



MARINA DE TOLEDO SALLUM

**PADRÕES DE OCUPAÇÃO E DETECTABILIDADE DE
PRIMATAS EM UMA RESERVA NO CERRADO, MINAS
GERAIS, BRASIL**

**LAVRAS – MG
2026**

MARINA DE TOLEDO SALLUM

**PADRÕES DE OCUPAÇÃO E DETECTABILIDADE DE PRIMATAS EM UMA
RESERVA NO CERRADO, MINAS GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Marcelo Passamani
Orientador

**LAVRAS – MG
2026**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Sallum, Marina de Toledo.

Padrões de ocupação e detectabilidade de primatas em uma reserva no Cerrado,
Minas Gerais, Brasil / Marina de Toledo Sallum. - 2026.

39 p. : il.

Orientador: Marcelo Passamani

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. Modelos de ocupação. 2. Uso do habitat. 3. Estrutura da vegetação. 4. Primatas
neotropicais. I. Passamani, Marcelo. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

MARINA DE TOLEDO SALLUM

**PADRÕES DE OCUPAÇÃO E DETECTABILIDADE DE PRIMATAS EM UMA
RESERVA NO CERRADO, MINAS GERAIS, BRASIL**

**OCCUPANCY AND DETECTABILITY PATTERNS OF PRIMATES IN A CERRADO
RESERVE, MINAS GERAIS, BRAZIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 05 de fevereiro de 2026

Dr. Rodrigo Lima Massara – UFMG

Dr. Enrico Bernard – UFLA

Prof. Dr. Marcelo Passamani
Orientador

**LAVRAS – MG
2026**

*À minha mãe e melhor amiga,
pelo apoio incondicional e por sempre ser casa*

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas fizeram parte da minha caminhada até aqui, e gostaria de tirar algumas linhas para agradecê-las.

Começo agradecendo à Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Ecologia e Conservação e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada pela oportunidade de crescimento e formação profissional em uma instituição de excelência.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Agradeço ao meu orientador, Professor Marcelo Passamani, pelos ensinamentos, pela confiança e por toda a paciência ao longo desses anos, que foram essenciais não apenas para a realização deste trabalho, mas também para o meu crescimento pessoal e profissional.

À CEMIG e à equipe responsável pela RPPN Galheiro, agradeço pela autorização, pelo apoio e pela oportunidade de desenvolver minha pesquisa nesse verdadeiro refúgio em meio ao Cerrado. Foi nesse local que tive meus primeiros avistamentos de muitas espécies em vida livre e onde me apaixonei ainda mais por esse bioma maravilho que nós temos. E um agradecimento especial ao Elias, Hélio e Rosa, por sempre nos receberem tão bem na RPPN.

Aos colegas que me auxiliaram em campo, por toparem a viagem e os dias no meio do mato - Vini, Ricardo, Elisa e Davi -, meu muito obrigada. Os campos ficaram mais fáceis e leves com a companhia de vocês.

Aos colegas do LECOM, pelas trocas diárias, cafezinhos, taxidermias e risadas no laboratório mais “massa” do departamento. Que possamos continuar crescendo e compartilhando conhecimento. Também agradeço aos colegas do DEC pelos cafés, conversas e momentos de descontração ao longo dessa trajetória.

Aos amigos da pós que deixaram esses dois anos de mestrado mais leves: Ricardo, Luiza Gui e Vini, pelo curso de campo, almoços, cafés da tarde, cachoeiras e tantos outros momentos que vivemos juntos; Ingrid e Barbs, por dividirem comigo alguns dos melhores campos que já tive a oportunidade de realizar, além de todas as tardes na salinha. Compartilhamos rotinas, projetos, disciplinas, festas e choros também – e isso fez toda a diferença.

Às amigas e irmãs da República SohFadinha, que mesmo após a minha saída, continuam presentes na minha vida em Lavras. Levo vocês sempre comigo. Agradeço também às amigas de infância, que apesar de espalhadas por esse Brasil, continuam presentes, torcendo por mim em cada etapa: Isa, Lu, Rafa, Gi e Maria.

À minha mãe, Lizete, e ao meu irmão, Pedro, agradeço imensamente. Vocês foram a minha base e meu maior apoio ao longo de toda essa caminhada. Com vocês, sempre existe um lugar seguro para onde voltar. Obrigada por tudo.

Agradeço também aos meus guias, pela presença e orientação, oferecendo clareza nos momentos que precisei.

Por fim, deixo uma pequena homenagem a duas pessoas que não estão mais presentes neste plano, mas que carrego comigo todos os dias e que acredito que estariam vibrando este momento: meu pai, Heres, e minha amiga, Ana Luísa. A saudade é mato desse lado.

Muito obrigada!

*“As long as I live, I'll hear waterfalls and birds and winds sing.
I'll interpret the rocks, learn the language of flood, storm, and the avalanche.
I'll acquaint myself with the glaciers and wild gardens,
and get as near the heart of the world as I can”*

John Muir

RESUMO

Os primatas desempenham papel ecológico importante nos ecossistemas, entretanto devido a ação humana, responsável pela perda e fragmentação de seus habitats, muitas espécies estão categorizadas como ameaçadas de extinção. Dessa forma, identificar fatores que influenciam a sua ocorrência e a sua detectabilidade se torna importante para subsidiar estratégias de conservação e manejo das espécies e otimizar os trabalhos em campo. Nesse contexto, esse estudo teve como objetivo geral analisar os padrões de ocupação e detectabilidade de primatas em uma área protegida no Cerrado, localizada em Minas Gerais, Brasil. O estudo foi conduzido na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Galheiro, avaliando três espécies: *Callicebus nigrifrons*, *Callithrix penicillata* e *Sapajus libidinosus*. Os dados de presença e ausência das espécies foram coletados por meio do playback, com seis visitas por sítio em 27 sítios no total, e foram analisados utilizando modelos de ocupação de temporada única. Os resultados obtidos mostraram padrões distintos entre as espécies, refletindo suas diferenças ecológicas. De modo geral, variáveis relacionadas à estrutura da vegetação foram relevantes para a ocorrência e detectabilidade das espécies. Além disso, a detectabilidade variou também entre as espécies e, para *Callicebus nigrifrons*, de acordo com o período de amostragem, o que reforça a importância da sua consideração em estudos com estas espécies. Em conjunto, os resultados demonstram que a ocorrência de primatas na área estudada é influenciada principalmente pela estrutura do habitat, indicando que a manutenção e conservação de ambientes com maior complexidade é um elemento chave para a persistência dessas espécies na RPPN Galheiro.

Palavras-chave: modelos de ocupação; uso do habitat; estrutura da vegetação.

ABSTRACT

Primates play an important ecological role in ecosystems; however, due to human activities responsible for habitat loss and fragmentation, many species are currently classified as threatened with extinction. Therefore, identifying factors that influence their occurrence and detectability becomes important to support conservation and management strategies and to optimize fieldwork efforts. In this context, this study aimed to analyze the occupancy and detectability patterns of primate in a protected area in Cerrado, located in Minas Gerais, Brazil. The study was conducted in the Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Galheiro, evaluating three species: *Callicebus nigrifrons*, *Callithrix penicillata*, and *Sapajus libidinosus*. Presence-absence data for the species were collected using playback method, with six visits per site across a total of 27 sites, and were analyzed using single-season occupancy models. The results showed distinct patterns among species, reflecting their ecological differences. In general, variables related to vegetation structure were relevant for species occurrence and detectability. In addition, detectability varied among species and, for *Callicebus nigrifrons*, according to sampling period, reinforcing the importance of considering it in studies involving these species. Overall, the results demonstrate that primate occurrence in the studies area is mainly influenced by habitat structure, indicating that the maintenance and conservation of environments with greater structural complexity are key elements for the persistence of these species in the RPPN Galheiro.

Keywords: occupancy models; habitat use; vegetation structure.

INDICADORES DE IMPACTO

O presente trabalho avaliou os padrões de ocupação e detectabilidade de três espécies de primatas (*Callicebus nigrifrons*, *Callithrix penicillata* e *Sapajus libidinosus*) em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) localizada no estado de Minas Gerais, no bioma Cerrado. Os resultados obtidos contribuem para o entendimento dos padrões do uso do habitat e dos fatores que influenciam a detectabilidade dessas espécies, gerando informações relevantes para a fauna silvestre. Os impactos gerados são predominantemente ambientais e científicos, ao fornecer subsídios técnicos que podem ser aplicados no planejamento de ações de conservação e gestão da área protegida estudada. Também foi desenvolvida uma cartilha informativa sobre as espécies e a ocupação na área estudada, com o objetivo de divulgar conhecimento científico. O território impactado corresponde à região do Cerrado em Minas Gerais, em um contexto de intensa fragmentação e uso antrópico. Este estudo se enquadra na Área Temática 5 (Meio Ambiente) da Política Nacional de Extensão e está alinhado ao Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 15 (Vida Terrestre) da Organização das Nações Unidas (ONU).

IMPACT INDICATORS

The present study evaluated the occupancy and detectability patterns of three primate species (*Callicebus nigrifrons*, *Callithrix penicillata* and *Sapajus libidinosus*) in a Private Natural Heritage Reserve (RPPN) located in the state of Minas Gerais, in the Cerrado biome. The results obtained contribute to the understanding of habitat use patterns and the factors that influence the detectability of these species, generating relevant information for wildlife. The impacts generated are predominantly environmental and scientific, by providing technical support that can be applied in the planning of conservation actions and the management of the protected area studied. An informational booklet about the species and their occupancy in the studied area was also developed, with the objective of disseminating scientific knowledge. The impacted territory corresponds to the Cerrado region in Minas Gerais, in the context of intense fragmentation and anthropogenic land use. This study falls within Thematic Area 5 (Environment) of the National Extension Policy and is aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) 15 (Life on Land) of the United Nations (UN).

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE.....	13
1 INTRODUÇÃO GERAL	13
SEGUNDA PARTE.....	15
PADRÕES DE OCUPAÇÃO E DETECÇÃO DE PRIMATAS EM UMA ÁREA PROTEGIDA NO CERRADO, MINAS GERAIS, BRASIL.....	16
TERCEIRA PARTE	36
2 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS.....	37

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil são conhecidos 139 táxons de primatas, contando com espécies e subespécies (ICMBio, s.d.). Na última avaliação realizada pelo Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade (SALVE) do ICMBio, das 123 espécies avaliadas, 34 foram categorizadas como ameaçadas, o que representa cerca de 28% (ICMBio, 2025). As principais pressões estão relacionadas a ação humana, que causam perda e fragmentação de habitats. No Brasil, essas perdas são causadas principalmente pela expansão agropecuária e urbana (Estrada *et al.*, 2017, 2018; Gomes *et al.*, 2024).

A resposta dos primatas à ação humana é variada e reflete a diversidade e riqueza do grupo. Muitas espécies necessitam de fragmentos maiores para sobreviver, devido à grande área de vida (Benchimol; Peres, 2014). Já algumas apresentam plasticidade comportamental, se adaptando, por exemplo, a temperaturas mais elevadas ou a presença humana (McLennan; Spagnoletti; Hockings, 2017; Thompson; Hermann, 2024). Entretanto, estas respostas dependem muito de características ecológicas das espécies, com algumas mais especialistas que necessitam de um habitat estruturado e complexo para sua sobrevivência (Galán-Acedo *et al.*, 2019). Esse conhecimento de fatores ambientais que interfiram na ocorrência dessas espécies pode auxiliar programas a direcionarem ações mais efetivas para a conservação das espécies.

Neste sentido, a modelagem de ocupação de habitat vem sendo amplamente utilizada, não somente nos estudos com primatas, mas com mamíferos no geral (Keane *et al.*, 2012; Mackenzie *et al.*, 2018). A probabilidade de ocupação pode ser entendida como a proporção de sítios ou de uma área total na qual a espécie ocorre, relativo ao número de sítios totais ou à área total (Mackenzie *et al.*, 2018). Para a modelagem de ocupação é necessário um histórico de detecção, que seria a detecção (1) ou não detecção (0) da espécie em determinado ponto amostral (Mackenzie *et al.*, 2002). Essa abordagem corrige a ocupação estimada ao levar em consideração a detecção imperfeita, que seria a não-detecção da espécie em um local no qual ela ocorre, mas que não foi detectada naquele momento (Mackenzie *et al.*, 2002). Além disso, o método permite incorporar variáveis que possam influenciar as probabilidades de ocupação e de detecção das espécies (Mackenzie *et al.*, 2018), o que pode auxiliar no entendimento da ocorrência das espécies estudadas.

Uma técnica utilizada para se obter o histórico de detecção das espécies de primatas é o monitoramento acústico ativo, conhecido como playback (Ruiz-Miranda; Savage; Forero-

Sánchez, 2023). Este método consiste na reprodução de vocalizações de espécies de primatas, que estimula uma resposta das espécies a esta transmissão. Por se tratar de espécies territorialistas, os primatas, ao ouvirem uma vocalização de sua espécie, mas de um indivíduo que é externo ao seu grupo, são estimulados a responder vocalmente ou a aproximar da fonte do som, sendo assim possível detectar a espécie (Bastos *et al.*, 2018; Caselli *et al.*, 2018; Ruiz-Miranda; Savage; Forero-Sánchez, 2023). Alguns fatores que podem interferir nesta resposta são o horário de amostragem, temperatura, tipo de vocalização utilizada na emissão ou a propagação do som no ambiente amostrado (Ruiz-Miranda; Savage; Forero-Sánchez, 2023). Estes fatores devem ser levados em consideração ao se planejar um estudo que utilize essa técnica.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo principal compreender os padrões de ocupação e detectabilidade das espécies de primatas que ocorrem em uma área protegida no Cerrado, em Minas Gerais. As espécies analisadas foram o sauá (*Callicebus nigrifrons*), o sagui-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*) e o macaco-prego-amarelo (*Sapajus libidinosus*). *Callicebus nigrifrons* é uma espécie Utilizando-se de modelos de ocupação, foram modeladas as probabilidades de ocupação e de detecção das espécies na RPPN Galheiro, incorporando variáveis relacionadas ao sítio nas estimativas de ocupação e detecção, e variáveis relacionadas a amostragem nas estimativas de detecção.

SEGUNDA PARTE

Artigo – Elaborado conforme a norma NBR 6022 (2018)	
Título do artigo:	Padrões de ocupação de primatas em uma área protegida no Cerrado, Minas Gerais, Brasil
Autores:	Marina de Toledo Sallum Marcelo Passamani

PADRÕES DE OCUPAÇÃO E DETECÇÃO DE PRIMATAS EM UMA ÁREA PROTEGIDA NO CERRADO, MINAS GERAIS, BRASIL¹

OCCUPANCY AND DETECTABILITY PATTERNS OF PRIMATES IN A PROTECTED ÁREA IN CERRADO, MINAS GERAIS, BRAZIL

Marina de Toledo Sallum²,

Marcelo Passamani²

Resumo: Compreender fatores que influenciam a ocorrência e persistência de primatas nos habitats é importante para subsidiar ações de conservação. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar os padrões de ocupação e de detectabilidade de três espécies de primatas (*Callicebus nigrifrons*, *Callithrix penicillata* e *Sapajus libidinosus*) na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Galheiro, localizada no Cerrado, em Minas Gerais, Brasil. Foram amostrados 27 sítios por meio do playback, com seis ocasiões de amostragem, entre os meses de março e abril de 2025. Os dados foram analisados utilizando modelos de ocupação de temporada única para cada espécie. Foram avaliados os efeitos das variáveis de sítio (distância da borda, altura de dossel e proporção de formação florestal) sobre a ocupação e de variáveis de sítio e de amostragem (temperatura, período e presença de outras espécies) sobre a detectabilidade. *Callicebus nigrifrons* apresentou alta ocupação e detectabilidade, com relação positiva entre a detectabilidade e a proporção de floresta, e maior detecção no período da manhã. A ocupação apresentou relação positiva fraca com a altura de dossel e a proporção de formação florestal. *Callithrix penicillata* apresentou baixa ocupação e detectabilidade na reserva, com relação positiva fraca entre a detecção e a presença de *Callicebus nigrifrons*, e relação negativa fraca entre a ocupação e a altura de dossel. *Sapajus libidinosus* apresentou relação positiva entre a altura de dossel e a detectabilidade, bem como com a ocupação, embora esta última tenha sido fraca. Os resultados indicam que variáveis relacionadas à estrutura da vegetação influenciam a ocorrência e a detectabilidade das espécies na área, sendo importante tanto para a persistência das populações quanto para o planejamento de estudos com essas espécies na reserva.

¹ Artigo científico apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas.

² Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Departamento de Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Campus Lavras. Lavras, MG, 37203-202, Brasil

Palavras-chave: primatas neotropicais; modelos de ocupação; uso do habitat; estrutura da vegetação.

Abstract: Understanding factors that influence the occurrence and persistence of primates in habitats is essential to support conservation actions. In this context, this study aimed to analyze the patterns of occupancy and detectability of three primate species (*Callicebus nigrifrons*, *Callithrix penicillata* and *Sapajus libidinosus*) in the Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Galheiro, located in the Cerrado, in Minas Gerais, Brazil. A total of 27 sites were sampled using the playback method, with six sampling occasions between March and April 2025. The data were analyzed using single-season occupancy models for each species. The effects of site variables (distance to edge, canopy height and proportion of forest cover) on occupancy and of site and sampling variables (temperature, period and presence of other species) on detectability were evaluated. *Callicebus nigrifrons* showed high occupancy and detectability, with a positive relationship between detectability and forest cover proportion, as well as higher detection in the morning period. Occupancy showed a weak positive relationship with canopy height and forest cover proportion. *Callithrix penicillata* showed low occupancy and detectability in the reserve, with a weak positive relationship between detection and the presence of *Callicebus nigrifrons*, and a weak negative relationship between occupancy and canopy height. *Sapajus libidinosus* showed a positive relationship between canopy height and detectability, as well as with occupancy, although the latter was weak. The results indicate that variables related to vegetation structure influence species occurrence and detectability in the area, being important both for population persistence and for the planning of studies with these species in the reserve.

Keywords: neotropical primates; occupancy models; habitat use; vegetation structure.

INTRODUÇÃO

Os primatas possuem papel importante para o funcionamento dos ecossistemas, influenciando seus processos e providenciando serviços ecológicos (Chapman *et al.*, 2013). Ao atuarem como dispersores e consumidores de sementes, folhas e outras partes vegetais, podem afetar a composição, a regeneração e a estrutura do habitat onde vivem, sendo chamados de “engenheiros do ecossistema” (Bufalo; Galetti; Culot, 2016; Chapman *et al.*, 2013). Apesar de sua importância, os primatas estão entre um dos grupos de mamíferos mais ameaçados no

mundo (Estrada *et al.*, 2017). No Brasil são conhecidos 139 táxons de primatas, com cerca de 28% classificadas como ameaçadas de extinção em alguma categoria (ICMBio 2025).

Dentre as principais ameaças ao grupo estão a fragmentação e a degradação de habitats, que são causadas principalmente pela expansão agrícola, pelo desmatamento e pela urbanização (Estrada *et al.*, 2018). Em consequência, os primatas enfrentam a redução da disponibilidade de áreas adequadas para sua ocorrência, o declínio populacional e isolamento genético, o que pode levar a extinções locais (Estrada *et al.*, 2017, 2018; Gomes *et al.*, 2024). Entender como os primatas utilizam o ambiente em que vivem e quais são os fatores que influenciam a sua ocorrência é importante para auxiliar na formulação de estratégias de conservação e manejo das espécies. As diferentes características ecológicas, como graus de especialização, tamanho de área de vida e flexibilidade comportamental, podem refletir em diferentes respostas às mesmas condições ambientais (Nowak; Lee, 2014; Ameca; Chamart; Garber, 2023).

Entretanto, a pesquisa com primatas em ambientes naturais envolve diversos desafios. Os estudos podem ser afetados pelo comportamento natural, tamanho dos grupos, tamanho das áreas de vida e pela elevada mobilidade do grupo, além das alterações comportamentais devido à presença de pesquisadores (Keane *et al.*, 2012; Sales; Hayward; Passamani, 2016). Esses fatores podem influenciar a detecção das espécies na natureza, podendo levar a subestimação dos resultados caso a detecção imperfeita, que seria caracterizada pelas falsas ausências, não seja considerada nas análises (Mackenzie *et al.*, 2002).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar os padrões de ocupação e detectabilidade de três espécies de primatas (*Callicebus nigrifrons*, *Callithrix penicillata* e *Sapajus libidinosus*) que ocorrem em uma área protegida no Cerrado, em Minas Gerais. Foram avaliados como a ocupação pode ser influenciada por variáveis de sítio e como a detectabilidade pode ser influenciada por variáveis de sítio e de amostragem.

C. nigrifrons é uma espécie com tamanho mediano, pesando cerca de 1kg, com dieta predominantemente frugívora e que vive em grupos pequenos (de 1 a 3 indivíduos) (Caseli; Setz, 2011; Kinzey, 1997). São animais com uso predominante de estratos intermediários a altos da floresta, raramente indo ao chão (Kinzey, 1997; Van Roosmalen; Van Roosmalen; Mittermeier, 2002), e que estão passando por declínio populacional, relacionado principalmente a perda e fragmentação de habitat e a surtos de febre amarela (Berthet *et al.*, 2021; Milagres *et al.*, 2025). Já *C. penicillata* é um primata pequeno, pesando menos de 450g, com dieta variada, alimentando-se de exsudatos vegetais, frutos e insetos principalmente, com grupos contendo 4 a 15 indivíduos (Kinzey, 1997; Rylands; de Faria, 1993). É uma espécie generalista, se adaptando facilmente a ambientes perturbados e fragmentos e com ocorrência frequente em

áreas de borda (Kinzey, 1997; Rylands; de Faria, 1993; Secco; Grilo; Bager, 2018). *S. libidinosus* é a maior das espécies que ocorrem na reserva, com cerca de 3kg, formando grupos grandes com média de 20 indivíduos, mas com relato de grupo com até 50 indivíduos (Ferreira et al., 2009; Fragaszy; Visalberghi; Fedigan, 2004). Sua dieta é predominantemente frugívora-insetívora, mas se alimentam também de outras partes da planta e de pequenos vertebrados (Fragaszy; Visalberghi; Fedigan, 2004; Santos, 2015). Possuem predominância no uso arbóreo, mas frequentemente utilizam o solo, principalmente quando usam ferramentas de pedras (Falótico; Ottoni, 2023). A perda e fragmentação de habitat e a caça da espécie estão entre as principais ameaças para a espécie, o que vem causando declínio populacional (Bezerra et al., 2025).

Desta forma, a hipótese central deste trabalho é de que *C. penicillata* apresente alta ocupação na reserva, por ser uma espécie comum e que se adapta a diferentes ambientes, sem associação forte com preditores ambientais. Em contraste, espera-se que *C. nigrifrons* e *S. libidinosus* apresentem padrões de ocupação mais restritos, associados a variáveis relacionadas ao dossel. Já para a detectabilidade, esperávamos que para as três espécies ela fosse influenciada principalmente pela temperatura e pelo período de amostragem, já que esses fatores podem influenciar a atividade dos primatas (Caselli; Setz, 2007; Thompson; Hermann, 2024).

METODOLOGIA

Área de Estudo

Esse estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Galheiro, no município de Perdizes, em Minas Gerais, com uma área total de 2734,20 ha (Brandt, 2014). A reserva se encontra no bioma Cerrado, com clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (Cwb de Köppen; Alvares *et al.*, 2013). Segundo o Mapa de Uso e Cobertura do Solo (Projeto MapBiomias, 2023), a área da reserva é formada principalmente por Formação Florestal (64%) e Formação Savânica (28%), contendo também áreas de Mosaicos de Uso (4%), Campos Alagados (2%) e outras formações com menor representatividade (2%).

Coleta de dados

Foram distribuídos aleatoriamente 27 sítios de amostragem nas estradas e trilhas da reserva, com uma distância mínima de 1km entre eles. Essa distância foi adotada para evitar detectar o mesmo grupo em uma única visita, garantindo assim a independência dos dados.

As coletas dos dados de detecção e não detecção das espécies foram feitas entre os meses de março e abril de 2025, tendo sido realizada uma semana de campo com duas coletas, e dado um intervalo de duas a três semanas até a próxima coleta. No total, foram feitas seis amostragens por sítio, ou seja, seis ocasiões de coleta, sendo três no período da manhã (entre 6h e 10h) e três no período da tarde (entre 15h e 18h), totalizando 162 amostragens. Foi utilizado o método de playback, que consiste na reprodução das vocalizações das três espécies de primatas que são encontrados na reserva: *Callicebus nigrifrons*, *Callithrix penicillata* e *Sapajus libidinosus*. Cada sessão de playback consistiu na reprodução da vocalização de uma espécie por 1 minuto, seguido de 2 minutos de silêncio, repetindo três vezes para cada espécie separadamente, totalizando 27 minutos, seguindo Sales, Hayward e Passamani (2016). Espécies de maior porte podem influenciar a resposta de espécies de menor porte (Bastos *et al.*, 2018), então a ordem das vocalizações foi do menor primata (*C. penicillata*) para o maior (*S. libidinosus*).

Foi utilizado um reproduutor de som da marca JBL, modelo FLIP 6, que possui uma potência de saída de 30W (JBL, s.d.). O alto-falante do reproduutor foi direcionado para diferentes orientações a fim de alcançar a maior área possível ao redor do ponto amostral, alcançado uma distância máxima de 300m, conforme verificado em projeto piloto. A detecção das espécies foi feita a partir da vocalização ou da visualização direta, sendo interrompida a procura por aquela espécie no momento que ela fosse detectada. Além disso, as visitas a um mesmo ponto tiveram um intervalo de no mínimo 48h, a fim de evitar habituação dos animais à vocalização (Gestich *et al.*, 2017; Sales, Hayward e Passamani, 2016). A partir das seis visitas realizadas, foi construído um histórico de detecção para cada uma das três espécies, com os registros de detecção (1) e não-detecção (0) ao longo dos sítios amostrais.

Variáveis de Amostragem

Considerando que fatores relacionados ao momento da amostragem podem afetar a resposta dos primatas às vocalizações, foram registradas como variáveis de ocasião a temperatura e o horário de amostragem, utilizadas para modelar a detectabilidade. A temperatura foi registrada no final de cada sessão, utilizando um termo-higrômetro, e o horário

de amostragem foi categorizado posteriormente entre os períodos da manhã e da tarde. Além disso, a detecção das outras espécies de primatas também foi utilizada como variáveis de ocasião, para avaliar se a presença de uma determinada espécie poderia influenciar na detectabilidade da espécie do modelo.

Variáveis de Sítio

Para testar a influência de fatores relacionados ao sítio de amostragem nas estimativas de detecção e ocupação, foram coletadas quatro variáveis: distância da borda, altura e abertura de dossel e proporção de formação florestal.

A reserva é majoritariamente cercada por plantações e rios, tendo uma borda bem demarcada em seu limite. Desta forma, foi coletada a menor distância entre cada sítio de amostragem e a borda da reserva.

Para as variáveis de altura e abertura de dossel foram traçados dois transectos com comprimento de 50m para cada lado da estrada ou trilha, a partir do sítio de amostragem. A cada 10m desses transectos foram colocados pontos de coleta das variáveis. Em cada ponto foi medida a altura da árvore mais próxima com um clinômetro, usando-se a média dos 10 valores para um valor único de altura de dossel por sítio. Para a abertura de dossel foi utilizada uma câmera Nikon do modelo D5300, equipada com um adaptador de lente fisheye de 0,2x, posicionada a uma altura de 1,5m do chão, para tirar fotos do dossel. Foi tirada uma foto em cada ponto do transecto, totalizando dez fotos por sítio, que foram processadas no software Gap Light Analyzer, versão 2.0 (Frazer; Canham; Lertzman, 1999). Assim, obtivemos uma porcentagem de abertura de dossel para cada ponto do transecto, fazendo-se a média para um valor único de abertura de dossel para o sítio.

Para obter a proporção de Formação Florestal para cada sítio foi utilizado o Mapa de Uso e Cobertura do Solo do MapBiomias (Projeto MapBiomias, 2023), com uma resolução de 30m e referente ao ano de 2023. Dentro de um buffer de 500m, foi obtida a proporção de “Formação Florestal” relativa à área do buffer total. As análises de geoprocessamento foram realizadas utilizando o software QGIS, versão 3.40.11 (QGIS Development Team, 2024).

Análises Estatísticas

As variáveis contínuas foram padronizadas por meio da subtração da média e divisão pelo desvio padrão. Em seguida, foi testada a correlação de Pearson entre as variáveis, sendo

excluídas aquelas que apresentaram correlação forte ($|r| > 0,70$). Desta forma, a variável abertura de dossel foi removida das análises por apresentar correlação negativa elevada com altura de dossel ($r = -0,74$) e com a proporção de floresta ($r = -0,72$).

A construção dos modelos de ocupação de espécie única e temporada única de Mackenzie *et al.* (2002) foi feita no programa R Studio, versão 4.5.1 (Posit team, 2025), utilizando o pacote unmarked (Fisker; Chandler, 2011). Ajustamos modelos para as três espécies separadamente, utilizando o histórico de detecção com seis ocasiões. A não-detecção de uma espécie em um local não implica na sua ausência, o que é levado em consideração pelo modelo devido às múltiplas visitas, considerando então a detecção imperfeita (< 1) das espécies (Mackenzie *et al.*, 2002). Essa detecção imperfeita é utilizada pelo modelo para corrigir as estimativas de probabilidade de ocupação da área total, que seria a probabilidade que aquela espécie tem de ocorrer em uma determinada área (Mackenzie *et al.*, 2018). Para entender como variáveis podem interferir na detecção ou na ocupação das espécies, o modelo permite que sejam incorporadas variáveis aos modelos (Mackenzie *et al.*, 2018).

Os modelos foram limitados a uma variável explicativa para a probabilidade de detecção e uma para a ocupação, a fim de evitar superparametrização dos modelos. Foi utilizada uma abordagem constituída por duas etapas para os ajustes dos modelos (Lebreton *et al.*, 1992). Primeiro, foram construídos modelos com a ocupação (Ψ) mantida constante (modelo com intercepto apenas), para testar a influência das variáveis de sítio e de ocasião na detectabilidade (p). Depois, foram selecionadas as estruturas mais adequadas para a detectabilidade, a partir dos melhores modelos, que foram utilizados para modelar a ocupação, testando então a influência das variáveis de sítio na probabilidade de ocupação das espécies.

Foi utilizado o Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc) para ranquear os modelos em cada etapa, considerando equivalentes aqueles com $\Delta AICc < 2$. Foi utilizado o peso do modelo (AICcw) para selecionar aquele que seria considerado o de melhor ajuste, por representar a quantidade relativa de evidência a favor de cada modelo (Burnham; Anderson, 2002). Ainda, a sobredispersão (parâmetro $\hat{c}$) foi estimada a partir do modelo mais parametrizado dentro do conjunto de modelos, utilizando 10.000 iterações.

RESULTADOS

Das sessões de playback realizadas, houve resposta de pelo menos uma das três espécies de primatas em 42% das sessões, distribuídas em 22 sítios (Figura 1).

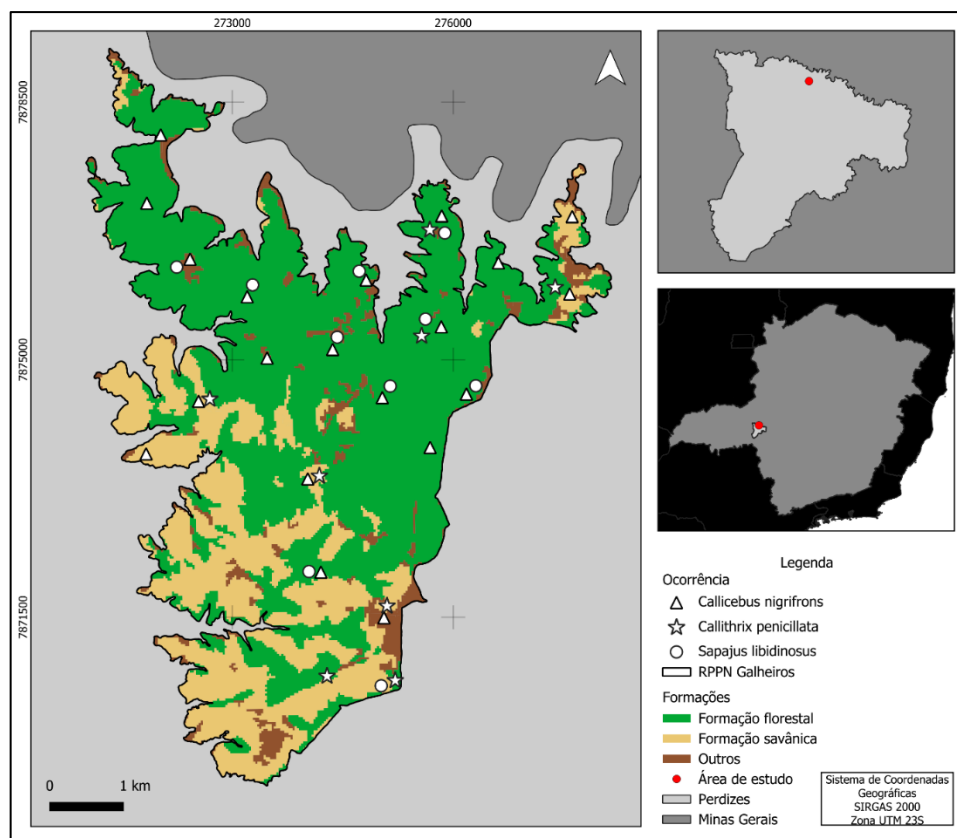


Figura 1 – Ocorrência das três espécies de primatas e formações vegetais encontradas na RPPN Galheiros, município de Perdizes, Minas Gerais, Brasil

Foram ajustados 44 modelos no total, sendo oito de detectabilidade para cada espécie e oito ou quatro de ocupação, dependendo dos modelos de detectabilidade com melhor ajuste (Tabela 1).

Tabela 1 – Modelos de detectabilidade e ocupação ajustados para as três espécies de primatas da RPPN Galheiros, Minas Gerais, Brasil

Modelo	AICc	$\Delta AICc$	AICcw
<i>Callicebus nigrifrons</i>			
Detectabilidade			
$\Psi(\cdot), p(\text{floresta})$	186,7	0,0	0,654
$\Psi(\cdot), p(\text{período})$	188,5	1,8	0,264
$\Psi(\cdot), p(\text{altura})$	191,9	5,3	0,047
$\Psi(\cdot), p(\text{temperatura})$	193,8	7,1	0,019
$\Psi(\cdot), p(\cdot)$	195,8	9,1	0,007
$\Psi(\cdot), p(\text{distância})$	196,3	9,6	0,005

$\Psi(\cdot), p(\text{callithrix})$	198,1	11,4	0,002
$\Psi(\cdot), p(\text{sapajus})$	198,2	11,5	0,002
Ocupação			
$\Psi(\text{altura}), p(\text{período})$	186,6	0,0	0,208
$\Psi(\text{floresta}), p(\text{período})$	186,6	0,0	0,206
$\Psi(\cdot), p(\text{floresta})$	186,7	0,1	0,201
$\Psi(\text{altura}), p(\text{floresta})$	187,1	0,5	0,161
$\Psi(\cdot), p(\text{período})$	188,5	1,9	0,081
$\Psi(\text{floresta}), p(\text{floresta})$	189,3	2,7	0,055
$\Psi(\text{distância}), p(\text{floresta})$	189,3	2,7	0,053
$\Psi(\text{distância}), p(\text{período})$	190,2	3,6	0,034
<i>Callithrix penicillata</i>			
Detectabilidade			
$\Psi(\cdot), p(\cdot)$	86,9	0,0	0,305
$\Psi(\cdot), p(\text{callicebus})$	88,5	1,6	0,138
$\Psi(\cdot), p(\text{altura})$	89,0	2,1	0,105
$\Psi(\cdot), p(\text{sapajus})$	89,1	2,2	0,103
$\Psi(\cdot), p(\text{floresta})$	89,3	2,4	0,091
$\Psi(\cdot), p(\text{temperatura})$	89,4	2,5	0,087
$\Psi(\cdot), p(\text{distância})$	89,5	2,6	0,086
$\Psi(\cdot), p(\text{período})$	89,5	2,6	0,086
Ocupação			
$\Psi(\text{altura}), p(\cdot)$	84,0	0,0	0,614
$\Psi(\cdot), p(\cdot)$	86,9	2,9	0,140
$\Psi(\cdot), p(\text{callicebus})$	88,5	4,5	0,063
$\Psi(\text{distância}), p(\cdot)$	88,7	4,7	0,058
$\Psi(\text{altura}), p(\text{callicebus})$	89,2	5,2	0,045
$\Psi(\text{floresta}), p(\cdot)$	89,4	5,5	0,040
$\Psi(\text{distância}), p(\text{callicebus})$	90,6	6,7	0,022
$\Psi(\text{floresta}), p(\text{callicebus})$	91,1	7,1	0,018

Sapajus libidinosus

Detectabilidade

$\Psi(.),p(\text{altura})$	100,1	0,0	0,915
$\Psi(.),p(\text{mata})$	107,1	7,0	0,028
$\Psi(.),p(.)$	107,8	7,7	0,019
$\Psi(.),p(\text{temperatura})$	109,0	8,9	0,011
$\Psi(.),p(\text{callicebus})$	109,6	9,5	0,008
$\Psi(.),p(\text{período})$	109,7	9,6	0,008
$\Psi(.),p(\text{callithrix})$	110,0	9,9	0,007
$\Psi(.),p(\text{distância})$	110,3	10,2	0,005

Ocupação

$\Psi(\text{altura}),p(\text{altura})$	88,5	0,0	0,994
$\Psi(.),p(\text{altura})$	100,1	11,6	0,003
$\Psi(\text{floresta}),p(\text{altura})$	100,8	12,3	0,002
$\Psi(\text{distância}),p(\text{altura})$	102,9	14,4	0,001

Notas: Variáveis: período de amostragem (manhã e tarde; ‘período’); temperatura no momento da amostragem (‘temperatura’); presença das outras espécies no momento da detecção da espécie-alvo do modelo (detectado e não detectado; ‘callicebus’, ‘callithrix’, ‘sapajus’); menor distância até a borda da reserva (‘distância’); altura de dossel (‘altura’); proporção de formação florestal no buffer (‘floresta’). Ψ , probabilidade de ocupação; p, probabilidade de detecção; AICc, Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras; ΔAICc , diferença entre o AICc do modelo e o menor valor de AICc; AICcw, peso do modelo.

Fonte: Autores, 2026.

Callicebus nigrifrons foi detectada em 20 dos 27 sítios amostrados (Figura 1), apresentando ocupação naïve de 0,741 e ocupação estimada de 0,782 (SE = 0,092). A probabilidade de detecção foi de 0,387 (SE = 0,049). Os modelos com maior suporte para a detectabilidade (Tabela 1) incluíram as variáveis proporção de floresta (AICcw = 0,654), com relação positiva (Figura 2a), e período de amostragem (AICcw = 0,264), sendo maior no período da manhã (Figura 2b). Para a ocupação, o modelo nulo está entre os mais bem ranqueados (Tabela 1), indicando baixo suporte das variáveis avaliadas para explicar sua variação. Ainda assim, modelos contendo altura de dossel (AICcw = 0,208; Figura 3a) e proporção de formação florestal (AICcw = 0,206; Figura 3b) sugerem uma possível relação positiva com a ocupação.

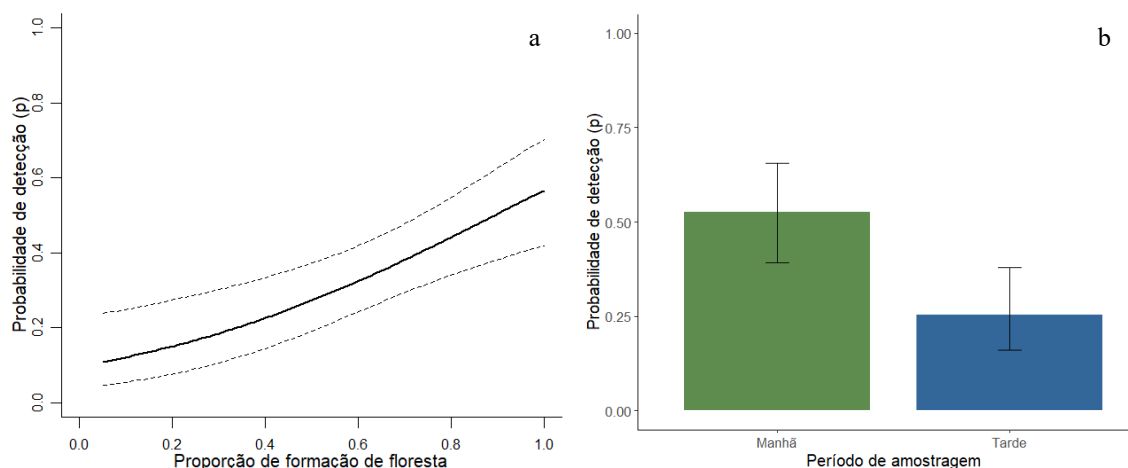


Figura 2 – Relação entre a probabilidade de detecção ($\pm$ IC) do *Callicebus nigrifrons* e a proporção de formação de floresta (a) e o período de amostragem (b) na RPPN Galheiro, Minas Gerais, Brasil

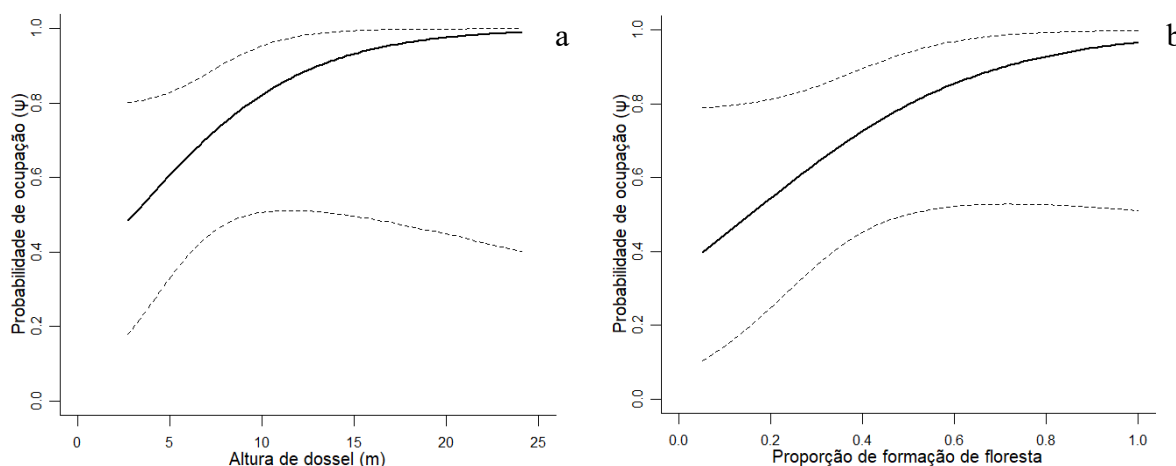


Figura 3 – Relação entre a probabilidade de ocupação ($\pm$ IC) de *Callicebus nigrifrons* e a altura de dossel (a) e proporção de formação de floresta (b) na RPPN Galheiro, Minas Gerais, Brasil

Callithrix penicillata foi detectado em 8 dos 27 sítios (Figura 1), resultando em uma ocupação naïve de 0,296 e ocupação estimada de 0,447 ($SE = 0,175$). A probabilidade de detecção da espécie foi de 0,166 ($SE = 0,070$). Os modelos com maior suporte (Tabela 1) indicaram efeito fraco da presença de *Callicebus nigrifrons* sobre a detectabilidade da espécie (Figura 4a), sendo este modelo ranqueado de forma semelhante ao modelo nulo. Para a probabilidade de ocupação, o modelo com maior suporte incluiu a altura de dossel ($AIC_{cw} = 0,614$), sugerindo uma relação negativa com a probabilidade de ocupação. No entanto, essa relação apresentou elevada incerteza, evidenciada pelo alto erro padrão (Figura 4b).

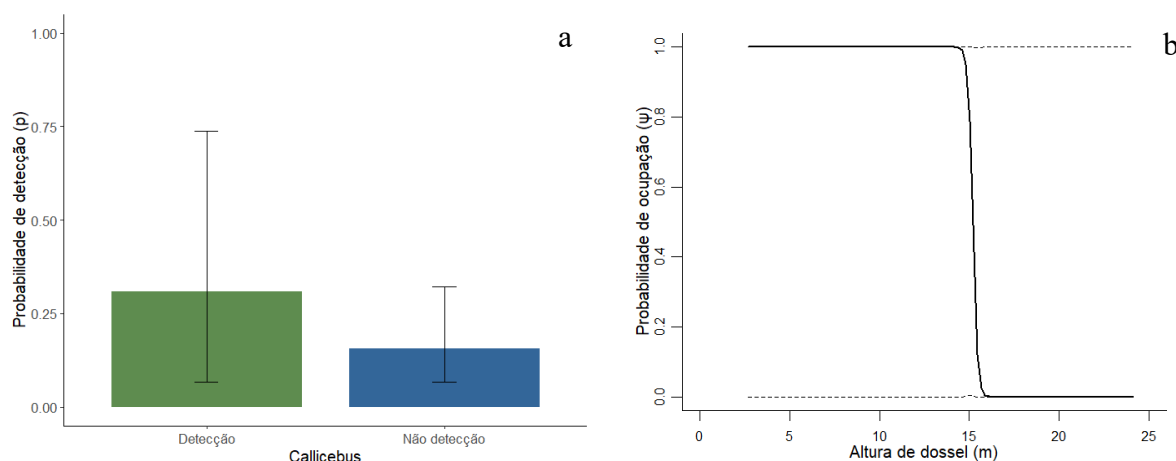


Figura 4 – Relação entre a probabilidade de detecção ($\pm$ IC) e a presença do sauá (*Callicebus nigrifrons*) (a) e entre a probabilidade de ocupação e a altura de dossel (b) de *Callithrix penicillata* na RPPN Galheiro, Minas Gerais, Brasil

Sapajus libidinosus foi registrado em 10 dos 27 sítios amostrados (Figura 1), com ocupação naíve de 0,370 e ocupação estimada de 0,479 (SE = 0,140). A probabilidade de detecção de 0,219 (SE = 0,066). Os modelos com maior suporte (Tabela 1) indicaram que a altura de dossel influenciou positivamente tanto a probabilidade de detecção (AICcw = 0,915; Figura 5a) quanto a probabilidade de ocupação (AICcw = 0,994; Figura 5b) (Tabela 1). No entanto, para a ocupação, essa relação apresentou elevada incerteza, evidenciada pelo alto erro padrão.

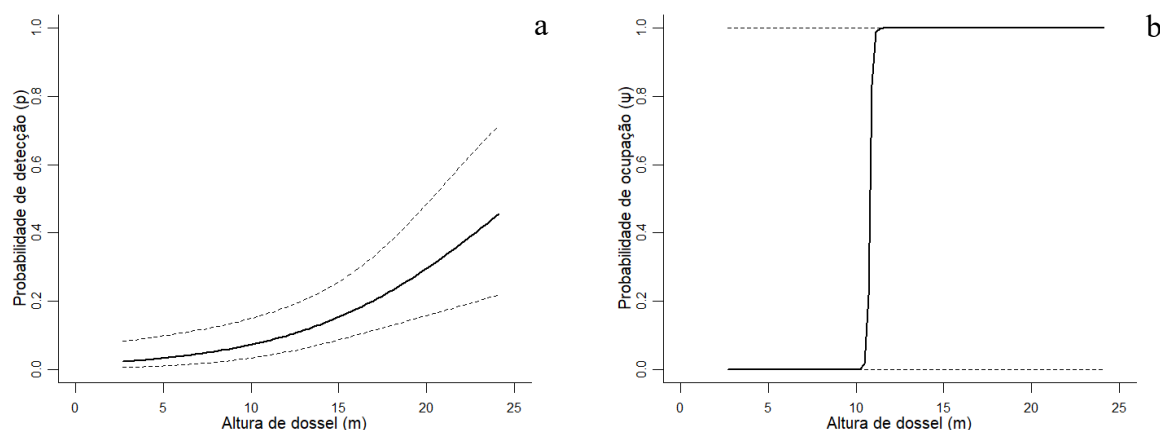


Figura 5 – Relação entre as probabilidades de detecção ($\pm$ IC) (a) e de ocupação ($\pm$ IC) (b) e a altura de dossel de *Sapajus libidinosus* na RPPN Galheiro, Minas Gerais, Brasil

DISCUSSÃO

Callicebus nigrifrons apresentou os maiores valores de detectabilidade e ocupação entre as espécies estudadas na RPPN Galheiro. A detectabilidade foi maior em áreas com maior proporção de formação florestal e durante o período da manhã, enquanto a ocupação apresentou relação positiva, embora com baixo suporte, com a altura de dossel e a proporção de formação florestal. Considerando esses resultados, observa-se que variáveis associadas à estrutura e à cobertura florestal influenciam tanto a ocorrência quanto a detecção da espécie.

Trata-se de uma espécie associada a ambientes florestais, com dieta predominantemente frugívora-folívora, comportamento críptico e baixa tolerância à presença humana (Caselli; Setz, 2011; Caselli *et al.*, 2018; Pinto *et al.*, 2013; Trevelin *et al.*, 2007). Além disso, demonstra preferência por habitats com maior cobertura florestal e pelo uso de estratos intermediários (Caselli; Setz, 2011; Fernandes *et al.*, 2025; Trevelin *et al.*, 2007). Ambientes estruturalmente mais complexos tendem a oferecer maior disponibilidade de recursos alimentares e abrigo (Hanya; Chapman, 2012), o que pode favorecer tanto a ocupação quanto a detectabilidade da espécie na reserva. Assim, as relações positivas observadas com a proporção de floresta e a altura de dossel são consistentes com os padrões da espécie.

Os resultados obtidos para *C. nigrifrons* são consistentes com os relatados por Sales, Hayward e Passamani (2016), que registraram elevada detectabilidade da espécie por meio de playback e alta ocupação em fragmentos da Mata Atlântica. A maior detectabilidade no período da manhã também está de acordo com estudos prévios, que indicam que os chamados de longa distância dessa espécie ocorrem principalmente nas primeiras horas do dia, com pico entre 8h e 10h, estando associados à defesa territorial e à distância entre grupos (Caselli; Setz, 2007, 2011). Além disso, Sales, Hayward e Passamani (2016) observaram relação positiva entre ocupação e altura de dossel, enquanto Trevelin *et al.* (2007) registraram maior uso do habitat em estratos superiores a 10 m. De forma semelhante, Fernandes *et al.* (2025) encontraram relação positiva entre ocupação e cobertura florestal no buffer, padrões consistentes com os observados neste estudo.

Callithrix penicillata apresentou baixa detectabilidade e ocupação na área de estudo. A detectabilidade apresentou relação positiva fraca, com a presença do *Callicebus nigrifrons*, enquanto a ocupação apresentou uma relação negativa fraca com a altura de dossel. Considerando esses resultados, observa-se que as variáveis avaliadas apresentaram baixo poder explicativo, e os padrões detectados devem ser interpretados com cautela. A relação entre a detectabilidade da espécie e a presença do *Callicebus* pode refletir respostas a características

ambientais não mensuradas nos locais amostrados. Associações entre diferentes espécies podem ocorrer em função de respostas compartilhadas ao mesmo ambiente, sem necessariamente indicar uma interação direta entre elas (Blanchet; Cazelles; Gravel, 2020).

Callithrix penicillata é uma espécie generalista, com ampla distribuição geográfica e comum em paisagens fragmentadas e habitats perturbados (Rylands; de Faria, 1993; Secco; Grilo; Bager 2018; Valle *et al.*, 2021). Além disso, primatas do gênero *Callithrix* tendem a utilizar estratos medianos e inferiores da vegetação, especialmente durante o forrageamento (Passamani, 1996). Dessa forma, a relação negativa entre a altura de dossel e a ocupação pode estar associada às características ecológicas da espécie, que favorecem o uso de ambientes mais abertos e perturbados.

Estudos anteriores, que também utilizaram playback registraram elevada detectabilidade e ocupação em fragmentos da Mata Atlântica (Sales, Hayward e Passamani, 2016) e alta ocupação em fragmentos do Cerrado (Grande *et al.*, 2020), embora também não tenham identificado variáveis explicativas fortes. Apesar de suas características generalistas, a detectabilidade e a ocupação de *C. penicillata* podem ser reduzidas em áreas onde as populações tenham sofrido declínios (Gu; Swihart, 2004). No sudeste do Brasil, surtos de febre-amarela, entre 2017 e 2018, causaram impactos severos em populações de primatas, afetando mais frequentemente espécies dos gêneros *Callithrix* e *Alouatta* (Araújo *et al.*, 2011; Mares-Guia *et al.*, 2020). Esse fator pode ter contribuído para a redução do número de grupos na região de estudo, influenciando negativamente a detectabilidade e a ocupação da espécie. No entanto, estudos adicionais, incluindo levantamentos populacionais e avaliação de fragmentos com diferentes graus de isolamento na região são necessários para confirmar essa hipótese.

Sapajus libidinosus apresentou valores intermediários de ocupação e detectabilidade na área de estudo. A altura de dossel esteve positivamente associada com a detectabilidade e com a ocupação, sendo a principal variável explicativa para a espécie na área estudada. Macacos-prego formam grupos grandes e socialmente complexos, utilizando diferentes estratos do habitat, com predominância do uso arbóreo (Cutrim, 2013; Fragaszy; Visalberghi; Fedigan, 2004), embora haja registros do uso do solo por populações de *Sapajus libidinosus* (Wright *et al.* 2019). Além disso, tendem a vocalizar com maior frequência quando outros membros do grupo estão próximos, especialmente em contextos de coesão do grupo e interação social (Di Bitetti, 2005). Ambientes com dosséis mais altos podem favorecer a propagação das vocalizações, criando condições mais eficientes para a comunicação acústica (Padgham, 2004; Zhao *et al.*, 2025). Dessa forma, a maior altura de dossel pode contribuir para o aumento da

detectabilidade da espécie, além de estar associada a condições estruturais favoráveis à sua ocorrência na reserva.

A probabilidade de ocupação observada para *S. libidinosus* foi moderada, o que pode estar relacionada ao tamanho grande dos grupos e à extensa área de vida da espécie, que pode ultrapassar 200ha (Bezerra *et al.*, 2025). Esse fator pode limitar o número de grupos que a área de estudo é capaz de sustentar, limitando sua ocupação. Em fragmentos do Cerrado, Grande *et al.* (2020) também encontraram ocupação moderada da espécie, sem associação com variáveis ambientais locais, mas com maior influência de características da paisagem, como tamanho do fragmento e permeabilidade da matriz.

Além disso, macacos-prego apresentam dieta principalmente frugívora, com ingestão de outras partes da planta também sendo comum (Rasec-Silva; Bertassoni; Marco Júnior, 2023), com registros do consumo do meristema apical de palmeiras (Brocardo *et al.*, 2010; dos Santos *et al.*, 2023). Durante os trabalhos de campo, foi observada associação frequente entre *S. libidinosus* e palmeiras presentes na área de estudo, com indivíduos rasgando folhas e se alimentando das partes vegetativas, e deixando folhas recentemente removidas no solo. Essa observação sugere uma possível relação entre a ocorrência da espécie e a disponibilidade de recursos alimentares, embora estudos adicionais sejam necessários para confirmar essa hipótese.

CONCLUSÕES

As três espécies de primatas estudadas apresentaram padrões distintos de ocupação e detectabilidade na RPPN Galheiro, refletindo diferenças em suas características ecológicas e no uso do habitat. De modo geral, variáveis relacionadas à estrutura da vegetação, como a altura de dossel e a proporção de formação florestal, estiveram associadas tanto à ocorrência quanto à detecção das espécies. Essa relação pode ser vista especialmente para *Callicebus nigrifrons*, indicando a importância de ambientes estruturalmente mais complexos para este primata na área estudada. Por outro lado, *Callithrix penicillata*, espécie com maior plasticidade ecológica, não apresentou relações fortes com as variáveis avaliadas, e sua baixa ocupação e detectabilidade sugerem que fatores não mensurados, como pressões recentes sobre as populações, podem estar influenciando sua distribuição no local. Já *Sapajus libidinosus* apresentou detectabilidade e ocupação associados positivamente com a altura de dossel, estando possivelmente relacionado à estrutura do habitat e ao comportamento da espécie.

Em conjunto, os resultados evidenciam que a detectabilidade varia entre as espécies e contextos ambientais, reforçando a importância de sua consideração nas amostragens destes primatas na área estudada. Além disso, indicam que a RPPN Galheiro desempenha papel importante na manutenção de populações de primatas, especialmente de espécies associadas a ambientes florestais e que estão com declínio populacional, como *C. nigrifrons* e *S. libidinosus*. Em uma paisagem altamente fragmentada e dominada por atividades agrícolas, a área atua como um refúgio relevante para a conservação desses táxons, destacando a importância de áreas protegidas na manutenção da biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013
- AMECA, E. I.; CHAMART, L.; GARBER, P. A. A conceptual framework for assessing behavioral flexibility of species in response to extreme climatic events. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 18478, 2023.
- ARAÚJO, F. A. A. *et al.* Epizootias em primatas não humanos durante reemergência do vírus da febre amarela no Brasil, 2007 a 2009. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 20, n. 4, p. 527-536, 2011.
- BASTOS, M. *et al.* Small but wise: Common marmosets (*Callithrix jacchus*) use acoustic signals as cues to avoid interactions with blonde capuchin monkeys (*Sapajus flavius*). **American Journal of Primatology**, v. 80, n. 3, p. e22744, 2018.
- BERTHET, MéliSSa *et al.* Dramatic decline in a titi monkey population after the 2016–2018 sylvatic yellow fever outbreak in Brazil. **American Journal of Primatology**, v. 83, n. 12, p. e23335, 2021.
- BEZERRA, B.M., *et al.* *Sapajus libidinosus*. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. 2025.
- BLANCHET, F. Guillaume; CAZELLES, Kevin; GRAVEL, Dominique. Co-occurrence is not evidence of ecological interactions. **Ecology Letters**, v. 23, n. 7, p. 1050-1063, 2020.
- BRANDT Meio Ambiente. Revisão do Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Galheiro. 2014.
- BROCARD, C. R. *et al.* Predation of adult palms by black capuchin monkeys (*Cebus nigritus*) in the brazilian Atlantic Forest. **Neotropical Primates**, v. 17, n. 2, p. 70-74, 2010.

BUFALO, F. S.; GALETTI, M.; CULOT, L. Seed dispersal by primates and implications for the conservation of a biodiversity hotspot, the Atlantic Forest of South America. **International Journal of Primatology**, v. 37, n. 3, p. 333-349, 2016.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. (Ed.). **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach**. New York, NY: Springer New York, 2002.

CASELLI, Chistini Barbosa et al. Las voces de los primates neotropicales: ¿qué dicen?. *La Primatología en Latinoamérica*, v. 2, p. 267-281, 2018.

CASELLI, C. B.; SETZ, E. Z. F. Feeding ecology and activity pattern of black-fronted titi monkeys (*Callicebus nigrifrons*) in a semideciduous tropical forest of southern Brazil. **Primates**, v. 52, n. 4, p. 351-359, 2011.

CASELLI, C. B.; SETZ, E. Z. F. Seasonality in long calls by titi monkeys (*Callicebus nigrifrons*) in the Atlantic forest of southeast Brazil. **American Journal of Primatology**, 69, 96–97, 2007.

CHAPMAN, C. A. *et al.* Are primates ecosystem engineers?. **Internacional Journal of Primatology**, v. 34, p. 1–14, 2013.

CUTRIM, F. H. R. Padrão comportamental e uso de ferramentas em macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) residentes em manguezal. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DI BITETTI, M. S. Food-associated calls and audience effects in tufted capuchin monkeys, *Cebus apella nigratus*. **Animal behaviour**, v. 69, n. 4, p. 911-919, 2005.

DOS SANTOS, A. S. *et al.* Monkey overabundance indirectly affects community seed rain via a disruptive interaction with a keystone palm species. **Acta Oecologica**, v. 118, p. 103895, 2023.

ESTRADA, A. *et al.* Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. **Science Advances**, v. 3, n. 1, e1600946, 2017.

ESTRADA, A. *et al.* Primates in peril: the significance of Brazil, Madagascar, Indonesia and the Democratic Republic of the Congo for global primate conservation. **PeerJ**, v. 6, p. e4869, 2018.

FALOTICO, Tiago; OTTONI, Eduardo B. Greater tool use diversity is associated with increased terrestriality in wild capuchin monkeys. **American Journal of Biological Anthropology**, v. 181, n. 2, p. 312-317, 2023.

FERNANDES, A. S. *et al.* Forest Cover and Altitude Are Key to the Occurrence of Black-Fronted Titi Monkeys (*Callicebus nigrifrons*) in the Brazilian Atlantic Forest. **American Journal of Primatology**, v. 87, n. 9, p. e70079, 2025.

FERREIRA, Renata G. et al. On the occurrence of *Cebus flavius* (Schreber 1774) in the Caatinga, and the use of semi-arid environments by *Cebus* species in the Brazilian state of Rio Grande do Norte. **Primates**, v. 50, n. 4, p. 357-362, 2009.

FISKER, I.; CHANDLER, R. unmarked: An R Package for Fitting Hierarchical Models of Wildlife Occurrence and Abundance. **Journal of Statistical Software**, 43(10), 1-23. 2011.

FRAGASZY, Dorothy M.; VISALBERGHI, Elisabetta; FEDIGAN, Linda M. **The complete capuchin: the biology of the genus Cebus**. Cambridge University Press, 2004.

FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; LERTZMAN, K. P. *Gap Light Analyzer (GLA), version 2.0: imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs*. Burnaby: Simon Fraser University; Millbrook: Institute of Ecosystem Studies, 1999.

GESTICH, C. C. *et al.* Estimating primate population densities: the systematic use of playbacks along transects in population surveys. **American Journal of Primatology**, v. 79, n. 2, p. e22586, 2017.

GOMES, L. B. *et al.* Conservation challenges for Brazilian primates and the role of protected areas in a changing climate. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 31356, 2024.

GRANDE, T. O. *et al.* Fragment shape and size, landscape permeability and fragmentation level as predictors of primate occupancy in a region of Brazilian Cerrado. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 42, p. 1-15, 2020.

GU, W.; SWIHART, R. K. Absent or undetected? Effects of non-detection of species occurrence on wildlife-habitat models. **Biological conservation**, v. 116, n. 2, p. 195-203, 2004.

HANYA, G.; CHAPMAN, C. A. Linking feeding ecology and population abundance: a review of food resource limitation on primates. **Ecological research**, v. 28, n. 2, p. 183-190, 2013.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. 2025. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/>.

JBL. *JBL Flip 6: ficha técnica*. Disponível em: https://www.jbl.com.br/on/demandware.static/-/Sites-masterCatalog_Harman/default/dw0a39b813/pdfs/JBL_Flip_6_SpecSheet_English.pdf. Acesso em: 10 fev. 2026.

KEANE, A. *et al.* The potential of occupancy modelling as a tool for monitoring wild primate populations. **Animal Conservation**, v. 15, n. 5, p. 457-465, 2012.

KINZEY, Warren G. **New World primates: ecology, evolution, and behavior**. New York: Aldine de Gruyter, 1997.

LEBRETON, Jean-Dominique *et al.* Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. **Ecological monographs**, v. 62, n. 1, p. 67-118, 1992.

MACKENZIE, D. I. *et al.* Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2248-2255, 2002.

MACKENZIE, D. I. *et al.* **Occupancy estimation and modeling. Inferring patterns and dynamics of species occurrence.** Second Edition. Londres, Reino Unido: Academic Press, 2018.

MARES-GUIA, M. A. M. M. *et al.* Yellow fever epizootics in non-human primates, Southeast and Northeast Brazil (2017 and 2018). **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, p. 90, 2020.

MILAGRES, A. P. *et al.* *Callicebus nigrifrons*. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. 2025.

NOWAK, K.; LEE, P. C. “Specialist” primates can be flexible in response to habitat alteration. In: **Primates in fragments: Complexity and resilience**. New York, NY: Springer New York, 2013. p. 199-211.

PADGHAM, M. Reverberation and frequency attenuation in forests — implications for acoustic communication in animals. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 115, n. 1, p. 402-410, 2004.

PASSAMANI, Marcelo. *Ecologia e comportamento de um grupo de sagui-da-cara-branca (Callithrix geoffroyi) em um fragmento de Mata Atlântica no Espírito Santo*. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

PINTO, L. P. *et al.* Why we know so little: the challenges of fieldwork on the Pitheciids. **Evolutionary biology and conservation of titis, sakis and uacaris Cambridge University Press, Cambridge**, p. 145, 2013.

POSIT TEAM (2025). RStudio: Integrated Development Environment for R. Posit Software, PBC, Boston, MA. URL <http://www.posit.co/>.

PROJETO MapBiomias – Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 10 out. 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation, 2024. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em: 05 mai. 2025.

RASEC-SILVA, A.; BERTASSONI, A.; MARCO JÚNIOR, P. Capuchin monkey (*Sapajus* spp.) diet: current knowledge, gaps, and future directions. **Primates**, v. 64, n. 3, p. 305-317, 2023.

RIMOLI, J. *et al.* *Callithrix penicillata*. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. 2025.

RYLANDS, A. B.; DE FARIA, D. S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: **Marmosets and Tamarins**, p. 262-272, 1993.

SALES, L. P.; HAYWARD, M. W.; PASSAMANI, M. Local vs landscape drivers of primate occupancy in a Brazilian fragmented region. **Mammal Research**, v. 61, p. 73-82, 2016.

SANTOS, Lucas Peternelli Corrêa dos. **Parâmetros nutricionais da dieta de duas populações de macacos-prego: *Sapajus libidinosus* no ecótono cerrado/caatinga e *Sapajus nigritus* na Mata Atlântica**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SECCO, H.; GRILO, C.; BAGER, A. Habitat selection by the black-tufted marmoset *Callithrix penicillata* in human-disturbed landscapes. **Journal of Tropical Ecology**, v. 34, n. 2, p. 135-144, 2018.

THOMPSON, C. L.; HERMANN, E. A. Behavioral thermoregulation in primates: A review of literature and future avenues. **American Journal of Primatology**, v. 86, n. 6, p. e23614, 2024.

TREVELIN, L. C. *et al.* Abundance, habitat use and diet of *Callicebus nigrifrons* Spix (Primates, Pitheciidae) in Cantareira State Park, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 1071-1077, 2007.

VALLE, R. R., *et al.* *Callithrix penicillata* (amended version of 2018 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T41519A191705321. 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.202111.RLTS.T41519A191705321.en>

VAN ROOSMALEN, M. G. M; VAN ROOSMALEN, T.; MITTERMEIER, R. A. A taxonomic review of the titi monkeys, genus *Callicebus* Thomas, 1903, with the description of two new species, *Callicebus bernhardi* and *Callicebus stephennashi*, from Brazilian Amazonia. **Neotropical primates**, v. 10, n. Supplement, p. 1-52, 2002.

WRIGHT, K. A. *et al.* Positional behavior and substrate use in wild adult bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). **American Journal of Primatology**, v. 81, n. 12, p. e23067, 2019.

ZHAO, Y. *et al.* How vegetation structure shapes the soundscape: Acoustic community partitioning and its implications for urban forestry management. **Forests**, v. 16, n. 4, p. 669, 2025.

TERCEIRA PARTE

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação teve como objetivo compreender os padrões de ocupação e detectabilidade diferentes das três espécies estudadas em uma área protegida no Cerrado mineiro. *Callicebus nigrifrons* apresentou alta ocupação e detectabilidade na reserva, com associação positiva a ambientes mais florestados e estruturalmente mais complexos, além de maior detectabilidade no período da manhã. *Sapajus libidinosus* apresentou ocupação e detectabilidade intermediárias, também associadas à altura de dossel, indicando a importância da estrutura vertical da vegetação para a espécie. Quanto a *Callithrix penicillata*, as probabilidades de ocupação e de detecção obtidas foram baixas, com fraca relação com as variáveis avaliadas, sugerindo a influência de variáveis que não foram mensuradas, mas que possivelmente tiveram impactos recentes na população da área.

A variação na detectabilidade entre as espécies e a influência de variáveis ambientais e, no caso de *Callicebus nigrifrons*, de amostragem, evidenciam a importância de se considerar estes fatores em estudos ecológicos da espécie. Além disso, no geral, as variáveis relacionadas à estrutura da vegetação, principalmente a altura de dossel e a proporção de formação florestal, foram importantes para explicar os padrões observados. Esses resultados reforçam a relevância da heterogeneidade na estrutura do habitat para a persistência das populações na área estudada.

Por fim, este estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a ecologia dos primatas na RPPN Galheiro, fornecendo subsídios para ações de conservação da área. Recomenda-se que estudos futuros incorporem variáveis em escala de paisagem, relacionando os outros fragmentos da área, e avaliações populacionais mais detalhadas, para se compreender os fatores que estão moldando as dinâmicas populacionais da área.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, Monique et al. Small but wise: Common marmosets (*Callithrix jacchus*) use acoustic signals as cues to avoid interactions with blonde capuchin monkeys (*Sapajus flavius*). *American Journal of Primatology*, v. 80, n. 3, p. e22744, 2018.
- BENCHIMOL, M.; PERES, C. A. Predicting primate local extinctions within “real-world” forest fragments: a pan-neotropical analysis. ***American Journal of Primatology***, v. 76, n. 3, p. 289-302, 2014.
- CASELLI, Chistini Barbosa et al. Las voces de los primates neotropicales: ¿qué dicen?. *La Primatología en Latinoamérica*, v. 2, p. 267-281, 2018.
- ESTRADA, A. *et al.* Impending extinction crisis of the world’s primates: Why primates matter. ***Science Advances***, v. 3, n. 1, e1600946, 2017.
- GALÁN-ACEDO, C. *et al.* Ecological traits of the world’s primates. ***Scientific Data***, v. 6, n. 1, p. 55, 2019.
- GOMES, L. B. *et al.* Conservation challenges for Brazilian primates and the role of protected areas in a changing climate. ***Scientific Reports***, v. 14, n. 31356, 2024.
- ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Primatas brasileiros**. s.d. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/primatas-brasileiros/central-de-conteudos/primatas-brasileiros>.
- ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE**. 2025. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/>.
- KEANE, A. *et al.* The potential of occupancy modelling as a tool for monitoring wild primate populations. *Animal Conservation*, v. 15, n. 5, p. 457-465, 2012.
- MACKENZIE, Darryl I. et al. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. ***Ecology***, v. 83, n. 8, p. 2248-2255, 2002.
- MACKENZIE, Darryl .I. et al. Occupancy estimation and modeling. Inferring patterns and dynamics of species occurrence. Second Edition. Londres, Reino Unido: Academic Press, 2018.
- MCLENNAN, M. R.; SPAGNOLETTI, N.; HOCKINGS, K. J. The implications of primate behavioral flexibility for sustainable human–primate coexistence in anthropogenic habitats. ***International Journal of Primatology***, v. 38, n. 2, p. 105-121, 2017.

RUIZ-MIRANDA, C. R.; SAVAGE, A.; FORERO-SÁNCHEZ, F. Aplicaciones del monitoreo acústico activo y pasivo para conservación de primates neotropicales. *Neotropical Primates*, v. 29, n. 1, p. 40-52, 2023.

THOMPSON, C. L.; HERMANN, E. A. Behavioral thermoregulation in primates: A review of literature and future avenues. ***American Journal of Primatology***, v. 86, n. 6, p. e23614, 2024.