

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Eficiência e complementariedade de duas técnicas de amostragem de mamíferos e aves em diferentes fitofisionomias de áreas protegidas do quadrilátero ferrífero de Minas Gerais, Brasil**

Lara Modesto Mendes  
*Doctor Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2025**

**LARA MODESTO MENDES**

**Eficiência e complementariedade de duas técnicas de amostragem de mamíferos e aves em diferentes fitofisionomias de áreas protegidas do quadrilátero ferrífero de Minas Gerais, Brasil**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientadora: Fabiana C. S. A. de Melo

Coorientadores: Fabiano R. de Melo  
Paola Cardias Soares

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M538e  
2025  
Mendes, Lara Modesto, 1987-  
Eficiência e complementariedade de duas técnicas de amostragem de mamíferos e aves em diferentes fitofisionomias de áreas protegidas do quadrilátero ferrífero de Minas Gerais, Brasil / Lara Modesto Mendes. – Viçosa, MG, 2025.  
1 tese eletrônica (113 f.): il. (algumas color.).

Texto em português e inglês.

Inclui anexos.

Orientador: Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Biologia Animal, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.312>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Vida selvagem - Administração. 2. Animais - Inventários - Minas Gerais. 3. Minas e recursos minerais - Aspectos ambientais - Minas Gerais. I. Melo, Fabiana Cristina Silveira Alves de, 1976-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Animal. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. III. Título.

CDD 22. ed. 590.752

**LARA MODESTO MENDES**

**Eficiência e complementariedade de duas técnicas de amostragem de mamíferos e aves em diferentes fitofisionomias de áreas protegidas do quadrilátero ferrífero de Minas Gerais, Brasil**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 7 de março de 2025.

Assentimento:

---

Lara Modesto Mendes  
Autora

---

Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo  
Orientadora

Essa tese foi assinada digitalmente pela autora em 28/05/2025 às 12:34:31 e pela orientadora em 29/05/2025 às 10:58:45. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **4UK1.82BU.83FG** e clique no botão 'Validar documento'.

Aos meus, avós, pais e irmãos.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Astezio e Maria Consuelo, não há palavras suficientes para expressar o quanto sou grata por tudo o que fizeram e continuam fazendo por mim. Seu amor incondicional, seu apoio constante e seus ensinamentos são as bases que me sustentam e me guiam todos os dias. Agradeço por cada sacrifício, por cada gesto de carinho e por estarem sempre ao meu lado. Sou quem sou por causa de vocês e minha gratidão é eterna. Amo vocês!

Aos meus irmãos, Astezio Luiz e Paula, desde a infância até agora, estivemos juntos em todos os momentos nas risadas, nas conquistas e até nos desafios. Cada um de vocês tem um lugar especial no meu coração, e sei que nossa ligação vai além de sangue, é uma amizade que se fortalece a cada dia. Obrigada por me apoiarem, por serem meu alicerce e por me ensinarem tanto, de formas que nem sempre percebo. Às minhas amigas, Fátua Helena Granato, Shala Granato, Juliana Rennó, Paula Azevedo, Karina, Cris Reis, Raiane, Sarah Almeida, Carol, Priscila Oliveira e Luciana lelo sou grata por ter pessoas tão especiais ao meu lado, que me apoiam nos momentos bons e me levantam nos momentos difíceis. E aos meus colegas de campo, Kleiber José, Naíla, Thales e Rodolfo, sempre estiveram ao meu lado com bom humor e disposição, obrigada por tudo companheiros. E a Nara que esteve ao meu lado nas análises e ao Diego por me auxiliar na identificação da avifauna.

A minha orientadora Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo e aos meus coorientadores Fabiano Rodrigues de Melo e Paola Cardias Soares gostaria de expressar minha mais sincera gratidão pelo apoio, orientação e confiança que me proporcionaram ao longo dessa jornada. O conhecimento, paciência e dedicação de vocês foram fundamentais para meu crescimento acadêmico e pessoal. Terei sempre um grande respeito e carinho por tudo o que aprendi com vocês. Obrigada por me guiarem e por acreditarem no meu potencial.

E por fim gostaria de agradecer à Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de

Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

“Sentimento que não espairo; pois eu mesmo nem acerto com o mote disso ? o que queria e o que não queria, estória sem final. O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem. O que Deus quer é ver a gente aprendendo a ser capaz de ficar alegre a mais, no meio da alegria, e inda mais alegre ainda no meio da tristeza! Só assim de repente, na horinha em que se quer, de propósito ? por coragem. Será? Era o que eu às vezes achava. Ao clarear do dia.”

ROSA, João Guimarães. Grande Sertão: Veredas, página 293.

## RESUMO

MENDES, Lara Modesto, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2025. **Eficiência e complementariedade de duas técnicas de amostragem de mamíferos e aves em diferentes fitofisionomias de áreas protegidas do quadrilátero ferrífero de Minas Gerais, Brasil.** Orientadora: Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo. Coorientadores: Fabiano Rodrigues de Melo e Paola Cardias Soares.

A mineração é uma atividade econômica e industrial que consiste na pesquisa, exploração, lavra (extração) e beneficiamento de minérios presentes no subsolo. Embora a exploração desse recurso natural seja feita com fins econômicos, está também busca promover o desenvolvimento econômico. A mineração é responsável por quase metade do saldo comercial das exportações do país, que retornam para a economia nacional através de empregos, arrecadação de tributos e impostos. Entretanto, é uma atividade de alto impacto ambiental, desde sua construção e exploração, envolvendo atividades tais como a construção de minerodutos, ferrovias, portos e hidrovias. Nesse contexto, os estudos de levantamento de fauna trazem uma importante contribuição para avaliar o grau de impacto e fornecer informações para medidas de mitigação mais assertivas. A região de maior exploração de minério do Brasil, o Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais (MG), comporta as áreas de estudo analisadas nesta tese, representadas por quatro Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPNs): RPPN de Cata Branca, RPPN Córrego Seco, RPPN Poço Fundo e RPPN Capivary. As Unidades de Conservação estão localizadas em áreas próximas à mineração, tendo como principal atividade a extração de minério de ferro, com o método de lavra a céu aberto. Esse método provoca a alteração visual da paisagem, ruídos e vibrações provocados pelos explosivos utilizados, tráfego intenso de veículos pesados, causando poeira, emissão de ruídos e deterioração do sistema viário. Além disso, há a ocorrência de poeira e gases provocados pela perfuração da rocha e contaminação das águas. Usando de duas técnicas de monitoramento de fauna, que são as armadilhas fotográficas para mamíferos de médio e grande porte, e o uso de drones com câmera termal (sensível ao calor), foi possível verificar a eficácia e complementariedade dessas técnicas para um melhor cálculo de abundância e frequência relativa, bem como com relação à riqueza de espécies detectada em cada RPPN. Portanto, o objetivo principal deste estudo foi comparar a aplicação das diferentes técnicas de levantamento de fauna, de modo a avaliar sua eficácia para amostragem das espécies animais residentes nas RPPNs localizadas no Quadrilátero Ferrífero. No primeiro capítulo, abordamos o uso de uma técnica tradicional -

armadilhamento fotográfico - na amostragem da mastofauna local. As armadilhas fotográficas registraram 23 espécies de mamíferos médio e grande porte nas quatro RPPN's, entre as espécies coletadas cinco estão classificadas como vulnerável, entre elas o lobo-guará (*Chrysocyon brachurus*), gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*), gato-do-mato (*Leopardus guttulus*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e a o maior mamífero terrestre brasileiro a anta (*Tapirus terrestris*). Já o segundo capítulo traz uma análise de duas diferentes abordagens ao se utilizar uma técnica mais inovadora de levantamento de fauna, o drone acoplado com câmera termal. As duas abordagens de voo de drone tiveram espécies registradas e identificáveis para a avifauna. Os voos autônomos registraram quatro espécies de avifauna e os voos manuais registraram onze espécies de avifauna nos dois métodos. O voo manual foi o único a registrar a presença de mamíferos, sendo duas espécies de primatas, sauá (*Callicebus nigrifrons*) e macaco-prego (*Sapajus nigritus*). Por fim, no terceiro capítulo, analisamos a combinação dessas técnicas, suas diferenças e similaridades para avifauna e mastofauna nas quatro RPPN's, deste estudo. As espécies da mastofauna registradas nos dois métodos foram as três espécies: a irara (*Eira barbara*), o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) e o macaco-prego (*Sapajus nigritus*). Os registros pelas armadilhas fotográficas foram feitos no solo e os registros de drone com câmeras térmicas são, em sua maioria, feitos a partir do dossel da floresta. Já para a avifauna tivemos as 8 espécies identificadas similares entre as técnicas sendo as espécies: jacuquaçu (Pen

Palavras-chave: Levantamento de fauna; Conservação; Drones; Armadilhas Fotográficas; Monitoramento de fauna

## ABSTRACT

MENDES, Lara Modesto, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2025. **Efficiency and complementarity of two sampling techniques for mammals and birds in different phytophysionomies of protected areas in the ferriferous quadrilateral of Minas Gerais, Brazil.** Adviser: Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo. Co-advisers: Fabiano Rodrigues de Melo and Paola Cardias Soares.

Mining is an economic and industrial activity that consists of research, exploration, extraction and processing of minerals present in the subsoil. Although the exploration of this natural resource is done for economic purposes, it also seeks to promote development. Mining is responsible for almost half of the country's trade balance of exports, which return to the national economy through jobs and tax collection. However, it is an activity with a high environmental impact, since its construction and exploration, involving activities such as the construction of pipelines, railways, ports and waterways. In this context, fauna survey studies make an important contribution to assessing the degree of impact and providing data for more assertive mitigation measures. The region with the largest mineral exploration in Brazil, the Quadrilátero Ferrífero of Minas Gerais (QF), includes the study areas analyzed in this dissertation, represented by four RPPNs: Cata Branca RPPN, Córrego Seco RPPN, Poço Fundo RPPN and Capivary RPPN. The protected areas are located in areas close to mining, with the main activity being the extraction of iron ore, using the open-pit mining method. This method causes visual changes to the landscape, noise and vibrations caused by the explosives used, heavy traffic of heavy vehicles, causing dust, noise emissions and deterioration of the road system. In addition, there is the occurrence of dust and gases caused by rock drilling and water contamination. Using fauna monitoring techniques of camera traps and the use of drones with thermal cameras (sensitive to heat), it was possible to verify the effectiveness and complementarity of these techniques for a better calculation of abundance and relative frequency for mammals and birds, as well as in relation to the richness of species detected in each RPPN. Therefore, the main objective of this study was to compare the application of the different fauna survey techniques, in order to evaluate their effectiveness for sampling the animal species resident in the RPPNs located in the Quadrilátero Ferrífero region. In the first chapter, we explore the application of a traditional method — camera trapping — for sampling the local mammalian fauna. Camera traps recorded 23 species of medium- and large-sized mammals across the four Private Natural Heritage Reserves (RPPNs). Among these, five species are classified as vulnerable: the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*),

jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), southern tiger cat (*Leopardus guttulus*), giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*), and the lowland tapir (*Tapirus terrestris*), the largest terrestrial mammal in Brazil. The second chapter examines two approaches using a more innovative survey method — drones equipped with thermal cameras. Both drone flight strategies yielded identifiable bird species. Autonomous flights recorded four bird species, while manual flights recorded eleven. Notably, only manual flights detected mammals, specifically two primate species: the black-fronted titi monkey (*Callicebus nigrifrons*) and the northern black-horned capuchin (*Sapajus nigritus*). In the third chapter, we assess the combined use of these techniques and compare their effectiveness in detecting both avifauna and mammal fauna across the four RPPNs. Three mammal species were recorded using both methods: the tayra (*Eira barbara*), the southern tamandua (*Tamandua tetradactyla*), and the northern black-horned capuchin (*Sapajus nigritus*). Camera traps captured records at ground level, whereas drones with thermal cameras primarily detected species within the forest canopy. For avifauna, eight species were commonly identified by both methods: dusky-legged guan (*Penelope obscura*), squirrel cuckoo (*Piaya cayana*), plumbeous pigeon (*Patagioenas plumbea*), southern caracara (*Caracara plancus*), yellow-headed caracara (*Milvago chimachima*), and two genera-level identifications: *Phaethornis* sp. and *Penelope* sp. Indicator species analysis (IndVal) furth

Keywords: Wildlife survey; Conservation; Drones; Camera traps; Wildlife monitoring

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO 1

Figure 1. Location of the in the Cata Branca (CB) Private Natural Heritage Reserve (RPPN), Itabirito, MG. Quadrilátero Ferrífero region, Minas Gerais, Brasil.

Figure 2. Registro de armadilha fotográfica da espécie de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) em área de campo na RPPN de Cata Branca, Itabirito, Minas Gerais, Brasil.

### CAPÍTULO 2

Figura 1. Localização das Reservas Particulares do Patrimônio Natural –RPPN Capivary, região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

Figura 2. Imagem do drone DJI Matrice 200, equipado com uma câmera termal Zenmuse XT de resolução e uma câmera RGB de alta definição utilizados para o levantamento de fauna na RPPN de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Figura 3. Área de voos manuais e autônomos do drone com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

figura 4. Densidade de voos manuais do drone com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Figura 5. Estimativa de densidade *Kernel* para aves e mamíferos de médio e grande porte detectados pelo drone com termal em voos manuais na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Figura 6. Densidade de voos do drone autônomos com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil

Figura 7. Estimativa de densidade *Kernel* das aves e mamíferos de médio e grande porte detectados pelo drone com termal em voos autônomos na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

### CAPÍTULO 3

Figura 1. Localização das Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Córrego Seco, Cata Branca, Poço Fundo e Capivary, no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Figura 2. Localização dos GRIDs de 800m, para aleatorização das armadilhas fotográficas nas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) do presente estudo: RPPN Cata Branca (A), RPPN Córrego Seco (B), RPPN Poço Fundo (C) e RPPN Capivary (D), região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.

Figura 3. Localização dos GRIDs de 200 m de aresta em área de voo de drone das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) do presente estudo: RPPN Cata Branca (A), RPPN Córrego Seco (B), RPPN Poço Fundo (C) e RPPN Capivary (D), região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

Figura 4. Foto colorida de um indivíduo de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) em posição de repouso (círculo amarelo), captado durante voo do drone com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Poço Fundo.

Figura 5. Foto do indivíduo de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) em posição de repouso (círculo amarelo), captado durante voo do drone com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Poço Fundo.

Figura 6. Estimativa de densidade Kernel das aves e mamíferos de médio e grande porte detectados pelo drone com câmera térmica (esquerda) e armadilha fotográfica (direita) para as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) do presente estudo: RPPN Cata Branca (A), RPPN Córrego Seco (B).

Figura 7. Estimativa de densidade *Kernel* das aves e mamíferos de médio e grande porte detectados pelo drone com câmera térmica (esquerda) e armadilha fotográfica (direita) para as Reservas Particulares do Patrimônio Natural RPPN Poço Fundo (C) e RPPN Capivary (D), região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Table 1. Dates for installation and removal of camera trapping in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Cata Branca, Itabirito, Minas Gerais, Brasil.

Table 2. Dates for installation and removal of camera trapping in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Córrego Seco, Itabirito, Minas Gerais, Brasil.

Table 3. Dates for installation and removal of camera trapping in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Poço Fundo, Minas Gerais, Brasil.

Table 4. Dates for installation and removal of camera trapping in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Table 5 - Location for the forest and open field areas, and Conservation Status of the Mammals: Ministry of Environment (MMA) e International Union for Conservation of Nature (IUCN). Recorded in the camera trapping for the RPPNs: Cata Branca (CB) and Córrego Seco (CS) in Itabirito (MG), Poço Fundo (PF) in Belo Vale (MG) and Capivary (CP) in Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

### CAPÍTULO 2

Tabela 1. Taxa dos valores das médias das variáveis de voo de drone manual e autônomo na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 2. Taxa captados pelo drone com termal em voos Manuais na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 3. Táxons captados pelo drone com termal em voos Autônomos na Reserva Particular do Patrimônio Natural Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 4. Taxa de registros realizados pelo drone com termal em voos pilotos na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

### CAPÍTULO 3

Tabela 1. Localização e status de Conservação dos mamíferos registrados em armadilha fotográfica (AF) e voo de drone (DR) para as Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPNs): Cata Branca (CB) e Córrego Seco (CS) em Itabirito (MG), Poço Fundo (PF) em Belo Vale (MG) e Capivary (CP) em Santa Bárbara (MG), região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. A marcação <sup>(1)</sup> representa o método de armadilha fotográfica e a marcação <sup>(2)</sup> representa o método de drone, demonstrando assim, em qual método a espécie foi registrada nas respectivas RPPNs, na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 2. Resultado da análise de espécie indicadora (*IndVal*) para os dados de abundância das espécies e sua associação com os métodos de coleta. São mostradas somente espécies que tiveram associação significativa ( $p \leq 0,05$ ) com um dos métodos de coletadas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) do presente estudo: RPPN Cata Branca, RPPN Córrego Seco, RPPN Poço Fundo e RPPN Capivary, região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANM	Agência Nacional de Mineração
RPPN	Reserva Particular Patrimônio Natural
CB	Cata Branca
CS	Córrego Seco
PF	Poço Fundo
CP	Capivary
AF	Armadilha fotográfica
DR	Drone
GLM	Generalized Linear Models
PCoa	<i>Principal Coordinates Analysis</i>
ICMBio	Instituto Chico Mendes Biodiversidade
MMA	Ministério Meio Ambiente
PAN	Plano de Ação Nacional
IUCN	União Internacional de Conservação para a Natureza
APA	Área de Proteção Ambiental
QF	Quadrilátero Ferrífero

## Sumário

INTRODUÇÃO GERAL .....	16
CAPÍTULO 1 .....	20
<b>1.1 RESUMO</b> .....	20
<b>1.2 ABSTRACT</b> .....	21
<b>1.3 INTRODUCTION</b> .....	22
<b>1.4 METHOD</b> .....	23
<b>1.5 RESULTS</b> .....	27
<b>1.6 DISCUSSION</b> .....	33
<b>1.7 CONCLUSION</b> .....	36
<b>1.8 REFERENCE:</b> .....	36
CAPÍTULO 2 .....	42
<b>2.1 RESUMO</b> .....	42
<b>2.2 ABSTRACT</b> .....	44
<b>2.3 INTRODUÇÃO</b> .....	45
<b>2.4 MÉTODO</b> .....	46
<b>2.5 RESULTADOS</b> .....	49
<b>2.6 DISCUSSÃO</b> .....	54
<b>2.7 CONCLUSÃO</b> .....	57
<b>2.8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	57
CAPÍTULO 3 .....	61
<b>3.1 RESUMO</b> .....	61
<b>3.2 ABSTRACT</b> .....	62
<b>3.3 INTRODUÇÃO</b> .....	63
<b>3.4 MÉTODO</b> .....	64
<b>3.5 RESULTADOS</b> .....	69
<b>3.6 DISCUSSÃO</b> .....	78
<b>3.7 CONCLUSÃO</b> .....	82
<b>3.8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	83
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	89

## INTRODUÇÃO GERAL

A mineração é uma atividade econômica e industrial que consiste na pesquisa, exploração, lavra (extração) e beneficiamento de minérios presentes no subsolo Agência Nacional de Mineração (ANM). A extração de minério é responsável por quase metade do saldo comercial das exportações do país, que retornam para a economia nacional por meio de empregos, arrecadação de tributos e impostos (IBRAM, 2022). Entretanto, é uma atividade de alto impacto ambiental, desde sua construção e exploração, envolvendo atividades tais como a construção de minerodutos, ferrovias, portos e hidrovias (Gudynas, 2009; Svampa, 2019). A região de maior exploração de minério do Brasil, o Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais (QF), comporta as áreas de estudo analisadas nesta tese (Roeser e Roeser, 2010; Marent, Lamounier e Gontijo, 2011).

As áreas destes estudos estão representadas por quatro RPPNs: RPPN de Cata Branca, RPPN Córrego Seco, RPPN Poço Fundo e RPPN Capivary. As Unidades de Conservação (UCs) estão localizadas em áreas próximas à mineração, tendo como principal atividade a extração de minério de ferro, com o método de lavra a céu aberto. Esse método provoca a alteração visual da paisagem, ruídos e vibrações provocados pelos explosivos utilizados, tráfego intenso de veículos pesados, causando poeira, emissão de ruídos e deterioração do sistema viário. Além disso, há a ocorrência de poeira e gases provocados pela perfuração da rocha e contaminação das águas (Silva, 2007).

A RPPN de Cata Branca, em particular, já pertenceu ao Complexo da Mina de Cata Branca, e encontra-se hoje, dentro da unidade, vestígios da antiga mineração, importantes para estudo de resgate e interpretação arqueológica (Hirashima, 2003). A referida RPPN situada na cidade de Itabirito é contínua à RPPN de Córrego Seco, também abordada neste estudo. Ambas estão no entorno da Mina do Pico, importante ponto de exploração de ferro na região (Moura, 2012).

A RPPN de Poço Fundo, localizada no município de Belo Vale, na Serra da Moeda, também têm sua paisagem comprometida, com as atividades de mineração no município ocasionando, por exemplo, a destruição dos seus topos de morro. Por último a RPPN de Capivary, situada entre as quatro UCs do Parque Nacional da Serra do Gandarela (Área de Preservação Ambiental (APA) Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte, a Reserva do Santuário do Caraça, a Floresta Estadual do Uaimii e a APA Cachoeira das Andorinhas) também se encontram próximas à área de mineração da Mina de Capanema, entre as cidades de

Santa Barbara e Ouro Preto. Vale salientar a importância da preservação das RPPNs abordadas neste estudo e de todos os processos ecológicos responsáveis por produzir e sustentar a riqueza e diversidade dessa região.

Os estudos de levantamento de fauna trazem importantes contribuições para avaliar o grau de impacto e fornecem informações que contribuem para aplicação de medidas de mitigação assertivas. Com os avanços dos impactos ambientais, torna-se ainda mais relevante a efetividade das ações conservacionistas e a inclusão da tecnologia como aliada para a preservação e manutenção da biodiversidade (Allan et al., 2018; Berger-Tal & Lahoz-Monfort, 2018).

Desde o início da década de 80, as armadilhas fotográficas demonstraram-se como um método eficaz e dinâmico no estudo da mastofauna de médio e grande porte (Canale et al., 2012) e de aves (Viana, 2017). O armadilhamento fotográfico é caracterizado como método não invasivo (Karanth, 1995; Silveira et al., 2003) e, por isso, muito usado pelos pesquisadores. Em pesquisas sobre análise de riqueza, abundância (Ahumada et al., 2011; Tobler et al., 2015), distribuição de espécies (Noss et al., 2004) interações entre espécies, comportamentos (Rowcliffe et al. 2014) e até mesmo descoberta de novas espécies (Rovero et al., 2008). Porém, com a degradação, o acesso às áreas de mata está cada vez mais difícil, e os riscos aos pesquisadores cada vez maiores.

Visto a necessidade de inovação para combater a velocidade dos impactos negativos causados pelas atividades antrópicas, como o extrativismo mineral, a tecnologia dos drones está sendo cada vez mais aplicada aos estudos ambientais. O uso de tecnologias inovadoras como os drones, nos mostram como uma ferramenta contemporânea, com o potencial de melhorar as ações ambientais em várias esferas e, principalmente, viabilizar as atividades práticas (Pereira et al., 2012). A vantagem está na capacidade de cobrir grandes áreas, em especial as de difícil acesso e que detêm a porção mais preservada das áreas naturais (Mallet, 2014; Christie et al., 2016).

O uso de drones afirma-se como uma ferramenta eficaz (Linchart, 2015), fornecendo dados ecossistêmicos que auxiliam na investigação ambiental e no manejo (Gibbs et al., 1999). Tendo a capacidade de atuar em diferentes ecossistemas, mostra-se útil para a investigação ambiental (Chape, 2005) e, assim como a armadilha fotográfica, permite uma alternativa de levantamento de fauna menos invasiva, replicável, segura e confiável (Jewell, 2013), mostrando-se como uma nova perspectiva e tendência para a pesquisa com fauna silvestre.

Assim, objetivamos, com este estudo, aplicar as diferentes técnicas de levantamento de fauna, de modo a avaliar sua eficácia para amostragem das espécies animais residentes nas

RPPNs localizadas no Quadrilátero Ferrífero. No primeiro capítulo, abordamos o uso de uma técnica tradicional - armadilhamento fotográfico - na amostragem da mastofauna local. O segundo capítulo traz uma análise de duas diferentes abordagens ao se utilizar uma técnica mais inovadora de levantamento de fauna, o drone. No terceiro capítulo, analisamos a combinação destas técnicas, suas diferenças e similaridades, ressaltando a complementaridade das metodologias.

De modo geral, ressaltamos a importância dos mais variados e adequados métodos de monitoramento de fauna (especificamente aqui a avifauna e mastofauna), na busca por amostrar o mais eficientemente possível as áreas de estudo, cobrindo a maior gama de espécies possível, seus diferentes hábitos e graus de conservação, de modo a ressaltar a importância dessa região como abrigo para espécies animais fundamentais para manutenção dos serviços ecossistêmicos locais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANM-do núcleo, Relatório Circunstanciado E. Parcial; De Regulação, Econômica. **Agência Nacional De Mineração (ANM)**. Acesso: anexo-xii-regulacao-economica ([www.gov.br](http://www.gov.br)).

CANALE, G. R.; PERES, C. A.; GUIDORIZZI, C. E.; GATTO, C. A. F.; KIERULFF, M. C. M. Pervasive defaunation of forest remnants in a tropical biodiversity hotspot. **PLoS ONE**, v. 7, n. 8, e41671, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041671>.

CHAPE, S.; HARRISON, J.; SPALDING, M.; LYSENKO, I. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 360, n. 1454, p. 443-455, 2005. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1592>

CHRISTIE, K. S.; GILBERT, S. L.; BROWN, C. L.; HATFIELD, M.; HANSON, L. Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a transformative technology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, p. 241-251, 2016. <https://doi.org/10.1002/fee.1281>

GIBBS, James P.; SNELL, Howard L.; CAUSTON, Charlotte E. Effective monitoring for adaptive wildlife management: lessons from the Galapagos Islands. **The Journal of Wildlife Management**, p. 1055-1065, 1999.

GUDYNAS, Eduardo. Cidadania ambiental e metacidadanias ecológicas: revisão e alternativas na América Latina. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 19, 2009.

HIRASHIMA, Hayato. Um dia em Cata Branca: subsídios da arqueologia histórica e do geoprocessamento para a elaboração de um modelo sócio-espacial. 2003. 88f. **Monografia (Bacharelado em Arquitetura)** – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. Economia Mineral Brasileira Fevereiro/2020. **IBRAM**, 2020. Disponível em: <https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2020/12/Econ-mineral-fev2020.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2022.

JEWELL, Z. Effect of monitoring technique on quality of conservation science. **Conservation Biology**, v. 27, p. 501–508, 2013.

KARANTH, K. U. Estimating tiger (*Panthera onca*) populations from camera-trap data using capture-recapture models. **Biological Conservation**, v. 71, n. 3, p. 333–338, 1995.

LINCHANT, J. et al., Are unmanned aircraft systems (UASs) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges. **Mammal Review**, v. 45, n. 4, p. 239-252, 2015.

MALLET, D.; PELLETIER, D. Underwater video techniques for observing coastal marine biodiversity: a review of sixty years of publications (1952–2012). **Fisheries Research**, v. 154, p. 44–62, 2014.

MARENT, B. R.; LAMOUNIER, W. L.; GONTIJO, B. M. Conflitos ambientais na Serra do Gandarela, Quadrilátero Ferrífero-MG: mineração x preservação. *Revista Geografias*, p. 99-113, 2011. DOI 10.35699/2237-549X .13311.

MOURA, Ana Clara Mourão. Simulação de Intervenção na paisagem para a Mina do Pico, mineração de ferro a céu aberto–Itabirito–Brasil [**em linha**]. 2012.

PEREIRA, H. M.; NAVARRO, L. M.; MARTINS, I. S. Global biodiversity change: the bad, the good, and the unknown. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 37, n. 1, p. 25-50, 2012.

ROESER, H. M. P.; ROESER, P. A. O Quadrilátero Ferrífero-MG, Brasil: aspectos sobre sua história, seus recursos minerais e problemas ambientais relacionados. **GEONOMOS**, 2010. DOI 10.18285/geonomos.v18i1.67.

ROVERO, F.; RATHBUN, G. B.; PERKIN, A.; JONES, T.; RIBBLE, D. O.; LEONARD, C.; MWAKISOMA, R. R.; DOGGART, N. A new species of giant sengi or elephant-shrew (*genus Rhynchocyon*) highlights the exceptional biodiversity of the Udzungwa Mountains of Tanzania. **Journal of Zoology**, v. 274, n. 2, p. 126–133, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2007.00363.x>.

SILVA, F. R. A paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: Potencial para o uso turístico da sua geologia e geomorfologia. **Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)**, Belo Horizonte, 2007.

SILVEIRA, L.; JACOMO, A. T.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. **Biological Conservation**, v. 114, n. 3, p. 351-355, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00063-6)

VIANA, Leonardo R.; VASCONCELOS, Marcelo F.; DA FONSECA, Gustavo AB. Primeiro registro documentado de *Formicarius colma* Boddaert, 1783 (Aves: Formicariidae) para o Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, com o uso de armadilha fotográfica. **Bulletin of the Florida State Museum Biological Sciences**, v. 34, p. 99-152, 2007.

## CAPÍTULO 1

### LEVANTAMENTO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE ÁREAS PROTEGIDAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO DE MINAS GERAIS, BRASIL

#### 1. 1 RESUMO

Estudos recentes mostram que os efeitos das atividades de mineração podem afetar a diversidade e distribuição das espécies de mamíferos de médio e grande porte. Visando melhor compreender essas questões, esta pesquisa foi realizada nas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) de Cata Branca, Córrego Seco, Poço Fundo e Capivary, na região do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais (QF), maior região produtora de ferro no país. A região é classificada como área de transição entre os *hotspots* Mata Atlântica e Cerrado, que são reconhecidos por seus altos índices de endemismo. Para o presente estudo, com o objetivo de realizar o levantamento da comunidade da fauna de mamíferos de médio e grande porte, foi utilizado o método de levantamento por armadilha fotográfica. A amostragem de dados foi realizada entre diferentes habitats (campo aberto e floresta) nas quatro RPPNs. Realizamos análises de riqueza entre os habitats e demonstrou diferença quantitativa na riqueza de espécies entre áreas de campo aberto e floresta, sendo a área de floresta mais diversificada do que a área de campo aberto para as RPPNs de Poço Fundo, Capivary e Córrego Seco. Concluímos que as RPPNs são um repositório relevante da fauna de mamíferos de médio e grande porte para o QF, incluindo registros importantes, como a presença do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), lobo-guará (*Chrysocyon brachurus*) e da anta (*Tapirus terrestris*). Portanto, compreender as formas de ocupação da mastofauna presente na região e que se encontra cercada por projetos de mineração, é fundamental para compreender a biodiversidade presente na região e a necessidade de ações de manejo e conservação das espécies, em especial, aquelas ameaçadas de extinção.

Palavras-chaves: Mastofauna, Paisagem Fragmentada, Mineração.

## SURVEY OF MEDIUM AND LARGE MAMMALS IN DIFFERENT PHYTOPHYSIOGNOMIES IN PROTECTED AREAS OF THE MINAS GERAIS' QUADRILÁTERO FERRÍFERO REGION, MINAS GERAIS, BRAZIL.

### 1.2 ABSTRACT

Recent studies show that the effects of mining activities can affect the diversity and distribution of mammal species. Aiming to better understand these issues, this research was carried out in the Private Natural Heritage Reserves (RPPNs) of Cata Branca, Córrego Seco, Poço Fundo and Capivary, in the Quadrilátero Ferrífero region of Minas Gerais (QF), the largest producing region of iron ore in the country. The region is classified as a transition area between the hotspots, Atlantic Forest and Cerrado, which are recognized for their high levels of endemism. For the present study, to survey the medium and large mammal fauna community, the camera trap survey method was used. Data sampling was carried out among different habitats (open field and forest areas) in the four RPPNs. We analyzed species richness across habitats and detected a clear quantitative difference between open field and forest areas. Forest habitats exhibited greater species diversity than open fields in the Poço Fundo, Capivary, and Córrego Seco RPPNs. We concluded that the RPPNs are a relevant repository of mammal fauna for the QF, including important records, such as the presence of the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) and the tapir (*Tapirus terrestris*). Understanding the forms of occupation of mammal fauna, present in the region and surrounded by mining projects, is fundamental to indicate management and conservation actions for species, particularly those that are threatened.

Keywords: Mammal Fauna, Fragmented Landscape, Mining

### 1.3 INTRODUCTION

The Cerrado and Atlantic Forest biomes are recognized among the most biodiverse ecosystems on the planet, yet both remain under persistent threat (Joppa et al., 2008; Solar et al., 2015). The Cerrado is considered the largest biodiversity hotspot in the Western Hemisphere, spanning over two million km<sup>2</sup> in Brazil (Klink et al., 2005). Characterized by sharp transitions between distinct vegetation types, it harbors exceptional habitat diversity and is acknowledged as the most biodiverse tropical savanna in the world (Sawyer et al., 2017), supporting approximately 250 mammal species (Paglia et al., 2012; Gutiérrez & Marinho-Filho, 2017). Historically covering 54% of Brazil's territory, the Cerrado has now been reduced to just 22.3% of its original extent (IBGE, 2019; IEF, 2019). The Atlantic Forest is likewise recognized as one of the world's five most imperiled biodiversity hotspots (Myers et al., 2000). Its coverage has dwindled to 12.5% of its original 1,110,182 km<sup>2</sup> (Fundação SOS Mata Atlântica, 2017). This biome continues to experience ongoing environmental degradation and landscape fragmentation (Pardini et al., 2005; Umetsu & Pardini, 2007; Zurita & Bellocq, 2010; Ahumada et al., 2011), impairing habitat connectivity and diminishing environmental heterogeneity (Fahrig, 2003; Moraes et al., 2015).

The Quadrilátero Ferrífero (QF) in Minas Gerais is located at the ecotonal interface between the Atlantic Forest and Cerrado biomes, potentially enhancing the co-occurrence of species associated with both vegetation types (Fonseca et al., 1999; Costa et al., 2000; Melo, 2004). The region is renowned for its mosaic of diverse habitats and high levels of endemism (Drummond et al., 2005; ICMBIO, 2010; Viana & Lombardi, 2007). However, intensive natural resource extraction — it is Brazil's largest iron ore-producing region — imposes severe pressures on local biodiversity (Sonter, 2017). Anthropogenic impacts have led to shifts in community composition and disrupted species–environment interactions (Nekola et al., 1999; Qian, 2009). These disturbances pose critical threats to mammals (Ripple et al., 2014), which play essential roles in forest regeneration as seed dispersers and predators (Terborgh et al., 2001; Lambert et al., 2005). Mammals at higher trophic levels are disproportionately affected due to their dependence on extensive habitats for survival (Kasso & Bekele, 2014).

In this study, we highlight the importance of assessing medium- and large-sized mammal richness in four Private Natural Heritage Reserves (RPPNs), protected areas located within the QF region, using camera trap surveys. We conducted habitat inventories across Atlantic Forest areas (hereafter referred to as forest areas) and Cerrado (open field areas). We hypothesized

that forest areas would support higher species richness than open field areas and that the RPPN with the greatest extent of forest would exhibit the highest levels of richness, density, and diversity. These expectations are grounded in the premise that larger forested areas offer increased resource availability and more suitable refuges for medium- and large-sized mammals, thereby promoting their occurrence.

## **1.4 METHOD**

### *1.4.1 Study area*

The work was carried out in the Private Natural Heritage Reserves (RPPNs) of Cata Branca, Córrego Seco, Poço Fundo and Capivary, all located in the state of Minas Gerais, Brazil (Fig.1). The Cata Branca RPPN belongs to the city of Itabirito and has an area of 1,102.89 ha; the Córrego Seco RPPN, also located in the city of Itabirito, has a total area of 1,797 ha; the Poço Fundo RPPN, in the municipality of Congonhas, has 426.73 ha, and the Capivary RPPN, belonging to the municipality of Santa Bárbara, has 1,984 ha. Semideciduous Seasonal Forest (Almeida 1977), however, it is also made up of phytophysiognomies of Cerrado, Campos Rupestres and Semideciduous Seasonal Forest, on the banks of the Rio das Velhas, as it is a region of transition between biomes. In the RPPN of Córrego Seco, there is a water collection station that supplies around 70% of the water that supplies the city of Itabirito (Santos et al., 2006). The Poço Fundo RPPN is in an area of geological transition. This RPPN has the following vegetation: Semideciduous Seasonal Forest, Campos Limpos, Campos and Cerrado Rupestres on ferruginous soil (Vale 2015), presenting a biodiverse mosaic. For the Capivary RPPN, the main phytophysiognomies found are Semideciduous Seasonal Forest, Campo Limpo, Campo Cerrado and Campo Rupestre (Santos et al., 2006). The RPPN of Capivary, like the RPPN of Poço Fundo, has canga vegetation formations within its areas.

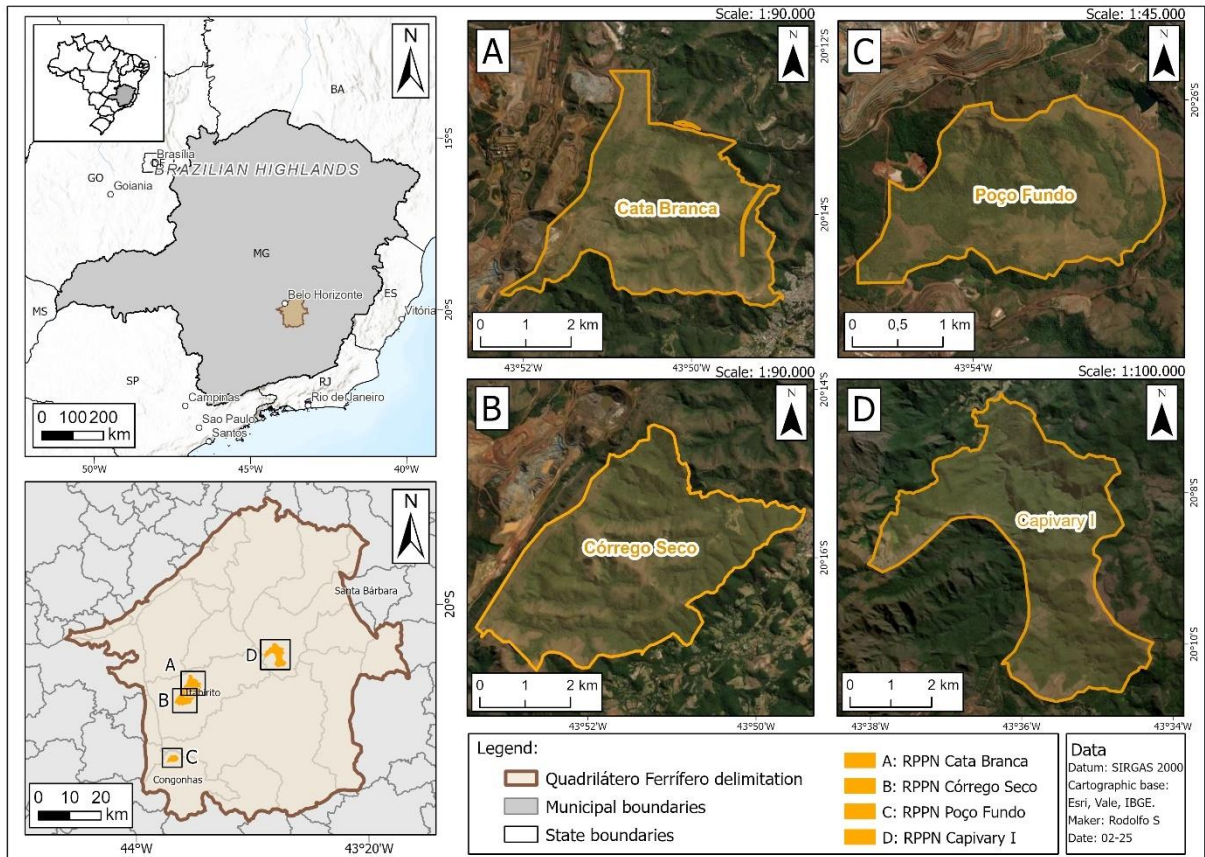


Figure 1. Location of the in the Cata Branca (CB) Private Natural Heritage Reserve (RPPN), Itabirito, MG. Quadrilátero Ferrífero region, Minas Gerais, Brazil.

#### 1.4.2 Sampling method

To collect data, we used the camera trapping method, using Trophy Cam Bushnell – HD cameras. The method stands out for being effective and features a non-invasive approach (Karanth 1995; Silveira et al., 2003). To select the location where camera traps were installed, we divided the areas into Grids of 800 m to randomize the sites. We installed camera traps in trees with resistant trunks, at a height of 40-50 cm above the ground. For cameras located in the open field areas, we made roofs of PVC in order to prevent shots caused by the incidence of sunlight. The choice of sites was considered the most appropriate and safe logistics, and which represent the most accessible areas for carrying out a survey of medium and large mammals within the RPPNs.

Camera traps were installed between November and December 2019 in the RPPNs of Cata Branca and Córrego Seco and removed in August 2020 (table 1). For the Cata Branca RPPN, 5 sample sites were analyzed, since CB5 was stolen at the beginning of the project and, because of this, its data was not collected. Of the remaining cameras, 3 of them inventoried forest areas and 2 inventoried field areas. We analyzed five sampling sites for the Cata Branca

RPPN, three in forest areas and two in open field areas. For the Córrego Seco RPPN, we analyzed eight sample sites, five of which were in forest areas and three in open field areas (table 2). For the Poço Fundo RPPN, we installed the camera traps between September 2020 and removed them in April, 2021 (table 3). We analyzed six sample sites in total, three in forest areas and three in open field areas. For the Capivary RPPN, we sampled between February and March 2022 and removed the cameras in February, 2023 (table 4). In this area, we analyzed eight sampling sites, five in forest areas and three in open field areas.

Table 1. Dates for installation and removal of camera trapping in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Cata Branca, Itabirito, MG.

<b>Sampling site</b>	<b>Start Date</b>	<b>End Date</b>	<b>Area</b>	<b>Total/days</b>
CB1	30/11/2019	12/08/2020	Forest	<b>257</b>
CB2	05/01/2020	12/08/2020	Open field	<b>220</b>
CB3	17/11/2019	10/08/2020	Forest	<b>268</b>
CB4	17/12/2019	10/08/2020	Open field	<b>238</b>
CB5*	16/11/2019	*	Forest	*
CB6*	29/11/2019	12/03/2020	Forest	<b>105</b>

(\*) Stolen.

Table 2. Dates for installation and removal of camera trapping in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Córrego Seco, Itabirito, MG.

<b>Sampling site</b>	<b>Start Date</b>	<b>End Date</b>	<b>Area</b>	<b>Total/days</b>
CS1	15/11/2019	11/08/2020	Forest	<b>271</b>
CS2	16/11/2019	11/08/2020	Forest	<b>270</b>
CS3	16/11/2019	11/08/2020	Open field	<b>270</b>
CS4	15/11/2019	29/07/2020	Forest	<b>257</b>
CS5	15/11/2019	11/08/2020	Open field	<b>271</b>
CS6	18/11/2019	12/08/2020	Forest	<b>269</b>
CS7	18/11/2019	12/08/2020	Open field	<b>269</b>
CS8	29/11/2019	11/08/2020	Forest	<b>257</b>

Table 3. Dates for installation and removal of camera trapping in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Poço Fundo, MG.

<b>Sampling site</b>	<b>Start Date</b>	<b>End Date</b>	<b>Area</b>	<b>Total/days</b>
PF1	09/09/2020	28/04/2021	Forest	<b>258</b>
PF2	11/09/2020	28/04/2021	Forest	<b>254</b>
PF3	09/09/2020	28/04/2021	Open field	<b>258</b>
PF4	09/09/2020	28/04/2021	Open field	<b>258</b>
PF5	11/09/2020	28/04/2021	Forest	<b>254</b>
PF6	11/09/2020	28/04/2021	Open field	<b>254</b>

Table 4. Dates for installation and removal of camera trapping in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Capivary, Santa Bárbara, MG.

<b>Sampling site</b>	<b>Start Date</b>	<b>End Date</b>	<b>Area</b>	<b>Total/days</b>
CP1	22/02/2022	16/02/2023	Forest	<b>359</b>
CP2	25/03/2022	16/02/2023	Forest	<b>329</b>
CP3	26/03/2022	17/02/2023	Forest	<b>329</b>
CP4	26/03/2022	17/02/2023	Forest	<b>202</b>
CP5	26/03/2022	17/02/2023	Forest	<b>329</b>
CP6	27/03/2022	17/02/2023	Open field	<b>227</b>
CP7	23/02/2022	17/02/2023	Open field	<b>227</b>
CP8	23/02/2022	17/02/2023	Open field	<b>227</b>

#### 1.4.3 Data Analysis

The screening of photos and videos recorded in the RPPNs was done manually, and the recorded species were identified according to the list of species available on the website of the Brazilian Society of Mastozoology (2023). The records with camera traps were considered independent when they occurred within 60 minutes between the images and, for shorter intervals, they were evaluated as a single record. We recorded species richness among habitats (open field and forest) in the four RPPNs.

## 1.5 RESULTS

For the four RPPNs, we recorded, in total, 23 species of medium and large mammals, composed of ten mammals's orders: Didelphimorphia, cingulata, primates, pilosa, carnivora, artiodactyla, rodentia, lagomorpha, perissodactyla, cetartiodactyla. Among the species, five are classified as Vulnerable by the Ministry of the Environment (MMA 2022), namely: the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) occurrence in the Poço Fundo RPPN in a forest area, the Maned wolf (*Chrysocyon brachurus*) in the Cata Branca RPPN in a field area and in the Capivary RPPN in a field area and in a forest area, the Jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) in the Corrêgo Seco RPPN in a field area and in a forest area, the Southern tiger cat (*Leopardus guttulus*) in the Poço Fundo RPPN in a forest area and in the Capivary RPPN in a forest area, as well as the Tapir species (*Tapirus terrestris*) that also occurs in this area. The RPPN that recorded the greatest species richness was Córrego Seco, both for the forest area and for open field (Table 5).

Table 5 - Location for the forest and open field areas, and Conservation Status of the Mammals: Ministry of Environment (MMA) e International Union for Conservation of Nature (IUCN). Recorded in the camera trapping for the RPPNs: Cata Branca (CB) and Córrego Seco (CS) in Itabirito (MG), Poço Fundo (PF) in Belo Vale (MG) and Capivary (CP) in Santa Bárbara (MG), Brasil

Taxon	Common name	RPPN/Forest	RPPN/Open Field	Conservation Status	
				IUCN	MMA (BR)
Order Didelphimorphia					
Family Didelphidae					
<i>Didelphis</i> sp.	Opossum	CS, CP	CP	LC	LC
<i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)	White-eared opossum			LC	LC
Order Cingulata					
Family Dasypodidae					
<i>Cabassous tatouay</i> (Desmarest, 1804)	Greater naked-tailed armadillo	CS, PF, CP	CS	DD	
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Nine-banded armadillo	CB, CS, CP	CB, CS, CP	LC	
Order Primates					

## Family Cebidae

*Sapajus nigrinus* Black CS NT  
(Goldfuss, 1809) capuchin

## Order Pilosa

## Family Myrmecophagidae

*Tamandua tetradactyla* Southern CS, PF, CP CS, PF, CP LC  
(Linnaeus, 1758) tamandua -

*Myrmecophaga tridactyla* Giant PF VU  
(Linnaeus, 1758) anteater

## Order Carnivora

## Family Canidae

*Cerdocyon thous* Crab-eating CS  
(Linnaeus, 1766) fox

*Chrysocyon brachyurus* Maned CP CB,CP NT VU  
(Illiger, 1815) Wolf

## Family Felidae

*Leopardus pardalis* Ocelot CB, CS, CP CB, CS LC  
(Linnaeus, 1758) Ocelot

## Family Pitheciidae

*Puma concolor* (Linnaeus, Puma CB, CS, CP CB, CS LC  
1771)

*Herpailurus jagouaroundi* Jaguarundi CS CS LC VU  
(É. Geoffroy, 1803)

*Leopardus guttulus* Southern PF, CP VU  
(Hensel, 1872) tiger cat

## Family Mustelidae

*Eira barbara* (Linnaeus, Tayra CB, CS, PF, CB, CS, PF LC  
1758) CP

*Galictis cuja* (Molina, Lesser CS, PF, LC  
1782) grison

## Family Procyonidae

*Nasua nasua* South CB, CS, CP CB, CS LC  
American  
coati

*Procyon cancrivorus* (G. Crab-eating CB, CS CS LC  
Baron Cuvier, 1798) raccoon

## Order Artiodactyla

## Family Cervidae

<i>Subulo gouazoubira</i> (G. Fisher, 1814)	Gray brocket -	CB, CS, CP	CB, CS, CP	LC	
Order Rodentia					
Family Caviidae					
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capybara	CS	CS	LC	
Family Cuniculidae					
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Lowland paca	CB, CS, PF, CP	CB, CS	LC	
Order Lagomorpha					
Family Leporidae					
<i>Sylvilagus</i> sp. (Linnaeus, 1751)	Tapiti	CB, CS, CP	CB, CS, PF, CP	LC	
Order Perissodactyla					
Family Tapiridae					
<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir	CP		VU	VU
Order Cetartiodactyla					
Family Tayassuidae					
<i>Dicotyles tajacu</i>	Collared peccary	CP		LC	VU

### Cata Branca RPPN

The final sampling effort of camera trap records in the RPPN Cata Branca was 1,140 camera-days, there were 10 species of medium and large wild mammals were inventoried from the total of 79 records. Of these 79 records, 54 occurred in forest areas and 25 in open field areas (Appendix 1). The species recorded only in the forest area was the crab-eating raccoon (*Procyon cancrivorus*), and the species with the greatest abundance was the tapiti (*Sylvilagus* sp.), mainly in the forest area. The gray brocket (*Subulo gouazoubira*), the south american coati (*Nasua nasua*) and the nine-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*) had the same number of records between the two areas. In the open field area, one of the cameras registered a single record of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) (Fig. 2), classified as vulnerable (ICMBio/MMA 2022).



Figure 2. Camera trap record of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), classified as Vulnerable (ICMBio/MMA, 2022), in an open field area of the Cata Branca Private Natural Heritage Reserve (RPPN), Itabirito, Minas Gerais, Brazil.

### Córrego Seco RPPN

From the total of 217 records and 19 species of medium and large mammals recorded in the Córrego Seco RPPN was, 97 records were made in the forest areas and 120 records in the open field sites (Appendix 1). The Córrego Seco RPPN had the largest record of felines amongst the RPPNs, such as pumas (*Puma concolor*), ocelots (*Leopardus pardalis*), jaguarundis (*Herpailurus yagouaroundi*), classified as Vulnerable (ICMBio/MMA 2022), and the southern tiger cat (*Leopardus guttulus*), classified as Endangered (ICMBio/MMA 2022). It was also the only RPPN to register the jaguarundi (*H. yagouaroundi*) (fig.3) , both for the forest area and the open field area. It is important to emphasize that the cameras positioned in forest areas were able to detect species not observed by cameras installed in open field areas, such as the white-eared opossum (*Didelphis albiventris*), the lesser grison (*Galictis cuja*), and capuchin monkeys (*Sapajus nigritus*). However, the cameras in forest areas did not detect the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) recorded in open areas.



Figure 3. Camera trap record of the jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), classified as Vulnerable (ICMBio/MMA, 2022), in a forest area of the Córrego Seco Private Natural Heritage Reserve (RPPN), Itabirito, Minas Gerais, Brazil.

#### Poço Fundo RPPN

The final sampling effort for RPPN Poço Fundo was 1,536 camera-days. This RPPN's cameras totalized 35 records, and eight species of medium and large wild mammals sampled (table 9). Of these 35 records, 29 were made in forest areas and seven records in field sites. The lesser grison (*Galictis cuja*), the southern tiger cat (*Leopardus guttulus*) (fig. 4), classified as Endangered (ICMBioMMA, 2022), the lowland paca (*Cuniculus paca*), the greater naked-tailed armadillo (*Cabassous tatouay*) and the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) (fig. 5), classified as Vulnerable (ICMBioMMA, 2022), were only recorded in forest areas, which reinforces the importance of this habitat for the permanence of these species.

The giant anteater was not only exclusively recorded in the forest area but was exclusively recorded only in this RPPN. Such a record is extremely important, especially when considering that this is a rare species in the QF (Soares et al., 2023). Despite the extensive open field areas presented in this RPPN, the richness recorded in this formation was low, registering only the tayra (*Eira barbara*), the southern tamandua (*Tamandua tetradactyla*) and the tapiti (*Sylvilagus* sp.), the latter exclusively recorded in the open field area.



Figure 4. Camera trap record of the southern tiger cat (*Leopardus guttulus*), classified as Vulnerable (ICMBio/MMA, 2022), in a forest area of the Poço Fundo Private Natural Heritage Reserve (RPPN), Belo Vale, Minas Gerais, Brazil.



Figure 5. Camera trap record of the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*), classified as Vulnerable (ICMBio/MMA, 2022), in a forest area of the Poço Fundo Private Natural Heritage Reserve (RPPN), Belo Vale, Minas Gerais, Brazil.

### Capivary RPPN

The final sampling effort for RPPN Capivary was 2,241 camera-days, with 183 records and 15 species of medium and large-sized wild mammals sampled. The total number of recordings from the Capivary RPPN was 172 in forest areas and 12 in open field areas (Appendix 1). The species with the most records in the forest area were the tapir (*Tapirus terrestris*) (fig. 6) and the paca (*Cuniclulis paca*) with 28 records. In the field area, the species with the most records was the tapiti with 8 records in this RPPN. Highlights for the Capivara RPPN are the 44 records of the tapir (*Tapirus terrestris*), classified as Vulnerable (ICMBio, MMA, 2022), and recorded only in this RPPN, as well as the collared peccary (*Dicotyles tajacu*).



Figure 6. Camera trap record of the lowland tapir (*Tapirus terrestris*), classified as Vulnerable (ICMBio/MMA, 2022), in a forest area of the Capivary Private Natural Heritage Reserve (RPPN), Santa Bárbara, Minas Gerais, Brazil.

## **1.6 DISCUSSION**

Contrary to our research hypothesis, the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) with the largest forest cover, RPPN Capivary, did not show the highest species richness, which was instead observed in RPPN Córrego Seco. However, it is important to highlight the relevance of RPPN Capivary. Although it did not exhibit the highest species richness in this study, it was the only protected area where the presence of the lowland tapir (*Tapirus terrestris*), the largest herbivore in Brazil and classified as Vulnerable (ICMBio/MMA, 2022), was recorded.

Additionally, the collared peccary (*Pecari tajacu*), an important seed disperser (Desbiez et al., 2012), was also documented there.

A relevant factor that may explain the higher diversity in RPPN Córrego Seco is its proximity to urban areas. According to Newsome et al. (2015), forest fragments near urban zones offer access to food surpluses, attracting a large number of rodents and consequently favoring an increase in predator populations (Newsome et al., 2015; Pedrosa et al., 2015; Luskin et al., 2017). This particularly benefits mesopredators, or medium-sized mammals, that take advantage of the constant flow of prey between urban environments and forest fragments (Magioli et al., 2019). In RPPN Córrego Seco, this pattern can be observed through the species recorded exclusively in this reserve: the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*), the black-horned capuchin (*Sapajus nigritus*), and the jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), the latter also classified as Vulnerable (ICMBio/MMA, 2022), all medium-sized mammals.

It is also important to highlight the notable records of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), classified as Vulnerable (ICMBio/MMA, 2022), in the RPPNs Cata Branca and Poço Fundo in open field areas, and in RPPN Capivary in both open field and forest areas. The maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) is the largest canid in South America, and the main threats to its survival include the replacement of native vegetation by agriculture, urban expansion, road networks, the introduction of domestic species, and associated diseases (ICMBio/MMA, 2008). This species plays an important ecological role by influencing fruit seed dispersal (Motta-Júnior et al., 1996), similar to the previously mentioned species—the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) and the collared peccary (*Pecari tajacu*).

Additionally, RPPN Poço Fundo was the only area to record the presence of the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*), a species considered rare in forested areas of the Quadrilátero Ferrífero (Soares et al., 2023). The giant anteater occurs in a variety of habitats, from open fields to forest environments (Fonseca et al., 1996), using these different habitats to regulate its low metabolic rate, in contrast to its large body size (Medri & Mourão, 2005a; Camilo-Alves & Mourão, 2006), reinforcing the importance of maintaining both forest and open field areas. This record is particularly concerning, given the small size of RPPN Poço Fundo and its proximity to mining areas in a highly fragmented landscape.

This case underscores the importance of small forest fragments for biodiversity conservation in human-modified environments. RPPN Poço Fundo was also the only area without records of the puma (*Puma concolor*) and the ocelot (*Leopardus pardalis*), with the southern tiger cat (*Leopardus guttulus*) being the only felid recorded. The absence of large mammals can lead to population imbalances, both among prey species and smaller predators—

an expected trend under defaunation, where there is an increase in small-bodied, omnivorous, and generalist species (Dirzo & Miranda, 1991).

Regarding species richness between the analyzed vegetation types, forest areas exhibited higher richness in the RPPNs of Córrego Seco, Poço Fundo, and Capivary. This result supports the alternative hypothesis that forest environments tend to provide greater availability of food and water resources, as well as better shelter and refuge conditions for various species (Redford & Fonseca, 1986). RPPN Cata Branca was the only area to show equal species richness between the analyzed vegetation types.

In addition to the records obtained in this study, it is important to highlight that other medium- and large-sized mammal species have been previously documented in the Quadrilátero Ferrífero, although they were not recorded during our surveys. These species include the striped hog-nosed skunk (*Conepatus semistriatus*), the neotropical otter (*Lontra longicaudis*), and the six-banded armadillo (*Euphractus sexcinctus*) (Guimarães, 2019), which are currently not listed as threatened species by the Ministry of the Environment (MMA). Other species, such as the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*), the bush dog (*Speothos venaticus*), the margay (*Leopardus wiedii*), and the giant armadillo (*Priodontes maximus*), are classified as Vulnerable (MMA) (Talamoni et al., 2014; Lima et al., 2017).

Thus, actions to preserve the RPPNs studied here are vital, given their importance due to the richness and diversity of medium- and large-sized mammals recorded. Such actions involve not only the management and conservation of species but also measures to minimize socioeconomic conflicts. In all the National Action Plans (PANs) addressed here, environmental education for the community and the promotion of sustainable transport are among the directives. Engagement and collaboration among all stakeholders involved in the environmental cause—including researchers, environmental managers, entrepreneurs, and civil society—are fundamental.

It is also necessary to integrate these actions with *ex situ* research and to encourage captive breeding research and management protocols, already defined by the National Action Plans for Species Management. For example, the National Action Plan for the Maned Wolf proposes integrated actions among research institutes, funding agencies, public authorities, and civil society, along with support institutions for the species (Paula, 2023), combined with actions related to the characterization and assessment of the impacts of environmental changes caused by anthropogenic activities (ICMBio/MMA, 2008), thus aiming to reduce the number of species classified as threatened by reversing population declines.

It is also important to emphasize the need to discuss actions to combat wildfires and reduce wildlife roadkill, following the recommended mitigation measures for each species (Carvalho et al., 2015). Another critical aspect for the conservation of threatened species is the issue of environmental licensing, ensuring that the protocols established by the Action Plans for Species are fulfilled and respected.

## 1.7 CONCLUSION

The Private Natural Heritage Reserves (RPPNs) analyzed in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, have proven to be important areas for the conservation of medium- and large-sized mammals. These areas were used by species inhabiting both forest and open field environments, with a predominance of use in forest areas. The presence of threatened species in all RPPNs, in both vegetation types, underscores the importance of ensuring connectivity between these environments to facilitate wildlife movement and maintain biodiversity.

In this context, systematic monitoring of species becomes essential and should follow the protocols defined by the Species Conservation Action Plans, whenever applicable. Given the proximity of these RPPNs to mining areas, they represent strategic refuges for the regional mammal fauna. This reinforces the urgency of adopting management and mitigation actions, especially aimed at species at risk.

Measures such as the implementation of wildlife crossings under or over roads are fundamental to reduce vehicle collisions and maintain connectivity between forest fragments and open fields. Additionally, actions such as hunting control, fire prevention, and management of domestic animal presence within the RPPNs are indispensable to ensure the effectiveness of these areas in conserving biodiversity.

## 1.8 REFERENCE:

AHUMADA, J. A. et al., Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science**, v. 366, p. 2703-2711, 2011.

ALMEIDA F. F. M. O Cráton São Francisco. *Rev. Bras. Geociências* 7(4):349-364. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1977349364>. 1977.

CAMILO-ALVES, C. de S. P.; Mourão, G.M. Responses of a specialized insectivorous mammal (*Mymecophaga tridactyla*) to variation in ambient temperature. **Biotropica**. v.38, n. 1. Lawrence: p. 52-56. 2006.

CARVALHO, C. F.; C.USTÓDIO, A. E. I.; JUNIOR, O. M. Wild vertebrates roadkill aggregations on the BR-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil. **Bioscience Journal**, p. 31, 2015.

COSTA, L. P., Y. L. R. LEITE, G. A. B. FONSECA, & M. T. FONSECA.. Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v.32, n.4b,p.872-881. 2000.

DESBIEZ, A.L.J.; KEUROGHLIAN, A.; DE MELLO BEISIEGEL, B.; MEDICI, E.P.; GATTI, A.; PONTES, A.R.M.; DE ALMEIDA, L.B. Avaliação do risco de extinção do cateto Pecari tajacu Linnaeus, 1758, no Brasil. **Biodiversidade Brasileira, Brasília**, v.1, p.74- 83, 2012.

DRUMMOND, G. M., C. S. MARTINS, A. B. M., F. A. SEBAIO, & Y. ANTONINI (EDS.). Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2ed. **Fundação Biodiversitas**, Belo Horizonte, Brasil. 222p. 2005.

FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 34:487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>. 2003.

FONSECA, G. A. B., G. HERRMANN, & Y. L.R. LEITE. Macrogeography of Brazilian mammals. In: EISENBERG, J. F.; K. H. REDFORD, (Eds.). Mammals of the neotropics: the Central Neotropics, Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. **Chicago: The University of Chicago Press**, p.549-563,v.3. 1999.

FONSECA, G.A.B., Herrmann, G., Leite, Y.L.R., Mittermeier, R.A., Rylands, A.B. & Patton, J.L. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. **Occasional paper in Conservation International** 4:1-38. 1996.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Cartilha “Aqui tem Mata?”**. Versão digital: <https://www.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos/> (Acessado em 21 de outubro de 2023). 2017.

GUIMARÃES, Luiza Neves et al. Influência do uso e cobertura do solo na diversidade de mamíferos terrestres em uma paisagem heterogênea. **Dissertação Mestrado**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 2019.

GUTIERREZ, I. F. et al., Monitoramento com drone termal: primeiros registros de *Coendou baturitensis*. **Ciência Animal**, v. 34, n. 3, p. 05-08, 2024.

IBGE. Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. **Série Relatórios Metodológicos** v. 45. Rio de Janeiro. Versão digital: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101676> (Acessado em 14 de setembro de 2023). 2019.

ICMBIO. Instrução Normativa n. 10, de 20 de maio de 2010. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Versão digital: [https://www.icmbio.gov.br/ran/images/stories/legislacao/IN\\_ICMBio\\_010\\_2010.pdf](https://www.icmbio.gov.br/ran/images/stories/legislacao/IN_ICMBio_010_2010.pdf) (Acessado em 29 de setembro de 2023). 2010.

IEF. Mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais (dados atualizados em 2019). **Cobertura Vegetal de Minas Gerais**. Versão digital: <http://www.ief.mg.gov.br/florestas> (Acessado em 20 de outubro de 2023). 2019.

JOPPA, L. N., S. R. LOARIE, & S. L. PIMM. On the protection of “protected areas”. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 105(18):6673–6678. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0802471105>. 2008.

KARANTH, K. U. Estimating tiger (*Panthera onca*) populations from camera-trap data using capture-recapture models. **Biological Conservation**, v. 71, n. 3, p. 333–338, 1995.

KASSO, M., & A. BEKEL. Threats to Mammals on Fragmented Habitats around Asella Town, Central Ethiopia. **Jornal Internacional de Biodiversidade**. 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/903898>.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LAMBERT, T. D., J. R. MALCOLM, & B. L. ZIMMERMAN. Effects of mahogany (*Swietenia macrophylla*) logging on small mammal communities, habitat structure, and seed predation in the southeastern Amazon Basin. **Forest Ecology and Management** 206:381-398. 2005. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.foreco.2004.11.012>

LIMA, F., G. Beca, R. L. Muylaert, C. N. Jenkins, M. L. L. Perilli, A. M. O. Paschoal, R. L. Massara, A. P. Paglia, A. G. Chiarello, M. E. Graipel, J. J. Cherem, A. L. Regolin, L. G. R. Oliveira Santos, C. R. Brocardo, A. Paviolo, M. S. Di Bitetti, L. M. Scoss, F. L. Rocha, R. Fusco-Costa, C. A. Rosa, M. X. Da Silva, L. Hufnagell, P. M. Santos, G. T. Duarte, L. N. Guimarães, L. L. Bailey, F. H. G. Rodrigues, H. M. Cunha, F. M. Fantacini, G. O. Batista, J. A. Bogoni, M. A. Tortato, M. R. Luiz, N. Peroni, P. V. De Castilho, T. B. Maccarini, V. P. Filho, C. De Angelo, P. Cruz, V. Quiroga, M. E. Iezzi, D. Varela, S. M. C. Cavalcanti, A. C. Martensen, E. V. Maggiorini, F. F. Keesen, A. V. Nunes, G. M. Lessa, P. Cordeiro-Estrela, M. G. Beltrão, A. C. F. De Albuquerque, B. Ingberman, C. R. Cassano, L. C. Junior, M. C. Ribeiro, and M. Galetti. ATLANTIC-CAMTRAPS: a dataset of medium and large terrestrial mammal communities in the Atlantic Forest of South America. **Ecology** 98:2979. 2017.

LUSKIN, MATTHEW SCOTT ET AL. CROSS-BOUNDARY SUBSIDY CASCADES FROM OIL PALM DEGRADE Distant Tropical Forests. **Nature Communications**, v. 8, n. 1, p. 2231, 2017.

MAGIOLI, Marcelo et al. Human-modified landscapes alter mammal resource and habitat use and trophic structure. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 116, n. 37, p. 18466-18472, 2019.

MEDRI, I.M.; Mourão,G. A brief note on the sleeping habits of the giant anteater-*Mymecophaga tridactyla* Linnaeus (Xenartha, Mymecophagidae). **Revista Brasileira de Zoologia**. V.22 n.4. Curitiba, p.123- 1215. 2005.

MELO, FABIANO R. ET AL. NOVOS REGISTROS DE MURIQUI-DO-NORTE (BRACHYTELES HYPOXANTHUS) NO VALE DO RIO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS E BAHIA. **NEOTROPICAL PRIMATES**, v. 12, n. 3, p. 139-143, 2004.

MORAES, B. et al., Análise métrica da paisagem na microbacia do rio Água Preta do Mocambo, Uruçuca, sul da Bahia. **Rede - Revista Eletrônica do Prodema**, v. 9, n. 1, 2015. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/282>.

MOTTA-JUNIOR, J. C. et al., Dieta do lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus*, no Brasil central., **Revista de Zoologia**, v. 240, n. 2, p. 277-284, 1996.

MYERS, N. et al., Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/35002501>.

NEKOLA, J. C. et al., The distance decay of similarity in biogeography and ecology. **Science**, v. 26, p. 867-878, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00305.x>.

NEWSOME, T. M. et al., The ecological effects of providing resource subsidies to predators. **Global Ecology and Biogeography**, v. 24, p. 1–11, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/geb.12236>.

PAGLIA Ap, Fonseca Gab, Rylands Ab, Herrmann G, Aguiar Lms, Chiarello Ag, Leite Ylr, Costa Lp, Siciliano S, Kierulff Mcm, Mendes Sl, Tavares Vc, Mittermeier Ra, Patton jl. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. 2ª ed. **Occasional Paper in Conservation Biology**. Conservation International, Arlington, pág.76. 2012.

PARDINI, R. et al., The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, n. 2, p. 253-266, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.033>.

PAULA, R. C. DE; MEDICI, P.; MORATO, R. G. **Plano de ação para a conservação do lobo-guará**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-lobo-guara/1-ciclo/pan-lobo-guara-livro-phva.pdf>. Acesso em: 28 set. 2023.

PEDROSA, F. et al., Distribuição atual de invasivos suínos selvagens no Brasil: impactos econômicos e incerteza ecológica. **Natureza & Conservação**, v. 13, p. 84, 2015.

QIAN, H. Beta diversity in relation to dispersal ability for vascular plants in North America. **Global Ecology and Biogeography**, v. 18, p. 327-332, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00450.x>.

REDFORD, K. H., & G. A. B. FONSECA. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. **Biotropica** 18(2):126-135. 1986. <https://doi.org/10.2307/2388755>

RIPPLE W. J. ET AL. Status and Ecological Effects of the World's Largest Carnivores. **Science** 343(6167). 2014. <https://doi.org/10.1126/science.1241484>

SANTOS-FILHO, M.; SILVA, D. J.; SANAIOTTI, T. M. 2006. Efficiency of four trap types in sampling small mammals in forest fragments, Mato Grosso, Brazil. **Mastozoologia Neotropical**. Mendoza: 13(2): 217-225. 2006.

SAWYER, D.; Mesquita, B.; Coutinho, B.; DE Almeida, F. V.; Figueiredo, I.; Lamas, I.; Pereira, L. E.; Pinto, L. P.; Pires, M. O. & Kasecker, T. Perfil do Ecossistema Hotspot de **Biodiversidade do Cerrado**. 506p. 2017.

SILVEIRA, L.; JACOMO, A. T.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. **Biological Conservation**, v. 114, n. 3, p. 351-355, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00063-6).

SOARES, P. C., L. M. MENDES, R. C. SARCINELLI, K. J. C. M. BARBOSA, & F. R. MELO. First record of the threatened Giant Anteater, *Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758 (*Xenarthra*, *Myrmecophagidae*), at the Reserva Particular do Patrimônio Natural Poço Fundo in Minas Gerais state, Brazil. **Check List** 19(1):35-40. 2023. <https://doi.org/10.15560/19.1.35>

SOLAR, R. et al., How pervasive is biotic homogenization in human-modified tropical forest landscapes? **Ecology**, v. 18, n. 10, p. 1108-1118, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ele.12494>.

SONTER, L. J., D. HERRERA, D. J. BARRETT, G. L. GALFORD, C. J. MORAN, & B. S. SOARES-FILHO. Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. **Nature Communications**. v. 8, n. 1, p. 1–7.2017. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w>.

TALAMONI, S. A., B. D. Amaro, D. A. Cordeiro-Júnior, M. Carlos Eduardo, and A. Maciel. Mammals of Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, state of Minas Gerais, Brazil. **Check List** 10:1005–1013. 2014.

TERBORGH, J. et al., Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**, v. 294, p. 1923–1926, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1064397>.

UMETSU, F.; PARDINI, R. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats: evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. **Landscape Ecology**, v. 22, p. 517-530, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-006-9041-y>.

VALE. Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Poço Fundo. **Vale S.A.**, Belo Horizonte, 2015.

VIANA, Leonardo R.; VASCONCELOS, Marcelo F.; DA FONSECA, Gustavo AB. Primeiro registro documentado de *Formicarius colma* Boddaert, 1783 (Aves: *Formicariidae*) para o

Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, com o uso de armadilha fotográfica. **Bulletin of the Florida State Museum Biological Sciences**, v. 34, p. 99-152, 2007.

ZURITA GA, Bellocq MI. Spatial patterns of bird Community similarity: bird responses o landscape composition and configuration in the atlantic forest, **Landscape Ecology**: 25:147-158. 2010.

## CAPÍTULO 2

### DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE VOOS DE DRONES COMO FERRAMENTA PARA O MONITORAMENTO DA FAUNA EM ÁREAS DE CAMPO RUPESTRE E MATA ATLÂNTICA

#### 2.1 RESUMO

Este estudo avaliou o desempenho de diferentes modalidades de voos de drone, voos guiados (manuais) ou com rotas pré-estabelecidas (autônomos) no levantamento da mastofauna e avifauna, com foco nas análises da distribuição das espécies e densidade populacional na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Capivary, situada no Quadrilátero Ferrífero (QF) de Minas Gerais (MG). O método adotado neste estudo combina o uso do drone DJI Matrice 200, equipado com uma câmera termal Zenmuse XT de resolução 640×512 pixels e uma câmera RGB de alta definição (resolução 3840×2160 pixels), integrado ao *software* DJI Pilot, o qual possibilita a realização de dois modos de voos (manuais e autônomos). No protocolo de coleta de dados, estabeleceu-se a data, o horário inicial, o tempo de voo, quilômetros percorridos, distância máxima de voo, altitude, tempo de detecção das espécies, identificação da espécie, o número de indivíduos e a localização geográfica. Escolhemos as áreas a serem amostradas respeitando a logística mais apropriada e adequada para os pontos de decolagem e pouso do drone com acesso as áreas de florestas no sobrevoo de cada método. O resultado da pesquisa demonstrou que os voos manuais efetuados no presente estudo registraram maiores taxas de riqueza de aves (n= 11) e mamíferos de médio e grande porte (n= 2) e as maiores taxas das médias das variáveis: tempo de voo (n= 13:21 minutos), metros percorridos (n=3.526 metros), altitude (n= 49.61 metros). Apenas a variável de tempo de detecção das espécies por voo foi menor (n= 4:43 minutos) para os voos manuais. Já os voos autônomos (pré-estabelecidos), também obtiveram registros com identificação em nível de espécie, porém apenas registros de aves, sendo a riqueza da avifauna (n=4) serem menores, porém demonstraram serem relevantes no que tange à homogeneidade e padronização da coleta de dados. É importante ressaltar que a diferença do tamanho das áreas de sobrevoo entre os voos manuais (n= 868,1 ha) e dos voos autônomos (n= 54,3 ha) foram diferentes e por esta razão, não podemos fazer a comparação entre os resultados. Os dois métodos registraram as espécies da avifauna *Cararaca plantus* e *Patagioenas plúmbea* e apenas os voos manuais registraram mamíferos, sendo os primatas saúá (*Callicebus nigrifrons*) e o macaco-prego (*Sapajus nigritus*). O uso de drones como método de coleta de dados se estabelece como uma abordagem eficiente e ágil, capaz de cobrir grandes áreas e gerar uma quantidade considerável de dados em curto período e

representa uma transformação no monitoramento da fauna atendendo de forma crescente às necessidades da pesquisa e da conservação.

**Palavra-chave: Drone, monitoramento de fauna, voos manuais, voos autônomos, Reserva Particular Patrimônio Natural.**

## DIFFERENT DRONE FLIGHT STRATEGIES AS A TOOL FOR WILDLIFE MONITORING IN OPEN FIELD AND ATLANTIC FOREST AREA

### 2.2 ABSTRACT

This study evaluated the performance of different types of drone flights, guided (manual) or with pre-established routes (autonomous) in surveying mammal and bird fauna, focusing on the analysis of species distribution and population density in the Capivary Private Natural Heritage Reserve (RPPN), located in the Minas Gerais Quadrilátero Ferrífero region (QF). The method adopted in this study combined the use of a DJI Matrice 200 drone equipped with a Zenmuse XT thermal camera (640×512 pixel resolution) and a high-definition RGB camera (3840×2160 pixel resolution), integrated with DJI Pilot software, which enabled two flight modes (manual and autonomous). The data collection protocol included recording the date, start time, flight duration, distance covered, maximum flight range, altitude, species detection time, species identification, number of individuals, and geographic location. Sampling areas were selected based on logistical feasibility, prioritizing appropriate and accessible takeoff and landing sites for drone operations over forested areas in each survey method. The results demonstrated that manual flights conducted in this study recorded higher richness rates for birds ( $n = 11$ ) and medium- and large-sized mammals ( $n = 2$ ), as well as higher average values for flight time (mean = 13:21 minutes), distance covered (mean = 3,526 meters), and altitude (mean = 49.61 meters). Only the variable "species detection time per flight" was lower (mean = 4:43 minutes) in manual flights. Autonomous (pre-programmed) flights also yielded species-level identifications but exclusively of bird species, with lower avifaunal richness ( $n = 4$ ). Nonetheless, autonomous flights proved relevant in ensuring greater consistency and standardization in data collection. It is important to note that the surveyed area sizes differed considerably between manual flights (868.1 ha) and autonomous flights (54.3 ha), which precludes direct comparison of their results. Both methods recorded the bird species *Caracara plancus* and *Patagioenas plumbea*. However, only manual flights detected mammals, specifically the black-fronted titi monkey (*Callicebus nigrifrons*) and the northern black-horned capuchin (*Sapajus nigritus*). The use of drones as a data collection method is established as an efficient and agile approach, capable of covering large areas and generating a considerable amount of data in a short period of time, and represents a transformation in wildlife monitoring, increasingly meeting the needs of research and conservation.

Keywords: Manual flights, autonomous flights, Private Natural Heritage Reserve

## 2.3 INTRODUÇÃO

O atual cenário do Antropoceno, caracterizado por intensas alterações antrópicas nos ambientes naturais, tem levado à contínua fragmentação dos habitats (Fernandez, 1997), contribuindo significativamente para a redução da biomassa animal devido à extinção de diversas espécies, um fenômeno conhecido como defaunação (Dirzo & Miranda, 1991). Neste contexto evidencia a urgência de acelerar as ações voltadas à conservação dos ecossistemas, por meio da adoção de estratégias conservacionistas mais eficazes (Young, 2010). Uma alternativa inovadora tem sido o uso crescente de drones, ou veículos aéreos não tripulados autônomos, equipados com câmeras térmicas, empregados para auxiliar e agilizar a identificação faunística (Bushaw et al., 2021). Essa tecnologia possibilita o monitoramento em tempo real, proporcionado por esses dispositivos, tem se revelado uma ferramenta estratégica para a proteção de habitats e ecossistemas em larga escala, bem como para a conservação de espécies individuais (Pereira et al., 2012).

A abordagem do método de coleta com o drone, destaca-se pela rapidez e agilidade, permitindo o monitoramento de extensas áreas (Mallet et al., 2014; Christie et al., 2016) e a obtenção de uma grande quantidade de informações em um curto período, característica fundamental para atender à dinâmica dos estudos ambientais (Linchant, 2015). Soma-se o fato de oferecer vantagens significativas, como facilidade operacional, baixo impacto ambiental, versatilidade e a capacidade de alcançar áreas anteriormente inacessíveis (Dufour et al., 2013; Evans et al., 2015; Ivosevic et al., 2015). O uso de drones no monitoramento da fauna assegura a coleta de dados em regiões de risco e reduz a exposição dos pesquisadores a ambientes perigosos, possibilitando o monitoramento remoto a partir de locais seguros.

Dessa forma, os resultados positivos e o uso crescente de drones em pesquisas têm evidenciado sua contribuição significativa para a investigação ambiental e o manejo da fauna (Gibbs et al., 1999). Entre os exemplos de aplicação, destacam-se o levantamento de dados morfológicos de iguanas marinhas (*Amblyrhynchus cristatus*), como idade e sexo (Varela-Jaramillo et al., 2023), estudos sobre o comportamento de bugios-ruivos (*Alouatta guariba*) (Sobral, 2022), e até mesmo o registro de um episódio de predação envolvendo um tubarão-branco (*Carcharodon carcharias*) atacando uma baleia-jubarte viva (*Megaptera novaeangliae*) (Dines, 2020). Tais exemplos ilustram a versatilidade dos drones na realização de levantamentos em diferentes ecossistemas (Chape, 2005) e com diversas espécies da fauna.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o desempenho de diferentes modalidades de voo de drones no levantamento da mastofauna e avifauna. As

modalidades analisadas incluem voos manuais, realizados sem rotas predefinidas, e voos autônomos, com trajetórias previamente programadas, na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Capivary, situada no Quadrilátero Ferrífero (QF), em Minas Gerais (MG).

## **2.4 MÉTODO**

### **2.4.1 Área de estudo**

A RPPN de Capivary foi criada pela Portaria Instituto Estadual de Florestas (IEF) n° 033, de 26 de fevereiro de 2008, e esta localizada entre as cidades de Santa Barbara e Itabirito (Fig. 1). A área da RPPN possui um total de 1.984 ha e sua vegetação é composta por Floresta Estacional Semidecídua e uma porção menor de Campo Rupestre sobre Canga, pertencente à Bacia do rio Doce e à sub-bacia do rio Piracicaba (Instituto Ambiental Vale. Plano De Manejo da RPPN Fazenda Do Capivary. 2009).

A RPPN de Capivary (fig.1) é conectada com a RPPN Santuário do Caraça e o Parque Nacional Serra do Gandarela, sediados na Serra do Espinhaço. A região é considerada importante refúgio faunístico (Silva & Salgado, 2009). Porém, a região está localizada também no Quadrilátero ferrífero de MG, região com histórico ambiental de grandes devastações em função da ploração minerária, que segue sendo explorada (Santos, 2021).

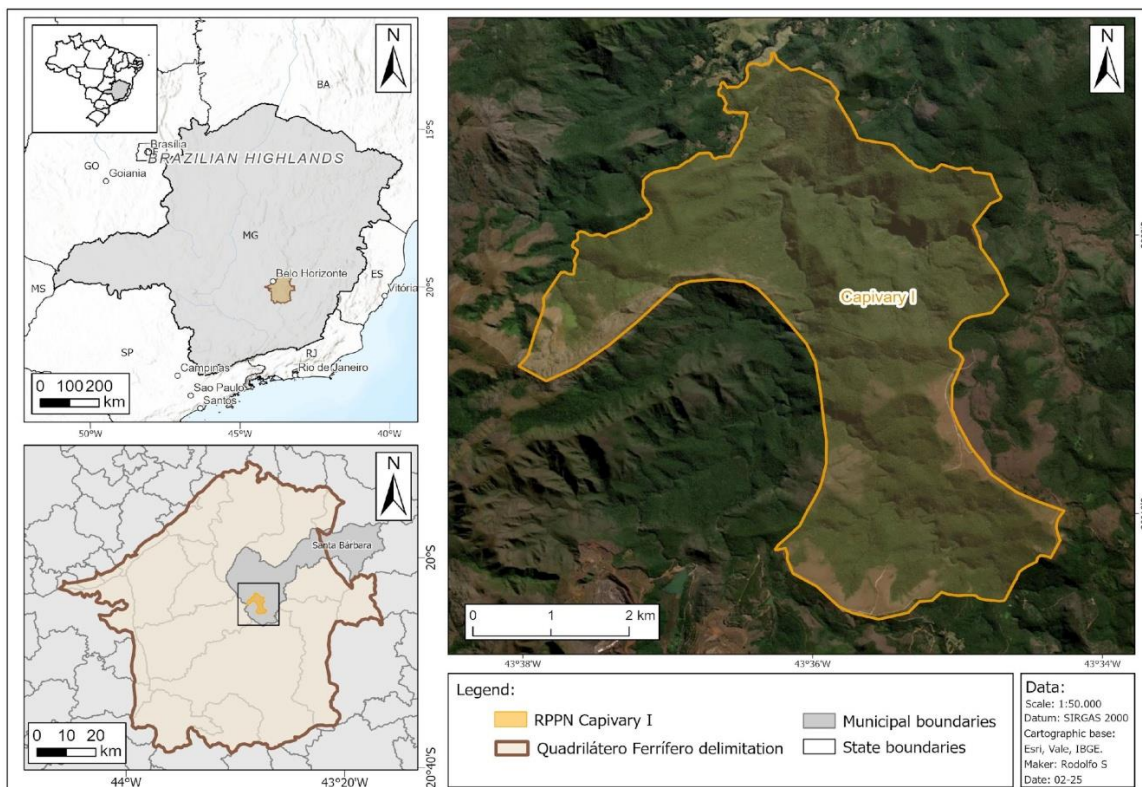


Figura 1. Localização das Reservas Particulares do Patrimônio Natural –RPPN Capivary, região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

#### 2.4.2 Desenho amostral

Aplicamos o método combinado com uso de um drone DJI Matrice 200, equipado com uma câmera termal Zenmuse XT de resolução 640×512 pixels e uma câmera RGB de alta definição (resolução 3840×2160 pixels), associado ao *software* DJI pilot, que possibilita métodos de voos manuais (sem rotas pré-estabelecidas) e voos autônomos (com rotas pré-estabelecidas). Para esta pesquisa, usamos o *software* DJI Pilot (DJI, 2018).

No protocolo de coleta de dados, estabelecemos a data, o horário inicial, o tempo de voo, velocidade do vento, temperatura, km percorridos, distâncias máximas por voo, altitude, coordenadas geográficas, espécie, o número de indivíduos para os dois métodos de coleta e o minuto de detecção dos voos manuais e os voos autônomos na RPPN de Capivary (Anexo 2).

Para a escolha do local dos voos manuais consideramos os pontos de acesso para os fragmentos de florestas, assim a trajetória de voos acompanhou o relevo das áreas para aproximar das copas, e assim realizar a identificação dos animais, pois as copas limitam a visibilidade dos animais arbóreos (Whitesides et al., 1988; Barker & Pinard 2001). Em planejamento de voos, avaliamos a ausência de linhas de energia ou qualquer barreira física que prejudique o equipamento e o sinal de transmissão do controle e do vídeo (Spaan, 2019). Porém,

diferente do voo autônomo, os voos manuais não precisam de voos preliminares para avaliar a altura do dossel e podem desviar sua rota de áreas com sinal de transmissão ruins.

Para pré-estabelecer as trilhas percorridas nos voos autônomos, executamos duas campanhas piloto com o intuito de buscar opção viável de trajetos de voo autônomos que pudesse contornar as muitas diferenças de relevo e altitudes, características do bioma Mata Atlântica. Assim, buscamos determinar variáveis de altura e velocidade de voo, avaliando-se a topografia da região, estabelecendo-se assim área de voo em três trilhas pré-definidas.

Após a escolha dos locais de voos, realizamos voos preliminares para avaliar as alturas do dossel, para programar as distancias entre o drone e as copas, assim permite a identificação do animal e a verificação da manutenção do sinal de transmissão do equipamento em toda a trajetória do voo (Spaan, 2019).

Iniciamos os voos de drone com termal, tanto manuais quanto os autônomos, no período da manhã e no final da tarde, por caracterizarem períodos de melhor visualização dos animais pela câmera termal, que possui eficiência relativa ao calor e incidência solar (Spaan, 2022). Revisamos todos os vídeos para identificação de possíveis registros de indivíduos e identificamos os mesmos, ao menor nível taxonômico possível, com os dados subsequentemente tabulados para análise.



Figura 2. Imagem do drone DJI Matrice 200, equipado com uma câmera termal Zenmuse XT de resolução e uma câmera RGB de alta definição utilizados para o levantamento de fauna na RPPN de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

#### 2.4.3 Análise de dados

Para as análises do banco de dados gerado a partir dos voos de drone com câmera termal na RPPN de Capivary, foram calculadas as médias dos seguintes dados: tempo de voo, distância percorrida, distância máxima, altitude e tempo de detecção. Além disso, aplicamos o cálculo da densidade de Kernel tanto para o voo quanto para a densidade de registros, considerando os diferentes modelos de voo (manual e autônomo). Para cada ponto de confirmação de fauna avistada pelo drone, foi gerado um raio de influência a partir do ponto de registro. A soma acumulada das funções aplicadas a cada ponto resultou na densidade de Kernel, a qual foi utilizada para gerar um mapa que apresenta as áreas com as maiores e menores concentrações de voo e fauna amostrada na RPPN de Capivary (fig.3).

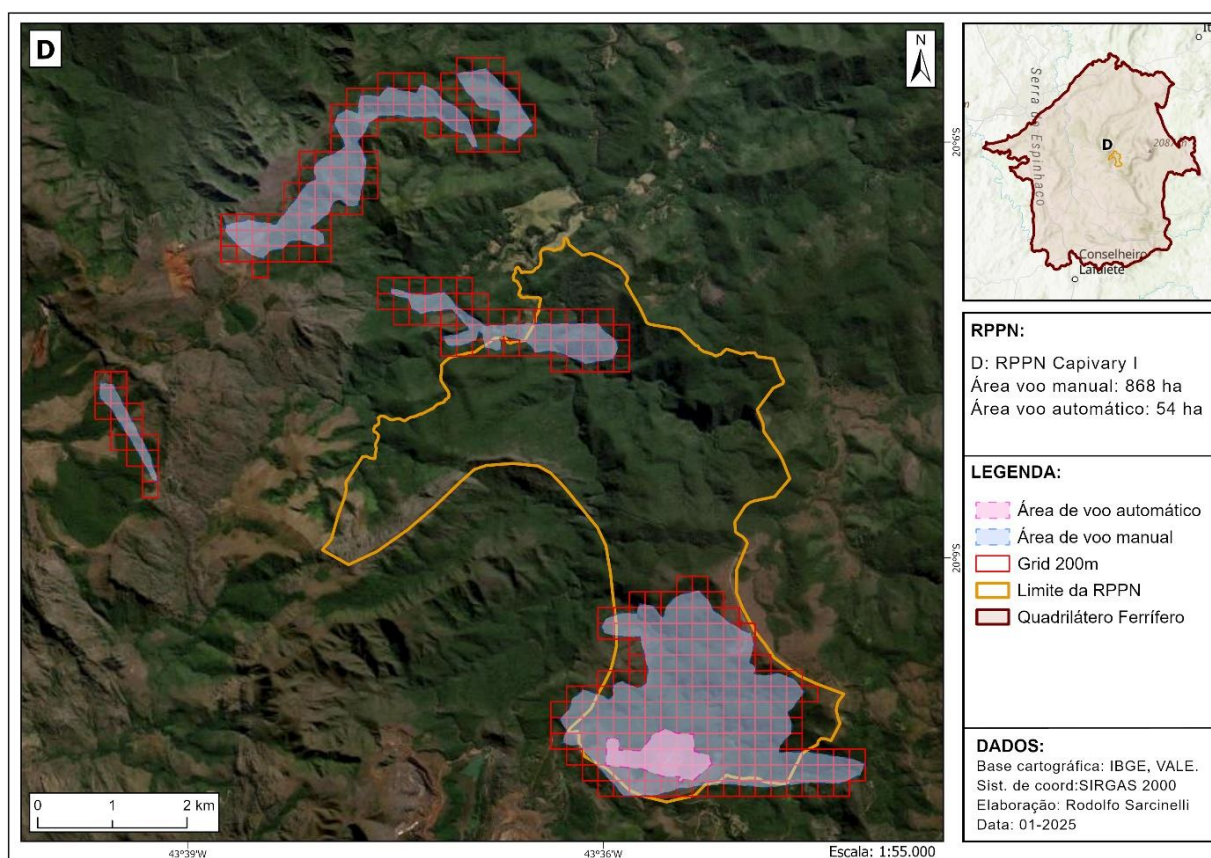


Figura 3. Área de voos manuais e autônomos do drone com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

## 2.5 RESULTADOS

No total dos voos de drone na RPPN de Capivary, foram realizados 44 voos manuais, que resultaram em um tempo acumulado de 10 horas, 5 minutos e 43 segundos, cobrindo uma área de 868,1 hectares. Por sua vez, os 64 voos autônomos totalizaram 13 horas, 36 minutos e 12 segundos de voo, abrangendo uma área significativamente menor, de 54,3 hectares.

Considerando os voos manuais realizados em Capivari, as médias das variáveis analisadas (tempo de voo, distância percorrida, distância máxima, altitude e tempo de detecção) indicaram que os valores de tempo de voo, quilômetros percorridos, distância máxima e altitude foram superiores em relação aos voos autônomos. A única exceção foi a variável tempo de detecção, que apresentou média inferior nos voos manuais (Tabela 1).

No que se refere aos registros de espécies, os voos manuais identificaram duas espécies de mamíferos, ambos primatas, e 11 espécies de aves, todas identificadas a nível espécie. Além disso, foram registrados 68 indivíduos de aves passeriformes e dois de aves da ordem Apodiformes, pertencentes a família Trochilidae (beija-flor) (Tabela 2).

Em contrapartida, os voos autônomos registraram quatro espécies de aves identificadas a nível de espécies, 28 registros de passeriformes, além de nove registros de aves não identificadas e não pertencentes à ordem passeriformes (Tabela 3). Nos voos piloto com drones autônomos, foram registrada uma espécie de ave identificada a nível de espécie, 15 espécies de aves da ordem passeriformes e uma ave não identificada e não passeriforme (Tabela 4). Não houve registro de mamíferos nos voos autônomos.

Tabela 1. Taxa dos valores das médias das variáveis de voo de drone manual e autônomo na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Tipo de voo	Tempo de voo				
	(min)	km percorrido	Distância máxima	Altitude	Tempo de detecção (min)
Manual	13:21	3.526 m	1.369 m	49.61 m	4:43 min
Autônomo	12:47	1.912 m	559.39 m	45.43 m	6:03 min

### 2.5.1 Voos manuais

Abordando os voos manuais, podemos notar a acuidade da câmera com termal ao registrar um beija-flor, mesmo que a identificação do mesmo não tenha sido possível, dado o tamanho diminuto do espécime (Tabela 2). Além da grande variedade de aves registradas, identificamos também dois primatas: o sauá (*Callicebus nigrifrons*) e o macaco-prego (*Sapajus nigritus*), destacando-se a frequência maior de registros para este último.

Tabela 2. Taxa captados pelo drone com termal em voos Manuais na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Táxon	Nome-comum	Classe	Locomoção	Registros
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	Carará	Aves	Aéreo	1
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	Pomba-asa-branca	Aves	Aéreo	1
<i>Patagioenas plúmbea</i> (Vieillot, 1818)	Pomba amargosa	Aves	Aéreo	2
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	Sabiá-do-campo	Aves	Aéreo	1
<i>Tangara cyanoventris</i> (Vieillot, 1819)	Sáfra-douradinha	Aves	Aéreo	1

<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	Canário-da-terra	Aves	Aéreo	3
<i>Ramphastos toco</i> (Statius Müller, 1776)	Tucano-toco	Aves	Aéreo	1
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	Sanhaço cinza	Aves	Aéreo	2
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Cambacica	Aves	Aéreo	1
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Alma de gato	Aves	Aéreo	1
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	Tuim	Aves	Aéreo	2
Passeriformes	-	Aves	Aéreo	68
Apodiformes	Beija-flor	Aves	Aéreo	2
<i>Sapajus nigritus</i> (Goldfuss, 1809)	Macaco-prego-preto	Mammalia	Arborícola	12
<i>Callicebus nigrifrons</i> (Spix, 1823)	Sauá	Mammalia	Arborícola	3

Ao analisarmos a densidade Kernel dos voos manuais (Fig. 4), observa-se que a logística de decolagens adotada permitiu a realização de voos em áreas pontuais da RPPN. Esse padrão de cobertura indica que a unidade de conservação ainda apresenta potencial para a realização de novas áreas de voos manuais, desde que sejam identificadas áreas com condições favoráveis para esse tipo de operação.

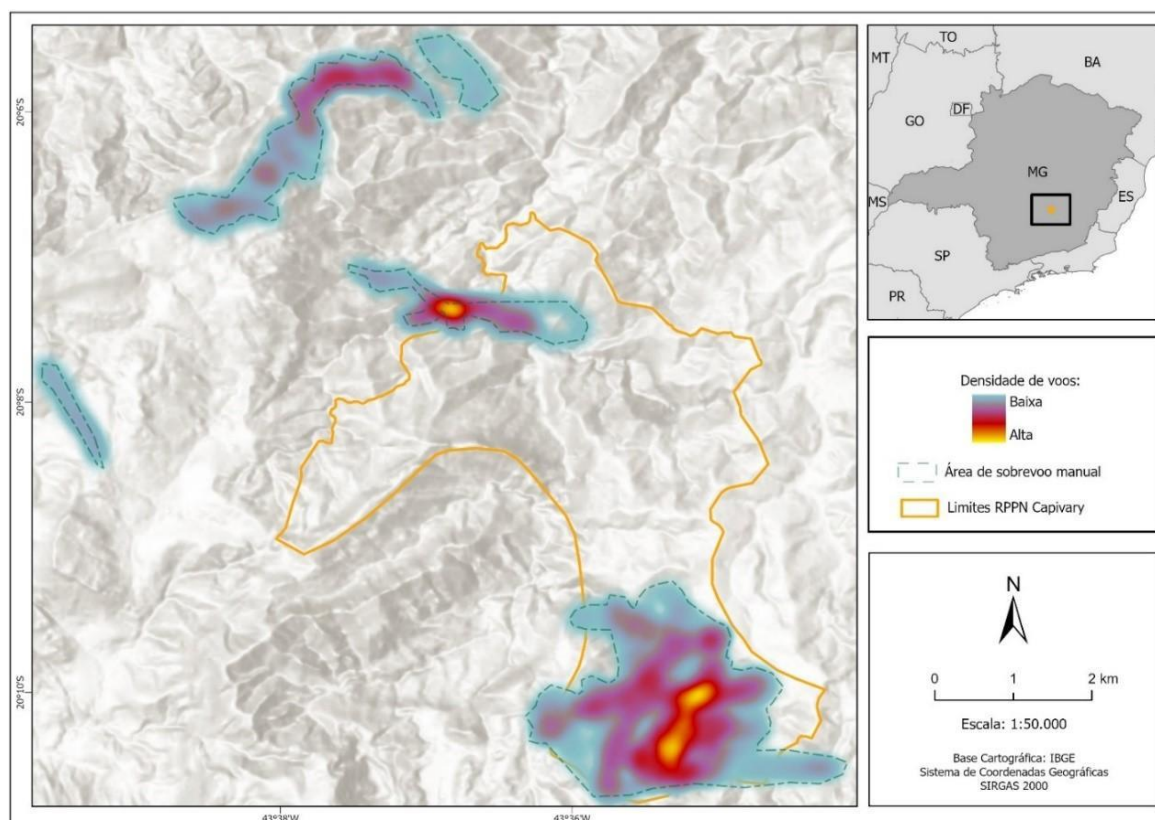


Figura 4. Densidade de voos manuais do drone com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

A densidade de registros dos voos manuais, obtida por meio do método de kernel (Fig. 5), indica que as detecções realizadas pelos drones concentraram-se em pontos focais específicos da área amostrada. Essa concentração pode estar associada à maior frequência de voos nessas regiões, favorecida por aspectos logísticos, como facilidade de acesso e a presença de locais adequados para decolagem.

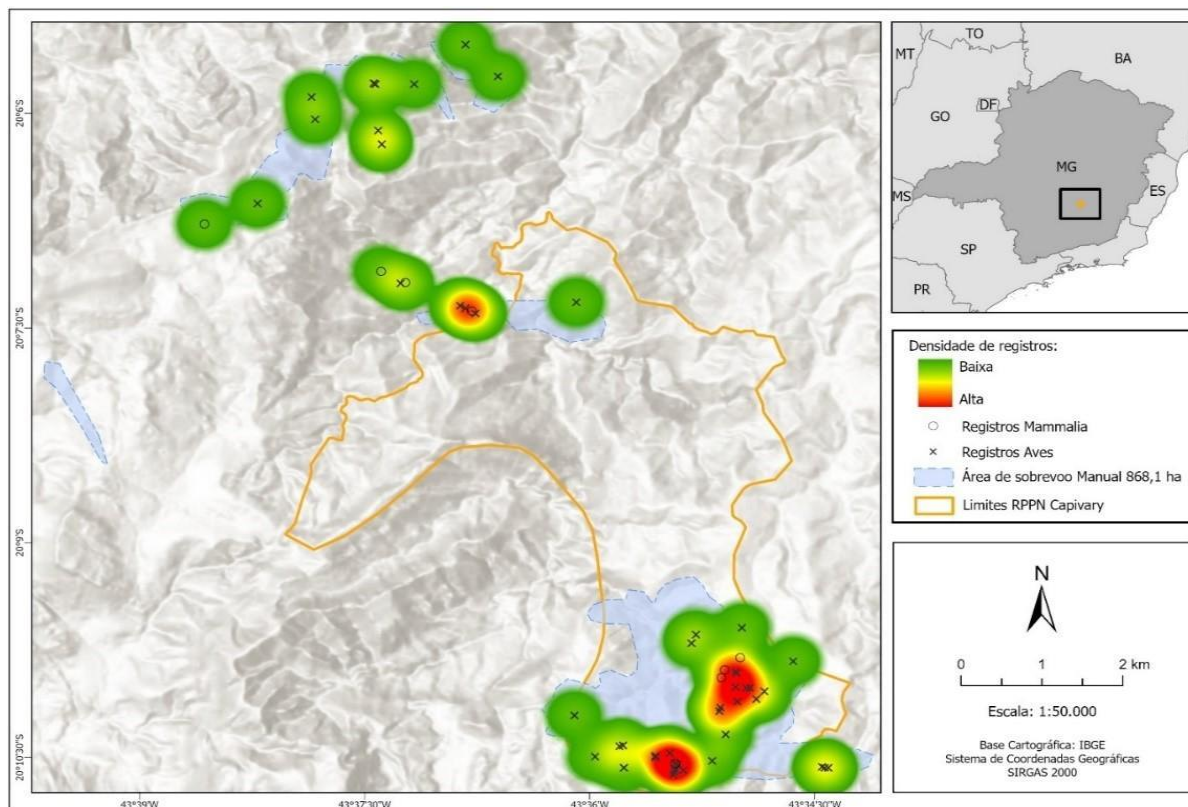


Figura 5. Estimativa de densidade *Kernel* para aves e mamíferos de médio e grande porte detectados pelo drone com termal em voos manuais na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

### 2.5.2 Voos autônomos

Nos voos autônomos, os registros de avifauna foram predominantemente compostos por espécies da ordem *Passeriformes*, ainda que muitas não tenham sido identificadas em nível específico. Esses resultados evidenciam um potencial promissor para a aplicação de voos autônomos no monitoramento da avifauna. Destaca-se, ainda, a capacidade do sistema em detectar espécies de pequeno porte, como a maria-preta-de-topete (*Knipolegus lophotes*), com aproximadamente 21 cm de comprimento, demonstrando uma sensibilidade que não se limita apenas a aves de maior porte, como o carcará (*Caracara plancus*), também registrado durante os voos autônomos (Tabela 3).

Tabela 3. Táxons captados pelo drone com termal em voos Autônomos na Reserva Particular do Patrimônio NaturaCapivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Táxon	Nome-comum	Classe	Locomoção	Registros
Ave não passeriforme	-	Aves	Aéreo	9
<i>Caracara plancus</i> Miller, 1777	Carcará	Aves	Aéreo	1
<i>Knipolegus lophotes boie</i> , 1828	Maria-preta-de-topete	Aves	Aéreo	3
<i>Patagioenas plúmbea</i> (Vieillot, 1818)	Pomba amargosa	Aves	Aéreo	4
<i>Mivalgo chimachica</i> (Vieillot, 1816)	Gavião carrapateiro	Aves	Aéreo	1
Passeriformes	-	Aves	Aéreo	28

Tabela 4. Taxa de registros realizados pelo drone com termal em voos pilotos na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Táxon	Nome-comum	Classe	Locomoção	Registros
Ave não passeriforme	-	Aves	Aéreo	1
<i>Mivalgo chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Gavião carrapateiro	Aves	Aéreo	1
Passeriformes	-	Aves	Aéreo	15

A análise da densidade Kernel para os voos autônomos (Fig. 6) demonstrou uma alta concentração de sobrevoos distribuídos de forma uniforme em grande parte da área amostrada, o que evidencia uma amostragem homogênea no plano de voo autônomo na cobertura da área de interesse.

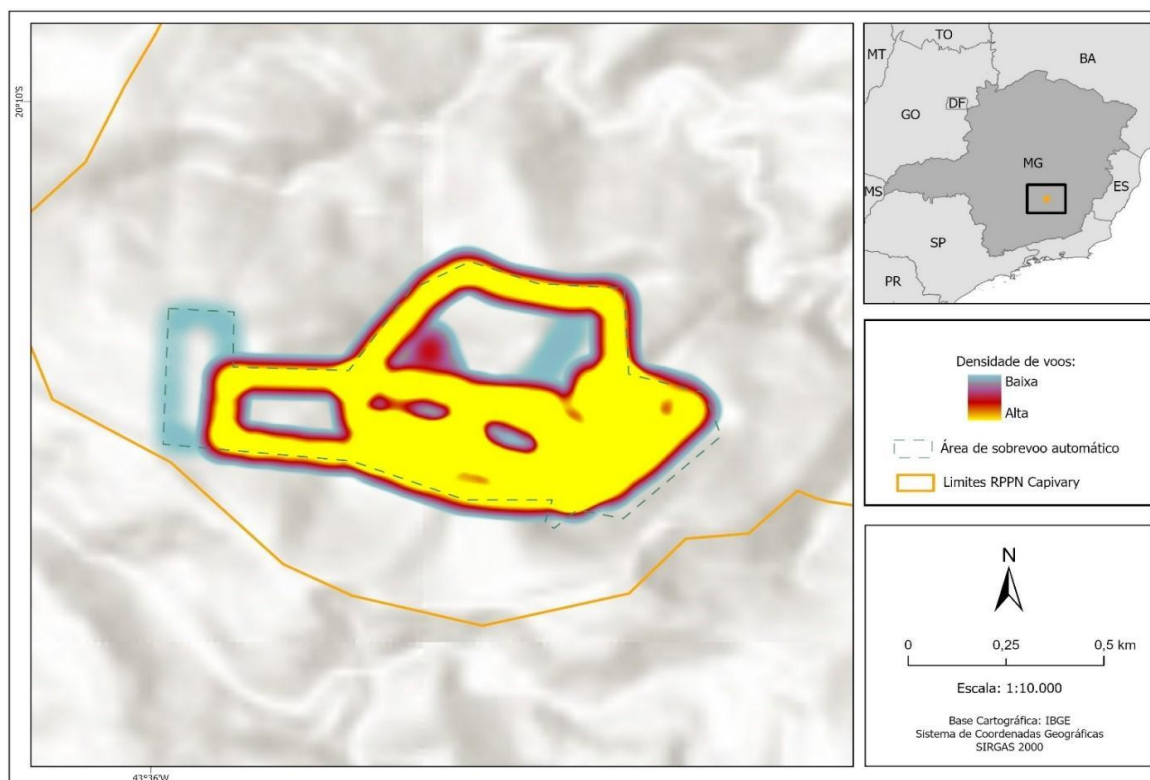


Figura 6. Densidade de voos do drone autônomo com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Pela estimativa de densidade de kernel dos registros nos voos autônomos (Fig. 7) podemos notar uma concentração de registros em uma área. Embora não tenhamos dados de natureza passíveis para uma análise, nota-se que o local em questão caracteriza uma das três trilhas pré-estabelecidas, o que nos dá um primeiro passo no sentido de testar trilhas mais ou menos efetivas para voos autônomos, de modo a ter melhor eficiência de registros.

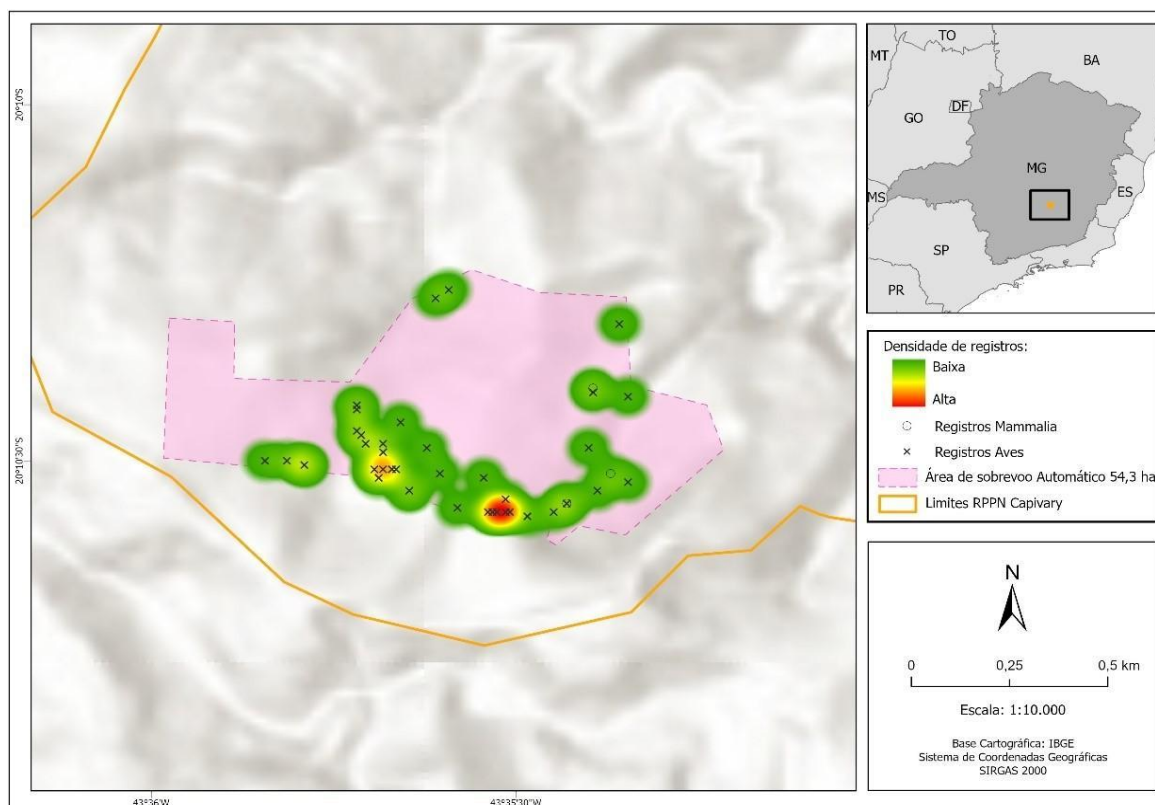


Figura 7. Estimativa de densidade *Kernel* das aves e mamíferos de médio e grande porte detectados pelo drone com termal em voos autônomos na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

## 2.6 DISCUSSÃO

O desenvolvimento de drones apresenta um grande potencial de crescimento, com capacidade de adaptação aos desafios ambientais contemporâneos. Sua aplicação tem favorecido pesquisas sobre comportamento e ecologia de espécies, incluindo aquelas ameaçadas de extinção (Hristov et al., 2008; Burke et al., 2019; Melo, 2021). Nesse contexto, os voos manuais oferecem ao piloto maior flexibilidade para rastrear os animais, permitindo a observação de sinais indiretos de presença, como o movimento das copas das árvores e detecções por imagens térmicas, o que possibilita o acompanhamento de indivíduos e a identificação de novas ocorrências ou áreas de ocupação, sem que o voo esteja restrito a uma

trajetória pré-definida. Essa abordagem tem se mostrado particularmente eficiente na identificação de fauna, especialmente em ambientes de vegetação densa. Esse fenômeno pode ser atribuído à localidade da pesquisa, haja vista que o bioma Mata Atlântica apresenta ambientes florestais com difícil visibilidade para o pesquisador (Lowman, 2009), favorecendo o uso de voos manuais. Os dados quantitativos da pesquisa reforçam essa efetividade, uma vez que os voos manuais apresentaram valores médios superiores em tempo de voo, quilometragem percorrida, distância máxima e altitude em relação aos voos autônomos, demonstrando maior abrangência espacial e potencial de amostragem da área.

Estudos recentes demonstram a eficácia dessa metodologia na identificação de espécies, como no caso do primeiro registro de *Coendou baturitensis* (porco-espinho) por meio de drone (Gutierrez et al., 2024), e na localização de grupos de muriquis (*Brachyteles hypoxanthus*) em áreas de difícil acesso (Melo, 2021). Em contextos distintos, como nos estudos com a iguana-marinha (*Amblyrhynchus cristatus*) realizados nas Ilhas Galápagos, os voos manuais também se mostraram eficazes na identificação da fauna, destacando-se pela vantagem de permitir ajustes dinâmicos na trajetória em função das condições ambientais, como as variações de maré, especialmente úteis para pilotos operando a partir de embarcações (Varela-Jaramillo, 2023). Para o monitoramento de aves, os voos manuais também demonstraram resultados positivos, como evidenciado nas identificações de gaivotas-marinhas (*Larus fuscus*) (Rush, 2018) e aves de rapina, como o peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*) (Rodriguez, 2012).

Os resultados desta pesquisa corroboram essas evidências, uma vez que os voos manuais registraram uma maior diversidade de aves, além de terem sido os únicos a detectar primatas, como o macaco-prego e o sauá. No entanto, é importante destacar que não é possível realizar uma comparação direta entre os métodos, visto que as áreas amostradas pelos voos manuais foram significativamente maiores, o que pode ter aumentado as chances de detecção. Ressalta-se ainda que, apesar de cobrirem áreas mais amplas, os voos manuais foram realizados em menor número quando comparados aos voos autônomos, o que evidencia um esforço amostral distinto entre os dois modelos de operação.

Já os voos autônomos, por seguirem rotas pré-estabelecidas em ambientes florestais, enfrentam desafios específicos, principalmente pela limitação de não poderem acompanhar os animais em tempo real. A falta de flexibilidade na trajetória dificulta a adaptação do voo às condições observadas, comprometendo a eficiência na coleta de dados. Esse fator pode ter contribuído para a taxa de detecção ser superior nos voos autônomos, quando comparados aos voos manuais, nos quais o piloto tem a capacidade de ajustar a rota para localizar o animal. Esse

desafio se intensifica quando as rotas são definidas sem o conhecimento prévio da localização das espécies monitoradas, o que reduz significativamente a probabilidade de detecção.

No presente estudo, os voos autônomos foram realizados em uma área consideravelmente menor em comparação aos voos manuais. Apesar da vantagem da repetibilidade e padronização oferecida pelos voos autônomos, a diversidade de aves registrada foi inferior à dos voos manuais, e não houve qualquer registro de mamíferos nesse modelo de voo.

Por outro lado, os voos autônomos, caracterizados por rotas pré-estabelecidas, enfrentam limitações específicas em ambientes florestais. A impossibilidade de ajustar a trajetória em tempo real reduz a flexibilidade da operação e compromete a detecção de fauna, especialmente em situações em que a localização dos animais não é previamente conhecida. O padrão fixo de voo dificulta a adaptação a sinais momentâneos de presença animal, limitando o sucesso da coleta de dados.

No presente estudo, as rotas autônomas foram definidas sem o conhecimento prévio das áreas com maior probabilidade de ocorrência das espécies, e foram aplicadas em uma área consideravelmente menor do que aquela percorrida pelos voos manuais. Apesar da vantagem da repetibilidade e segurança operacional, os resultados indicaram uma menor diversidade de aves registradas e ausência total de mamíferos.

No entanto, essa abordagem oferece vantagens significativas, como maior precisão e repetitividade, permitindo a padronização da coleta de dados e facilitando a aplicação de métodos estatísticos adequados (Varela-Jaramillo et al., 2023; Pollock et al., 2006). Por exemplo, foram utilizados com sucesso na validação de dados sobre presença e ausência de ninhos de chimpanzés (*Pan troglodytes*) (Wich, 2023), na identificação de macacos-aranha (*Ateles geoffroyi*) (Spaan, 2022), e no registro de comportamento de gibões (*Nomascus hainanus*), incluindo o primeiro relato de atividade noturna da espécie (Zhang, 2020).

Estudos com mamíferos terrestres, como guanacos (*Lama guanicoe*), também demonstraram o uso bem-sucedido de voos autônomos para validação da identificação da espécie e observação de interações com os drones (Schroeder, 2020). Além disso, em pesquisas com aves aquáticas, como os gansos-das-neves (*Anser caerulescens*), os voos autônomos permitiram a localização precisa dos ninhos (Barnas, 2018). A modalidade também foi eficaz no monitoramento de aves migratórias em habitats de planície, como o vanelo (*Vanellus vanellus*), auxiliando na identificação e localização dos ninhos (Israel, 2017). Esses estudos destacam o potencial dos voos autônomos, porém todos em contextos em que há monitoramento prévio das áreas e conhecimento da distribuição das espécies, o que contrasta com a realidade

da presente pesquisa, em que os voos autônomos foram realizados em locais sem histórico prévio de monitoramento, fator que pode ter limitado a eficácia na detecção da fauna

## 2.7 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo indicam que o uso de drones é uma ferramenta viável para o monitoramento da fauna silvestre, especialmente em áreas de difícil acesso, como as florestas da Mata Atlântica. O método de levantamento de fauna a partir do drone fornece grande variedade de dados e possibilita a pesquisa de diferentes áreas como ecologia e comportamento, por exemplo, que são fundamentais para a conservação ambiental.

Considerando que a RPPN de Capivary, área deste estudo, está situada em uma cadeia montanhosa na Serra do Espinhaço, com relevo acidentado, a atuação humana mostrou-se fundamental durante os voos manuais. A capacidade do operador em ajustar dinamicamente a trajetória de voo, focar em áreas específicas e reagir a imprevistos ambientais contribuiu para o bom desempenho dos voos manuais.

Por outro lado, os voos autônomos seguem rotas pré-definidas e proporcionam maior padronização na coleta de dados. Apesar disso, apresentam limitações em regiões com visibilidade reduzida e em cenários onde há pouca informação prévia sobre a fauna local. Com o avanço de tecnologias como inteligência artificial e softwares especializados, esse tipo de operação tende a se tornar cada vez mais eficaz em ambientes florestais.

A definição da abordagem mais adequada dependerá dos objetivos específicos do estudo, das características do ambiente investigado e do conhecimento prévio sobre a distribuição das espécies.

## 2.8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARKER, M. G., & M. A. Pinard. Forest canopy research: sampling problems, and some solutions. **Plant Ecology** 153:23-38. 2001. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-3606-03>

BARNAS, A. et al., Evaluating behavioral responses of nesting lesser snow geese to unmanned aircraft surveys. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 2, p. 1328-1338, 2018.

BURKE, C. et al., Successful observation of orangutans in the wild with thermal-equipped drones. **Conservation Biology**, 2019.

BUSHAW, J. D. et al., Application of unmanned aerial vehicles and thermal imaging cameras to conduct duck brood surveys. **Wildlife Society Bulletin**, v. 45, n. 2, p. 274-281, 2021.

CHAPE, S.; HARRISON, J.; SPALDING, M.; LYSENKO, I. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 360, n. 1454, p. 443-455, 2005. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1592>.

CHRISTIE, K. S.; GILBERT, S. L.; BROWN, C. L.; HATFIELD, M.; HANSON, L. Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a transformative technology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, p. 241-251, 2016. <https://doi.org/10.1002/fee.1281>.

DINES, S.; GENNARI, E. Primeiras observações de tubarões brancos (*Carcharodon carcharias*) atacando uma baleia jubarte viva (*Megaptera novaeangliae*). **Pesquisa Marinha e de Água Doce**, v. 9, p. 1205-1210, 2020.

DIRZO, R. & Miranda, A. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. **In Plant-animal interactions: evolutionary ecology**. (Price, P. W., Lewinshon, T.M., Fernandes, G.W. & Benson, W.W eds.). p 273-287. 1991.

DJI. Matrice 200 - **manual do usuário**. 2018. Disponível em: <https://www.dji.com/matrice-200>. Acesso em: 10 jan. 2024.

DUFOUR, SIMON, ET AL. Monitoring restored riparian vegetation: how can recent developments in remote sensing sciences help? *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 410: 10. 42. 2013.

EVANS, I. J., JONES, T. H., PANG, K., EVANS, M. N., SAIMIN, S., & GOOSSENS, B. Use of drone technology as a tool for behavioral research: a case study of crocodylian nesting. *Herpetological Conservation and Biology*, 10 (1): 90-98. 2015.

FERNANDEZ, F. A. S. Efeitos da fragmentação de ecossistemas: a situação das unidades de conservação. pp 48-68. In Milano, M. S. & V. Theulen (org.). Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação – Anais Volume 1 – Conferências e Palestras, **Fundação O Boticário de Proteção à Natureza**, Curitiba. 1997.

GIBBS, James P.; SNELL, Howard L.; CAUSTON, Charlotte E. Effective monitoring for adaptive wildlife management: lessons from the Galapagos Islands. **The Journal of Wildlife Management**, p. 1055-1065, 1999.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. et al., The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. **Ecosystem Ecology: A New Synthesis**, v. 1, p. 110–139, 2010.

HRISTOV, N. I.; BETKE, M.; KUNZ, T. H. Applications of thermal infrared imaging for research in aeroecology. **Integrative and Comparative Biology**, v. 48, n. 1, p. 50-59, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icb/icn053>.

INSTITUTO AMBIENTAL VALE. Plano De Manejo da RPPN Fazenda Do Capivary. 2009

ISRAEL, M.; REINHARD, A. Detecting nests of lapwing birds with the aid of a small unmanned aerial vehicle with thermal camera. **International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)**. IEEE, 2017. p. 1199-1207. 2017.

IVOSEVIC, B.Y.-G.Y.O. The use of conservation drones in ecology and wildlife research. **J. Ecol. Environ**: 38, 113–118. 2015.

LINCHANT, J. et al., Are unmanned aircraft systems (UASs) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges. **Mammal Review**, v. 45, n. 4, p. 239-252, 2015.

MALLET, D.; PELLETIER, D. Underwater video techniques for observing coastal marine biodiversity: a review of sixty years of publications (1952–2012). **Fisheries Research**, v. 154, p. 44–62, 2014.

MELO, F. R. Drones for conservation: new techniques to monitor muriquis. *Oryx*, v. 55, n. 2, p. 171-171, 2021.

PEREIRA, H. M.; NAVARRO, L. M.; MARTINS, I. S. Global biodiversity change: the bad, the good, and the unknown. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 37, n. 1, p. 25-50, 2012.

POLLOCK, K. H., H. D. Marsh, I. R. Lawler, and M. W. Alldredge. “Estimating Animal Abundance in Heterogeneous Environments: An Application to Aerial Surveys for Dugongs.” **Journal of Wildlife Management** 70 (1): 255–262. 2006 doi:10.2193/0022-541x(2006)70[255:eaaihe]2.0.co;2.

RODRÍGUEZ, A. et al., The eye in the sky: combined use of unmanned aerial systems and GPS data loggers for ecological research and conservation of small birds. **PLoS One**, v. 7, n. 12, p. e50336, 2012.

RUSH, Graham P. et al. Can drones count gulls? Minimal disturbance and semiautomated image processing with an unmanned aerial vehicle for colony-nesting seabirds. **Ecology and evolution**, v. 8, n. 24, p. 12322-12334, 2018.

SCHROEDER, N. M. et al., An experimental approach to evaluate the potential of drones in terrestrial mammal research: a gregarious ungulate as a study model. **Royal Society Open Science**, v. 7, n. 1, p. 191482, 2020.

SILVA, J.R. & SALGADO, A.A.R. Mapeamento das unidades de relevo da região da Serra do Gandarela, Quadrilátero Ferrífero, MG. **Geografias**, 5 (2): 107-125, 2009.

SOBRAL, Gisela; SIQUEIRA MARTINS, Gabriela; ALVARENGA DE OLIVEIRA, Claudio. Thermal imaging aids behavioural studies: the case of a diurnal neotropical primate. **Mastozoología neotropical**, v. 29, n. 1, p. 622-622, 2022.

SPAAN D, Burke C, McAree O et al (2019a) Thermal infrared imaging from drones offers a major advance for spider monkey surveys. *Drones* 3:34

SPAAN, Denise et al. Detecting spider monkeys from the sky using a high-definition RGB camera: a rapid-assessment survey method? **Biodiversity and Conservation**, v. 31, n. 2, p. 479-496, 2022.

VARELA-JARAMILLO, A. et al., A pilot study to estimate the population size of endangered Galápagos marine iguanas using drones. **Frontiers in Zoology**, v. 20, n. 1, p. 4, 2023.

Whitesides, G. H., J. F. Oates, S. M. Green, & R. P. Kluberanz. 1988. Estimating primate densities from transects in a West African rain forest: a comparison of techniques. **Journal of Animal Ecology**:345-367.1988. <https://doi.org/10.2307/4910>.

WICH, S.A. et al., Using drones to determine chimpanzee absences at the edge of their distribution in western Tanzania. **Remote Sensing**, v. 15, p. 2019, 2023.

ZHANG, Hui et al. Thermal infrared imaging from drones can detect individuals and nocturnal behavior of the world's rarest primate. **Global Ecology and Conservation**, v. 23, p. e01101, 2020.

## CAPÍTULO 3

### CÂMERAS NA TERRA E NO AR: A COMPLEMENTARIDADE DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS E DRONES NA AMOSTRAGEM DA FAUNA SILVESTRE

#### 3.1 RESUMO

O presente estudo analisou a complementariedade entre os métodos de armadilhas fotográficas e drones equipados com câmera térmica no levantamento de mamíferos de médio e grande porte, bem como de aves, em quatro Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs): RPPN Cata Branca, RPPN Córrego Seco, RPPN Poço Fundo e RPPN Capivary, situadas na Mata Atlântica, na região do Quadrilátero Ferrífero (QF), em Minas Gerais, Brasil. Para o método de armadilhas fotográficas, utilizamos armadilhas do modelo *Trophy Cam Bushnell – HD*. E para o método de drone, realizamos os voos com o modelo DJI Matrice 200, equipado com a câmera DJI Zenmuse XT2, que integra uma câmera visual 4K e uma câmera térmica. O método de armadilha fotográfica resultou no registro total de 23 espécies de mamíferos de médio e grande porte e 32 espécies de aves ao longo de 7.051 dias de câmera/dia. Em comparação, o levantamento por meio do drone registramos menor riqueza, com 4 espécies de mamíferos e 22 espécies de aves. Realizamos 144 voos manuais utilizando o drone, com o total de 32 horas 46 minutos e 31 segundos de voo. Os resultados obtidos evidenciam a complementariedade entre os métodos de armadilha fotográfica, que apresentaram associação significativa com quatro espécies de mamíferos de médio e grande porte, todos terrestres. O drone com câmera térmica, que se associou significativamente a nove espécies de aves e dois mamíferos de médio e grande porte, ambos primatas. Contudo, a complexidade da diversidade observada nesta pesquisa não teria sido alcançada sem a utilização combinada de ambos os métodos de amostragem complementares.

**Palavras-chave:** Levantamento de fauna, avifauna, mastofauna.

## CAMERAS ON THE GROUND AND IN THE AIR: THE COMPLEMENTARITY OF CAMERA TRAPS AND DRONES IN WILDLIFE SAMPLING

### 3.2 ABSTRACT

This study analyzed the complementarity between the methods of camera traps and drones equipped with thermal cameras in the survey of medium and large mammals, as well as birds, in four Private Natural Heritage Reserves (RPPNs): Cata Branca RPPN, Córrego Seco RPPN, Poço Fundo RPPN and Capivary RPPN, located in the Atlantic Forest, in the Minas Gerais Quadrilátero Ferrífero region (QF). For the camera trap method, traps of the Trophy Cam Bushnell – HD model were used, and for the drone method, the flights were carried out with the DJI Matrice 200 model, equipped with the DJI Zenmuse XT2 camera, which integrates a 4K visual camera and a thermal camera. The camera trap method resulted in the recording of a total of 23 species of medium and large mammals and 32 species of birds from a sampling effort of 7,051 camera days/day. In comparison, the survey using the drone recorded a lower richness, with 4 species of mammals and 22 species of birds. The sampling effort was of 44 manual flights, with a total of 29 hours, 7 minutes and 12 seconds of flight. The results obtained demonstrate the complementarity between the camera trap methods - which showed a significant association with four species of medium and large mammals, all terrestrial - and the drone with thermal camera, which was significantly associated with nine species of birds and two medium and large mammals, both primates. The analyses of fauna richness indicated that the camera trap method resulted in greater richness of records compared to the drone with thermal camera. However, the complexity of the diversity observed in this research would not have been achieved without the combined use of both complementary sampling methods.

**Keywords:** Fauna survey, bird fauna, mammal fauna.

### 3.3 INTRODUÇÃO

O Neotrópico é conhecido por abranger as áreas zoogeográficas de maior riqueza entre os mamíferos, sendo pertencente ao Brasil as maiores diversidades entre essas áreas (Eisenberg & Redford 1999), 785 com espécies de mamíferos (SBMz/ 2024), e 1.690 espécies de aves (CBRO, 2003; IUCN, 2004). A Mata Atlântica, por sua vez, contempla 250 espécies de mamíferos e 1.020 espécies de aves (MMA, 2000). É evidenciado o papel fundamental dos mamíferos na regeneração da floresta, por meio de suas ações como dispersores de sementes e predadores (Asquith et al., 1997; Adler & Kestell, 1998; Terborgh et al., 2001; Lambert et al., 2005b), e das aves como a polinização de flores e a disseminação de sementes (Andrade, 1997). Assim, o entendimento da biologia e ecologia das espécies de mamíferos e aves é importante para o desenvolvimento de estratégias de manejo, de preservação das espécies e de conservação dos remanescentes florestais (Wilson et al., 1996). Ademais, o monitoramento de animais silvestres possibilita mensurar o risco de extinção das espécies e avaliar as prioridades de conservação das florestas (Sampaio, 2010).

Nesse contexto, as armadilhas fotográficas são consideradas como um dos métodos de levantamento e monitoramento consolidados para o estudo de mamíferos e de aves (Silveira et al., 2003; Srbek-Araujo & Chiarello, 2007). Esse método apresenta-se como não invasivo (Karanth 1995; Silveira et al., 2003), e isso se deve ao fato de possuir um sensor de calor e de movimento acoplados, de modo que, quando algum animal atravessa o raio de ação do sensor, a máquina dispara e fotografa, o que permite registrar a ocorrência da espécie no local. Entre as vantagens das armadilhas fotográficas estão a aquisição de um grande volume de dados com menor esforço de tempo (Tomas & Miranda, 2003; Silver et al., 2004; Fusco-costa, 2007; Goulart, 2008; O'connell et al., 2010) e a facilidade de reconhecer a espécie sem manipulação do animal (Tomas & Miranda, 2003) o que evita o estresse tanto do animal quanto do pesquisador.

Por outro lado, o uso de drones, também denominados de veículos aéreos não tripulados, acoplados a uma câmera termal, está modificando rapidamente a maneira como as populações de mamíferos e de aves são monitoradas (Chrétien et al., 2016; Kays et al., 2019; Spaan et al., 2019; Lee et al., 2019). A possibilidade de monitoramento em tempo real se apresenta, cada vez mais, como um método crucial para a proteção e conservação de ecossistemas amplos, habitats ou mesmo espécies individuais (Perreira et al., 2012). Esse método possui também as vantagens da facilidade de uso, de causar baixo impacto ambiental, versatilidade e capacidade

de cobrir áreas inacessíveis ao pesquisador pelos métodos tradicionais (Dufour et al., 2013; Evans et al., 2015; Ivošević et al., 2015; Zhang et al., 2020).

Assim, os drones contribuem com as informações mais detalhadas sobre as interações entre os animais e seu habitat (Schweiger et al., 2015), além de serem complementares às técnicas de pesquisas ecológicas de campo tradicionais (Hughey et al., 2018). Embora os métodos tradicionais de monitoramento de fauna sejam significativos, muitas vezes eles não conseguem suprir a complexidade dos desafios ambientais contemporâneos, para os quais os levantamentos tradicionais podem ser onerosos ou perigosos (Corcoran et al., 2021). Com isso, muitas vezes são incapazes de avaliar a presença e o tamanho da população das espécies raras (Turvey, 2017). Nesse sentido, os drones com câmera termal são considerados como uma alternativa às metodologias tradicionais em estudos da vida selvagem (Chabot & Bird 2015; Linchant et al., 2015), que fomenta cada vez mais o uso complementar dos drones nas pesquisas ecológicas (Hughey et al., 2018).

Com base no exposto acima, objetivamos, com o presente estudo, analisar a complementariedade do uso de armadilhas fotográficas e drone com câmera termal no levantamento de mamíferos médio e grande porte e aves em quatro RPPNs localizadas em área Mata Atlântica, no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil.

### **3.4 MÉTODO**

#### *3.4.1 Área de Estudo*

As Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs, a saber: RPPN Cata Branca, RPPN Córrego Seco, RPPN Poço Fundo e RPPN Capivary, estão localizadas na região do Quadrilátero Ferrífero (QF) do Estado de Minas Gerais, Brasil, uma estrutura geológica de 7.000 km<sup>2</sup> (Drummond et al. 2005, Fernandes et al. 2014) (Fig.1).

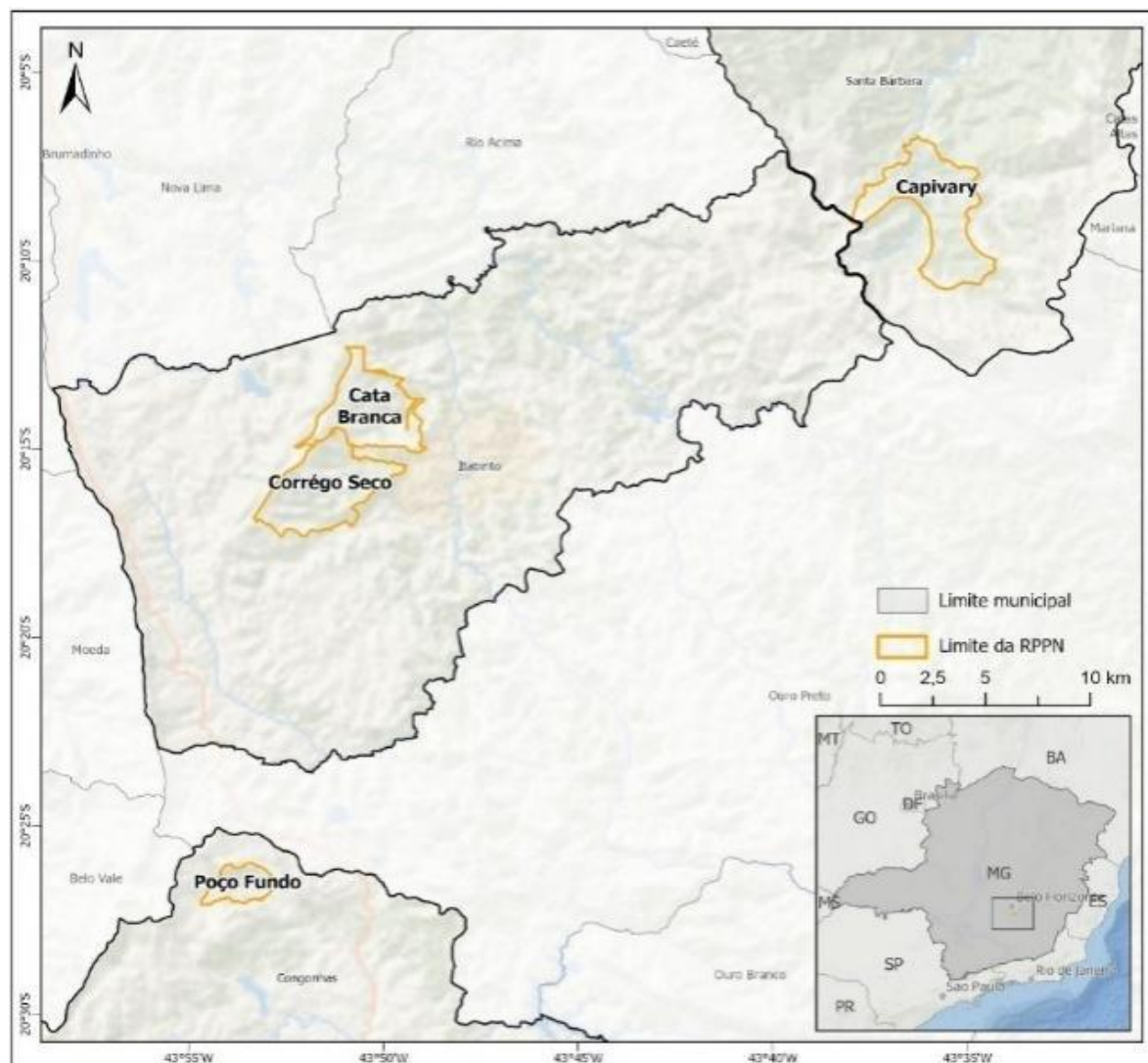


Figura 1. Localização das Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Córrego Seco, Cata Branca, Poço Fundo e Capivary, no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil.

A RPPN de Cata Branca está situada na cidade de Itabirito, Minas Gerais (MG) e é de propriedade da Vale S.A, com total de de 1.102,89 ha. Sua composição vegetal é classificada como de Floresta Estacional Semidecidual. A unidade está situada na porção centro-norte do Synclinal Moeda, ao extremo sul do QF (Almeida, 1977).

A RPPN de Córrego Seco, também situada na cidade de Itabirito (MG) e de propriedade da Vale S.A, possui área total de 1.797 ha. Sua vegetação é constituída por fitofisionomias de Cerrado, Campos Rupestres e Floresta Estacional Semidecídua, nas margens do rio das Velhas.

Já a RPPN de Poço Fundo está localizada no município de Congonhas (MG), distante de 106 km de Belo Horizonte, na região do QF. A RPPN Poço Fundo possui 426,73 ha e, por estar em uma área de transição geológica, podem ser encontradas dentro da Unidade de

Conservação as seguintes vegetações: Floresta Estacional Semidecídua, Campos Limpos, Campos e Cerrado Rupestres sobre solo ferruginoso (Vale, 2015).

A RPPN de Capivary fica localizada entre os municípios de Santa Bárbara e Itabirito, em altitudes próximas a 1.400 metros, pertencentes à sub-bacia do rio das velhas e bacia do rio São Francisco. A Portaria IEF n° 033, de 26 de fevereiro de 2008 reconhece como Reserva Particular do Patrimônio Natural a área de 1.984 ha denominada por RPPN Fazenda do Capivary, e suas principais fitofisionomias são de Campo Limpo, Floresta Estacional Semidecidual, Campo Cerrado e Campo Rupestre sobre afloramentos rochosos quartzíticos (Santos et al., 2016).

A RPPN de Capivary faz divisa com o Parque Nacional da Serra do Gandarela, o qual está localizado entre os municípios de Caeté, Santa Bárbara, Barão de Cocais, Rio Acima, Itabirito, Raposos e Ouro Preto (20°04'09" S e 43°40'09" W), umas das regiões mais preservada no QF (Silva & Salgado, 2009).

### 3.4.2. Delineamento amostral

#### 3.4.2.1 Armadilhas fotográficas

A localização dos sítios de instalação das armadilhas fotográficas do modelo *Trophy Cam Bushnell – HD* foram georreferenciadas por meio do *software ArcGIS* (ESRI, 2022), sendo as áreas divididas em GRIDs de 800 m de aresta, para aleatorização dos sítios (Fig. 2). Após definidas as áreas, seguimos para instalação das câmeras, para isso retiramos a vegetação próxima aos pontos estratégicos de instalação, com a intenção de evitar disparos desencadeados pela ação do vento e/ou da luz solar na vegetação.

Em cada sítio amostral, instalamos uma armadilha fotográfica configurada para funcionar 24 horas por dia, para registrar animais de hábitos diurnos e noturnos, com um intervalo de 10 segundos e, no modo híbrido, entre fotos e vídeos (20 segundos, cada vídeo). Instalamos as armadilhas fotográficas em árvores de troncos resistentes, na altura de 40-50 cm em relação ao solo, sendo que aquelas localizadas nas áreas de campo receberam telhados feitos de PVC para evitar disparos provocados pela incidência de luz solar.

Todas as armadilhas foram georreferenciadas com auxílio de GPS. Identificamos as espécies de mamíferos médio e grande porte de e aves ao menor nível taxonômico possível, e em sequência tabulamos os dados por armadilha fotográfica, data, hora e número de registro em 1 hora para histórico de detecção.

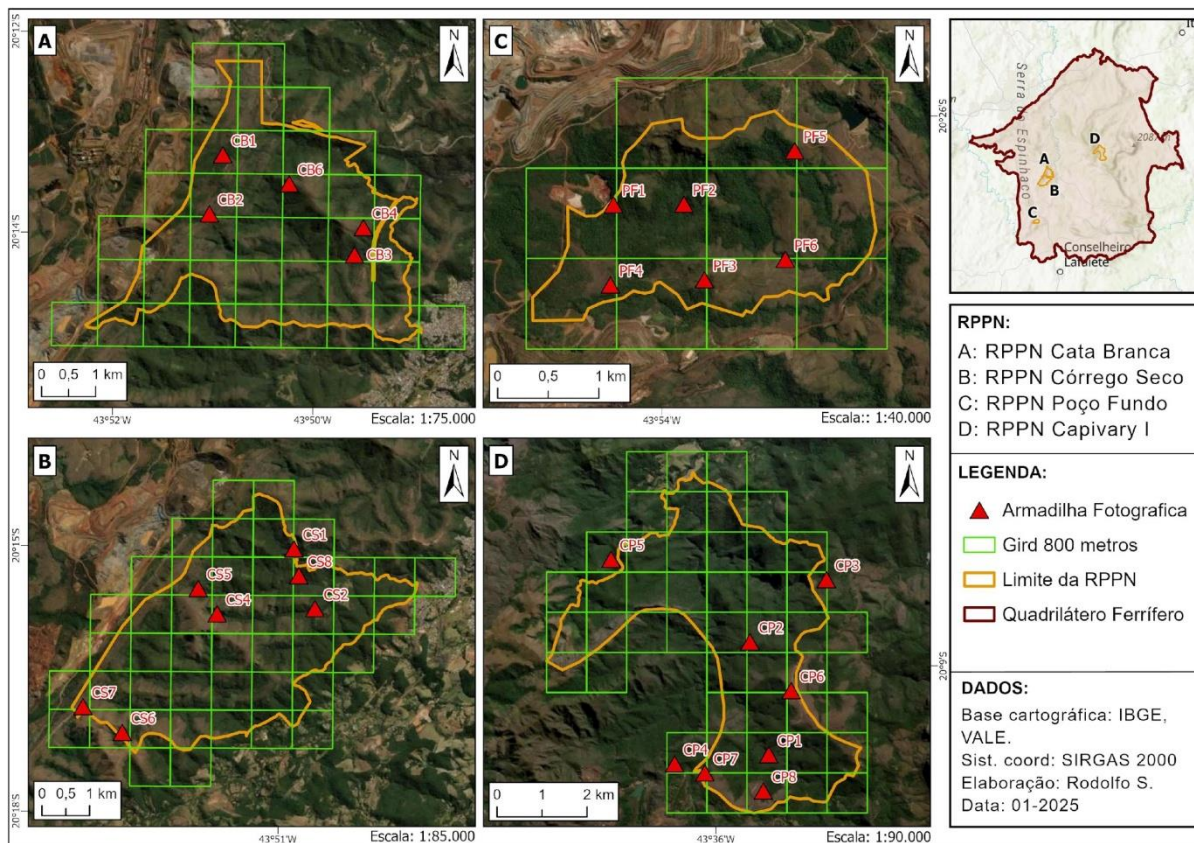


Figura 2. Localização dos GRIDs de 800m, para aleatorização das armadilhas fotográficas nas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) do presente estudo: RPPN Cata Branca (A), RPPN Córrego Seco (B), RPPN Poço Fundo (C) e RPPN Capivary (D), região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

### 3.4.2.2 Drone com câmera termal acoplada

Os voos foram realizados com o drone modelo *DJI Matrice 200*, equipado com a câmera *DJI Zenmuse XT2*, que possui uma câmera visual 4K e uma câmera térmica. A unidade amostral foi definida por meio de um grid de 200 m de aresta nas áreas das quatro RPPNs, georreferenciadas com o *software ArcGIS* (ESRI, 2022) (Fig.3) cada quadrante representa uma unidade amostral. Para a seleção das áreas de voo, avaliamos as topografias das RPPNs pois essas, influenciam na radiação solar (Weber, 2011), dessa forma priorizamos as áreas sombreadas, pois favorecem a identificação de animais na paisagem pela câmera térmica (Spaan et al., 2019). Realizamos os voos no início da manhã e no final da tarde, períodos de menor incidência solar, que proporcionam melhor visualização dos animais pela câmera térmica (Spaan, 2022). Para cada voo foi registrado a data do voo, o horário inicial, o tempo de voo, velocidade do vento, temperatura, km percorridos, distâncias máximas por voo, altitude, coordenadas geográficas, espécie, o número de indivíduos para os dois métodos de coleta, minuto de detecção de cada voo manual para as quatro RPPNs (Anexo 3).

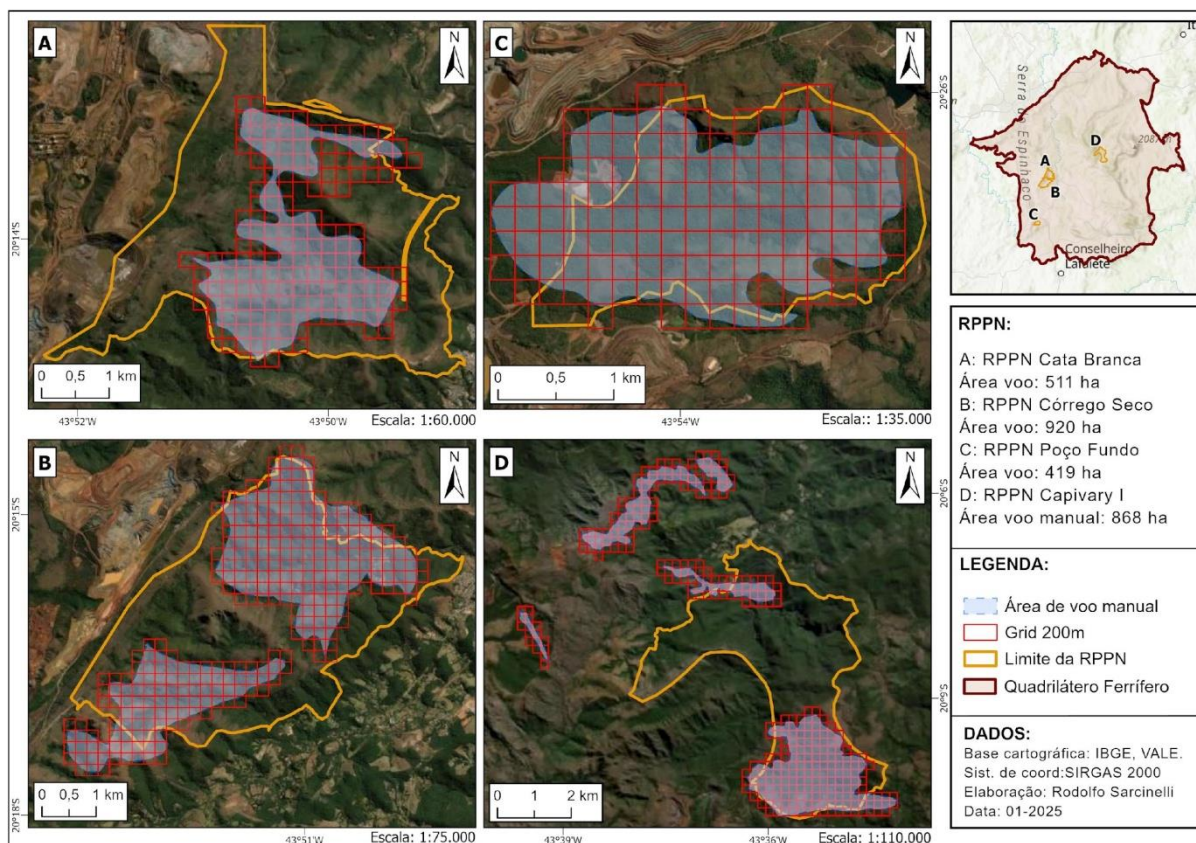


Figura 3. Localização dos GRIDs de 200 m de aresta em área de voo de drone das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) do presente estudo: RPPN Cata Branca (A), RPPN Córrego Seco (B), RPPN Poço Fundo (C) e RPPN Capivary (D), região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

#### 3.4.4 Análise de dados

Para detectar se houve similaridade entre cada espécie e os métodos de coleta, utilizamos uma análise de espécie indicadora (IndVal, função *multipatt*) (Dufrene & Legendre, 1997) Para isso, utilizamos a matriz com os dados de abundância das espécies coletadas, para os dois métodos de coleta utilizados em cada amostra (drone e armadilha fotográfica). Como o número de amostras para cada método de coleta foi desigual, utilizamos a função *IndVal.g*, que corrige distorções desse tipo (de Cáceres & Legendre, 2009). Essa análise foi feita com 999 permutações.

Realizamos também o cálculo de estimativa de densidade *Kernel* (Worton 1989) por meio do *software ArcGIS* (ESRI, 2022) em que, para cada ponto de confirmação de fauna avistada com a armadilha fotográfica e o drone, aplicamos uma função *Kernel*, gerando um raio de influência a cada avistamento o que causa variações de cor no mapa de densidade *Kernel*,

assim, conforme os níveis de concentração de registros com tons mais quentes representando áreas de maior densidade de registros.

A soma acumulada das funções aplicadas a cada ponto resulta na densidade de *Kernel*, que nos apresenta, em um mapa, as maiores e menores concentrações de densidade da fauna amostrada para cada RPPN.

### 3.5 RESULTADOS

O método de armadilha fotográfica para as quatro RPPNs registrou, no total, 23 espécies de mamíferos de médio e grande porte e 32 espécies de aves em 7.051 dias de câmera/dia (Tabela 1). Realizamos com a aplicação do método de drone com total 144 voos manuais com o total de 32h 46min e 31seg, de voo. Contudo, esse método resultou em menor riqueza de mamíferos, com 4 espécies, e de aves, com 22 espécies, se comparado com as armadilhas fotográficas.

Tabela 1. Localização e status de Conservação dos mamíferos registrados: União Internacional de Conservação para a Natureza (IUCN) e Ministério Meio Ambiente (MMA) em armadilha fotográfica (AF) e voo de drone (DR) para as Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPNs): Cata Branca (CB) e Córrego Seco (CS) em Itabirito (MG), Poço Fundo (PF) em Belo Vale (MG) e Capivary (CP) em Santa Bárbara (MG), região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. A marcação (1) representa o método de armadilha fotográfica e a marcação (2) representa o método de drone, demonstrando assim, em qual método a espécie foi registrada nas respectivas RPPNs.

Táxon	Nome comum	RPPN	Método	Status de Conservação	
				IUCN	MMA (BR)
CLASSE MAMMALIA				IUCN	MMA (BR)
ORDEM					
DIDELPHIMORPHIA					
Família Didelphidae					
<i>Didelphis</i> sp.	Gambá	CS, CP	AF	LC	
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-orelha-branca		AF	LC	
ORDEM CINGULATA					
Família Dasypodidae					
<i>Cabassous tatouay</i>	Tatu-rabo-mole	CS, PF, CP	AF	LC	
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	CB, CS, CP	AF	LC	LC
ORDEM PRIMATES					
Família Cebidae					
<i>Sapajus nigrurus</i>	Macaco-prego	CS	AF, DR	NT	

Família Pitheciidae					
<i>Callicebus nigrifrons</i>	Sauá	CP	DR	NT	
ORDEM PILOSA					
Família Myrmecophagidae					
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	CS <sup>1</sup> , PF <sup>12</sup> , CP <sup>1</sup>	AF, DR	LC	LC
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-Bandeira	PF	AF		VU
ORDEM CARNIVORA					
Família Canidae					
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	CS	AF		
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará	CB, CP	AF	NT	VU
Família Felidae					
<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguaritica	CB, CS, CP	AF	LC	
<i>Puma concolor</i>	Onça-parda	CB, CS, CP	AF	LC	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	CS	AF	LC	VU
<i>Leopardus guttulus</i>	Gato-do-mato	PF, CP	AF	VU	EN
Família Mustelidae					
<i>Eira barbara</i>	Irara	CB <sup>1</sup> , CS <sup>12</sup> , PF <sup>1</sup> , CP <sup>1</sup>	AF, DR	LC	LC
<i>Galictis cuja</i>	Furão	CS, PF,	AF	LC	LC
Família Procyonidae					
<i>Nasua nasua</i>	Quati	CB, CS, CP	AF	LC	LC
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	CB, CS	AF	LC	LC
ORDEM					
ARTIODACTYLA					
Family Cervidae					
<i>Subulo gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	CB, CS, CP	AF	LC	LC
ORDER RODENTIA					
Family Caviidae					
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	CS	AF	LC	
Family Cuniculidae					
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Paca	CB, CS, PF, CP	AF	LC	

## ORDEM LAGOMORPHA

## Família Leporidae

<i>Sylvilagus</i> sp.	Tapiti	CB, CS, CP, PF	AF	LC	LC
-----------------------	--------	-------------------	----	----	----

## ORDEM

## PERISSODACTYLA

## Família Tapiriidae

<i>Tapirus terrestris</i>	Anta	CP	AF	VU	VU
---------------------------	------	----	----	----	----

## ORDEM

## CETARTIODACTYLA

## Família Tayassuidae

<i>Dicotyles tajacu</i>	Cateto	CP	AF	NT	LC
-------------------------	--------	----	----	----	----

## ORDEM

## PSITTACIFORMES

## Família Psittacidae

<i>Psittacara leucophthalmus</i>		PF	DR		
----------------------------------	--	----	----	--	--

## ORDEM

## PELECANIFORMES

## Família Ardeidae

<i>Ardea alba</i>	Garça-branca-grande	PF	DR	LC	
-------------------	---------------------	----	----	----	--

## ORDEM

## APODIFORMES

## Família Apodidae

<i>Streptoprocne zonaris</i>	Taperuçu-de-coleira-branca	CB	DR	LC	
------------------------------	----------------------------	----	----	----	--

## ORDEM

## FALCONIFORMES

## Família Falconidae

<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	CB <sup>1</sup> , CS <sup>1</sup> , PF <sup>12</sup>	AF, DR	LC	
---------------------------	--------------	------------------------------------------------------------	--------	----	--

<i>Caracara Plancus</i>	Carcará-de-crista	CS <sup>2</sup> , PF <sup>1</sup> , CP <sup>2</sup>	AF, DR	LC	
-------------------------	-------------------	--------------------------------------------------------	--------	----	--

<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Acauã	CP	AF	LC	
---------------------------------	-------	----	----	----	--

## ORDEM

## CATHARTIFORMES

## Família Cathartidae

<i>Sarcoramphus papa</i>	Urubu-rei	PF	DR	LC	
--------------------------	-----------	----	----	----	--

<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	PF	DR	LC	
-----------------------	--------------------------	----	----	----	--

## ORDEM

## PASSERIFORMES

## Família Thraupidae

<i>Tersina viridis</i>	Saí-andorinha	CS, PF	DR	LC
<i>Tangara cyanoventris</i>	Saíra-douradinha	CP	DR	LC
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento	CP	DR	LC
<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	CP	DR	LC
<i>Knipolegus lophotes</i>	Maria-preta-de-penacho	CP	DR	LC
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra	CP	DR	LC
<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá- do-campo	CP	DR	LC
<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul		DR	LC

## Família Thamnophilidae

<i>Drymophila ochropyga</i>	Choquinha-de-dorso- vermelho	CS	AF	LC
<i>Pyriglena leucoptera</i>	Papa-taoca-do-sul	CS	AF	LC

## Família Tyrannidae

<i>Elaenia</i> sp.		CS	AF	
--------------------	--	----	----	--

## Família Rhinocryptidae

<i>Eleoscytalopus indigoticus</i>	Macuquinho	CS	AF	LC
-----------------------------------	------------	----	----	----

## Família Parulidae

<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	Pula-pula-assobiador	CB	AF	LC
----------------------------------	----------------------	----	----	----

## Família Funariidae

<i>Synallaxis ruficapilla</i>	Pichororé	CS	AF	LC
-------------------------------	-----------	----	----	----

## Família Conopophagidae

<i>Conopophaga lineata</i>	Chupa-dente	CS	AF	LC
----------------------------	-------------	----	----	----

## Família turdidae

<i>Turdus albicollis</i>	Sabiá-coleira	CB, CP	AF	LC
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca	CP	AF	LC
<i>Turdus flavipes</i>	Sabiá-una	CS	AF	LC
<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-barranco	CS, PF	AF	LC
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	CB, CS, CP	AF	LC
<i>Turdus</i> sp.		CP	AF	

## Família Passerellidae

<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	PF	AF	LC
-----------------------------	-----------	----	----	----

## Família Columbidae

<i>Patagioenas picazuro</i>	Pomba-asa-branca		DR	LC
<i>Patagioenas plumbea</i>	Pomba-amargosa	CS <sup>1</sup> , PF <sup>2</sup> , CP <sup>2</sup>	AF, DR	LC

<i>Patagioenas</i> sp.			DR	
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Juriti-de-testa-branca	CB, PF, CP	AF	LC
<i>Leptotilla</i> sp.		CS	AF	
Família Cuculidae				
<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	CS <sup>1</sup> , CP <sup>2</sup>	AF, DR	LC
ORDEM PICIFORMES				
Família Ramphastidae				
<i>Ramphastos toco</i>	Tucano-toco	CB, CS, PF, CP	DR	LC
ORDEM				
ACCIPITRIFORMES				
Família ACCIPITRIDAE				
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	PF	DR	LC
ORDEM				
CAPRIMULGIFORMES				
Família Trochilidae				
<i>Chrysuronia versicolor</i>	Esmeralda versicolor	CB	AF	LC
Família Caprimulgidae				
<i>Hydropsalis torquata</i>	Bacurau-tesoura	CS	AF	LC
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	PF	AF	LC
ORDEM GALLIFORMES				
Família Cracidae				
<i>Penelope obscura</i>	Jacuguaçu	CS <sup>1</sup> <sup>2</sup> , CB <sup>1</sup> , PF <sup>1</sup> <sup>2</sup> , CP <sup>1</sup>	AF, DR	LC
<i>Penelope</i> sp		CS <sup>1</sup> , PF <sup>2</sup>	AF, DR	
ORDEM APODIFORMES				
Família Trochilidae				
<i>Phaethornis pretrei</i>	Beija-flor-rabo-branco- acanelado	CP	AF	LC
<i>Phaethornis ruber</i>	Rabo-branco-rubro	CS	AF	LC
<i>Phaethornis</i> sp.		CS <sup>1</sup> <sup>2</sup> , CP <sup>2</sup>	AF, DR	
ORDEM GRUIFORMES				
Família Rallidae				

<i>Aramides saracura</i>	Saracura-de-peito-ardósia	CS	AF	LC
ORDEM				
ESTRIGIFORMES				
Família Estrigídeos				
<i>Asio stygius</i>	Coruja-das-estígias	PF	AF	LC
<i>Conopophaga lineata</i>		CS	AF	LC
ORDEM				
TINAMIFORMES				
Família Tinamidae				
<i>Crypturellus obsoletus</i>	Inhambuçu	CB, CS, PF, CP	AF	LC

O esforço amostral final dos registros de armadilhas fotográficas na RPPN Cata Branca foi de 1.140 câmeras/dia. Inventariamos 10 espécies de mamíferos silvestres de médio e grande porte e nove espécies de aves. Para o método de drone com termal na RPPN de Cata Branca, executamos 28 voos de varredura, que resultaram o total de 6h 47min e 49seg de tempo de voo, percorrendo 511 ha no total (Fig. 2), além disso, registramos duas espécies de aves.

Para a RPPN de Córrego Seco, o esforço amostral para as oito armadilhas fotográficas instaladas foi de 2.134 câmeras/dia. Totalizando o registro de 19 espécies de mamíferos de médio e grande porte e 19 espécies de aves. Para a amostragem por meio do drone, efetuamos 25 voos de varredura, totalizando 5h 24min e 57seg de voo. A área total de voo compreendida nessas varreduras foi de 920,7 ha. Registramos cinco espécies de aves e duas espécies de mamíferos, irara (*Eira barbara*) e o macaco-prego (*Sapajus nigritus*).

Para a RPPN Poço Fundo, o esforço amostral final foi de 1.536 câmeras/dia. As câmeras dessa RPPN totalizaram o registro de oito espécies de mamíferos silvestres de médio e grande porte e 10 espécies de aves. Para esta RPPN efetuamos 47 voos de drone, totalizando 10h 28min e 02seg de voo, percorrendo área total de 419ha (Fig. 4), os voos de drone registraram 12 espécies de aves e duas de mamíferos, tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) (fig.4 e fig.5) e macaco-prego (*Sapajus nigritus*). Os voos de varredura na RPPN de Poço Fundo detectaram uma variedade considerável de aves. Embora a identificação de muitos passeriformes não tenha sido possível, nota-se a efetividade da termal e o nível de detalhamento a câmera 4K quando se torna possível a identificação de representantes desta ordem como o saí-andorinha (*Tersina viridis*) e o saí-azul (*Dacnis cayana*) (Tabela 1).

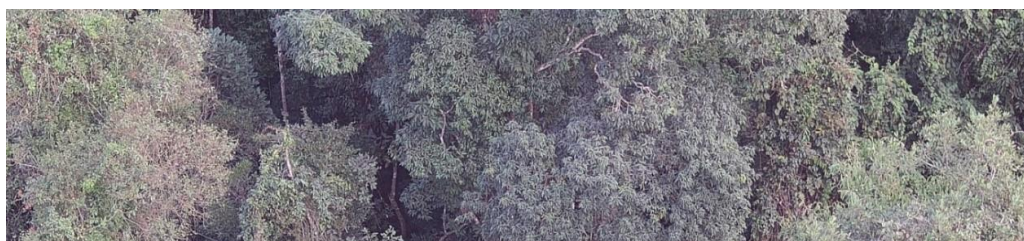


Figura 4. Foto colorida de um indivíduo de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) em posição de repouso (círculo amarelo), captado durante voo do drone com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Poço Fundo, Brasil.

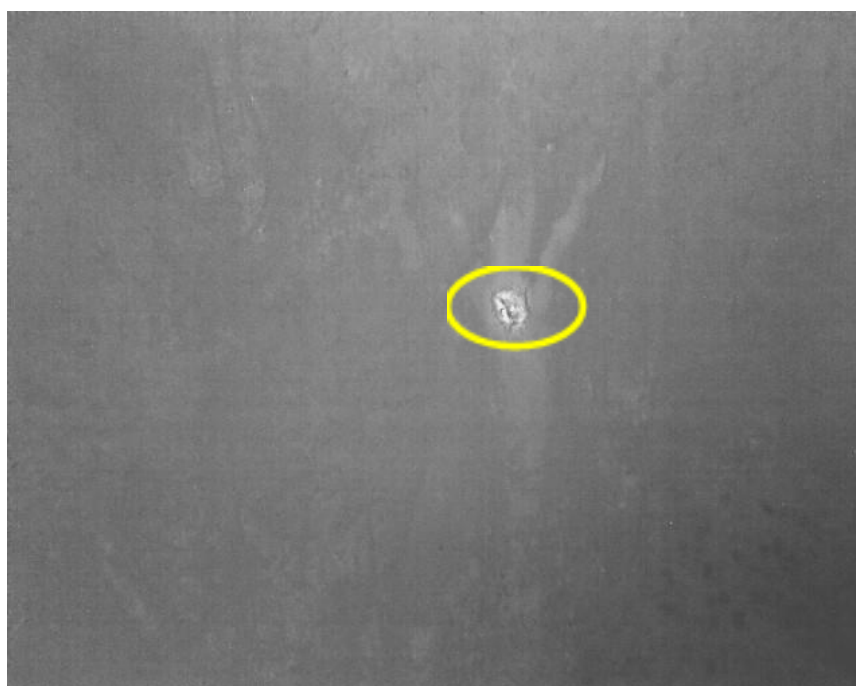


Figura 5. Foto do mesmo indivíduo de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) em posição de repouso (círculo amarelo), captado durante voo do drone com termal na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Poço Fundo, Brasil.

Já para a RPPN de Capivary, o esforço amostral final do armadilhamento fotográfico foi de 2.241 câmeras/dias com quinze espécies de mamíferos de médio e grande porte e nove espécies de aves. Para esta RPPN efetuamos 44 voos manuais, totalizando 10h 5min 43secs. A área percorrida foi de 868,1 há, total. Contudo, registramos 11 espécies de aves e duas de mamíferos sendo os dois primatas, o Macaco-prego (*Sapajus nigritus*) e o Sauá (*Callicebus nigrifrons*).

A análise de estimativa de densidade de *Kernel* resultou nos mapas de distribuição das densidades das espécies nos conjuntos amostrais de cada método. Os mapas possibilitaram a visualização do conjunto amostral para a armadilha fotográfica, bem como, para o método de drone, a trajetória do voo (fig. 6 e fig.7).

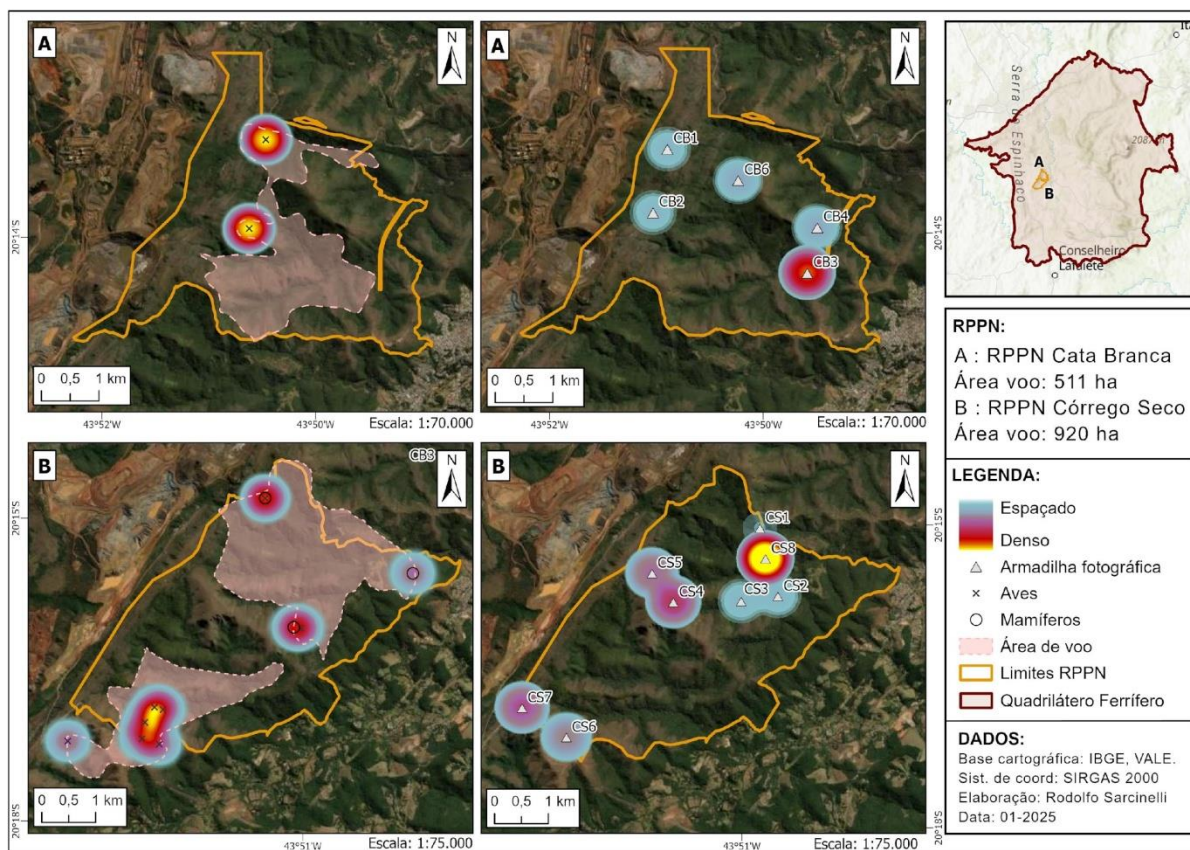


Figura 6. Estimativa de densidade Kernel das aves e mamíferos de médio e grande porte detectados pelo drone com câmera térmica (esquerda) e armadilha fotográfica (direita) para as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) do presente estudo: RPPN Cata Branca (A), RPPN Córrego Seco (B), Minas Gerais, Brasil.

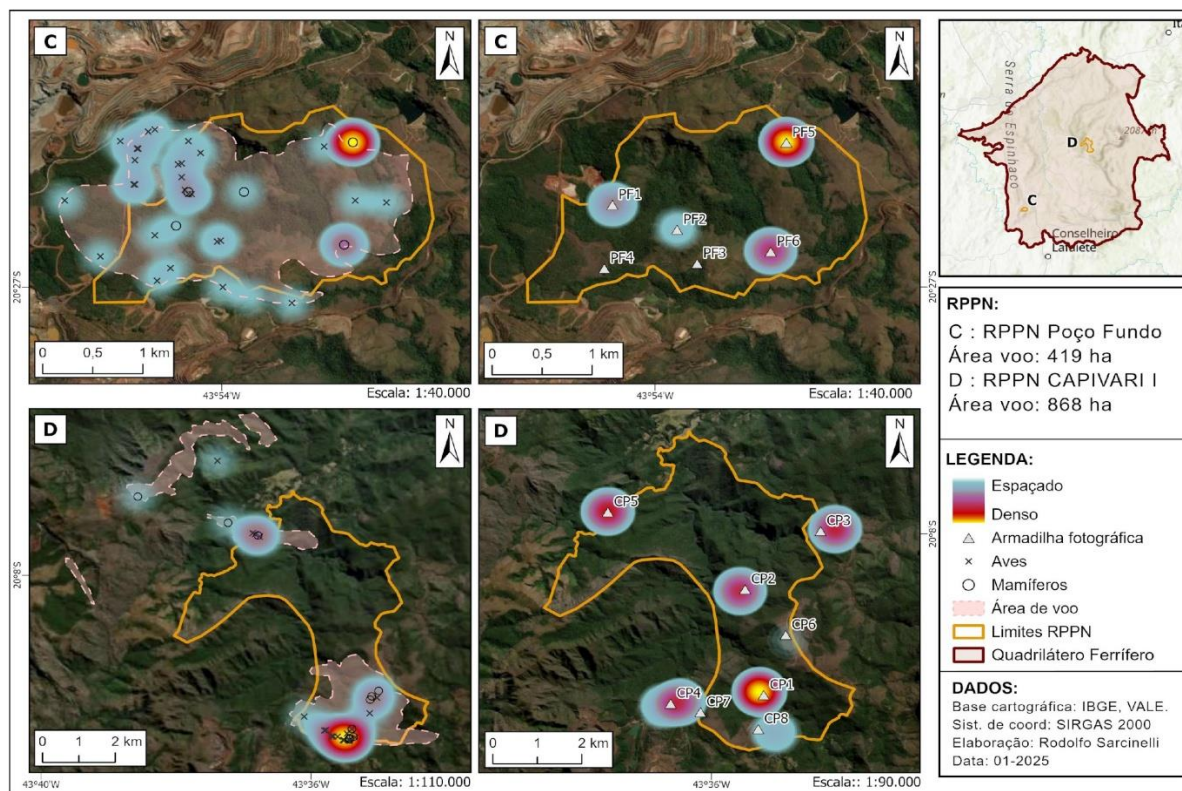


Figura 7. Estimativa de densidade *Kernel* das aves e mamíferos de médio e grande porte detectados pelo drone com câmera térmica (esquerda) e armadilha fotográfica (direita) para as Reservas Particulares do Patrimônio Natural RPPN Poço Fundo (C) e RPPN Capivary (D), região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

Os dois métodos testados nesta pesquisa registraram as espécies de mamíferos de médio e grande porte, irara (*Eira barbara*), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) e macaco-prego (*Sapajus nigritus*) e aves das espécies pompa-amargosa (*Patagioenas plumbea*), alema-de-gato (*Piaya cayana*), carrapateiro (*Milvago chimachima*), carcará (*Carcara plancus*) e jacuaçu (*Penelope obscura*). A análise *IndVal*, que identifica e quantifica a associação entre espécies e diferentes grupos ou condições ambientais em dados ecológicos, selecionou 16 espécies, sendo 12 associadas com o método de drone e quatro com o método de armadilha fotográfica (Tabela 2).

A análise indicou que o componente A representa a especificidade, também chamada de valor preditivo positivo, ou seja, a probabilidade de uma espécie estar associada exclusivamente a um determinado método. Já o componente B expressa a fidelidade, que estima a probabilidade de encontrar a espécie nas amostras coletadas por cada método. As 16 espécies identificadas como indicadoras apresentaram alta especificidade (componente A > 0,90), evidenciando que são exclusivas ou quase exclusivas de um único método. No entanto, os

valores baixos do componente B indicam que essas espécies ocorrem em poucas amostras, mesmo dentro do método ao qual estão associadas.

Tabela 2. Resultado da análise de espécie indicadora (*IndVal*) para os dados de abundância das espécies e sua associação com os métodos de coleta. São mostradas somente espécies que tiveram associação significativa ( $p \leq 0,05$ ) com um dos métodos de coletadas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) do presente estudo: RPPN Cata Branca, RPPN CNaórrego Seco, RPPN Poço Fundo e RPPN Capivary, região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.

Método	Táxon	A	B	Stat	P
Drone	Apodiformes*	0,91	0,04	0,19	0,04
	<i>Callicebus nigrifrons</i>	1,00	0,04	0,20	0,02
	<i>Caracara Plancus</i>	0,91	0,06	0,23	0,01
	<i>Cathartes aura</i>	1,00	0,04	0,20	0,01
	<i>Patagioenas plúmbea</i>	0,95	0,06	0,24	0,01
	<i>Penelope</i> sp.	0,98	0,06	0,24	0,01
	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	1,00	0,06	0,24	0,00
	<i>Ramphastos toco</i>	1,00	0,10	0,31	0,00
	<i>Sapajus nigrinus</i>	1,00	0,12	0,34	0,00
	<i>Sarcoramphus papa</i>	1,00	0,12	0,34	0,00
	<i>Sicalis flaveola</i>	1,00	0,04	0,20	0,02
	<i>Tersina viridis</i>	1,00	0,06	0,24	0,00
	Armadilha fotográfica	<i>Cuniculus paca</i>	1,00	0,13	0,37
<i>Dasyus novemcinctus</i>		1,00	0,12	0,35	0,04
<i>Sylvilagus</i> sp.		1,00	0,24	0,49	0,00
<i>Tapirus terrestres</i>		1,00	0,12	0,35	0,02

\*A ordem Apodiformes (beija-flor) foi a única ordem a ser incluída nas análises, as espécies foram agrupadas com o intuito de demonstrar a acurácia dos métodos para aves pequenas e rápidas.

### 3.6 DISCUSSÃO

As análises de riqueza de fauna realizadas nas RPPNs de Cata Branca, Córrego Seco, Poço Fundo e Capivary mostraram que o método de armadilha fotográfica apresentou a maior riqueza de registros em comparação ao método de drone com termal. Porém, os resultados desta pesquisa demonstraram que há complementariedade entre os métodos. Isso se deve ao fato da análise *Indval* identificar 16 espécies (nove espécies de ave e duas espécies de primatas) associadas com o método de drone e quatro espécies distintas de mamíferos terrestres de médio e grande porte para o método de armadilha fotográfica. Como as espécies que melhor se aplicam a cada método foram diferentes, tornou-se perceptível a complementariedade entre os métodos, justificando a aplicação de ambos em levantamento de fauna.

O uso da armadilha fotográfica no levantamento e monitoramento de fauna é considerado um método não invasivo e bastante consistente para as pesquisas de mamíferos (Voss and Emmons, 1996; Srbek-Araujo & Chiarello, 2007; Murphy et al., 2018) entre eles, os terrestres de médio e grande porte (Tobler et al., 2008; Rowcliffe e Carbone, 2008) e as aves, em sua maioria terrícolas, que descem ao solo ocasionalmente para se alimentar (Nichols & Karanth, 2010; Ahumada et al., 2020).

As armadilhas fotográficas destacam-se pela capacidade de permitir o monitoramento por 24 horas e, com isso, abrangem espécies diurnas e noturnas (Lazzaretti, 2013), sendo as últimas muito arredias e cautelosas (Kinnaird & O'Brien, 2008), com tendência a apresentar o *status* de conservação mal compreendido. Os registros coletados pela armadilha fotográfica são fundamentais para o conhecimento das comunidades faunísticas (Tobler et al., 2008; Rovero et al., 2009) e os dados gerados permitem as análises de distribuição, abundância, comportamento, dinâmica populacional (Srbek-Araujo & Chiarello, 2008; Kinnaird & O'Brien, 2008), riqueza (Srbek-Araujo & Chiarello, 2007; Gatti et al., 2017), ocupação (Negrões et al., 2010; Ferregueti et al., 2015) e registro de espécies raras (Kucera & Barrett, 2011).

Soma-se a isso o fato da capacidade de as armadilhas fotográficas registrarem uma diversidade de táxons e padrões de atividade (Rahman et al., 2016) incluindo tantos dados de espécies-alvo quanto dados de espécies-não-alvo (Lamelas-lopez et al., 2020). As armadilhas não se limitam a instalação terrestre, e podem também ser instaladas em ambientes arborícolas, apesar do esforço de escalar para verificação das câmeras ser necessário para coletar os dados (Gregory et al., 2014; Bowler et al., 2017). Nesta pesquisa, não houve instalação de armadilhas no dossel, porém acredita-se que poderia ampliar a gama de espécies registradas (Hass, 2014).

Dentre os registros desta pesquisa, realizados exclusivamente pelo método de armadilha fotográfica, destacam-se, entre os mamíferos de médio e grande porte terrestres: a anta (*Tapirus terrestris*), o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e o gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) classificados como vulneráveis (MMA, 2020). Além desses registros, a onça parda (*Puma concolor*) que, mesmo não classificada na lista de espécies ameaçadas do MMA (ICMBIO/MMA, 2022), constitui um registro de grande valor ecológico por ser classificada como uma espécie predadora de topo (Jorge et al., 2013). Entre as aves não houve registro de espécies classificadas em algum grau de ameaça, porém, vale ressaltar que, nos dois métodos, a diversidade de aves foi maior do que a diversidade de mamíferos registrada.

Nos últimos anos, a tecnologia de drones foi amplamente incorporada ao campo da pesquisa e gestão da vida selvagem (Chabot & Bird, 2015). Com câmeras de imagem térmica acopladas a drones, esta tecnologia potencializou a detecção da fauna silvestre (Christiansen et

al., 2014), capturando a imagem pela diferença de temperatura entre o ambiente e a temperatura corporal do animal, razão pela qual os voos são realizados pela manhã ou à noite (Rahman 2020; Witczuk, 2018). Os drones com câmeras de imagem térmica foram usados em projetos de levantamento de grandes mamíferos como cervos (Rahman, 2021) e elefantes (Fergus, 2024) ambos em vegetação tipo savana. Vale ressaltar que as pesquisas com o método de drones estão em crescentes aplicações em florestas de coníferas (Witczuk et al., 2018) e áreas tropicais com tipos de vegetação de savana (Schroeder et al., 2020).

As análises dos registros de drone para os mamíferos de médios e grandes portes, arborícolas encontrados nas quatro RPPN's apresentaram respostas positivas e validaram a detecção de dois primatas, o macaco-prego (*Sapajus nigritus*) também foi registrado neste estudo pelas armadilhas fotográficas. e o e o sauá (*Callicebus nigrifrons*), este último registrado apenas pelo drone, e esta classificado na categoria de “quase ameaçado” (MMA, 2020). O registro do macaco-prego (*Sapajus nigritus*). Em ambientes florestais, pesquisas com o drone com câmera termal já havia registrado o macaco-prego (*Sapajus nigritus*) (Melo,2021). O método de drone também já foram utilizados em trabalhos com os primatas: macaco-aranha (*Ateles geoffroyi*) (Spaan 2019; Spaan 2021), bugio (*Alouatta guariba*) (Sobral, 2022), gibão (*Nomascus hainanus*) (Zhang, 2020), muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*, macaco narigudo (*Nasalis larvatus*) (Rezeki, 2023), bem como ninhos de chimpanzé (*Pan troglodytes*) e orangotango (*Pongo pygmaeus*) (Wich, 2023), e ocos presentes no caule das árvores utilizadas por mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*), como local de dormir e refúgio (Rezende, 2023). Em estudos com mamíferos de médio e grande porte, também se destaca o uso da tecnologia na detecção de coalas (*Phascolarctos cinereus*) (Beranek et al., 2020), bichos-preguiça (Santos et al., 2023), juparás (*Potos flavus*) (Whitworth, 2022) e porcos-espinhos (*Coendou baturitensis*) (Gutierrez et al., 2024).

No que diz respeito aos mamíferos escansoriais registrados neste estudo por meio de drones, destacam-se o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) e a irara (*Eira barbara*), que também foram registrados pelo armadilhamento fotográfico. Esses registros permitiram observar não apenas o hábito terrestre dessas espécies, capturado pelas armadilhas fotográficas, mas também seu comportamento arborícola, registrado pela câmera termal do drone. Dessa forma, destacamos a vantagem desse método, que complementa a observação ao retratar a dualidade no uso do espaço por algumas espécies. Não obtivemos registros de mamíferos de médio e grande porte terrestres por meio do drone, devido à principal dificuldade de identificação dessas espécies durante o sobrevoo em vegetação densa (Rahman, 2020), como é o caso da área de mata atlântica, por exemplo.

O uso de drones também ganhou ênfase nos estudos ornitológicos (Anderson & Gaston 2013; Christie et al., 2016). Uma vez que, esse método possui vantagem por obter o ponto de observação superior para as aves quando comparado aos levantamentos terrestres tradicionais (Brisson Curadeau et al., 2017; Hodgson et al., 2018). No presente estudo, o uso de drones para monitoramento da avifauna mostrou-se eficiente na identificação de representantes de pequenas aves, principalmente as da Ordem Passeriformes, como o taperuçu-de-coleira-branca (*Streptoprocne zonaris*), ave que mede cerca de 20cm, o saí-andorinha (*Tersina viridis*) e saí-azul (*Dacnis cayana*), bem como para aves de maior porte como o jacuaçu (*Penelope obscura*) que pode pesar mais de 1kg e medir até 75cm. Vale ressaltar a importância desse último registro citado, uma vez que, a espécie encontra-se em categoria quase ameaçada, segundo a Lista Vermelha (IUCN). A utilização dos drones também se mostrou eficaz em monitoramento de aves em ambientes terrestre para identificação de ninhos, como visto para o pardal-do-campo (*Spizella pusilla*) (Scholten et al., 2019) e detecção de aves de rapina (Fergus, 2023). Para as aves aquáticas, o drone também se destaca pela sua capacidade de realizar levantamentos em larga escala (Kingsford & Porter, 2009). Foram relatados em estudos de patos (*Aythya valisineria*) (Bushaw, 2020), mergulhões (*Aechmophorus occidentalis*), gaivota-de-Franklin (*Leucophaeus pipixca*), andorinha-do-mar-preta (*Chlidonias niger*), andorinha-do-mar-de-Forster (*Sterna forsteri*) e garça-noturna-de-coroa-preta (*Nycticorax nycticorax*) (Mckellar 2021).

Quando falamos da complementariedade de métodos, estudos de comparação para identificação de tartarugas pelos métodos tradicionais, por patrulheiros terrestres e voos de drone com termal, corroboram que os monitoramentos de drones são complementares às técnicas existentes (Sellés-Ríos, 2022). Em pesquisas com focas, os resultados também corroboram a complementariedade dos métodos tradicionais com os voos de drones para análises de dinâmica populacional (Infante, 2022).

Para os mamíferos de médio e grande porte arborícolas, estudos com macaco-aranha (*Ateles* sp.) que comparam métodos de levantamento terrestres com o uso de câmeras termal, demonstram que esses métodos são opções complementares e/ou alternativas (Spaan, 2019). Em pesquisas com a avifauna, as comparações entre os métodos tradicionais de levantamento terrestre e voo de drone também confirmam a complementariedade entre esses dois métodos (Bushaw et al., 2020; Scholten et al., 2019), corroborando os resultados desta pesquisa.

Um estudo que comparou os métodos de levantamento de fauna com armadilha fotográfica e voos de drone com termal também demonstrou que os métodos foram complementares e ressaltou-se a eficiência do método de voo de drone com termal para espécies

ameaçadas, esquivas e raras (Rahman, 2021). O uso da tecnologia dos drones também foi considerado complementar às técnicas tradicionais para colaborar na compreensão mais ampla da ecologia clássica (Hughey et al., 2018).

Com os avanços dos impactos ambientais, e o fato das áreas desta pesquisa estarem em um contexto da mineração no quadrilátero ferrífero, região de maior exploração de minério do país (Santos, 2016), torna ainda mais relevante a velocidade das ações conservacionistas. E a inclusão da tecnologia para avaliar o grau de impacto e fornecer dados de medidas mitigadoras mais assertivas. Com isso, aprimorar e inovar o desenvolvimento das pesquisas de levantamento de fauna pode contribuir para a conservação da biodiversidade associada a mastofauna e avifauna da Mata Atlântica.

### 3.7 CONCLUSÃO

Após a reflexão sobre os aspectos analisados neste estudo, que investigou a complementariedade do uso de armadilhas fotográficas e drones equipados com câmeras térmicas no levantamento de mamíferos de médio e grande porte e aves em quatro RPPNs localizadas na Mata Atlântica, conclui-se que há uma complementariedade entre esses dois métodos. Embora as análises de riqueza de fauna indiquem que o método de armadilha fotográfica registrou maior diversidade de espécies em comparação ao drone com câmera térmica. O método de armadilha fotográfica se destacou, principalmente, para a captura de mamíferos terrestres de médio e grande porte, em especial a anta (*Tapirus terrestris*), uma espécie de grande porte e ameaçada de extinção (MMA/2022). No entanto, vale ressaltar que, entre as espécies indicadas por esse método, não houve registros de avifauna, limitando-se à observação de mamíferos. Além disso, não foram indicadas espécies de primatas por esse método.

A amostragem feita com o drone obteve entre as espécies indicadas em sua maioria registros de avifauna e mamíferos arborícolas, como exemplo os primatas sauí (*Callicebus nigrifrons*) e macaco-prego (*Sapajus nigritus*). Com isso os dados coletados por drone se mostram complementares aos de armadilha fotográfica que foram mais eficientes para animais terrestres. Destaca-se também a vantagem do drone em cobrir áreas centrais das RPPNs, especialmente em locais com relevo acidentado, onde os acessos são mais difíceis e apresenta riscos ao pesquisador.

Com isso, concluímos que a utilização dos dois métodos de amostragem complementares aumentou a diversidade registrada nesta pesquisa. A combinação de armadilhas fotográficas e drones com câmeras térmicas foi essencial para alcançar a complexidade dos dados apresentados, o que não seria possível com a aplicação de apenas um desses métodos.

### 3.8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA F. F. M. O Cráton São Francisco. **Rev. Bras. Geociências** 7(4):349-364.1977. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1977349364>.

ANDERSON, Karen; GASTON, Kevin J. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 11, n. 3, p. 138-146, 2013.

ANDRADE, M. A. Aves silvestres: Minas Gerais. Belo Horizonte: **Littera Maciel**. 176 p. 1997.

BERANEK CT, Roff A, Denholm B, Howell LG, Witt RR. Trialing a real-time drone detection and validation protocol for the koala (*Phascolarctos cinereus*). **Australian Mammalogy**. Online Early. 2020.

BOWLER, Mark T. et al. Estimating mammalian species richness and occupancy in tropical forest canopies with arboreal camera traps. **Remote Sensing in Ecology and Conservation**, v. 3, n. 3, p. 146-157, 2017.

BRISSON-CURADEAU, E.; BIRD, D.; BURKE, C.; FIFIELD, D.A.; PACE, P.; SHERLEY, R.B.; ELLIOTT, K.H. Seabird species vary in behavioural response to drone census. **Scientific Reports**, v. 7, p. 17884, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18202-3>.

BUSHAW, Jacob D. et al. Applications of an unmanned aerial vehicle and thermal-imaging camera to study ducks nesting over water. **Journal of Field Ornithology**, v. 91, n. 4, p. 409-420, 2020.

CHABOT, Dominique; CRAIK, Shawn R.; BIRD, David M. Population census of a large common tern colony with a small unmanned aircraft. **PloS one**, v. 10, n. 4, p. e0122588, 2015. CHABOT, Dominique; CRAIK, Shawn R.; BIRD, David M. Population census of a large common tern colony with a small unmanned aircraft. **PloS one**, v. 10, n. 4, p. e0122588, 2015.

CHRISTIE, K. S.; GILBERT, S. L.; BROWN, C. L.; HATFIELD, M.; HANSON, L. Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a transformative technology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, p. 241-251, 2016. <https://doi.org/10.1002/fee.1281>.

CORCORAN, E.; DENMAN, S.; HAMILTON, G. Evaluating new technology for biodiversity monitoring: Are drone surveys biased? **Ecology and Evolution**, v. 11, p. 6649–6656, 2021. *equipamentos. Revista Brasileira de Zoologia*, 24(3): 647-656. 2007.

DE CÁCERES, M., & LEGENDRE, P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. **Ecology**, 90(12), 3566–3574. 2009. <https://doi.org/10.1890/08-1823.1>  
doi:10.1007/s10531-010-9848-3.

DRUMMOND, G. M., C. S. MARTINS, A. B. M., F. A. SEBAIO, & Y. ANTONINI. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2ed. **Fundação Biodiversitas**, Belo Horizonte, Brasil. 222p. 2005.

DUFOUR, SIMON, ET AL. Monitoring restored riparian vegetation: how can recent developments in remote sensing sciences help? **Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems**, 410: 10. 42. 2013

DUFRENE, M., & LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, 67(3), 345–366.1997.

EISENBERG, J. F.; Redford, K. H. Mammals of the Neotropics, vol. 3. **Chicago University Press**, Chicago.1999.

ESRI. ArcGIS Pro 3.0. **California: Environmental Systems Research Institute Inc**, 2022.

EVANS, I. J., JONES, T. H., PANG, K., EVANS, M. N., SAIMIN, S., & GOOSSENS, B. Use of drone technology as a tool for behavioral research: a case study of crocodilian nesting. **Herpetological Conservation and Biology**, 10 (1): 90-98. 2015.

FERGUS, Paul et al. Empowering wildlife guardians: an equitable digital stewardship and reward system for biodiversity conservation using deep learning and 3/4G camera traps. **Remote Sensing**, v. 15, n. 11, p. 2730, 2023.

FERGUS, Paul et al., Harnessing Artificial Intelligence for Wildlife Conservation. **arXiv preprint arXiv**, 2409.10523, 2024.

FERNANDES, G. W., N. P. U. Barbosa, D. Negreiros, and A. P. Paglia. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. **Natureza e Conservacao** 12:162–165. 2014.

FERREGUETTI, Atilla Colombo et al. Comunidade de mamíferos de médio e grande porte em um mosaico de fitofisionomias na Mata Atlântica no estado do Espírito Santo, Brasil. 2015.

FUSCO-COSTA, R. Levantamento populacional da jaguatirica (*Leopardus pardalis*), através do uso de armadilhas fotográficas no Parque Estadual do Cardoso, litoral sul do estado de São Paulo. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, São Paulo. 51p. 2007.

GATTI, Andressa et al. Medium and large-bodied mammals of the private reserve of natural heritage Recanto das Antas, in Espírito Santo, Brazil. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 2, 2017.

GREGORY T, Carrasco Rueda F, Deichmann J, Kolowski J and Alonso A. Arboreal camera trapping: taking a proven method to new heights **Methods in Ecology and Evolution** 5(5) 443-451. 2014.

GUTIERREZ, I. F. et al., Monitoramento com drone termal: primeiros registros de *Coendou baturitensis*. **Ciência Animal**, v. 34, n. 3, p. 05-08, 2024.

HASS, Gabriela; RC, Printes. Levantamento populacional de *Alouatta clamitans* Cabrera, 1940 e de *Sapajus nigritus* (Godfuss, 1809) em fragmentos de mata com araucária, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **A Primatologia no Brasil**, v. 13, p. 64-78, 2014.

HODGSON, J.c.; mott, r.; Baylis, s.m.; Pham, t.t.; Wotherspoon, S.; Kilpatrick, a.d.; Raja Segaran, S.; Reid, i.; Terauds, a.; Koh, l.p. Drones count wildlife more accurately and precisely than humans. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 9, p. 1160–1167, 2018. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12947>.

HUGHLEY, L.F.; Hein, A.M.; Strandburg-Peshkin, A.; Jensen, f.h. Challenges and solutions for studying collective animal behaviour in the wild. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 373, p. 20170005, 2018. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0005>.

INFANTES, Eduardo et al. An automated work-flow for pinniped surveys: A new tool for monitoring population dynamics. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 905309, 2022.

IVOSEVIC, B.Y.-G.Y.O. The use of conservation drones in ecology and wildlife research. **J. Ecol. Environ**, 38, 113–118. 2015.

JORGE, M.L.S.P., Galetti, M., Ribeiro, M.C., Ferraz, K.M.P.M.B. Mammal defaunation as surrogate of trophic cascades in a biodiversity hotspot. **Biological Conservation** 163, 49-57. 2013.

KARANTH, K. U. Estimating tiger (*Panthera onca*) populations from camera-trap data using capture-recapture models. **Biological Conservation**, v. 71, n. 3, p. 333–338, 1995.

KAYS, Roland et al., Hot monkey, cold reality: surveying rainforest canopy mammals using drone-mounted thermal infrared sensors. **International Journal of Remote Sensing**, v. 40, n. 2, p. 407-419, 2019.

KINGSFORD, R.; Porter, J.L. Monitoring waterbird populations with aerial surveys—What have we learnt? **Wildl. Res** 36, 29–40. 2009.

KINNAIRD, m.F. & O'brien, t.G. Effects of private-land use, livestock Management, and human tolerance on diversity, distribution, and Abundance of large african mammals. **Conservation biology** 26 (6): 1026-1039. 2012.

KUCERA, T. E., & Barrett, R. H. A history of camera trapping. In A.F. O'Connell, J. D. Nichols, & U. K. Karanth (Eds.), *Camera traps in animal ecology: Methods and analyses* (pp. 9–26). **Springer Inc.** 2011.

LAMBERT, T. D., J. R. MALCOLM, & B. L. ZIMMERMAN. Effects of mahogany (*Swietenia macrophylla*) logging on small mammal communities, habitat structure, and seed predation in the southeastern Amazon Basin. **Forest Ecology and Management** 206:381-398. 2005. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.foreco.2004.11.012>

LEE, W.Y.; PARK, M.; HYUN, C.U. Detection of two Arctic birds in Greenland and an endangered species in South Korea using RGB and thermal cameras with an unmanned aerial vehicle (UAV). **PloS One**, v. 14, p. e0222088, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222088>.

LINCHANT, J. et al., Are unmanned aircraft systems (UASs) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges. **Mammal Review**, v. 45, n. 4, p. 239-252, 2015.

MCKELLAR, Ann E.; SHEPHARD, Nicholas G.; CHABOT, Dominique. Dual visible-thermal camera approach facilitates drone surveys of colonial marshbirds. **Remote Sensing in Ecology and Conservation**, v. 7, n. 2, p. 214-226, 2021.

MELO, F. R. Drones for conservation: new techniques to monitor muriquis. **Oryx**, v. 55, n. 2, p. 171-171, 2021.

MURPHY, A. J., Farris, Z. J., Karpanty, S., Kelly, M. J., Miles, K. A., Ratelolahy, F., Rahariniaina, R. P., & Golden, C. D. Using camera traps to examine distribution and occupancy trends of ground-dwelling rainforest birds in North-East. 2018.

NEGRÕES, N., Sarmiento, P., Crus, J., Eira, C., Revilla, E., Fonseca, C., Sollman, R., Tôrres, N.M., Furtado, M.M., Jácomo, A.T.A., Silveira, L. Use of camera-trapping to estimate puma density and influencing factors in Central Brazil. **Journal of Wildlife Management** 74(6): 1195-1203. 2010.

O'CONNELL, A.F.O., Nichols, J.D. & Karanth, K.U. Camera traps in animal ecology Methods and analyses. Springer US. Ahumada, J.A., Fegraus, E., Birch, T., Flores, N., Kays, R., O'Brien, T.G., Palmer, J., Schuttler, S., Zhao, J.Y., Jetz, W., Kinnaird, M., Kulkarni, S., Lyet, A., Thau, D., Duong, M., Oliver, R. & Dancer, A. Wildlife Insights: A Platform to Maximize the Potential of Camera Trap and Other Passive Sensor Wildlife Data for the Planet. **Environ. Conserv.** 47, 1–6. 2010.

PETER CHRISTIANSEN et al. “Automated detection and recognition of wildlife using thermal cameras”. **In: Sensors** 14.8. pp. 13778–13793. 2014.

RAHMAN D A, Gonzalez G and Aulagnier S. Benefit of camera trapping for surveying the critically endangered Bawean deer *Axis kuhlii* (Temminck, 1836) **Tropical Zoology** 29(4) 155-172. 2016.

RAHMAN DA, Rahman AAAF. Performance of unmanned aerial vehicle with thermal imaging, camera trap, and transect survey for monitoring of wildlife. IOP Conference Series: Earth and Environmental. **Science** 771(1): 012011. 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/771/1/012011>.

RAHMAN DA, Setiawan Y Possibility of applying unmanned aerial vehicle and thermal imaging in several canopy cover class for wildlife monitoring-preliminary results. **E3S Web of Conferences**: 211. 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021104007>

REZEKI, Amalia et al. Ecology of endemic primate Proboscis monkeys at Curiak Island Area, South Kalimantan, Indonesia. **Jurnal Multidisiplin Madani**, v. 3, n. 3, p. 552-566, 2023.

ROVERO, f., marshall, a. (2009). Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. **Journal of applied ecology** 46, 1011–1017. 2009.

SAMPAIO, R., A. P. Lima, W. E. Magnusson, and C. A. Peres. “Long-Term Persistence of Midsized to Large-Bodied Mammals in Amazonian Landscapes under Varying Contexts of Forest Cover.” **Biodiversity Conservation** 19: 2421–2439. 2010.

SBERK-ARAÚJO, A.C. & Chiarello, A.G. 2008. Domestic dogs in Atlantic forest preserves of south-eastern Brazil: a camera-trapping study on patterns of entrance and site occupancy rates. **Brazilian Journal of Biology** 68(4):771-779.

SCHOLTEN, C. N. et al. Real-time thermal imagery from an unmanned aerial vehicle can locate ground nests of a grassland songbird at rates similar to traditional methods. **Biological Conservation**, v. 233, p. 241-246, 2019.

SCHROEDER, N. M. et al., An experimental approach to evaluate the potential of drones in terrestrial mammal research: a gregarious ungulate as a study model. **Royal Society Open Science**, v. 7, n. 1, p. 191482, 2020.

SELLÉS-RÍOS, Bárbara et al. Warm beach, warmer turtles: Using drone-mounted thermal infrared sensors to monitor sea turtle nesting activity. **Frontiers in Conservation Science**, v. 3, p. 954791, 2022.

SILVA, J.R. & SALGADO, A.A.R. Mapeamento das unidades de relevo da região da Serra do Gandarela, Quadrilátero Ferrífero, MG. **Geografias**, 5 (2): 107-125, 2009.

SILVEIRA, L., A. T. JACOMO, J. A. F. DINIZ-FILHO. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. **Biological Conservation**.114(3):351-355. 2003. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00063-6)

SILVER, S., OSTRO, L.E.T., MARSH, L.K., MAFFEI, L., NOSS, A.J., KELLY, M.J., WALLACE, R.B., GÓMEZ, H. & AYALA, G. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. **Oryx**, 38(2): 148-154. 2004.

SOBRAL, Gisela; SIQUEIRA MARTINS, Gabriela; ALVARENGA DE OLIVEIRA, Claudio. Thermal imaging aids behavioural studies: the case of a diurnal neotropical primate. **Mastozoología neotropical**, v. 29, n. 1, p. 622-622, 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MASTOZOOLOGIA. *Lista de mamíferos do Brasil*. 2024. Disponível em: <https://www.sbmz.org>. Acesso em: 29 abr. 2025.

SPAAN D, Burke C, McAree O et al. Thermal infrared imaging from drones offers a major advance for spider monkey surveys. **Drones** 3:34. 2019.

SPAAN, Denise et al. Detecting spider monkeys from the sky using a high-definition RGB camera: a rapid-assessment survey method?. **Biodiversity and Conservation**, v. 31, n. 2, p. 479-496, 2022.

SRBEK-ARAUJO, A.C.; CHIARELLO, A.G. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. **Revista Brasileira de Zoologia**, [s.l.], v. 24, n. 3, p. 647-656, set. 2007.

SRBEK-ARAUJO, A.C.; CHIARELLO, A.G. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. **Revista Brasileira de Zoologia**, [s.l.], v. 24, n. 3, p. 647-656, set. 2007.

TERBORGH, JOHN ET AL. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**, 294 (5548): 1923-1926. 2001.

TOBLER, M. W.; ZÚÑIGA HARTLEY, A.; CARRILLO-PERCASTEGUI, S. E.; POWELL, G. V. Spatiotemporal hierarchical modelling of species richness and occupancy using camera trap data. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, p. 413–421, 2015.

TOMAS, W.M. & MIRANDA, G.H.B. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. p. 243-267. In: CULLEN JR, L., VALLADARESPÁDUA, C. & RUDRAN, R. (org). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba, **Editora da UFPR**. 667p. 2003.

VALE. Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Poço Fundo. **Vale S.A.**, Belo Horizonte, 2015.

VOSS, R. S.; Emmons, I. H. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. **New york: Bulletin of the American Museum of Natural History**, 115p. 1996.

WEBER, Eliseu Jose. Estimativa e mapeamento da radiação solar incidente em superfícies com topografia heterogênea na zona de produção vitivinícola Serra Gaúcha. **Tese (Doutorado em Fitotecnia)**. Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

WHITWORTH, Andrew et al. Flight speed and time of day heavily influence rainforest canopy wildlife counts from drone-mounted thermal camera surveys. **Biodiversity and Conservation**, v. 31, n. 13, p. 3179-3195, 2022.

WILSON, D. E., Cole, f. R., Nichols, j. D., Rudran, r., & Foster, m. S. (Eds.). Measuring and monitoring biological diversity: standart methods for mammals. p. 440. 1996

WITCZUK J, Pagacz S, Zmarz A, Cypel M. Exploring the feasibility of unmanned aerial vehicles and thermal imaging for ungulate surveys in forests - preliminary results International. **Journal of Remote Sensing** 39(15-16) 5504-5521. 2018.

WORTON, B. J. Métodos Kernel para estimar a distribuição de utilização em estudos de área residencial. **Ecologia** 70(1):164-168. 1989.

ZHANG, Hui et al. Thermal infrared imaging from drones can detect individuals and nocturnal behavior of the world's rarest primate. **Global Ecology and Conservation**, v. 23, p. e01101, 2020.

ZHANG, Hui et al., Thermal infrared imaging from drones can detect individuals and nocturnal behavior of the world's rarest primate. **Global Ecology and Conservation**, v. 23, p. e01101, 2020.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, a combinação de armadilhas fotográficas e drones equipados com câmeras térmicas foi utilizada como estratégia para ampliar a capacidade de detecção da fauna em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) situadas na Mata Atlântica, em áreas próximas à exploração de minérios. O monitoramento da fauna nessas regiões é essencial para avaliar e mitigar os impactos ambientais decorrentes da atividade mineradora. Além de possibilitar a identificação das espécies presentes e a compreensão de seus hábitos, essa prática orienta ações de conservação, como a criação de corredores ecológicos e o desenvolvimento de programas de monitoramento contínuo. Dessa forma, a complementariedade entre os métodos utilizados, armadilha fotográfica e drone com câmeras térmicas, reforça a eficácia do levantamento faunístico, como demonstrado neste estudo.

As armadilhas fotográficas se destacaram pela coleta contínua, registrando atividades tanto diurnas quanto noturnas, com mínima interferência humana. Apesar do alcance espacial ser restrito ao campo de visão da câmera, esse método foi responsável pelo maior número de registros de mamíferos médio e grande porte como para a avifauna. Vale ressaltar, os registros dos mamíferos registrados classificados com vulneráveis pelo ministério meio ambiente (MMA) como a anta (*Tapirus terrestris*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), gato mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) e o tamanduá-bandeira (*Mymecophaga tridactyla*). Contudo, uma limitação importante das armadilhas fotográficas esta em sua instalação em áreas de difícil acesso, o que pode colocar o pesquisador em risco e limitar a cobertura espacial, impactando a diversidade de espécies registradas.

Por outro lado, os drones equipados com câmeras térmicas permitiram o monitoramento de áreas de difícil acesso, como encostas íngremes e áreas centrais de vegetação fechada. A tecnologia de imagem térmica demonstrou eficácia na identificação de espécies de aves e

mamíferos com hábitos escansoriais e arborícolas. Em relação aos tipos de voo realizados pelos drones, os voos manuais apresentaram maior flexibilidade operacional, permitindo ajustes dinâmicos durante a coleta. Essa característica se mostrou vantajosa em comparação aos voos autônomos. Contudo, uma das limitações dos voos manuais está na padronização da coleta, o que dificulta na elaboração de análises ecológicas. Já os voos autônomos, que seguem rotas pré-programadas, contribuem para a padronização da coleta e a repetibilidade metodológica. No entanto, por não permitirem o acompanhamento direto dos animais nem a aproximação para melhor identificação, sua aplicação pode ser limitada em contextos que exigem maior precisão na identificação das espécies, especialmente em ambientes heterogêneos e com relevo variável.

Contudo ambos os métodos de voo têm a vantagem de permitir que os pesquisadores permaneçam em áreas mais seguras, como as bordas dos fragmentos ou pontos elevados com acesso seguro, evitando riscos associados ao uso do equipamento (armadilha fotográfica e drone) em locais perigosos. Isso é particularmente útil em áreas com relevo acidentado, onde a segurança do pesquisador é uma preocupação constante. Além disso, essa estratégia se mostra ainda mais relevante em regiões próximas a atividades de mineração, onde a instabilidade do terreno, a presença de equipamentos pesados ou a limitação de acesso podem representar riscos adicionais à integridade física da equipe.

Assim, a incorporação de novas tecnologias, aliada a métodos tradicionais, representa um caminho promissor para o monitoramento da biodiversidade, a implementação de métodos favorece a complementariedade das espécies registradas. No entanto, é fundamental superar as desvantagens associadas a cada técnica, ajustando os protocolos de monitoramento conforme as características e desafios de cada área estudada. A combinação eficaz dessas abordagens pode fornecer dados mais robustos, essenciais para a conservação da fauna e a segurança dos pesquisadores.

## ANEXO 1

Capítulo 1: SURVEY OF MEDIUM AND LARGE MAMMALS IN DIFFERENT PHYTOPHYSIOGNOMIES IN PROTECTED AREAS OF THE MINAS GERAIS' QUADRILÁTERO FERRÍFERO REGION, MINAS GERAIS, BRAZIL.

Table 6. Species recorded in camera trapping in forest and open field areas of the RPPN Cata Branca, Itabirito, MG, Brasil

Taxon	Common name	Forest	Open field	Total
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	tayra	3	1	4
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	ocelot	2	1	3
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	puma	1	2	3
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	lowland paca	1	5	6
<i>Sylvilagus</i> sp. (Linnaeus, 1758)	tapiti	38	6	44
<i>Dasyopus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	nine-banded armadillo	6	6	12
<i>Subulo gouazoubira</i> (G. Fisher, 1814)	gray brocket	2	2	4
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	south american coati	1	1	1
<i>Chysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	maned wolf	0	1	1
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	crab-eating raccoon	1	0	1

Tabela 7. Species recorded in camera trapping in forest and open field areas of the RPPN Córrego Seco, Itabirito, Minas Gerais, Brasil.

Taxon	Common name	Forest	Open field	Total
<i>Didelphis</i> sp.	Opossum	2	4	6
<i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)	opossum White	2	0	2
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (É. Geoffroy, 1803)	Jaguarundi	5	1	6
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Tayra	8	2	10
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	Ocelot	6	1	7
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	crab-eating- fox	0	2	2
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	crab-eating raccoon	18	5	23
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Puma	6	5	11
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	lowland paca south american	16	20	36
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	coati	2	4	6
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Southern	5	2	7
<i>Sylvilagus</i> sp. (Linnaeus, 1758)	Tapiti greater naker	2	41	43
<i>Cabassous unicinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tailed	6	6	12
<i>Dasyopus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	nine	12	17	29

	banded armadillo			
<i>Sapajus nigritus</i> (Goldfuss, 1809)	black capuchin	1	0	1
<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	lesser grison	1	0	1
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	Capybara	3	2	5
<i>Subulo gouazoubira</i> (G. Fisher, 1814)	gray brocket	1	8	9
<i>Leopardus guttulus</i>	southern tiger cat	1	0	1

Table 8. Species recorded in camera trapping in forest and open field areas of the RPPN Poço Fundo, Itabirito, Minas Gerais, Brasil.

Taxon	Common name	Forest	Open Field	Total
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Tayra	6	1	6
<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	lesser grison	3	0	3
<i>Leopardus guttulus</i>	southern tiger cat	2	0	2
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	lowland paca	5	0	5
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> (Linnaeus, 1758)	giant anteater	2	0	2
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	southern tamanduá	2	1	3
<i>Cabassous unicinctus</i> (Linnaeus, 1758)	greater nakedtailed	7	0	7
<i>Sylvilagus</i> sp. (Linnaeus, 1758)	Tapiti	0	5	5

Tabela 9. Species recorded in camera trapping in forest and open field areas of the RPPN Capivary, Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasil.

Taxon	Common name	Forest	Open	Total
			Field	
<i>Didelphis</i> sp.	opossum white	13	0	13
<i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)	eared opossum	1	0	1
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	tayra	5	0	5
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	ocelot	7	0	7
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Puma	6	0	6
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	lowland paca	28	0	28
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	south american coati	1	0	1
<i>Sylvilagus</i> sp (Linnaeus, 1758)	Tapiti	21	8	29
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	southern tamanduá- giant	2	0	2

---

<i>Cabassous unicinctus</i> (Linnaeus, 1758)	greater nakedtailed	1	0	1
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	nine-banded armadillo	12	2	14
<i>Subulo gouazoubira</i> (G. Fisher, 1814)	gray brocket	9	1	10
<i>Dicotyles tajacu</i> (Cuvier, 1816)	collared peccary	7	0	7
<i>Tapirus terrestris</i> (Lineu, 1758)	Tapir	44	0	44
<i>Chysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	maned wolf	1	2	3

---

## ANEXO 2

## 1. Tabela de Dados do levantamento de mastofauna e avifauna com uso de drones em voos manuais na RPPN Capivary, Santa Bárbara – MG, Brasil.

Local (Município ou UC)	Data	Hora Inicial	Tempo de voo (min)	Km percorrido	Distância máxima	Altitude	Minuto detecção	Coordenadas Y	Coordenadas X	Espécie	Ordem	Classe
Capivari	29/07/2020	08:47	15:45	5.922 m	2.606 m	79,9 m	00:40	-20,1701	-43,6017	<i>Caracara plancus</i>	Falconiformes	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	03:18	-20,1764	-43,5905	<i>Patagioenas picazuro</i>	Columbiformes	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	11:18	-20,1696	-43,5856	-	-	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	11:46	-20,1692	-43,5855	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	12:08	-20,1692	-43,5855	-	-	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	12:23	-20,1692	-43,5855	<i>Tangara cyanoventris</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2020	10:44	16:11	5.437 m	2.446 m	97,8 m	01:10	-20,1752	-43,5920	<i>Playa cayana</i>	Cuculiformes	Aves
Capivari	29/07/2020	11:04	16:01	5.107 m	1.827 m	89,0 m	-	-20,1743	-43,5920	-	-	-
Capivari	30/07/2020	10:09	16:40	3.622 m	1.088 m	101,7 m	01:59	-20,0981	-43,6309	-	Passeriformes	Aves
Capivari	30/07/2020	11:30	15:26	3.551 m	1.346 m	299,5 m	04:17	-20,0966	-43,6195	-	Passeriformes	Aves
Capivari	30/07/2020	11:55	13:19	2.840 m	1.083 m	288,7 m	03:20	-20,0957	-43,6102	-	Passeriformes	Aves
Capivari	30/07/2020	11:55	13:19	2.840 m	1.083 m	288,7 m	06:19	-20,0920	-43,6138	-	Passeriformes	Aves
Capivari	27/07/2022	17:36	16:18	3.016 m	1.306 m	22,0 m	10:42	-20,1716	-43,6005	-	-	-
Capivari	29/07/2022	07:22	14:52	3.620 m	1.613 m	7,8 m	05:18	-20,1634	-43,5833	<i>Callicebus nigrifrons</i>	Primates	Mammalia
Capivari	29/07/2022	07:22	14:52	3.620 m	1.613 m	7,8 m	10:16	-20,1650	-43,5838	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:22	14:52	3.620 m	1.613 m	7,8 m	10:46	-20,1652	-43,5837	<i>Mimus saturninos</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:22	14:52	3.620 m	1.613 m	7,8 m	11:00	-20,1652	-43,5837	-	Apodiformes	Aves

Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	03:51	-20,1668	-43,5838	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	04:46	-20,1669	-43,5826	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	05:02	-20,1669	-43,5822	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	09:40	-20,1673	-43,5806	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	12:35	-20,1685	-43,5836	-	Passeriformes	Aves
Capivari	27/07/2022	18:00	10:04	4.316 m	2.106 m	28,0 m	-	-20,1781	-43,5961	-	-	-
Capivari	27/07/2022	18:11	08:12	1.686 m	577 m	27,7 m	-	-20,1781	-43,5961	-	-	-
Capivari	28/07/2022	07:22	15:35				13:31	-20,1755	-43,5891	<i>Sicalis flaveola</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	07:41	16:51	3.383 m	1.285 m	9,1 m	-	-20,1768	-43,5884	-	-	-
Capivari	28/07/2022	08:00	16:33	4.500 m	1.979 m	34,5 m	03:19	-20,1761	-43,5742	-	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	08:00	16:33	4.500 m	1.979 m	34,5 m	03:51	-20,1762	-43,5739	-	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	08:00	16:33	4.500 m	1.979 m	34,5 m	04:34	-20,1762	-43,5735	-	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	17:22	11:26	2.503 m	839 m	70,2 m	02:36	-20,1638	-43,5774	-	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	17:45	14:16	4.189 m	1.976 m	25,2 m	-	-20,1653	-43,5732	-	-	-
Capivari	29/07/2022	07:01	04:46	251 m	233 m	8,7 m	01:59	-20,1757	-43,5905	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:08	09:53	2.428 m	967 m	8,8 m	04:48	-20,17232	-43,5849	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:39	07:55	3.870 m	1.690 m	92,7 m	00:02	-20,1224	-43,6144	<i>Sicalis flaveola</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:39	07:55	3.870 m	1.690 m	92,7 m	02:15	-20,1220	-43,6015	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:39	07:55	3.870 m	1.690 m	92,7 m	07:30	-20,1224	-43,6144	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:51	13:24	2.996 m	1.239 m	36,2 m	03:10	-20,1197	-43,6205	<i>Sapajus nigratus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	15/12/2022	09:51	13:24	2.996 m	1.239 m	36,2 m	04:50	-20,1198	-43,6210		Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:51	13:24	2.996 m	1.239 m	36,2 m	11:26	-20,1184	-43,6232		Primates	Mammalia
Capivari	16/12/2022	18:43	10:24	2.864 m	1.021 m	48,9 m	00:13	-20,1129	-43,6428	<i>Equus caballus</i>	Perissodactyla	Mammalia
Capivari	16/12/2022	18:43	10:24	2.864 m	1.021 m	48,9 m	09:45	-20,1122	-43,6348	-	-	Aves

Capivari	16/12/2022	18:54	04:10				01:35	-20,1105	-43,6369	-	Passeriformes	Aves
Capivari	16/12/2022	19:02	15:15	5.734 m	1.651 m	69,6 m	-	-20,1122	-43,6437	-	-	-
Capivari	17/12/2022	08:22	14:56	3.171 m	1.023 m	42,9 m	11:00	-20,0966	-43,6238	-	Passeriformes	Aves
Capivari	17/12/2022	08:22	14:56	3.171 m	1.023 m	42,9 m	11:19	-20,0965	-43,6240	-	Passeriformes	Aves
Capivari	14/12/2022	18:20	13:57	2.922 m	1.047 m	7,5 m	-	-20,1763	-43,5877	-	-	-
Capivari	17/12/2022	08:40	16:15	3.487 m	1.223 m	28,2 m	14:45	-20,1007	-43,6305	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:31	04:05	508 m	213 m	45,7 m	00:22	-20,1227	-43,6138	<i>Ramphastos toco</i>	Piciformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:31	04:05	509 m	214 m	45,7 m	00:35	-20,1230	-43,6131	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	15/12/2022	09:31	04:05	510 m	215 m	45,7 m	01:33	-20,1233	-43,6127	<i>Thraupis sayaca</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:31	04:05	511 m	216 m	45,7 m	01:04	-20,1233	-43,6127	<i>Coereba flaveola</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	17/12/2022	09:19	16:33	6.404 m	2.628 m	22,8 m	12:41	-20,1036	-43,6231	<i>Forpus xanthopterygius</i>	Psittaciformes	Aves
Capivari	17/12/2022	09:19	16:33	6.404 m	2.628 m	22,8 m	12:39	-20,1036	-43,6231	-	Passeriformes	Aves
Capivari	17/12/2022	09:19	16:33	6.404 m	2.628 m	22,8 m	13:47	-20,1020	-43,6235	-	Passeriformes	Aves
Capivari	17/12/2022	09:54	14:37	7.216 m	2.073 m	92,4 m	-	-20,1020	-43,6263	-	-	-
Capivari	22/09/2022	16:53	15:36	3.348 m	1.464 m	7,2 m	00:39	-20,1754	-43,5864	-	Passeriformes	Aves
Capivari	22/09/2022	16:53	15:36	3.348 m	1.464 m	7,2 m	12:24	-20,1682	-43,5815	-	-	Aves
Capivari	22/09/2022	17:13	14:52	3.892 m	1.567 m	44,4 m	-	-20,1763	-43,5873	-	-	-
Capivari	22/09/2022	17:33	15:13	3.610 m	1.513 m	8,4 m	05:05	-20,1648	-43,5850	<i>Callicebus nigrifrons</i>	Primates	Mammalia
Capivari	22/09/2022	17:33	15:13	3.610 m	1.513 m	8,4 m	06:24	-20,1657	-43,5854	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	22/09/2022	17:52	14:04	6.851 m	2.392 m	6,4 m	-	-20,1763	-43,5873	-	-	-
Capivari	23/09/2022	07:35	14:21	4.301 m	2.082 m	15,5 m	08:30	-20,1758	-43,5902	-	Passeriformes	Aves
Capivari	23/09/2022	07:35	14:21	4.301 m	2.082 m	15,5 m	10:15	-20,1770	-43,5907	-	Passeriformes	Aves
Capivari	23/09/2022	07:51	16:13	5.458 m	2.238 m	6,9 m	14:12	-20,1617	-43,5887	-	Passeriformes	Aves
Capivari	23/09/2022	07:51	16:13	5.458 m	2.238 m	6,9 m	16:05	-20,1599	-43,5831	-	Passeriformes	Aves
Capivari	23/09/2022	08:12	14:01	6.087 m	2.309 m	7,4 m	-	-20,1598	-43,5830	-	-	-

Capivari	23/09/2022	08:41	13:09				11:29	-20,1607	-43,5882	-	Passeriformes	Aves
Capivari	25/01/2023	17:54	10:24	1.860 m	327 m	50,3 m	01:31	-20,1767	-43,5906	-	Passeriformes	Aves
Capivari	25/01/2023	17:54	10:24	1.860 m	327 m	50,3 m	02:45	-20,1760	-43,5905	<i>Penelope obscura</i>	Galliformes	Aves
Capivari	25/01/2023	17:54	10:24	1.860 m	327 m	50,3 m	03:48	-20,1757	-43,5905	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	25/01/2023	18:15	11:12	2,742 m	585 m	18,3 m	02:00	-20,1765	-43,5896	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	08:08	12:11	2.420 m	555 m	50,4 m	-	-20,1748	-43,5927	-	-	-
Capivari	26/01/2023	08:24	12:18	2.447 m	555 m	50,4 m	01:26	-20,1760	-43,5905	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	26/01/2023	08:24	12:18	2.447 m	555 m	50,4 m	04:38	-20,1735	-43,5891	-	-	Aves
Capivari	26/01/2023	08:24	12:18	2.447 m	555 m	50,4 m	05:15	-20,1734	-43,5899	<i>Milvago chimachima</i>	Falconiformes	Aves
Capivari	26/01/2023	08:24	12:18	2.447 m	555 m	50,4 m	08:42	-20,1753	-43,5895	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	26/01/2023	08:45	13:30	2.970 m	525 m	30,2 m	00:54	-20,1746	-43,5947	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	08:45	13:30	2.970 m	525 m	30,2 m	01:39	-20,1737	-43,5953	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	09:05	13:53	2,974 m	526 m	30,2 m	00:36	-20,1747	-43,5937	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	09:05	13:53	2,974 m	526 m	30,2 m	01:18	-20,1746	-43,5951	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	09:05	13:53	2,974 m	526 m	30,2 m	01:46	-20,1738	-43,5953	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	09:05	13:53	2,974 m	526 m	30,2 m	12:31	-20,1743	-43,5953	-	Passeriformes	Aves

2. Tabela de dados do levantamento de mastofauna e avifauna com uso de drones em voos autônomos na RPPN Capivary, Santa Bárbara – MG, Brasil.

Local (Município ou UC)	Data	Hora Inicial	Tempo de voo (min)	Km percorrido	Distância máxima	Altitude	Minuto detecção	Coordenadas Y	Coordenadas X	Espécie	Ordem	Classe
Capivari	10/02/2023	08:35	13:48	2,058 m	603 m	60,2 m	-	-20,1748	-43,5927	-	-	-
Capivari	10/02/2023	08:51	15:16	2,417 m	555 m	50,0 m	00:02	-20,1748	-43,5927	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/02/2023	09:12	14:47	2,973 m	521 m	30,0 m	-	-20,1748	-43,5927	-	-	-
Capivari	10/02/2023	17:13	15:16	2,872 m	527 m	30,1 m	06:23	-20,1718	-43,5893	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/02/2023	17:13	15:16	2,872 m	527 m	30,1 m	08:48	-20,1757	-43,5898	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/02/2023	17:13	15:16	2,872 m	527 m	30,1 m	10:00	-20,1762	-43,5919	<i>Caracara plancus</i>	Falconiformes	Aves
Capivari	10/02/2023	17:13	15:16	2,872 m	527 m	30,1 m	10:06	-20,1762	-43,5921	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/02/2023	17:13	15:16	2,872 m	527 m	30,1 m	11:14	-20,1757	-43,5941	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/02/2023	17:13	15:16	2,872 m	527 m	30,1 m	11:14	-20,1757	-43,5941	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/02/2023	17:31	12:51	2,405 m	552 m	50,2 m	-	-20,1750	-43,5926	-	-	-
Capivari	10/02/2023	17:48	14:27	2,987 m	528 m	30,1 m	09:21	-20,1762	-43,5962	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/02/2023	17:48	14:27	2,987 m	528 m	30,1 m	09:41	-20,1763	-43,5914	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/02/2023	17:48	14:27	2,987 m	528 m	30,1 m	11:57	-20,1748	-43,5947	-	-	Aves
Capivari	10/02/2023	18:07	12:29	2,407 m	552 m	50,0 m	-	-20,1749	-43,5926	-	-	-
Capivari	08/02/2023	07:33	15:20	2,132 m	603 m	60,2 m	03:43	-20,1752	-43,5949	<i>Patagioenas plumbea</i>	Columbiformes	Aves
Capivari	08/02/2023	07:51	13:43	2,419 m	554 m	50,2 m	-	-20,1748	-43,5927	-	-	-
Capivari	08/02/2023	16:04	11:54	2,201 m	603 m	60,3 m	02:23	-20,1751	-43,5965	-	-	Aves
Capivari	08/02/2023	18:01	13:21	2,983 m	523 m	30,0 m	-	-20,1748	-43,5931	-	-	-

Capivari	08/02/2023	18:21	12:13	2,417 m	552 m	50,3 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	
Capivari	09/02/2023	07:56	11:59	2,175 m	603 m	60,1 m	01:15	-20,1752	-43,5944	-	Passeriformes	Aves
Capivari	09/02/2023	08:13	12:09	2.424 m	554 m	50,4 m	-	-20,1748	-43,5927	-	-	-
Capivari	09/02/2023	08:30	08:24	1.657 m	469 m	20,7 m	01:40	-20,1741	-43,5943	-	Passeriformes	Aves
Capivari	09/02/2023	08:45	13:47	2.975 m	522 m	30,1 m	01:30	-20,1744	-43,5952	-	Passeriformes	Aves
Capivari	09/02/2023	08:45	13:47	2.975 m	522 m	30,1 m	03:46	-20,1712	-43,5935	-	Passeriformes	Aves
Capivari	09/02/2023	08:45	13:47	2.975 m	522 m	30,1 m	09:29	-20,1762	-43,5908	-	Passeriformes	Aves
Capivari	09/02/2023	17:10	12:36	2.136 m	610 m	60,1 m	03:02	-20,1750	-43,5974	-	Passeriformes	Aves
Capivari	09/02/2023	17:28	14:15	2.995 m	523 m	30,2 m	11:33	-20,1754	-43,5948	-	Passeriformes	Aves
Capivari	09/02/2023	18:03	09:25	2.435 m	555 m	29,6 m	-	-20,1750	-43,5926	-	-	-
Capivari	02/03/2023	17:07	12:10	2.120 m	609 m	60,2 m	-	-201750	-43,5927	-	-	-
Capivari	02/03/2023	17:31	15:05	3.004 m	531 m	30,0 m	10:40	-20,1761	-43,5930	-	-	Aves
Capivari	02/03/2023	17:31	15:05	3.004 m	531 m	30,0 m	15:02	-20,1750	-43,5927	-	-	Aves
Capivari	02/03/2023	17:58	12:21	2.408 m	553 m	50,0 m	-	-20,1750	-43,5927	-	-	-
Capivari	02/03/2023	18:17	12:15	2.120 m	609 m	60,2 m	01:25	-20,1752	-43,5947	-	-	Aves
Capivari	02/03/2023	18:17	12:15	2.120 m	609 m	60,2 m	11:14	-20,1754	-43,5924	-	Passeriformes	Aves
Capivari	03/03/2023	08:11	12:46	2.620 m	531 m	30,0 m	03:47	-20,1710	-43,5932	-	-	Aves
Capivari	03/03/2023	08:11	12:46	2.620 m	531 m	30,0 m	09:59	-20,1762	-43,5921	<i>Knipolegus lophotes</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	03/03/2023	08:11	12:46	2.620 m	531 m	30,0 m	09:59	-20,1762	-43,5921	<i>Patagioenas plumbea</i>	Columbiformes	Aves
Capivari	03/03/2023	08:11	12:46	2.620 m	531 m	30,0 m	10:02	-20,1762	-43,5921			
Capivari	03/03/2023	08:35	12:04	2.113 m	601 m	60,2 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	03/03/2023	08:52	12:17	2.410 m	561 m	50,1 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	03/03/2023	09:10	12:56	2.623 m	528 m	30,1 m	-	-20,1749	-43,5927			
Capivari	03/03/2023	17:04	11:53	2.113 m	605 m	60,3 m	-	-20,1749	-43,5928			

Capivari	03/03/2023	17:47	08:54				07:59	-20,1759	-43,5919	-	Passeriformes	Aves
Capivari	04/03/2023	08:18	13:47	2.626 m	525 m	44,5 m	11:43	-20,1752	-43,5949	-	Passeriformes	Aves
Capivari	04/03/2023	08:37	12:13	2.417 m	557 m	50,2 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	04/03/2023	08:55	12:05	2.621 m	526 m	30,0 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	04/03/2023	18:02	11:47	2.115 m	603 m	60,1 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	04/03/2023	18:15	12:10	2.409 m	557 m	50,2 m	-	-20,1749	-43,5927			
Capivari	04/03/2023	07:59:00	12:16	2.118 m	602 m	60,1 m	02:34	-20,1751	-43,5965	-	Passeriformes	Aves
Capivari	04/03/2023	07:59:00	12:16	2.118 m	602 m	60,1 m	02:47	-20,1750	-43,5969	-	Passeriformes	Aves
Capivari	05/03/2023	17:58	12:28	2.408 m	552 m	50,0 m	04:40	-20,1733	-43,5899	<i>Equus caballus</i>	Perissodactyla	Mammalia
Capivari	05/03/2023	08:06	12:48	2.620 m	530 m	30,0 m	09:52	-20,1762	-43,5919	<i>Patagioenas plumbea</i>	Columbiformes	Aves
Capivari	05/03/2023	08:26	12:12	2.408 m	559 m	50,5 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	05/03/2023	08:46	12:12	2.117 m	601 m	60,3 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	05/03/2023	16:51	12:21	2.408 m	558 m	49,9 m	10:25	-20,1745	-43,5911	<i>Milvago chimachima</i>	Falconiformes	Aves
Capivari	05/03/2023	17:08	12:47	2.637 m	534 m	30,1 m	-	-20,1750	-43,5927	-	-	-
Capivari	05/03/2023	17:41	11:18	1.828 m	610 m	60,2 m	-	-20,175	-43,5927	-	-	-
Capivari	06/03/2023	08:00	12:57	2.622 m	528 m	30,1 m	09:59	-20,1762	-43,5920	<i>Patagioenas plumbea</i>	Columbiformes	Aves
Capivari	06/03/2023	08:17	12:34	2.411 m	559 m	50,1 m	-	-20,1762	-43,5924	-	-	-
Capivari	06/03/2023	08:48	13:47	2.620 m	529 m	30,1 m	04:48	-20,1711	-43,5917	-	Passeriformes	Aves
Capivari	06/03/2023	08:48	13:47	2.620 m	529 m	30,1 m	10:11	-20,1762	-43,5923	-		Aves
Capivari	06/03/2023	16:59	12:38	2.411 m	557 m	50,1 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	06/03/2023	17:29	13:10	2.631 m	529 m	30,1 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	06/03/2023	18:03	12:30	2.124 m	607 m	60,1 m	00:19	-20,1750	-43,5929	-	-	Aves
Capivari	07/03/2023	16:42	12:34	2.408 m	555 m	50,1 m	10:30	-20,1745	-43,5911	-	-	Aves
Capivari	07/03/2023	16:58	13:15	2.637 m	529 m	30,0 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	07/03/2023	17:19	12:51	2.129 m	610 m	60,2 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-

Capivari	07/03/2023	17:36	12:57	2.412 m	554 m	50,1 m	-	-20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	08/03/2023	07:55	13:01	2.419 m	561 m	50,1 m	07:36	-20,1747	-43,5900	-	Passeriformes	Aves
Capivari	08/03/2023	08:12	13:34	2.627 m	528 m	30,0 m	-	-20,1749	-43,5917	-	-	-
Capivari	08/03/2023	08:29	12:52	2.118 m	601 m	60,1 m	-	-20,1752	-43,5945	-	-	-
Capivari	08/03/2023	08:29	12:52	2.118 m	601 m	60,1 m	01:22	-20,1752	-43,5947	-	Passeriformes	Aves
Capivari	08/03/2023	08:29	12:52	2.118 m	601 m	60,1 m	11:45	-20,1753	-43,5934	<i>Patagioenas plumbea</i>	Columbiformes	Aves
Capivari	09/03/2023	07:53	13:01	2.408 m	559 m	50,1 m	-	20,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	09/03/2023	08:09	13:25	2.620 m	530 m	30,0 m	10:09	-20,1762	-43,5921	<i>Patagioenas plumbea</i>	Columbiformes	Aves
Capivari	09/03/2023	08:39	12:47	2.118 m	603 m	60,0 m	-	020,1749	-43,5927	-	-	-
Capivari	09/03/2023	17:18	13:00	2.408 m	556 m	50,2 m	-	-20,1750	-43,5927	-	-	-
Capivari	09/03/2023	17:34	13:29	2.639 m	532 m	30,0 m	10:02	-20,1762	-43,5918	<i>Knipolegus lophotes</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	09/03/2023	17:34	13:29	2.639 m	532 m	30,0 m	10:14	-20,1762	-43,5918	<i>Knipolegus lophotes</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	09/03/2023	17:50	12:40	2.406 m	554 m	50,8 m	-	-20,1750	-43,5927	-	-	-
Capivari	09/03/2023	18:06	12:39	2.118 m	611 m	60,1 m	-	-20,1750	-43,2927	-	-	-
Capivari	10/03/2023	08:13	12:34	2.133 m	602 m	60,1 m	02:34	-20,1751	-43,5965	-	Passeriformes	Aves
Capivari	10/03/2023	07:55	13:26	2.625 m	528 m	30,1 m	-	20,1749	-43,5927	-	-	-

## ANEXO 3

## 1. Tabela de Dados do levantamento de mastofauna e avifauna com uso de drone em voos manuais na RPPN Cata Branca, Itabirito, MG, Brasil.

Local (Município ou UC)	Data	Hora Inicial	Tempo de voo (min)	Km percorrido	Distância máxima	Altitude	Minuto detecção	Coordenadas Y	Coordenadas X	Espécie	Ordem	Classe
Cata Branca	04/11/2020	12:12	16:34	3.495 m	1.640 m	10,2 m	-	-20,2385	-43,8313		-	-
Cata Branca	04/11/2020	12:34	15:49	2.071 m	763 m	54,7 m	00:22	-20,2182	-43,8426	<i>Sp1</i>	Passeriformes	Aves
Cata Branca	04/11/2020	12:34	15:49	2.071 m	763 m	54,7 m	02:15	-20,2179	-43,8419	sp2	Passeriformes	Aves
Cata Branca	04/11/2020	17:00	16:17	2.323 m	627 m	49,7 m	00:55	-20,2469	-43,8433	sp3	Passeriformes	Aves
Cata Branca	04/11/2020	17:20	03:22	1.393 m	679 m	57,7 m	-	-20,2461	-43,8436		-	-
Cata Branca	04/11/2020	17:26	11:34	2.772 m	1.105 m	14,9 m	-	-20,2436	-43,8436		-	-
Cata Branca	04/11/2020	18:01	16:00	5.169 m	1.731 m	200,3 m	-	-20,2474	-43,8448		-	-
Cata Branca	05/11/2020	08:09	15:09	6.143 m	2.571 m	137,2 m	-	-20,2433	-43,8257		-	-
Cata Branca	05/11/2020	07:12	15:56	4.488 m	1.969 m	100,7 m	03:03	-20,2411	-43,8352	sp5	Passeriformes	Aves
Cata Branca	05/11/2020	07:30	16:08	5.780 m	2.415 m	104,9 m	-	-20,2396	-43,8307		-	-
Cata Branca	05/11/2020	07:49	16:29	5.218 m	2.315 m	80,0 m	03:30	-20,2331	-43,8373	sp6	Passeriformes	Aves
Cata Branca	05/11/2020	07:49	16:29	5.218 m	2.315 m	80,0 m	12:46	-20,232	-43,8437	<i>Ramphastos toco</i>	Piciformes	Aves
Cata Branca	15/06/2020	16:30	15:58	4.4915 m	2.023 m	75,3 m	-	-20,2434	-43,8257	-	-	-
Cata Branca	15/06/2020	17:04	17:02	5.572 m	2.422 m	90,3 m	-	-20,2428	-43,8264	-	-	-
Cata Branca	29/09/2020	08:18	15:44	3.366 m	1.611 m	19,4 m	-	-20,2181	-43,8429	-	-	-
Cata Branca	29/09/2020	17:01	16:05	4.550 m	2.114 m	7,9 m	15:38	20,2183	-43,8411	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Apodiformes	Aves
Cata Branca	29/09/2020	17:21	16:31	3.635 m	1.134 m	120,1 m	-	-20,2182	-43,8428		-	-
Cata Branca	29/09/2020	16:34	15:34	1.645 m	741 m	7,0 m	-	-20,2184	-43,8381	-	-	-
Cata Branca	30/09/2020	06:20	15:32	3.717 m	1.765 m	73,8 m	06:39	-20,232	-43,8378	sp8	-	Aves
Cata Branca	30/09/2020	18:18	11:01				-	-20,2407	-43,8502	-	-	-

Cata Branca	30/09/2020	05:58	16:21	2.022 m	818 m	63,8 m	-	-20,2421	-43,8318	-	-	-
Cata Branca	30/09/2020	06:39	15:31	3.237 m	1,065 m	133,2 m	03:17	-20,235	-43,8299	sp9	Passeriformes	Aves
Cata Branca	30/09/2020	06:39	15:31	3.237 m	1,065 m	133,2 m	03:44	-20,2338	-43,8302	sp10	Passeriformes	Aves
Cata Branca	30/09/2020	06:58	15:47	3.133 m	1.390 m	109,8 m	09:32	-20,2307	-43,8362	sp11	Passeriformes	Aves
Cata Branca	30/09/2020	18:00	04:17	2.033 m	827 m	40,8 m	-	-20,2436	-43,8485	-	-	-
Cata Branca	01/10/2020	06:06	14:48	2.385 m	1,123 m	15,3 m	-	-20,2447	-43,8471	-	-	-
Cata Branca	01/10/2020	06:32	16:05	2.168 m	526 m	44,1 m	-	-20,246	-43,8488	-	-	-
Cata Branca	13/08/2020	17:20	16:38	3.556 m	1.670 m	10,8 m	-	-20,2409	-43,8323	-	-	-
Cata Branca	13/08/2020	17:42	16:06	5.104 m	3.232 m	95,2 m	-	-20,2182	-43,8426	-	-	-
Cata Branca	13/08/2020	08:14	10:16	2.847 m	1.049 m	96,3 m	-	-20,2152	-43,8391	-	-	-
Cata Branca	13/08/2020	17:00	15:15	2.108 m	958 m	25,4m	-	-20,2181	-43,8428	-	-	-

2. Tabela de Dados do levantamento de mastofauna e avifauna com uso de drone em voos manuais na RPPN Córrego Seco, Itabirito – MG, Brasil

Local (Município ou UC)	Data	Hora Inicial	Tempo de voo (min)	Km percorrido	Distância máxima	Altitude	Minuto detecção	Coordenadas Y	Coordenadas X	Espécie	Ordem	Classe
Córrego Seco	04/11/2020	17:42	14:50	6.382 m	2.817 m	69,5 m	-	-20,2588	-43,8412	-	-	-
Córrego Seco	05/11/2020	17:10	09:41				-	-20,244	-43,8533	-	-	-
Córrego Seco	05/11/2020	17:22	16:02	3.053 m	1.028 m	49,6 m	-	-20,2509	-43,8485	-	-	-
Córrego Seco	05/11/2020	17:43	17:16	6.071 m	2.565 m	6,6 m	-	-20,251	-43,8485	-	-	-
Córrego Seco	05/11/2020	18:03	15:26	6.817 m	2,189 m	231,1 m	04:22	-20,2613	-43,863	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	15/06/2020	08:36	11:05	2.895 m	1.254 m	8,4 m	-	-20,2487	-43,8482	-	-	-
Córrego Seco	15/06/2020	08:47	05:43	2.895 m	1.254 m	8,4 m	-	-20,2487	-43,8785	-	-	-
Córrego Seco	15/06/2020	11:08	17:38	5.534 m	1.502 m	197,4 m	00:08	-20,2509	-43,8449	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	30/09/2020	17:47	15:18	2.140 m	545 m	52,5 m	-	-20,2459	-43,8493	-	-	-
Córrego Seco	30/09/2020	18:06	15:07	2.033 m	827 m	40,8 m	05:22	-20,2465	-43,8556	-	Passeriformes	Aves

Córrego Seco	30/09/2020	18:06	15:07	2.033 m	827 m	40,8 m	05:24	-20,2467	-43,8563	<i>Eira Barbara</i>	Carnivora	Mammalia
Córrego Seco	30/09/2020	18:06	15:07	2.033 m	827 m	40,8 m	06:00	-20,2467	-43,8563	<i>Penelope obscura</i>	Galliformes	Aves
Córrego Seco	01/10/2020	06:53	15:30	3.390 m	1.110 m	94,2 m	07:41	-20,2482	-43,8589	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	10/10/2021	15:35	15:28	4.276 m	1.596 m	77,4 m	-	-20,2492	-43,8437	-	-	-
Córrego Seco	10/10/2021	15:56	14:52	5.323 m	2.301 m	10,0 m	05:02	-20,2673	-43,8513	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	10/10/2021	15:56	14:52	5.323 m	2.301 m	10,0 m	05:12	-20,2680	-43,8515	<i>Sapajus nigrinus</i>	Primates	Mammalia
Córrego Seco	10/10/2021	15:56	14:52	5.323 m	2.301 m	10,0 m	05:20	-20,2676	-43,8514	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	10/10/2021	15:56	14:52	5.323 m	2.301 m	10,0 m	08:38	-20,2682	-43,8503	<i>Tersina cf viridis</i>	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	10/10/2021	15:56	14:52	5.323 m	2.301 m	10,0 m	08:41	-20,2682	-43,8503	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	10/10/2021	16:14	13:53	5.108 m	1.924 m	25,4 m	01:57	-20,2591	-43,8316	<i>Sapajus nigrinus</i>	Primates	Mammalia
Córrego Seco	10/10/2021	16:14	13:53	5.108 m	1.924 m	25,4 m	03:30	-20,2595	-43,8315	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	10/10/2021	16:14	13:53	5.108 m	1.924 m	25,4 m	05:03	-20,2595	-43,8315	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	10/10/2021	16:14	13:53	5.108 m	1.924 m	25,4 m	07:48	-20,2630	-43,8328	-	-	-
Córrego Seco	10/10/2021	16:30	08:48	5.169 m	1.957 m	87,3 m	-	-20,2497	-43,8435	-	-	-
Córrego Seco	12/10/2021	11:01	13:34	5.048 m	2.432 m	11,7 m	-	-20,2893	-43,8821	-	-	-
Córrego Seco	12/10/2021	11:18	05:20	1.557 m	767 m	11,0 m	-	-20,2893	-43,8821	-	-	-
Córrego Seco	12/10/2021	11:25	09:57	2.614 m	1.128 m	13,8 m	04:19	-20,2830	-43,8758			
Córrego Seco	12/10/2021	11:25	09:57	2.614 m	1.128 m	13,8 m	05:05	-20,2829	-43,8757			
Córrego Seco	12/10/2021	11:25	09:57	2.614 m	1.128 m	13,8 m	05:14	-20,2829	-43,8757			
Córrego Seco	12/10/2021	11:37	15:45	4.400 m	1.229 m	133,3 m	12:47	-20,2838	-43,8766	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	12/10/2021	11:37	15:45	4.400 m	1.229 m	133,3 m	13:02	-20,2839	-43,8767	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	12/10/2021	11:56	08:48	2.027 m	801 m	21,7 m	06.:53	-20,2864	-43,8891	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	12/10/2021	12:06	05:40	2.181 m	903 m	5,1 m	02:02	-20,2873	-43,8740	<i>Ramphastos toco</i>	Piciformes	Aves
Córrego Seco	12/10/2021	12:06	05:40	2.181 m	903 m	5,1 m	02:45	-20,2863	-43,8748	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	12/10/2021	12:06	05:40	2.181 m	903 m	5,1 m	05:07	-20,2887	-43,8811	-	Passeriformes	Aves
Córrego Seco	13/10/2021	07:34	14:29	7.241 m	2.906 m	60,6 m	10:06	-20,2816	-43,8734	<i>Ramphastos toco</i>	Piciformes	Aves
Córrego Seco	13/10/2021	07:51	15:05	4.446 m	885 m	6,1 m	07:53	-20,2868	-43,8893	<i>Patagioenas picazuro</i>	Columbiformes	Aves

Córrego Seco	13/10/2021	07:51	15:05	4.446 m	885 m	6,1 m	13:12	-20,2864	-43,8769	<i>Patagioenas picazuro</i>	Columbiformes	Aves
Córrego Seco	13/10/2021	08:08	14:28	7.860 m	3.350 m	4,0 m	09:21	-20,2812	-43,8748	<i>Caracara plancus</i>	Falconiformes	Aves
Córrego Seco	13/10/2021	08:25	15:14	4.374 m	2.029 m	9,5 m	12:01	-20,2837	-43,8764	-	Apodiformes	Aves

3. Tabela de Dados do levantamento de mastofauna e avifauna com uso de drone em voos manuais na RPPN Poço Fundo, Belo Vale – MG, Brasil.

Local (Município ou UC)	Data	Hora Inicial	Tempo de voo (min)	Km percorrido	Distância máxima	Altitude	Minuto detecção	Coordenadas Y	Espécie	Classe	Ordem
Poço Fundo	30/06/2021	08:00	14:57	4.297 m	1.743 m	107,3 m	01:45	-20.4500,- 43.8999	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Aves	Psittaciformes
Poço Fundo	30/06/2021	08:00	14:57	4.297 m	1.743 m	107,3 m	06:01	-20.4482,- 43.9046	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Aves	Psittaciformes
Poço Fundo	30/06/2021	08:00	14:57	4.297 m	1.743 m	107,3 m	10:11	-20.4471,- 43.9109	<i>Patagioenas picazuro</i>	Aves	Columbiformes
Poço Fundo	30/06/2021	16:50	09:49	2.122 m	744 m	20,3 m	-	-20.4464,- 43.8906	-	-	-
Poço Fundo	30/06/2021	17:01	05:20	2.353 m	1.014 m	37,7 m	04:16	-20.4411,- 43.8873	<i>Equus caballus</i>	Mammalia	Perissodactyla
Poço Fundo	30/06/2021	17:09	14:50	4.522 m	1.325 m	177,1 m	00:40	-20.4422,- 43.8882	<i>Equus caballus</i>	Mammalia	Perissodactyla
Poço Fundo	30/06/2021	17:09	14:50	4.522 m	1.325 m	177,1 m	00:53	-20.4418,- 43.8880	<i>Milvago chimachima</i>	Aves	Falconiformes
Poço Fundo	30/06/2021	17:09	14:50	4.522 m	1.325 m	177,1 m	00:58	-20.4418,- 43.8880	-	Aves	-
Poço Fundo	30/06/2021	17:27	15:10	3.536 m	1.234 m	152,4 m	00:30	-20.4446,- 43.8900	<i>Equus caballus</i>	Mammalia	Perissodactyla
Poço Fundo	30/06/2021	17:47	06:34	4.614 m	1.587 m	192,0 m	03:53	-20.4373,- 43.9019	<i>Ramphastos toco</i>	Aves	Piciformes
Poço Fundo	30/06/2021	17:54	08:53	4.614 m	1.587 m	192,0 m	01:00	-20.4408,- 43.9033	<i>Penelope obscura</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	30/06/2021	17:54	08:53	4.614 m	1.587 m	192,0 m	05:45	-20.4489,- 43.8892	<i>Equus caballus</i>	Mammalia	Perissodactyla
Poço Fundo	30/06/2021	17:54	08:53	4.614 m	1.587 m	192,0 m	07:03	-20.4484,- 43.8878	<i>Equus caballus</i>	Mammalia	Perissodactyla

Poço Fundo	01/07/2021	16:51	15:18	2.973 m	1.151 m	43,9 m	00:43	-20.4396,- 43.9036	<i>Sarcoramphus papa</i>	Aves	Cathartiformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:09	15:26	2.159 m	713 m	60,7 m	04:07	-20.4360,- 43.9054	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:09	15:26	2.159 m	713 m	60,7 m	04:53	-20.4358,- 43.9053	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:09	15:26	2.159 m	713 m	60,7 m	08:02	-20.4362,- 43.9030	<i>Penelope cf superciliaris</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:09	15:26	2.159 m	713 m	60,7 m	08:09	-20.4362,- 43.9030	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:09	15:26	2.159 m	713 m	60,7 m	13:27	-20.4384,- 43.9039	<i>Penelope cf superciliaris</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:09	15:26	2.159 m	713 m	60,7 m	14:40	-20.4383,- 43.9036	<i>Penelope cf superciliaris</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:28	16:35	4.001 m	1.078 m	73,0 m	03:52	-20.4418,- 43.9141	<i>Penelope obscura</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:28	16:35	4.001 m	1.078 m	73,0 m	09:53	-20.4494,- 43.9058	<i>Penelope cf superciliaris</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/07/2021	17:48	14:31	4.864 m	995 m	154,3 m	-	-20.4399, - 43.9078	-	-	-
Poço Fundo	30/06/2021	06:37	15:05	2.011 m	680 m	36,0 m	00:22	-20.4362,- 43.9091	<i>Milvago chimachima</i>	Aves	Falconiformes
Poço Fundo	30/06/2021	06:37	15:05	2.011 m	680 m	36,0 m	01:50	-20.4356,- 43.9066	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	30/06/2021	06:37	15:05	2.011 m	680 m	36,0 m	01:50	-20.4353,- 43.9066	<i>Penelope cf superciliaris</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	30/06/2021	06:37	15:05	2.011 m	680 m	36,0 m	05:02	-20.4351,- 43.9060	<i>Patagioenas sp.</i>	Aves	Columbiformes
Poço Fundo	30/06/2021	06:37	15:05	2.011 m	680 m	36,0 m	12:48	-20.4374,- 43.9043	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	30/06/2021	06:56	15:19	3.444 m	1.147 m	17,3 m	04:40	-20.4393,- 43.9037	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	30/06/2021	06:56	15:19	3.444 m	1.147 m	17,3 m	08:00	-20.4411,- 43.9028	-	Aves	-
Poço Fundo	30/06/2021	06:56	15:19	3.444 m	1.147 m	17,3 m	08:23	-20.4410,- 43.9028	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	30/06/2021	07:40	10:44	1.708 m	484 m	33,2 m	01:54	-20.4511,- 43.8927	-	Aves	-
Poço Fundo	30/06/2021	07:40	10:44	1.708 m	484 m	33,2 m	01:57	-20.4511,- 43.8925	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	30/06/2021	07:40	10:44	1.708 m	484 m	33,2 m	05:06	-20.4515,- 43.8937	<i>Tersina viridis</i>	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	30/06/2021	07:40	10:44	1.708 m	484 m	33,2 m	08:20	-20.4511,- 43.8966	-	Aves	Passeriformes

Poço Fundo	30/06/2021	07:40	10:44	1.708 m	484 m	33,2 m	08:10	-20.4509,- 43.8974	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Mammalia	Pilosa
Poço Fundo	30/06/2021	07:52	04:25	1.367 m	446 m	25,8 m	-	-20.4496,- 43.8952	-	-	-
Poço Fundo	11/07/2020	17:04	16:44	2.682 m	1.137 m	113,8 m	-	-20.4467,- 43.8906	-	-	-
Poço Fundo	11/07/2020	17:25	16:36	3.487 m	1.249 m	187,3 m	-	-20.4463,- 43.8908	-	-	-
Poço Fundo	12/07/2020	07:51	16:28	3.169 m	1.265 m	143,5 m	07:22	-20.4377,- 43.8977	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	12/07/2020	08:13	15:48	3.385 m	1.225 m	145,5 m	-	-20.4467,- 43.8906	-	-	-
Poço Fundo	12/07/2020	16:04	15:37	4.480 m	1.728 m	75,1 m	-	-20.4389,- 43.8836	-	-	-
Poço Fundo	12/07/2020	16:26	14:11	2.740 m	1.192 m	98,2 m	-	-20.4387,- 43.8841	-	-	-
Poço Fundo	26/11/2020	09:17	07:36	3.110 m	1.403 m	76,6 m	-	-20.4382,- 43.8836	-	-	-
Poço Fundo	26/11/2020	09:26	07:08	3.615 m	1.634 m	34,1 m	-	-20.4382,- 43.8837	-	-	-
Poço Fundo	26/11/2020	18:38	16:35	2.739 m	1.027 m	25,3 m	12:20	-20.4457,- 43.9004	<i>Cathartes aura</i>	Aves	Cathartiformes
Poço Fundo	26/11/2020	18:58	14:48	2.628 m	684 m	47,8 m	-	-20.4404,- 43.9080	-	-	-
Poço Fundo	26/11/2020	19:16	15:55	3.796 m	1.423 m	64,8 m	02:19	-20.4392,- 43.8980	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	26/11/2020	19:35	13:52	3.776 m	1.063 m	145,6 m	08:52	-20.4412,- 43.9030	<i>Ardea alba</i>	Aves	Pelecaniformes
Poço Fundo	26/11/2020	07:11	15:25	1.364 m	546 m	6,4 m	05:38	-20.4420,- 43.8852	<i>Penelope cf superciliaris</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	26/11/2020	07:11	15:25	1.364 m	546 m	6,4 m	07:35	-20.4420,- 43.8852	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	26/11/2020	07:32	02:30	1.564 m	777 m	43,0 m	-	-20.4382,- 43.8836	-	-	-
Poço Fundo	26/11/2020	07:49	13:33	2.726 m	1.205 m	52,5 m	07:25	-20.4429,- 43.8927	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	26/11/2020	08:09	16:09	2.632 m	1.305 m	108,6 m	08:40	-20.4367,- 43.8908	<i>Patagioenas picazuro</i>	Aves	Columbiformes
Poço Fundo	26/11/2020	08:09	16:09	2.632 m	1.305 m	108,6 m	12:36	-20.4363,- 43.8927	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	07:00	15:35	2.064 m	618 m	30,7 m	02:39	-20.4384,- 43.9045	-	Aves	-
Poço Fundo	01/02/2021	07:00	15:35	2.064 m	618 m	30,7 m	11:17	-20.4451,- 43.9060	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aves	Accipitriformes

Poço Fundo	01/02/2021	07:00	15:35	2.064 m	618 m	30,7 m	11:56	-20.4448,- 43.9059	-	Aves	-
Poço Fundo	01/02/2021	07:00	15:35	2.064 m	618 m	30,7 m	12:51	-20.4447,- 43.9059	-	Aves	-
Poço Fundo	01/02/2021	07:00	15:35	2.064 m	618 m	30,7 m	13:40	-20.4438,- 43.9067	-	Aves	-
Poço Fundo	31/01/2021	18:58	14:50	2.628 m	684 m	47,8 m	-	-20.4404,- 43.9080	-	-	-
Poço Fundo	31/01/2021	19:35	13:53	3.776 m	1.063 m	145,6 m	08:50	-20.4412,- 43.9027	<i>Ardea alba</i>	Aves	Pelecaniformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	00:40	-20.4403,- 43.9079	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	01:10	-20.4397,- 43.9075	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	03:07	-20.4380,- 43.9078	<i>Tersina viridis</i>	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	03:09	-20.4384,- 43.9077	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	06:05	-20.4403,- 43.9078	<i>Penelope obscura</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	06:55	-20.4369,- 43.9075	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	09:42	-20.4369,- 43.9076	<i>Penelope obscura</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	11:09	-20.4369,- 43.9075	<i>Penelope obscura</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:27	15:25	1.292 m	555 m	32,1 m	11:54	-20.4393,- 43.9074	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:44	15:21	1.801 m	731 m	73,4 m	02:23	-20.4403,- 43.9079	<i>Penelope obscura</i>	Aves	Galliformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:44	15:21	1.801 m	731 m	73,4 m	07:41	-20.4401,- 43.9078	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:44	15:21	1.801 m	731 m	73,4 m	08:41	-20.4400,- 43.9078	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:44	15:21	1.801 m	731 m	73,4 m	10:39	-20.4399,- 43.9077	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:44	15:21	1.801 m	731 m	73,4 m	13:12	-20.4396,- 43.9075	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	06:44	15:21	1.801 m	731 m	73,4 m	14:11	-20.4395,- 43.9074	-	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	01/02/2021	07:19	15:52	3.160 m	1.196 m	18,6 m	02:42	-20.4403,- 43.9079	<i>Dacnis cayana</i>	Aves	Passeriformes
Poço Fundo	25/11/2020	09:17	07:38	3.110 m	1.403 m	76,6 m	-	-20.4382,- 43.8837	-	-	-

Poço Fundo	25/11/2020	09:26	07:10	3.615 m	1.634 m	34,1 m	-	-20.4382,- 43.8837	-	-	-
Poço Fundo	31/01/2021	18:44	15:03	2.995 m	1.376 m	83,2 m	06:46	-20.4454,- 43.9028	-	Aves	
Poço Fundo	25/11/2020	18:38	16:37	2.739 m	1.027 m	25,3 m/s	12:20	-20.4456,- 43.9001	<i>Cathartes aura</i>	Aves	
Poço Fundo	25/11/2020	18:38	16:37	2.739 m	1.027 m	25,3 m/s	15:34	-20.4442,- 43.9041	<i>Sapajus nigritus</i>	Mammalia	
Poço Fundo	25/11/2020	19:16	15:59	3.796 m	1.423 m	64,5 m	-	-20.4404,- 43.9080	-	-	
Poço Fundo	29/01/2021	08:40	14:20	2.851 m	1.246 m	146,8 m	-	-20.4468,- 43.8907	-	-	
Poço Fundo	31/01/2021	09:27	11:04	3.827 m	1.444 m	156,2 m	-	-20.4465,- 43.8909	-	-	
Poço Fundo	31/01/2021	09:56	16:04	2.843 m	929 m	156,6 m	-	-20.4468,- 43.8907	-	-	
Poço Fundo	31/01/2021	17:41	16:02	1.141 m	281 m	3,1 m	-	-20.4496,- 43.8948	-	-	
Poço Fundo	31/01/2021	18:00	15:18	1.465 m	614 m	18,7 m	-	-20.4496,- 43.8949	-	-	

4. Tabela de dados do levantamento de mastofauna e avifauna com uso de drone em voos manuais na RPPN Capivary, Santa Bárbara – MG, Brasil.

Local (Município ou UC)	Data	Hora Inicial	Tempo de voo (min)	Km percorrido	Distância máxima	Altitude	Minuto detecção	Coordenadas Y	Coordenadas X	Espécie	Ordem	Classe
Capivari	29/07/2020	08:47	15:45	5.922 m	2.606 m	79,9 m	00:40	-20,1701	-43,6017	<i>Caracara plancus</i>	Falconiformes	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	03:18	-20,1764	-43,5905	<i>Patagioenas picazuro</i>	Columbiformes	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	11:18	-20,1696	-43,5856	-	-	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	11:46	-20,1692	-43,5855	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	12:08	-20,1692	-43,5855	-	-	Aves
Capivari	29/07/2020	10:19	16:43	2.340 m	922 m	9,2 m	12:23	-20,1692	-43,5855	<i>Tangara cyanoventris</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2020	10:44	16:11	5.437 m	2.446 m	97,8 m	01:10	-20,1752	-43,5920	<i>Playa cayana</i>	Cuculiformes	Aves
Capivari	29/07/2020	11:04	16:01	5.107 m	1.827 m	89,0 m	-	-20,1743	-43,5920	-	-	-

Capivari	30/07/2020	10:09	16:40	3.622 m	1.088 m	101,7 m	01:59	-20,0981	-43,6309	-	Passeriformes	Aves
Capivari	30/07/2020	11:30	15:26	3.551 m	1.346 m	299,5 m	04:17	-20,0966	-43,6195	-	Passeriformes	Aves
Capivari	30/07/2020	11:55	13:19	2.840 m	1.083 m	288,7 m	03:20	-20,0957	-43,6102	-	Passeriformes	Aves
Capivari	30/07/2020	11:55	13:19	2.840 m	1.083 m	288,7 m	06:19	-20,0920	-43,6138	-	Passeriformes	Aves
Capivari	27/07/2022	17:36	16:18	3.016 m	1.306 m	22,0 m	10:42	-20,1716	-43,6005	-	-	-
Capivari	29/07/2022	07:22	14:52	3.620 m	1.613 m	7,8 m	05:18	-20,1634	-43,5833	<i>Callicebus nigrifrons</i>	Primates	Mammalia
Capivari	29/07/2022	07:22	14:52	3.620 m	1.613 m	7,8 m	10:16	-20,1650	-43,5838	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:22	14:52	3.620 m	1.613 m	7,8 m	10:46	-20,1652	-43,5837	<i>Mimus saturninos</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:22	14:52	3.620 m	1.613 m	7,8 m	11:00	-20,1652	-43,5837	-	Apodiformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	03:51	-20,1668	-43,5838	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	04:46	-20,1669	-43,5826	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	05:02	-20,1669	-43,5822	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	09:40	-20,1673	-43,5806	-	Passeriformes	Aves
Capivari	29/07/2022	07:39	16:07	3.447 m	1.498 m	13,4 m	12:35	-20,1685	-43,5836	-	Passeriformes	Aves
Capivari	27/07/2022	18:00	10:04	4.316 m	2.106 m	28,0 m	-	-20,1781	-43,5961	-	-	-
Capivari	27/07/2022	18:11	08:12	1.686 m	577 m	27,7 m	-	-20,1781	-43,5961	-	-	-
Capivari	28/07/2022	07:22	15:35				13:31	-20,1755	-43,5891	<i>Sicalis flaveola</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	07:41	16:51	3.383 m	1.285 m	9,1 m	-	-20,1768	-43,5884	-	-	-
Capivari	28/07/2022	08:00	16:33	4.500 m	1.979 m	34,5 m	03:19	-20,1761	-43,5742	-	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	08:00	16:33	4.500 m	1.979 m	34,5 m	03:51	-20,1762	-43,5739	-	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	08:00	16:33	4.500 m	1.979 m	34,5 m	04:34	-20,1762	-43,5735	-	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	17:22	11:26	2.503 m	839 m	70,2 m	02:36	-20,1638	-43,5774	-	Passeriformes	Aves
Capivari	28/07/2022	17:45	14:16	4.189 m	1.976 m	25,2 m	-	-20,1653	-43,5732	-	-	-
Capivari	29/07/2022	07:01	04:46	251 m	233 m	8,7 m	01:59	-20,1757	-43,5905	-	Passeriformes	Aves

Capivari	29/07/2022	07:08	09:53	2.428 m	967 m	8,8 m	04:48	-20,17232	-43,5849	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:39	07:55	3.870 m	1.690 m	92,7 m	00:02	-20,1224	-43,6144	<i>Sicalis flaveola</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:39	07:55	3.870 m	1.690 m	92,7 m	02:15	-20,1220	-43,6015	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:39	07:55	3.870 m	1.690 m	92,7 m	07:30	-20,1224	-43,6144	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:51	13:24	2.996 m	1.239 m	36,2 m	03:10	-20,1197	-43,6205	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	15/12/2022	09:51	13:24	2.996 m	1.239 m	36,2 m	04:50	-20,1198	-43,6210	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:51	13:24	2.996 m	1.239 m	36,2 m	11:26	-20,1184	-43,6232	-	Primates	Mammalia
Capivari	16/12/2022	18:43	10:24	2.864 m	1.021 m	48,9 m	00:13	-20,1129	-43,6428	<i>Equus caballus</i>	Perissodactyla	Mammalia
Capivari	16/12/2022	18:43	10:24	2.864 m	1.021 m	48,9 m	09:45	-20,1122	-43,6348	-	-	Aves
Capivari	16/12/2022	18:54	04:10				01:35	-20,1105	-43,6369	-	Passeriformes	Aves
Capivari	16/12/2022	19:02	15:15	5.734 m	1.651 m	69,6 m	-	-20,1122	-43,6437	-	-	-
Capivari	17/12/2022	08:22	14:56	3.171 m	1.023 m	42,9 m	11:00	-20,0966	-43,6238	-	Passeriformes	Aves
Capivari	17/12/2022	08:22	14:56	3.171 m	1.023 m	42,9 m	11:19	-20,0965	-43,6240	-	Passeriformes	Aves
Capivari	14/12/2022	18:20	13:57	2.922 m	1.047 m	7,5 m	-	-20,1763	-43,5877	-	-	-
Capivari	17/12/2022	08:40	16:15	3.487 m	1.223 m	28,2 m	14:45	-20,1007	-43,6305	-	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:31	04:05	508 m	213 m	45,7 m	00:22	-20,1227	-43,6138	<i>Ramphastos toco</i>	Piciformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:31	04:05	509 m	214 m	45,7 m	00:35	-20,1230	-43,6131	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	15/12/2022	09:31	04:05	510 m	215 m	45,7 m	01:33	-20,1233	-43,6127	<i>Thraupis sayaca</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	15/12/2022	09:31	04:05	511 m	216 m	45,7 m	01:04	-20,1233	-43,6127	<i>Coereba flaveola</i>	Passeriformes	Aves
Capivari	17/12/2022	09:19	16:33	6.404 m	2.628 m	22,8 m	12:41	-20,1036	-43,6231	<i>Forpus xanthopterygius</i>	Psittaciformes	Aves
Capivari	17/12/2022	09:19	16:33	6.404 m	2.628 m	22,8 m	12:39	-20,1036	-43,6231	-	Passeriformes	Aves
Capivari	17/12/2022	09:19	16:33	6.404 m	2.628 m	22,8 m	13:47	-20,1020	-43,6235	-	Passeriformes	Aves
Capivari	17/12/2022	09:54	14:37	7.216 m	2.073 m	92,4 m	-	-20,1020	-43,6263	-	-	-
Capivari	22/09/2022	16:53	15:36	3.348 m	1.464 m	7,2 m	00:39	-20,1754	-43,5864	-	Passeriformes	Aves

Capivari	22/09/2022	16:53	15:36	3.348 m	1.464 m	7,2 m	12:24	-20,1682	-43,5815	-	-	Aves
Capivari	22/09/2022	17:13	14:52	3.892 m	1.567 m	44,4 m	-	-20,1763	-43,5873	-	-	-
Capivari	22/09/2022	17:33	15:13	3.610 m	1.513 m	8,4 m	05:05	-20,1648	-43,5850	<i>Callicebus nigrifrons</i>	Primates	Mammalia
Capivari	22/09/2022	17:33	15:13	3.610 m	1.513 m	8,4 m	06:24	-20,1657	-43,5854	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	22/09/2022	17:52	14:04	6.851 m	2.392 m	6,4 m	-	-20,1763	-43,5873	-	-	-
Capivari	23/09/2022	07:35	14:21	4.301 m	2.082 m	15,5 m	08:30	-20,1758	-43,5902	-	Passeriformes	Aves
Capivari	23/09/2022	07:35	14:21	4.301 m	2.082 m	15,5 m	10:15	-20,1770	-43,5907	-	Passeriformes	Aves
Capivari	23/09/2022	07:51	16:13	5.458 m	2.238 m	6,9 m	14:12	-20,1617	-43,5887	-	Passeriformes	Aves
Capivari	23/09/2022	07:51	16:13	5.458 m	2.238 m	6,9 m	16:05	-20,1599	-43,5831	-	Passeriformes	Aves
Capivari	23/09/2022	08:12	14:01	6.087 m	2.309 m	7,4 m	-	-20,1598	-43,5830	-	-	-
Capivari	23/09/2022	08:41	13:09				11:29	-20,1607	-43,5882	-	Passeriformes	Aves
Capivari	25/01/2023	17:54	10:24	1.860 m	327 m	50,3 m	01:31	-20,1767	-43,5906	-	Passeriformes	Aves
Capivari	25/01/2023	17:54	10:24	1.860 m	327 m	50,3 m	02:45	-20,1760	-43,5905	<i>Penelope obscura</i>	Galliformes	Aves
Capivari	25/01/2023	17:54	10:24	1.860 m	327 m	50,3 m	03:48	-20,1757	-43,5905	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	25/01/2023	18:15	11:12	2,742 m	585 m	18,3 m	02:00	-20,1765	-43,5896	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	08:08	12:11	2.420 m	555 m	50,4 m	-	-20,1748	-43,5927	-	-	-
Capivari	26/01/2023	08:24	12:18	2.447 m	555 m	50,4 m	01:26	-20,1760	-43,5905	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	26/01/2023	08:24	12:18	2.447 m	555 m	50,4 m	04:38	-20,1735	-43,5891	-	-	Aves
Capivari	26/01/2023	08:24	12:18	2.447 m	555 m	50,4 m	05:15	-20,1734	-43,5899	<i>Milvago chimachima</i>	Falconiformes	Aves
Capivari	26/01/2023	08:24	12:18	2.447 m	555 m	50,4 m	08:42	-20,1753	-43,5895	<i>Sapajus nigritus</i>	Primates	Mammalia
Capivari	26/01/2023	08:45	13:30	2.970 m	525 m	30,2 m	00:54	-20,1746	-43,5947	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	08:45	13:30	2.970 m	525 m	30,2 m	01:39	-20,1737	-43,5953	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	09:05	13:53	2,974 m	526 m	30,2 m	00:36	-20,1747	-43,5937	-	Passeriformes	Aves

Capivari	26/01/2023	09:05	13:53	2,974 m	526 m	30,2 m	01:18	-20,1746	-43,5951	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	09:05	13:53	2,974 m	526 m	30,2 m	01:46	-20,1738	-43,5953	-	Passeriformes	Aves
Capivari	26/01/2023	09:05	13:53	2,974 m	526 m	30,2 m	12:31	-20,1743	-43,5953	-	Passeriformes	Aves