROWN, J.S. 1992. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board Patch use under predation risk : I . Models and predictions. *Annales Zoologici Fennici* 29: 301–309.
- BROWN, J.S., J.W. LAUNDRÉ and M. GURUNG. 1999. The ecology of fear: Optimal foraging, game theory, and trophic interactions. *Journal of Mammalogy* 80: 385–399.
- CHALFOUN, A.D. and T.E. MARTIN. 2007. Assessments of habitat preferences and quality depend on spatial scale and metrics of fitness. *Journal of Applied Ecology* 44: 983–992.
- CHIARADIA, N.M., J.P. ISACCH, M.G. PRETELLI and D.A. CARDONI [online]. 2019. Multiple factors associated with nest-site selection in a wetland-specialist, the Wren-like Rushbird (*Phleocryptes melanops*). *Emu* 119: 355–363. Taylor & Francis.
- CHIAVACCI, S.J., T.J. BADER and J.C. BEDNARZ. 2014. Preferred nest site characteristics reduce predator-specific predation risk in a canopy-nesting raptor. *Journal of Wildlife Management* 78: 1022–1032.
- COLOMBELLI-NÉGREL, D. and S. KLEINDORFER. 2009. Nest height, nest concealment, and predator type predict nest predation in superb fairy-wrens (*Malurus cyaneus*). *Ecological Research* 24: 921–928.
- CREEL, S., J.A. WINNIE, D. CHRISTIANSON and S. LILEY. 2008. Time and space in general models of antipredator response: tests with wolves and elk. *Animal Behaviour* 76: 1139–1146.
- CROOKS, K.R. and M.E. SOULE [online]. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system.

DODONOV, P., I.T. PANECZKO and M. TELLES. 2017. Edge, height and visibility effects on nest predation by birds and mammals in the Brazilian cerrado. *Acta Oecologica* 83: 56–64. Elsevier B.V.

DUCA, C. and M.Â. MARINI [online]. 2001. Ecology and conservation of Neotropical migrant birds in the family Tyrannidae View project Diet of Neotropical birds View project.

DUDLEY, N. 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Gland, Switzerland.: 106.

GIBSON, J.C., A.V. SUAREZ, D. QAZI, T.J. BENSON, S.J. CHIAVACCI and L. MERRILL. 2019. Prevalence and consequences of ants and other arthropods in active nests of Midwestern birds. *Canadian Journal of Zoology* 97: 696–704.

GUIMARAES-SILVA, M.A., A.R. DE MORAIS, F.M.V. DE CARVALHO and J.C. MOREIRA. 2021. Camera traps reveal the predation of artificial nests by free-ranging Azara's agoutis, *Dasyprocta azarae* Lichtenstein, 1823, in central Brazil. *Austral Ecology* 46: 148–150.

IUCN. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2.

KRÜGER, H., V.M. VÄÄNÄNEN, S. HOLOPAINEN and P. NUMMI. 2018. The new faces of nest predation in agricultural landscapes—a wildlife camera survey with artificial nests. *European Journal of Wildlife Research* 64. *European Journal of Wildlife Research*.

LEITE, G.A., M.H.M. BARREIROS, I.P. FARIAS and C.A. PERES. 2016. Description of the nest of two *Thamnophilidae* species in Brazilian Amazon. *Revista Brasileira de Ornitologia* 24: 83–85.

LIMA, R.D., L.F. SILVEIRA, R.C. DE A. LEMOS, L.W. LOBO-ARAÚJO, A.B. DE ANDRADE, M.R. FRANCISCO and M.A. EFE. 2022. An annotated avian inventory of the Brazilian state of Alagoas, one of the world's most threatened avifauna. *Papeis Avulsos de Zoologia* 62. Universidade de Sao Paulo. Museu de Zoologia.

LIMA, S.L. 2009. Predators and the breeding bird: Behavioral and reproductive flexibility under the risk of predation. *Biological Reviews* 84: 485–513.

MAJOR, R.E. and C.E. KENDAL. 2008. The contribution of artificial nest experiments to understanding avian reproductive success: a review of methods and conclusions. *Ibis* 138: 298–307.

MARINI, M.Â. 2017. Nesting success of birds from Brazilian Atlantic Forest fragments. *Revista Brasileira de Ornitologia* 25: 77–83.

- MARINI, M.Â., C. DUCA and T.L. MANICA. 2010. Técnicas de pesquisa em biologia reprodutiva de aves. In *Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. pp. 295–312.
- MARQUES-SANTOS, F. and J.J. ROPER [online]. 2015. Breeding biology of passerines in the subtropical Brazilian Atlantic Forest. *Ornitologia Neotropical* 26: 363–374.
- MARTIN, T.E. 1993. Nest Predation and Nest Sites. *BioScience* 43: 523–532.
- MENEZES, J.C.T. and M.Â. MARINI. 2017. Predators of bird nests in the Neotropics: a review. *Journal of Field Ornithology* 88: 99–114.
- MOORE, R.P. and W.D. ROBINSON. 2004. Artificial bird nests, external validity, and bias in ecological field studies. *Ecology* 85: 1562–1567.
- NORDBERG, E.J. and L. SCHWARZKOPF. 2019. Predation risk is a function of alternative prey availability rather than predator abundance in a tropical savanna woodland ecosystem. *Scientific Reports* 9. Nature Publishing Group.
- NOWAK, R.M. 2005. Walker's carnivores of the World. In *Journal of Mammalogy*, p. 313 pp.
- OCAMPO, D. and G.A. LONDOÑO. 2015. Tropical montane birds have increased nesting success on small river islands. *Auk* 132: 1–10.
- OLIVEIRA, A.N.S., C.M.F. AMORIM and R.P.L. LEMOS [online]. 2020. Alagoas: unidades de conservação: as riquezas das áreas protegidas no território alagoano 2ªEd. Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas, Maceió.
- PATRIGNANI, A. and T.E. OCHSNER. 2015. Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal* 107: 2312–2320.
- PEREIRA, G.A., H.F.P. ARAÚJO and S.M. AZEVEDO-JÚNIOR. 2016. Distribuição e conservação de três importantes grupos de aves na Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Biology* 76: 1004–1020. Instituto Internacional de Ecologia.
- PERRELLA, D.F., C.H. BIAGOLINI, L. RIBEIRO-SILVA, P.V.Q. ZIMA, P.M. GALETTI and M.R. FRANCISCO. 2015. Nest, Eggs, and Nestlings of the Atlantic Forest Endemic Star-throated Antwren (*Rhopias gularis*). *Wilson Journal of Ornithology* 127: 319–323.
- PRANCE, G.T. 1982. Forest refuges evidences from woody angiosperms. *Biological diversification in the tropics*: 714.

REIDY, J.L. and F.R. THOMPSON. 2012. Predatory Identity Can Explain Nest Predation Patterns. *Video Surveillance of Nesting Birds*: 135–148.

REPENNING, M. and C.S. FONTANA. 2016. Breeding biology of the Tropeiro Seedeater (*Sporophila beltoni*). *Auk* 133: 484–496.

RINGELMAN, K.M., J.M. EADIE, J.T. ACKERMAN, A. SIH, D.L. LOUGHMAN, G.S. YARRIS, ET AL. 2017. Spatiotemporal patterns of duck nest density and predation risk: a multi-scale analysis of 18 years and more than 10 000 nests. *Oikos* 126: 332–338.

RSTUDIO TEAM [online]. 2022. Studio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC,. Boston. <<http://www.rstudio.com/>>.

SANTOS, P.V.R., I.P. PASCHOALETTO, L.N. KAJIKI, M. DE-CARVALHO and S. DE ALBUQUERQUE TEIXEIRA [online]. 2021. Visual cues do not increase artificial nest predation in a Brazilian tropical savanna. *Ornithology Research*. Springer International Publishing.

SCHMIDT, K.A., R.S. OSTFELD and K.N. SMYTH. 2006. Spatial heterogeneity in predator activity, nest survivorship, and nest-site selection in two forest thrushes. *Oecologia* 148: 22–29.

SEMARH. 2023. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. .

SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Ed. NovaFronteira, Rio de Janeiro, Brasil.

SIMON, J.E. and S. PACHECO. 2005. On the standardization of nest descriptions of neotropical birds. *Revista Brasileira de Ornitologia* 13: 143–154.

SKUTCH, A.F. 1985. Clutch Size, Nesting Success, and Predation on Nests of Neotropical Birds, Reviewed. *Ornithological Monographs*: 575–594.

SÖDERSTRÖM, B., T. PÄRT and J. RYDÉN. 1998. Different nest predator faunas and nest predation risk on ground and shrub nests at forest ecotones: an experiment and a review. *Oecologia* 117: 108–118.

SUAREZ, A. V., P. YEH and T.J. CASE. 2005. Impacts of Argentine ants on avian nesting success. *Insectes Sociaux* 52: 378–382.

VAZQUEZ, M.S., L.B. ZAMORA-NASCA, M.A. RODRIGUEZ-CABAL and G.C. AMICO. 2021. Interactive effects of habitat attributes and predator identity explain avian nest predation patterns. *Emu* 121: 250–260. Taylor and Francis.

VISCO, D.M. and T.W. SHERRY [online]. 2015. Increased abundance, but reduced nest predation in the chestnut-backed antbird in costa rican rainforest fragments:

Surprising impacts of a pervasive snake species. *Biological Conservation* 188: 22–31. Elsevier Ltd.

WEATHERHEAD, P.J. and G. BLOUIN-DEMERS. 2004. Understanding avian nest predation: why ornithologists should study snakes. *Journal of Avian Biology* 35: 185–190.

WHITE, T.C.R. 2011. The significance of unripe seeds and animal tissues in the protein nutrition of herbivores. *Biological Reviews* 86: 217–224.

ZIMA, P.V.Q., D.F. PERRELLA and M.R. FRANCISCO. 2021. The influence of egg presence and eggshell colour in the attraction of visually oriented predators to nests of a tropical forest bird. *Ibis* 163: 1080–1086. Blackwell Publishing Ltd.

Informações de suporte

Figura S1. Registros de dois predadores interagindo diretamente com os ninhos efetivando a predação. A – Quati (*Nasua nasua*) e B- Cassaco (*Didelphis aurita*).



Figura S2. Registro de predação por aves, marcas deixadas nos ovos de plasticina. A – Ave pequena e B – Ave média. (escala 10mm)



Figura S3. Registros de possíveis predadores. A – Teiú (*Salvator spp.*), B- Paca (*Cuniculus paca*), C- Cutia (*Dasyprocta spp.*) e Tamandua-mirim (*Tamandua tetradactyla*).

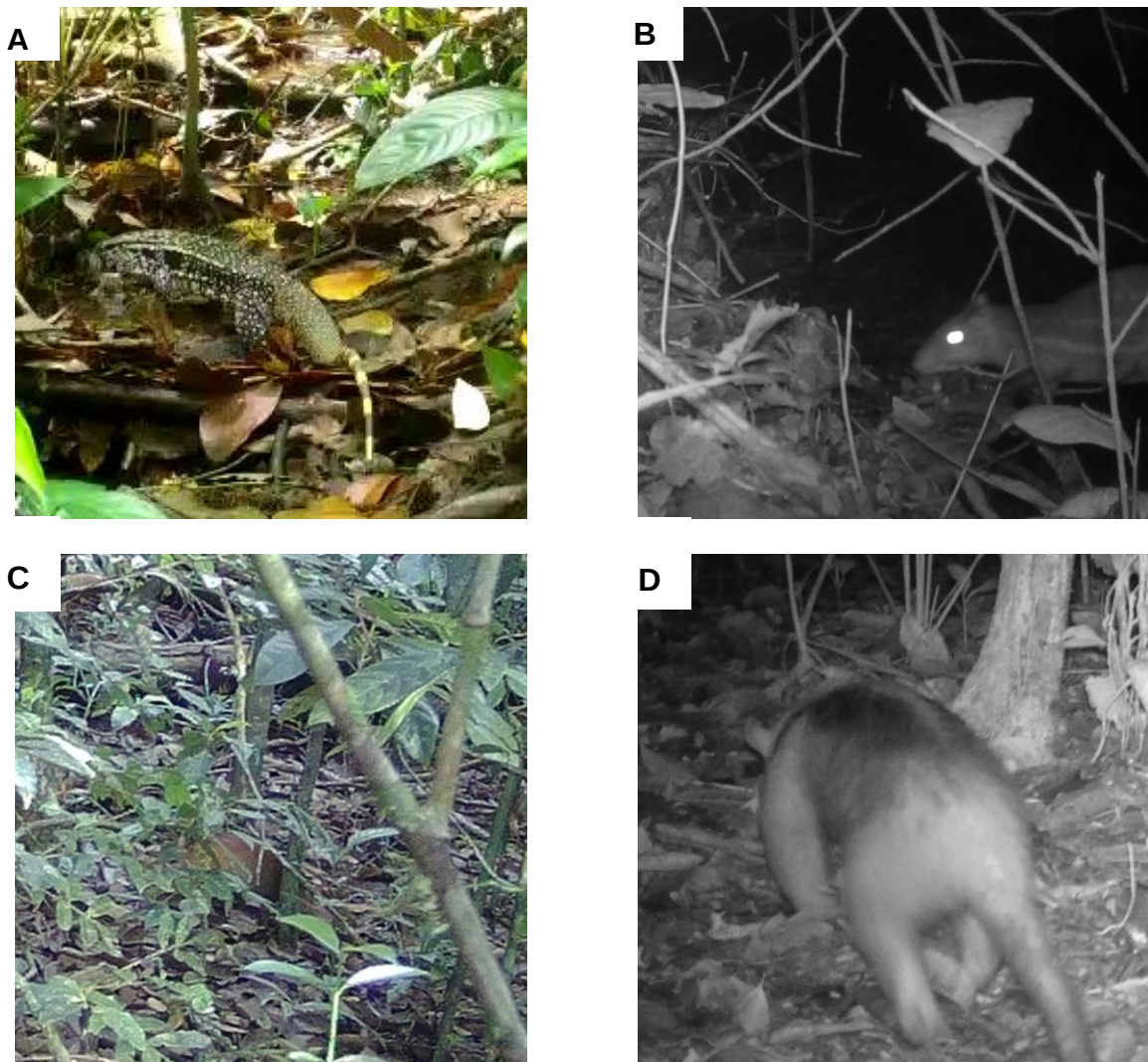


Tabela S1. Global model Call: glm(formula = pred ~ Altura + DensVeg + Dossel + Serr, family = binomial(logit), data = dados, weights = ntotal)

	Intercept	Altura		Dossel	Serr	DensVeg	logLik	AICc	ΔAICc	df
model		solo	2 m							
pred ~dossel	-0.17060			-0.328			-47.57162	101.6247	0	2
pred ~densveg	-0.1680					0.18280	-49.14858	104.4711	1.273741	2
pred ~serr	-0.1675				0.1118		-49.36228	103.3704	1.64132	2
pred ~densveg + dossel	-0.17010			-0.3118		0.14960	-48.72541	103.4217	1.872998	3
pred ~ dossel + serr	-0.17000			-0.4484	-0.1803		-49.54607	103.4868	1.93812	3
pred ~altura	-7.67E-16	1.15E-15	-5.11E-01				-48.88055	104.6501	3.101447	3
pred ~altura + dossel	-0.01800	0.07467	-0.5487	-0.35739			-48.07864	104.7543	3.31263	4
pred ~densveg + serr	-0.16828				0.09004	0.17137	-48.53436	104.9377	3.389035	3
pred ~densveg + dossel + serr	-0.1696			-0.43970	-0.1951	0.1604	-49.07726	105.2969	3.855241	4
pred ~altura + densveg	-0.02745	0.04501	-0.47534			0.17654	-49.29238	106.3581	4.916436	4
pred ~altura + dosel + serr	0.03121	0.02888	-0.657	-0.53014	- 0.25976		-48.56692	106.4413	5.140811	5
pred ~altura + serr	-0.02039	0.02813	-0.47863		0.09167		-47.91103	106.7515	5.30986	4
pred ~altura + densveg + dossel	-0.03727	0.10674	-0.51953	-0.3429		0.14191	-48.83589	106.7312	5.430699	5
pred ~altura + densveg + serr	-0.0425	0.0654	-0.45187		0.07317	0.16851	-47.76609	108.5809	7.280415	5
pred ~altura + densveg + dossel + serr	0.01445	0.05926	-0.63151	-0.52173	- 0.27196	0.15439	-48.34995	108.4356	7.314193	6