



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS ANÁPOLIS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS -
HENRIQUE SANTILLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM RECURSOS
NATURAIS DO CERRADO**

LETÍCIA MARTINS RABELO

**AVES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NAS UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO E O EFEITO DA EXPOSIÇÃO AO FOGO NO
CERRADO**

**Anápolis
2021**

LETÍCIA MARTINS RABELO

**AVES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NAS UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO E O EFEITO DA EXPOSIÇÃO AO FOGO NO
CERRADO**

Orientador

Daniel de Paiva Silva

Coorientadora

Caroline Côrrea Nóbrega

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado, da Universidade Estadual de Goiás para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais do Cerrado. Orientador: Prof. Dr. Daniel de Paiva Silva.

Anápolis

2021

*“If terror falls upon your bed
And sleep no longer comes
Remember all the words I said
Be still, be still, and know.”
(Be still – The Fray)*

A meus pais, Lúcia e Afonso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a CAPES pela concessão a bolsa que muito me auxiliou nessa jornada bem como no desenvolvimento deste trabalho. Agradeço ainda a Universidade Estadual de Goiás e ao Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais do Cerrado por todo auxílio e momentos de aprendizagem. Aproveito também para agradecer a todo o corpo docente e aos demais funcionários da UEG, que muito contribuíram para essa formação. Agradeço, também, o acolhimento da Universidade Federal de Goiás, em especial ao professor Paulo De Marco Júnior, por ter sido um guia de extrema importância na execução deste trabalho e por ter me apresentado a minha querida coorientadora Caroline Corrêa Nóbrega. Ao Laboratório The Meta Land e aos alunos que o compõe, pela estadia e acolhimento, tanto presencialmente, por mais breve que tenha sido, quanto online.

Ao Daniel, meu mentor da graduação e que também fez parte do meu mestrado como orientador, muito obrigada por todo acolhimento, amizade, preocupação e zelo. Nunca poderei expressar quão grata sou por toda oportunidade oferecida e espero ter retribuído minimamente. Saiba que é uma pessoa especial que levarei para sempre em minha vida, e que apesar de muitos perrengues, sua participação nessas etapas foi de extrema importância. Obrigada!

Agradeço também à meus pais, meus grandes incentivadores, Lúcia e Afonso, minha base, meu sustento. Que me auxiliam em tudo que podem, apesar do pouco estudo, me ofereceram e me oferecem muito mais do que mereço. Amo vocês, obrigada por todo apoio, por toda a preocupação e amor. Sem vocês nada do que conquisto em minha vida seria possível, agradeço a Deus por me dar o privilégio de tê-los comigo e dividir as conquistas com vocês e poder retribuir, ao menos um pouco, do que fazem por mim.

Aos amigos, como poderia expressão meu sentimento de gratidão? Não consigo, me faltam palavras para expressar o quanto o apoio, a alegria e o incentivo de vocês foram e são importantes nessa jornada! Marina (a melhor cunhada - “dudizona”), Claudio (meu irmão de alma), Maria Alice (melhor afilhada da vida), Sabrina (amiga de infância – “favorita”), Thiago, Gettan... vocês são demais, obrigada por sempre estarem comigo dividindo alegrias e tristezas. Aos demais amigos que fazem parte também dessa conquista, amigos da escola, do cursinho (Thaís, Evelyn), da UFT (Priscylla), do IFGoiano e COBIMA, em especial Lucas e Luiza, por serem meu eterno trio, por sempre me socorrerem quando mais preciso e sofrer na pós-graduação comigo, amo vocês! Sem me

esquecer dos amigos que o RENAC me deu, em especial Gabriel e Carol (minha roqueira preferida), Carol, só posso agradecer por ter tido o privilégio de te conhecer, você tem um coração enorme, acolhedor, preocupado, é mãezona, obrigada por essa amizade linda, quero preservá-la para sempre! E também a um colega especial, Felipe Pessoa, por ter me auxiliado muito nessa reta final de desenvolvimento deste trabalho, muito obrigada, te desejo todo sucesso do mundo!

Por fim agradeço todos os colaboradores deste trabalho e também a banca avaliadora pelo tempo dedicado, contribuições e melhorias propostas para este trabalho. Todos vocês fazem parte do meu crescimento profissional.

SUMÁRIO

RESUMO.....	07
ABSTRACT.....	08
1. INTRODUÇÃO.....	09
2. MÉTODOS.....	13
2.1. Banco de dados de ocorrências das espécies.....	13
2.2. Seleção de espécies para análise.....	13
2.3. Banco de dados de focos de calor.....	14
2.4. Áreas protegidas.....	14
2.5. Modelagem de distribuição de espécies e avaliação dos modelos.....	15
2.6. Avaliação de distribuição das aves dentro das Unidades de Conservação.....	17
2.7. Avaliação de distribuição de focos de calor.....	18
2.8. Integração dos resultados.....	19
3. RESULTADOS.....	20
4. DISCUSSÃO.....	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
6. MEMORIAL.....	41
7. MATERIAL SUPLEMENTAR.....	44

1 RESUMO

2 Incêndios são um grande problema em todo o mundo, causados principalmente pelo manejo
3 inadequado do fogo, para a manutenção e desenvolvimento de atividades antrópicas. Em especial,
4 no bioma Cerrado, o fogo é um mantenedor das características de savana, entretanto devido a
5 alteração do regime do fogo, como o aumento da frequência de fogo, os incêndios têm cada vez
6 mais causado prejuízos a biodiversidade. Buscando responder (1) Como a riqueza estimada de
7 espécies de aves ameaçadas do Cerrado está atualmente distribuída e como ela encontra-se
8 protegida pela atual rede de UCs? (2) Quais UCs têm sido mais expostas ao fogo e quais possuem
9 maior valor de conservação para as aves ameaçadas de extinção? (3) Quais UCs deveriam receber
10 esforços prioritários para prevenção e controle de incêndios, com o objetivo de reduzir a exposição
11 das aves ameaçadas de extinção? Compilamos dados com as ocorrências de espécies de aves
12 ameaçadas obtidas em bancos de dados online e utilizamos variáveis ambientais climáticas para
13 produzir a potencial distribuição dessas espécies. As distribuições das espécies foram modeladas
14 com cinco métodos e para produzir os mapas binários de distribuição. Foi utilizado o método de
15 Jaccard para avaliar a similaridade dos modelos observados e simulados. Compilamos dados de
16 focos de calor obtidos do (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e utilizamos dados
17 geográficos das UCs disponibilizado pelo (Ministério do Meio Ambiente (MMA). Geramos mapas
18 dos focos de calor, distribuição predita das aves e dados geográficos das UCs, os mapas foram
19 sobrepostos e extraímos informações para gerar valores de médias do tamanho das UCs, riqueza
20 das aves, ocorrência de fogo e prioridade de conservação. A riqueza predita de espécies ameaçadas
21 é maior nas regiões central e sul e menor na região norte. As médias do tamanho de área e riqueza
22 predita entre as UCs estaduais e federais apresentaram diferenças significativas, já entre focos de
23 incêndio e prioridade de conservação não apresentaram diferenças significativas entre estaduais e
24 federais. Dezesete UCs possuem maior prioridade de conservação, em sua maioria áreas de
25 reponsabilidade da esfera estadual. Das UCs prioritárias para a conservação, duas federais
26 apresentaram maiores focos de incêndio e maior riqueza predita, ambas localizadas no Distrito
27 Federal. UCs espalhadas por todo o Cerrado demandam de mais atenção do poder público para a
28 mitigação de impactos ambientais decorrentes de ameaças, como é o caso de incêndios
29 descontrolados. Ainda que haja muitas UCs estaduais, elas ainda representam uma parcela
30 importante de áreas que viabilizam a ocorrência, e conseqüentemente, a conservação dessas
31 espécies. Já as UCs que apresentaram baixa riqueza de espécies predita e alta exposição a incêndios,
32 podem ser áreas com elevada degradação ambiental, e apresentam essa condição devido à falta de
33 manejo adequado.

34

35 Palavras-chave: biodiversidade; aves ameaçadas; distribuição predita; conservação.

36

37

38

39

40 **ABSTRACT**

41 Wildfires are a major problem worldwide, caused mainly by inadequate fire management for the
42 maintenance and development of anthropic activities. Especially in the Cerrado biome, fire is a
43 maintainer of the savanna characteristics, however due to the alteration of the fire regime, such as
44 increased fire frequency, fires have increasingly caused damage to biodiversity. To answer (1) How
45 is the estimated richness of threatened bird species of the Cerrado currently distributed and how is
46 it protected by the current protected areas network? (2) Which protected areas have been most
47 exposed to fire and which have the greatest conservation value for threatened birds? (3) Which
48 protected areas should receive priority efforts for fire prevention and control, with the goal of
49 reducing the exposure of endangered birds? We compiled data with occurrences of endangered bird
50 species obtained from online databases and used climatic environmental variables to produce the
51 potential distribution of these species. The species distributions were modeled with five methods
52 and to produce the binary distribution maps. Jaccard's method was used to assess the similarity of
53 the observed and simulated models. We compiled data on hotspots obtained from the National
54 Institute for Space Research (INPE) and used geographic data from the Ministry of Environment
55 (MMA). We generated maps of hotspots, predicted distribution of birds and protected areas
56 geographic data, the maps were overlaid and information was extracted to generate average values
57 of PAs size, bird richness, fire occurrence and conservation priority. Predicted threatened species
58 richness is highest in the central and southern regions and lowest in the northern region. The mean
59 values of area size and predicted richness between state and federal conservation units showed
60 significant differences, while fire outbreaks and conservation priority did not differ significantly
61 between state and federal. Seventeen protected areas have the highest conservation priority, mostly
62 in areas under state jurisdiction. Of the priority protected areas for conservation, two federal had
63 higher fire outbreaks and predicted threatened species richness, both located in the Federal District.
64 Protected areas the Cerrado demand more attention from the public authorities to mitigate
65 environmental impacts resulting from threats, such as uncontrolled fires. Although there are many
66 state conservation units, they still represent an important portion of areas that allow the occurrence,
67 and consequently, the conservation of these species. The protected areas that showed low predicted
68 species richness and high exposure to fires may be areas with high environmental degradation, and
69 present this condition due to lack of proper management.

70

71 **Keywords:** biodiversity; threatened birds; predicted distribution; conservation.

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81 1. INTRODUÇÃO

82 O fogo é um elemento fundamental e um distúrbio natural que tem sido mal empregado pelo
83 homem em todo o mundo (BOWMAN et al., 2009; FRIZZO et al., 2011), decorrente das mudanças
84 de uso da terra, bem como pelas mudanças climáticas (MEDEIROS; MIRANDA, 2005). A
85 influência humana está diretamente ligada a alterações no regime de fogo natural nos ecossistemas
86 tanto em frequência, período e extensão de área queimada (GOMES et al., 2020; MEDEIROS;
87 MIRANDA, 2005; NEWBERRY et al., 2020; WILSON et al., 2010). Isso ocorre, principalmente,
88 através de incêndios criminosos ou acidentais, mas também pelo uso de fogo na limpeza de áreas
89 agropastoris (COUTINHO, 1990). Os incêndios com origem antrópica tendem a aumentar na
90 estação seca do ano, pois as condições meteorológicas são favoráveis à propagação de queimadas,
91 pela baixa umidade do ar, alta temperaturas do ar e maior quantidade de combustível seco no solo
92 (COUTINHO, 1990; GOMES et al., 2020; NEWBERRY et al., 2020). Nos últimos 15 anos, o Brasil
93 foi o país que mais apresentou registros de ocorrências de incêndios (WHITE, 2019), sendo que o
94 ano de 2019 foi o que mais apresentou registros de incêndios (SCHMIDT; ELOY, 2020). Esse dado
95 pode ter influência das mudanças políticas ocorridas no país, onde houve um menor investimento e
96 incentivo de proteção de áreas com remanescentes naturais, relaxamento da fiscalização ambiental
97 e pelo incentivo ao desmatamento (SCHMIDT; ELOY, 2020).

98 O Cerrado é a savana brasileira e o fogo é um componente fundamental da história evolutiva
99 de sua vegetação. Estudos indicam vestígios de ocorrência de queimadas naturais há milhares de
100 anos, anterior, inclusive, à chegada dos primeiros humanos à região (PAUSAS; KEELEY, 2009).
101 O fogo de origem natural geralmente é ocasionado por raios já no início da estação chuvosa, gerando
102 assim incêndios de baixa severidade e extensão (MIRANDA et al, 2010). Uma vez associado à
103 história evolutiva do próprio bioma, o fogo natural e menos frequente se tornou parte importante da
104 ecologia de diversas espécies vegetais, influenciando na diversidade biológica, dinâmica e estrutura
105 de plantas, manutenção das fitofisionomias abertas, controle de espécies dominantes, diminuição
106 de biomassa e no armazenamento de carbono (HANTSON et al., 2016; HOFFMANN, 1996;
107 MARAVALHAS; VASCONCELOS, 2014; MIRANDA et al., 2009a). Assim, a ocorrência de fogo
108 pode ser benéfica por manter a dinâmica do ambiente (BOND; KEELEY, 2005), mas a excessiva
109 exploração humana e frequente uso descontrolado do fogo, alterou o regime de queimadas no
110 Cerrado (FIDELIS et al., 2018). Como resultado, as queimadas passaram a ocorrer majoritariamente

111 no período da seca devido à baixa umidade e altas temperaturas, provocando queimadas mais
112 amplas e severas (FIDELIS et al., 2018; FIEDLER; MERLO; MEDEIROS, 2003). Desse modo, a
113 mudança no regime de queimadas no Cerrado pode colocar em risco comunidades animais e
114 vegetais, afetar a capacidade de suporte dessas comunidades, aumentar a taxa de mortalidade e
115 diminuir a taxa de natalidade (DORNELAS, 2010; FRIZZO et al., 2011). Danos irreversíveis e
116 prejudiciais ao ambiente vão desde impactos diretos como a morte de indivíduos, queimaduras e
117 intoxicação de animais (ERWIN; STASIAK, 1979; FRIZZO et al., 2011; NÓBREGA et al., 2019),
118 a impactos indiretos como facilitar a invasão por espécies exóticas ou generalistas, que competem
119 por recursos com espécies nativas (CAMARGO et al., 2018; MISTRY, 1998), mudanças dos
120 habitats, restringindo os locais de abrigo, reprodução e refúgio das espécies de animais (DE ABREU
121 et al., 2004; ROCHA; SILVA, 2009) e extinção local de espécies das áreas atingidas (CAMARGO
122 et al., 2018).

123 Atualmente vivemos a maior crise ambiental sem precedentes, estamos afetando toda a
124 biodiversidade (BREGMAN; SEKERCIOGLU; TOBIAS, 2014; PERES, 2000), substituindo os
125 ecossistemas em grandes áreas de empreendimentos visando a produção de alimentos, energia,
126 urbanização e desenvolvimento econômico (BRYAN-BROWN et al., 2020; SONG et al., 2018).
127 Essas atividades humanas exercem efeito direto no meio ambiente, por causarem modificações
128 devido aos desmatamentos, superexploração da natureza, fragmentação da vegetação e degradação
129 de habitats, sendo o Brasil o país que mais reduziu a cobertura de árvores desde a década de 80,
130 chegando a -385.000 km^2 (-8%) (LEWIS et al., 2013; SONG et al., 2018). Levando a um
131 esgotamento dos recursos naturais devido a extensa exploração, o que conseqüentemente gera um
132 esgotamento da biodiversidade (AHRENDTS et al., 2010), sendo necessário não somente produzir,
133 mas otimizar os métodos para mantermos viáveis os recursos a longo prazo (GODFRAY et al.,
134 2018). Estudos utilizando diversos modelos climáticos globais projetam um futuro dramático
135 (PIRES; COSTA, 2013; VELAZCO et al., 2019), caso medidas não sejam tomadas, a tendência é
136 que os danos sejam cada vez maiores, associados às ações das mudanças climáticas (LAURANCE;
137 SAYER; CASSMAN, 2014).

138 Os impactos humanos colocam em risco a sobrevivência das espécies com populações
139 pequenas, que muitas vezes se restringem a pequenos fragmentos de vegetação (BARLOW;
140 HAUGAASEN; PERES, 2002; DA SILVA, 1997). Uma vez que a destruição de habitats e

141 conversão de ambientes naturais para paisagem agricultáveis continuam em ritmo acelerado na
142 Amazônia e Cerrado brasileiro, faz-se necessário a proteção de frações funcionais de vegetação
143 (LEWIS et al., 2013) e das espécies em suas áreas naturais (LOUCKS et al., 2008). Porém o pouco
144 conhecimento da distribuição de muitas espécies pode ser limitante nas tomadas de decisões da
145 conservação de espécies, devido a déficits relacionados às ocorrências (WHITTAKER et al., 2005).
146 Para uma conservação bem-sucedida é preciso um conhecimento prévio das ameaças, distribuição
147 e raridade das espécies, bem como de suas necessidades biológicas e traçar metas bem estabelecidas
148 para uma efetiva proteção (SVANCARA et al., 2005). Devido à preocupação diante da crise
149 ambiental, houve uma demanda de medidas que mitiguem o desaparecimento das espécies
150 (MARGULES; PRESSEY; WILLIAMS, 2002). Nesse sentido, a criação de Unidades de
151 Conservação (UCs) se torna uma das principais estratégias para reduzir a perda de hábitat e manter
152 populações viáveis das espécies mais vulneráveis ao impacto humano (BALDI et al., 2017;
153 FRANÇOSO et al., 2015). Embora isoladamente não sejam suficientes para resolverem o problema
154 da perda da biodiversidade mundial, as UCs são aliadas para esse movimento de conservação
155 (FRANÇOSO et al., 2015; GASTON et al., 2006). Associando as áreas protegidas ao manejo
156 integrado do fogo (MIF), que consiste em fazer queimas prescritas, formando um mosaico na
157 vegetação, a fim de reduzir a carga de combustível fino e assim prevenir incêndios de maiores
158 proporções nessas áreas (FIDELIS et al., 2018; SCHMIDT et al., 2016), são estratégias promissoras
159 para a manutenção de populações.

160 Apesar de ser um domínio fitogeográfico rico e ter uma biodiversidade amplamente
161 amostrada, apenas 8,44% do Cerrado encontra-se coberto por UCs (MMA, 2020). Sendo a maior
162 savana da América do Sul (GOEDERT, 1989) e por possuir uma vasta biodiversidade de plantas e
163 animais (KUHLMANN, 2020) também apresenta uma variedade de fisionomias vegetais, as
164 fitofisionomias (MIRANDA et al., 2009b; RIBEIRO; WALTER, 1998). Possui período de seca
165 bem estabelecido, nos meses de abril a setembro (SILVA et al., 2007), onde as condições ambientais
166 associadas à vegetação são elementos cruciais para a ocorrência de incêndios (DWYER;
167 GRÉGOIRE; PEREIRA, 2000; KRAWCHUK et al., 2009). Somente entre 2002 a 2010, o Cerrado
168 representou cerca de 73% de área total do Brasil queimada, apresentando maiores picos em 2007 e
169 2010 (ARAÚJO; FERREIRA; ARANTES, 2012). Com isso, em muitas UCs do Cerrado o fogo tem

170 se tornado um problema cada vez mais frequente e de difícil resolução (MEDEIROS; FIEDLER,
171 2004; SCHMIDT et al., 2016).

172 Perturbações no ambiente podem influenciar na escolha das áreas de vida das aves
173 (BRAWN; ROBINSON; III, 2001), onde, as espécies generalistas, que possuem menores
174 exigências alimentares, conseguem se adaptar em outros ambientes que não foram afetados pelo
175 fogo (CAVALCANTI; ALVES, 1997). Estudos na Austrália avaliaram as respostas das aves ao
176 fogo, BARTON et al., 2014 mostrou que em vegetações florestais a mudança na composição das
177 comunidades de aves após a queimada é menor. Já WOINARSKI; LEGGE, 2013 mostrou que aves
178 granívoras, frugívoras e que usam o solo de alguma maneira são muito mais afetadas após a
179 passagem do fogo, recomendando que áreas protegidas não queimem ao menos 25% de sua área
180 por no mínimo 3 anos e deixem 10 anos sem queimar 5% da paisagem. De acordo com o Livro
181 Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, o fogo é a terceira principal ameaça para as
182 aves, sendo que a primeira e a segunda são, agropecuária e urbanização, respectivamente,
183 representando as atividades antrópicas (ICMBIO, 2018). Além disso, a distribuição de muitas
184 espécies se concentra em áreas de maiores riscos, que colabora mais ainda no declínio dessas
185 populações (BORGES; LOYOLA, 2020). Aves se tornam vulneráveis às queimadas (BARLOW;
186 HAUGAASEN; PERES, 2002) por serem muito sensíveis a mudanças no ambiente
187 (CHALMANDRIER et al., 2013). No geral, a resposta das aves ao fogo depende de suas
188 características e da severidade da queimada, já que muitas espécies generalistas se aproveitam do
189 ambiente recentemente queimado, por conta do fácil acesso ao alimento (HUTTO; HUTTO;
190 HUTTO, 2020). Entretanto, há aquelas espécies de aves que nidificam na vegetação rasteira ou que
191 não voam, sendo as mais afetadas, sem condições de reestabelecimento (MARDIASTUTI, 2020).

192 Apesar da taxa crescente de queimadas no Cerrado e do fogo ser apontado como uma das
193 principais ameaças à avifauna brasileira (ICMBIO, 2018), existe uma lacuna de conhecimento em
194 relação a quais espécies estão mais expostas às queimadas (FRIZZO et al., 2011; GOMES;
195 MIRANDA; BUSTAMANTE, 2018). Apesar da criação de UCs ser determinante para a
196 redução/interrupção de diversas fontes de ameaças (ex. fragmentação e perda de hábitat), para o
197 fogo não existem fronteiras e algumas UCs são severamente atingidas, de maneira expressiva, por
198 queimadas recorrentes. Para avaliar o potencial efeito do fogo sobre as aves ameaçadas de extinção
199 no Cerrado, nós sobrepomos mapas de distribuição dessas espécies e que estão protegidas por UCs

200 com os registros de focos de calor de 2011 a 2020 para o bioma Cerrado. Nossa hipótese é a de que
201 aves ameaçadas de extinção que estão amplamente distribuídas, ocorrem, conseqüentemente, em
202 mais UCs e aquelas mais restritas podem não estar inseridas nas UCs. Sendo que as populações
203 mais restritas tendem a sofrer um declínio maior com o fogo, principalmente espécies consideradas
204 raras. Assim, buscamos responder às seguintes perguntas: (1) Como a riqueza estimada de espécies
205 de aves ameaçadas do Cerrado está atualmente distribuída e como ela encontra-se protegida pela
206 atual rede de UCs? (2) Quais UCs têm sido mais expostas ao fogo e quais possuem maior valor de
207 conservação para as aves ameaçadas de extinção? (3) Quais UCs deveriam receber esforços
208 prioritários para prevenção e controle de incêndios, com o objetivo de reduzir a exposição das aves
209 ameaçadas de extinção?

210

211 **2. MÉTODOS**

212 **2.1 Banco de dados de ocorrências das espécies**

213 Construimos um banco de dados de ocorrências das aves ameaçadas, onde os registros foram
214 obtidos através de bancos de dados *online* (*speciesLink*; <http://www.splink.org.br> e GBIF;
215 <https://www.gbif.org>) e do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), disponíveis para
216 acesso (Figura 1a). Dessa forma, o nosso banco de dados apresenta 205 táxons e o total de 16.429
217 registros, distribuídos para toda a região Neotropical, sendo que dessas, 68 espécies apresentaram
218 ao menos um ponto de ocorrência no Cerrado.

219

220 **2.2 Seleção de espécies para análise**

221 Para a análise dos dados e posterior construção dos modelos, inicialmente restringimos, das
222 205 espécies distribuídas por toda região Neotropical, aquelas que continham ao menos 1 ocorrência
223 no Cerrado, totalizando 68 espécies (Figura 1a). Sendo que todas estas espécies estão enquadradas
224 dentro de uma das seguintes categorias da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de 2014:
225 Vulnerável (VU); Em perigo (EN); Criticamente em Perigo (CR) (BRASIL, 2014). Para a
226 construção dos modelos, as espécies deveriam conter o mínimo (n=5) de registros, o que fez o

227 número reduzir para 61 espécies adequadas para produção dos modelos (Figura 1d). A fim de
228 excluir espécies residentes apenas nos demais biomas, mantivemos apenas aquelas cuja distribuição
229 potencial de nicho presente no Cerrado foi $\geq 10\%$. Após essa seleção, nossa lista de espécies para
230 análise passou a contar com 55 espécies (Figura 1d).

231

232 **2.3 Banco de dados de focos de calor**

233 Construímos um banco de dados de focos de calor dividindo os dados por ano, desde 2011
234 até 2020 num total de dez anos, os dados foram obtidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
235 (INPE; <http://www.inpe.br>) (Figura 1b). Os pontos de ocorrência de queimadas foram registrados
236 pelo sensor MODIS, satélite de referência AQUA, do INPE, o qual coleta dados diariamente, que
237 são utilizados para compor uma série temporal ao longo dos anos, o que nos permite analisar
238 tendências nos números de focos nas regiões e entre regiões, em diversos períodos. O satélite possui
239 o elemento de resolução espacial da imagem, o “pixel”, sendo o pixel nominal de 1km x 1km ou
240 mais. Assim, um único evento de fogo pode representar uma pequena queimada de poucos metros
241 quadrados, bem como uma muito grande. O uso de imagens por satélite permite um levantamento
242 histórico de grandes áreas queimadas nos ecossistemas, fornecendo dados capazes de serem
243 utilizados para analisar o regime de focos de calor, sendo o meio mais eficiente e de baixo custo de
244 monitoramento de queimadas em grandes escalas espaciais.

245

246 **2.4 Áreas protegidas**

247 Para a construção do banco de dados geográficos das UCs do Cerrado, nós obtivemos as
248 delimitações geográficas de cada UC no site do Ministério do Meio Ambiente
249 (<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>) em formato *shapefile* (Figura 1d). As áreas
250 protegidas no Brasil são definidas de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação
251 (SNUC) e podem ser divididas em dois grupos: unidades de proteção integral, onde somente
252 atividades de pesquisa e de turismo são permitidas; e unidades de uso sustentável, onde a exploração
253 controlada dos recursos naturais pelas populações locais é permitida (BRASIL, 2000).
254 Consideramos para as análises todas as categorias inseridas nas unidades de Proteção Integral e

255 dentro da categoria inseridas nas unidades de Uso Sustentável desconsideramos as Áreas de
256 Proteção Ambiental (APA), bem como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN),
257 todas inseridas no Cerrado. Nós as separamos por serem reservas de uso particular, uma vez que
258 nosso foco são áreas que demandem esforço somente do poder público. Com isso nosso trabalho
259 envolve no total 152 UCs, sendo 40 da esfera federal e 112 esfera estadual.

260 Separamos os polígonos das UCs de acordo com o nível administrativo (federal ou estadual).
261 Rasterizamos os dados espaciais das unidades federais e estaduais para a mesma resolução de célula
262 que os modelos (~9.24km x 9.24 km). Realizamos esse procedimento aplicando a função “*rasterize*”
263 no *Software R*. Esta função considera para rasterização apenas células nas quais parte do polígono
264 toque o seu centro. Como as UCs brasileiras podem variar muito em seu tamanho, desde milhares
265 de hectares a poucos, UCs muito pequenas e bordas dos polígonos das unidades acabam não sendo
266 rasterizados nesse processo. Para superar este problema seguimos a recomendação do próprio
267 pacote, onde primeiro rasterizamos o polígono na forma de linha e, em seguida, a totalidade do
268 polígono. Dessa forma garantimos que todas as células que sejam tocadas pelo polígono sejam
269 consideradas como protegidas. Por último, os arquivos raster gerados foram avaliados visualmente
270 no QGIS, para checar possíveis inconsistências entre os polígonos e os arquivos rasterizados que
271 poderiam surgir (principalmente entre bordas de unidades de conservação).

272

273 **2.5 Modelagem de distribuição de espécies e avaliação dos modelos**

274 Fizemos todo o procedimento de modelagem utilizando o *Software R* versão 4.0.1 e o pacote
275 ENMTML (ANDRADE; VELAZCO; DE MARCO, 2020) (Figura 1c). A área utilizada para o
276 estudo foi definida pela região correspondente ao Cerrado, sendo utilizada uma resolução espacial
277 de 8 km. Para produzir as distribuições das aves ameaçadas, utilizamos 19 variáveis bioclimáticas
278 obtidas através do *WorldClim* (<https://www.worldclim.org/>). Para uma padronização das variáveis,
279 de cada célula individual subtraímos o valor da grade considerada pelo valor médio da variável,
280 gerando média igual a 0, em seguida dividimos o resultado pelo desvio padrão original para cada
281 variável, dessa forma obtivemos resultado igual a 1. Assim, todas as variáveis ficaram com valores
282 iguais de média e desvio padrão, não interferindo nos resultados obtidos através dos modelos. Após
283 esta padronização das variáveis ambientais do presente, utilizamos uma Análise de Componentes

284 Principais (daqui em diante, PCA do inglês), para produzir componentes principais (CPs)
285 ortogonais/independentes projetados no espaço geográfico para serem utilizados como variáveis
286 preditoras de áreas adequadas para ocorrência das aves. Dos 19 CPs produzidos, os oito maiores,
287 responsáveis por explicar 95% da variação ambiental original das variáveis, foram utilizados na
288 determinação das distribuições das espécies. Esse método diminui a colinearidade entre as variáveis
289 ambientais e diminui os erros de comissão e omissão de maneira a produzir modelos mais próximos
290 da realidade pelos métodos escolhidos (DE MARCO; NÓBREGA, 2018).

291 Utilizamos cinco métodos de modelagem: Máxima Entropia (MAX), *Support Vector*
292 *Machines* (SVM), *Random Forest* (RDF), *Bayesian Gaussian Process* (GAU) e Modelos Lineares
293 Generalizados (GLM) (ELITH; LEATHWICK, 2009). Fizemos a alocação de pseudo-ausências por
294 um método de restrição ambiental prevista pelo *Bioclim*, dessa forma são criados envelopes
295 bioclimáticos a partir das variáveis climáticas dos dados conhecidos, criando um espaço
296 multivariado. A alocação das pseudo-ausências foi feita fora do espaço multivariado da espécie e
297 depois em locais do espaço geográfico com essas características climáticas, ou seja, nos locais
298 geográficos onde as espécies não ocorrem (BOOTH et al., 2014; ENGLER; GUIBAN;
299 RECHSTEINER, 2004; LOBO; TOGNELLI, 2011).

300 Para partição dos dados foram utilizados dois métodos de acordo com a quantidade de
301 ocorrências ou porcentagem da distribuição de cada espécie que ocorria dentro do Cerrado: partição
302 por *bootstrap* (BOOT) para 5 ocorrências e partição por blocos (BLOCK) para 21 ocorrências. No
303 método BOOT, particionamos aleatoriamente as ocorrências das espécies entre 70% para treino e
304 30% para teste dos modelos. Para o método BLOCK, são feitas partições não aleatórias ou dentro
305 de blocos, em subconjuntos geograficamente distintos, fazendo uma partição como um jogo de
306 xadrez, onde os conjuntos previamente utilizados para a produção das distribuições potenciais
307 (treino) foram utilizados para a avaliação (teste). Em seguida, o processo é revertido, o que era
308 treino passa a ser teste, sendo então, uma forma de validação cruzada com a qual é possível obter
309 métodos mais robustos, reduzindo o risco de sobre ajustes, ao final foram realizadas cinco repetições
310 (WENGER; OLDEN, 2012).

311 Avaliamos os modelos utilizando o índice de similaridade de Jaccard, que mede a
312 similaridade entre previsões dos modelos e as observações conhecidas das espécies. Sendo assim,

313 se concentra na contabilização dos verdadeiros-positivos, não sendo influenciadas por verdadeiros-
314 negativos, portanto, produzem avaliações com melhores desempenhos (LEROY et al., 2018). Esta
315 métrica varia de zero a um, onde quanto mais perto de um, maior a similaridade entre o modelo, ou
316 seja, que as previsões correspondem perfeitamente as observações, quanto mais próximo de zero
317 significa que nenhuma das previsões correspondeu a qualquer observação (LEROY et al., 2018).

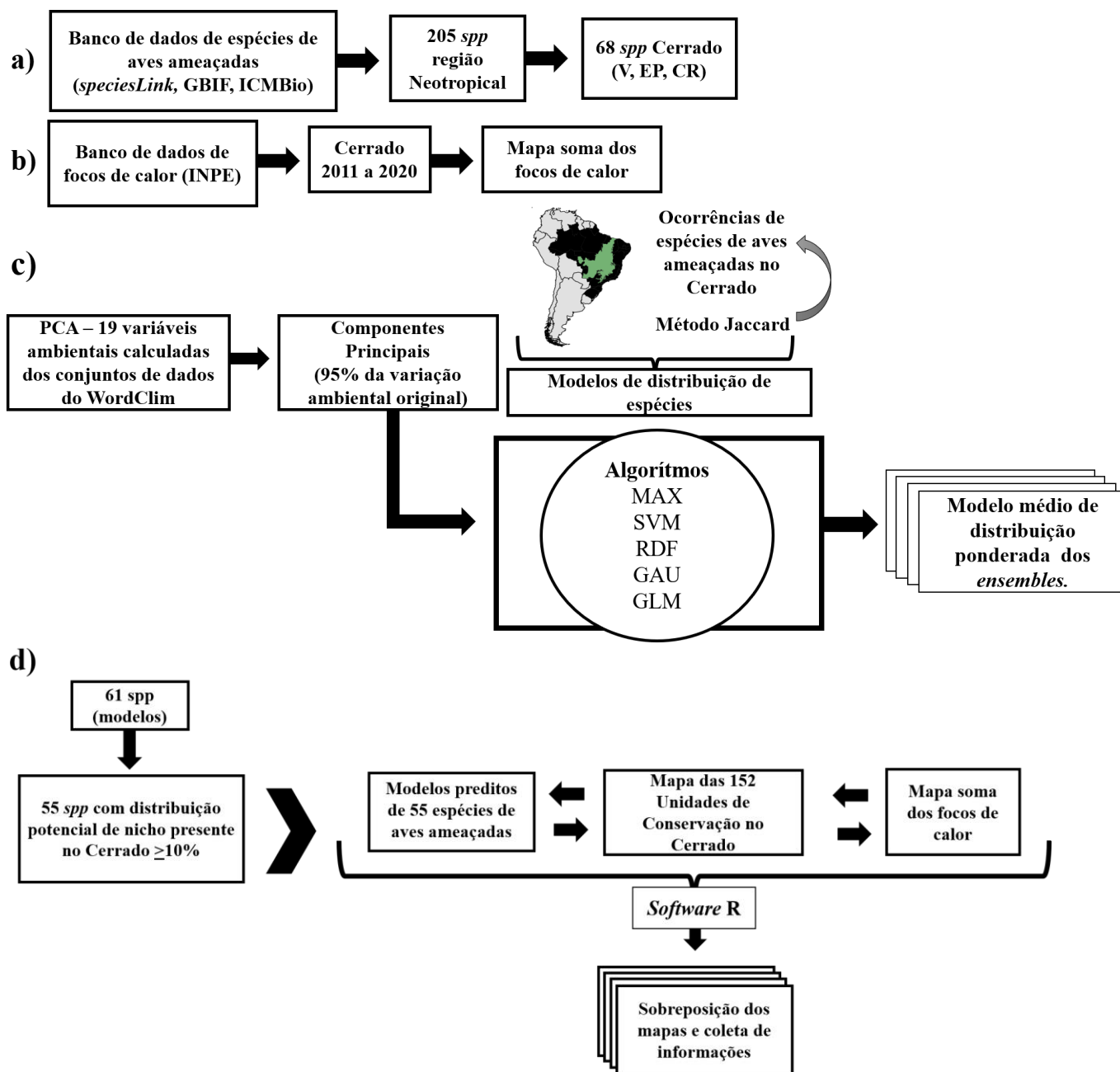
318 Após modelar as distribuições das aves, obtivemos um modelo médio de distribuição de
319 células adequadas, construído a partir dos vários algoritmos utilizados (i.e., *ensemble*), utilizando
320 os modelos com maiores valores de adequabilidade (ARAÚJO; NEW, 2007; VELAZCO et al.,
321 2019) onde cada algoritmo tem sua média ponderada em um conjunto de validação. O uso de
322 modelos individuais pode conter informações independentes, no entanto previsões combinadas
323 podem gerar menor erro médio. Dessa forma os *ensembles* utilizam de vários modelos que formarão
324 conjuntos, utilizando vários modelos que possuem diferentes combinações, ou seja, o resultado é
325 mais abrangente, o que nos dá uma maior precisão dos dados (ARAÚJO; NEW, 2007).

326

327 **2.6 Avaliação de distribuição das aves dentro das Unidades de Conservação**

328 Mensuramos a riqueza potencial das espécies de aves ameaçadas no cenário presente com o
329 objetivo de avaliar como se encontra a dispersão dessas espécies nas Unidades de Conservação do
330 Cerrado. Utilizamos o *Software R*, e o pacote “*Rgdal*” (BIVAND et al., 2015), bem como os mapas
331 gerados para as 55 espécies de aves ameaçadas através do método de modelagem de distribuição de
332 espécies. Sobreposmos o mapa de riqueza de espécies às informações geográficas da rede de áreas
333 protegidas brasileira (CNUC).

334 Utilizamos as UCs como nossa unidade de planejamento, usando o pacote “*ggplot2*” do
335 *Software R* extraímos informações para cada UC, como o tamanho da área em km², a média da
336 riqueza de espécies e de focos de calor, ocorrência máxima de focos de calor e prioridade. Com a
337 planilha criada e o pacote “*ggplot2*” geramos gráficos que estão apresentados nos resultados. Para
338 as informações sobre as UCs, sobre tamanho da área em km², quantidade de focos de calor e riqueza,
339 valor máximo de focos de calor e prioridade utilizamos os dados contidos na planilha (Figura 1d).



341

342 **Figura 1** - Resumo geral dos métodos empregados em nosso estudo. **a)** banco de dados das espécies
 343 de aves ameaçadas; **b)** banco de dados de focos de calor no Cerrado (2011-2020); **c)** modelagem de
 344 distribuição predita das espécies de aves ameaçadas; **d)** integração dos resultados.

345

346 **2.7 Avaliação de distribuição dos focos de calor**

347 Para uma primeira avaliação de distribuição dos focos de calor no Cerrado, geramos um
348 mapa de soma dos focos dos últimos 10 anos, analisamos tais informações para gerar um mapa de
349 intensidade do fogo para o Bioma (Figura 1b). Nesse processo, utilizamos os pacotes “*raster*”,
350 “*maptools*” e “*foreign*” do *Software R* versão 4.0.1.

351 A fim de identificar as unidades de conservação com maior número de riqueza predita e que
352 poderiam requerer uma maior atenção de esforços de prevenção contra queimadas, os mapas de
353 distribuição das espécies foram recortados para os limites do Cerrado e convertidos para a mesma
354 resolução da escala de efeito. Por fim, o mapa de riqueza foi então sobreposto ao mapa de
355 vulnerabilidade do fogo nas UCs, o que nos permitiu identificar locais de maior prioridade de ações
356 contra o fogo dentro do Cerrado.

357

358 **2.8** *Integração dos resultados*

359 A lógica básica da integração dos resultados desse trabalho foi utilizar as UCs como
360 unidades de planejamento e análise. Todos os resultados foram transformados em médias para cada
361 UC e, dessa forma, integrados nas análises.

362 Para criar um índice que permita integrar as informações e discutir prioridades de ações
363 contra o fogo seguimos os procedimentos a seguir. Em primeiro lugar, partimos da premissa de que
364 UCs com alta riqueza de espécies ameaçadas tem maior prioridade já que sua perda pode
365 diretamente impactar as possibilidades de recuperação e conservação de espécies já sob risco. Em
366 segundo lugar, assumimos que quanto maior for a frequência de focos de incêndio, maior o risco à
367 conservação dessas espécies. Nós padronizamos os valores de frequência média de focos de
368 incêndio por UCs para variarem de zero a um, dividindo os valores originais pelo valor máximo
369 observado. Esse foi o índice de Fogo utilizado nas análises. Nosso índice de prioridade foi obtido
370 através da multiplicação desse índice de fogo contra a riqueza de espécies média observada em cada
371 UC. Nós assumimos que o número que resulta dessa multiplicação, que está na mesma unidade de
372 medida de número de espécies, está diretamente relacionado ao número de espécies que seriam
373 afetadas por esse impacto, se a sensibilidade ao fogo foi homogênea entre espécies.

374

375 3. RESULTADOS

376 Usamos um teste *t* independente para avaliar a diferença entre as UCs estaduais e federais
 377 em relação ao seu tamanho, riqueza de espécies, ocorrência de fogo e prioridade de conservação
 378 considerando a ocorrência de fogo. Seguindo os pressupostos do teste, os valores de *p* Levene foram
 379 significativos para tamanho das UCs e riqueza de espécies de aves ameaçadas nas UCs, atendendo
 380 ao pressuposto de homogeneidade de variâncias entre os grupos, com estatísticas separadas. Para o
 381 tamanho das UCs houve diferença entre as médias ($t_{\text{var.sep}}=3.54$; g.l.= 40.2; tamanho federal: 22.02
 382 \pm 31.16; tamanho estadual: 4.40 \pm 6.56; $p=0,001$). Já para ocorrência de fogo entre as UCs (t-value
 383 $=-0,24$; g.l.= 63.6; fogo federal: 21.21 \pm 19.67; fogo estadual: 22.04 \pm 17.96; $p=0,807$) e prioridade
 384 entre as UCs (t-value $=0.58$; g.l.= 63.9; prioridade federal: 5.68 \pm 4.7; prioridade estadual: 5.20 \pm
 385 4.31; $p=0,556$) não houve diferença significativa.

386 Ao todo, coletamos 16.433 registros de ocorrência para 205 espécies de aves ameaçadas de
 387 extinção em toda região Neotropical, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira
 388 Ameaçada de Extinção, os quais variam entre 1 a 3.012 registros de ocorrência. Das espécies que
 389 continham ao menos uma ocorrência no Cerrado (68 espécies), sete espécies não foram utilizadas
 390 para a criação dos modelos, pois não continham o número mínimo de ocorrências necessário ($n=5$),
 391 sendo as seguintes espécies: *Campylorhamphus trochilirostris trochilirostris*, *Cinclodes*
 392 *espinhacensis*, *Conopophaga lineata lineata*, *Iodopleura pipra pipra*, *Neomorphus geoffroyi*
 393 *amazonicus*, *Serpophaga hypoleuca pallida*, *Urubitinga coronata*. Dessa forma foram geradas
 394 predições de distribuição para 61 espécies e, após a filtragem de representatividade de $\geq 10\%$ de
 395 área no Cerrado por essas espécies, a lista foi reduzida para 55 espécies, representadas na Tabela 1,
 396 excluindo as seguintes espécies: *Anthus nattereri*, *Conopophaga lineata lineata*, *Piculus paraensis*,
 397 *Pyrrhura leucotis*, *Scytalopus iraiensis*, *Thamnophilus caerulescens cearenses*. Com isso os
 398 números de registros de ocorrências totais variaram entre 5 e 1.161 entre as espécies, totalizando
 399 5.177 ocorrências para as 55 espécies. Dessas, as que mais apresentaram ocorrências únicas no
 400 Cerrado foram: *Alectrurus tricolor* ($n=47$), *Geositta poeciloptera* ($n=40$), *Coryphasiza melanotis*
 401 ($n=38$), *Cercomacra ferdinandi* ($n=31$).

402

403 **Tabela 1** – Tabela com as 55 espécies de aves ameaçadas no Cerrado modeladas nesse trabalho
 404 organizadas por família, classificação de ameaça, habitat, registros de ocorrência totais e únicas
 405 (ocorrência no Cerrado) e valores do índice de Jaccard.

Família/Espécie	Class. Ameaça	Habitat	Ocorrências		
			Occ. Totais	Occ. Únicas	Jaccard
ACCIPITRIDAE					
<i>Amadonastur lacernulatus</i> (Temminck, 1827)	VU	Mata Atlântica/Cerrado	88	1	0.94
<i>Harpia harpyja</i> (Linnaeus, 1758)	VU	Cerrado – Ampla distribuição	418	20	0.95
<i>Morphnus guianensis</i> (Daudin, 1800)	VU	Amazônia/Cerrado/Mata Atlântica	208	1	0.95
ANATIDAE					
<i>Mergus octosetaceus</i> Vieillot, 1817	CR	Cerrado	39	30	0.59
ARDEIDAE					
<i>Tigrisoma fasciatum</i> (Such, 1825)	VU	Cerrado/Pantanal/Mata Atlântica	1161	2	0.91
CAPITONIDAE					
<i>Capito dayi</i> Cherrie, 1916	VU	Amazônia	95	3	0.89
COLUMBIDAE					
<i>Columbina cyanopsis</i> (Pelzeln, 1870)	CR	Cerrado/Pantanal	6	5	0.86
COTINGIDAE					
<i>Carpornis melanocephala</i> (Wied, 1820)	VU	Mata Atlântica	117	1	0.88
<i>Cotinga maculata</i> (Statius Muller, 1776)	CR	Mata Atlântica	34	1	0.9
CRACIDEAE					
<i>Aburria jacutinga</i> (Spix, 1825)	EN	Mata Atlântica	113	2	0.92
<i>Crax fasciolata pinima</i> Pelzeln, 1870	CR	Amazônia	26	14	0.8
<i>Ortalis remota</i> Pinto, 1964	CR	Mata Atlântica	12	3	0.8
<i>Penelope jacucaca</i> Spix, 1825	VU	Caatinga	67	8	0.94
<i>Penelope ochrogaster</i> Pelzeln, 1870	VU	Cerrado/Pantanal	132	21	0.89

406

407

408

409

Família/Espécie	Class. Ameaça	Habitat	Ocorrências		
			Occ. Totais	Occ. Únicas	Jaccard
DENDROCOLAPTIDAE					
<i>Lepidocolaptes wagleri</i> (Spix, 1824)	EN	Cerrado/Caatinga	14	10	1
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i> (Spix, 1824)	VU	Cerrado/Caatinga	20	11	0.83
FRINGILLIDAE					
<i>Sporagra yarrellii</i> (Audubon, 1839)	VU	Caatinga/Mata Atlântica	97	1	0.91
ICTERIDAE					
<i>Curaeus forbesi</i> (Sclater, 1886)	VU	Mata Atlântica/Cerrado	38	1	0.84
MOMOTIDAE					
<i>Momotus momota marcgraviana</i> Pinto & Camargo, 1961	EN	Mata Atlântica	11	4	0.95
PICIDAE					
<i>Celeus obrieni</i> Short, 1973	VU	Cerrado	19	19	1
PIPRIDAE					
<i>Neopelma aurifrons</i> (Wied, 1831)	EN	Mata Atlântica	56	2	0.88
PSITTACIDAE					
<i>Amazona vinacea</i> (Kuhl, 1820)	VU	Mata Atlântica	205	2	1
<i>Aratinga solstitialis</i> (Linnaeus, 1766)	EN	Amazônia	36	7	0.9
<i>Cyanopsitta spixii</i> (Wagler, 1832)	CR-PEW	Caatinga	11	2	1
<i>Pyrrhura lepida lepida</i> (Wagler, 1832)	VU	Amazônia	8	2	1
<i>Pyrrhura pfrimeri</i> Miranda-Ribeiro, 1920	EN	Cerrado	14	14	1
<i>Touit surdus</i> (Kuhl, 1820)	VU	Mata Atlântica	65	1	0.9
RHYNCHOCYCLIDAE					
<i>Phylloscartes roquettei</i> Sneath, 1928	EN	Cerrado/Caatinga	25	17	1
<i>Scytalopus novacapitalis</i> Sick, 1958	EN	Cerrado	33	32	1
SCLERURIDAE					
<i>Geositta poeciloptera</i> (Wied, 1830)	EN	Cerrado/Mata Atlântica	51	40	1
STRIGIDAE					
<i>Strix huhula albomarginata</i> (Spix, 1824)	VU	Mata Atlântica	21	1	0.7

410

411

Família/Espécie	Class. Ameaça	Habitat	Ocorrências		
			Occ. Totais	Occ. Únicas	Jaccard
THAMNOPHILIDAE					
<i>Cercomacra ferdinandi</i> Sneathlage, 1928	VU	Cerrado	35	31	0.7
<i>Herpsilochmus pileatus</i> (Lichtenstein, 1823)	VU	Mata Atlântica	57	1	0.8
<i>Hypocnemis ochrogyna</i> Zimmer, 1932	VU	Amazônia/Cerrado	56	3	0.9
<i>Myrmotherula minor</i> (Salvadori, 1864)	VU	Mata Atlântica	89	1	1
THRAUPIDAE					
<i>Conothraupis mesoleuca</i> (Berlioz, 1939)	EN	Cerrado	5	5	1
<i>Coryphaspiza melanotis</i> (Temminck, 1822)	EN	Cerrado/Mata Atlântica/Amazônia	83	38	0.8
<i>Sporophila beltoni</i> Repenning & Fontana, 2013	VU	Cerrado/Mata Atlântica	7	2	0.9
<i>Sporophila falcirostris</i> (Temminck, 1820)	VU	Mata Atlântica	91	1	95
<i>Sporophila frontalis</i> (Verreaux, 1869)	VU	Mata Atlântica	159	2	0.97
<i>Sporophila hypoxantha</i> Cabanis, 1851	VU	Cerrado/Mata Atlântica/Pampa	313	12	0.93
<i>Sporophila maximiliani</i> Cabanis, 1851	CR	Cerrado - Ampla distribuição	14	1	0.8
<i>Sporophila melanogaster</i> (Pelzeln, 1870)	VU	Cerrado/Mata Atlântica	94	18	0.96
<i>Sporophila nigrorufa</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	VU	Cerrado/Pantanal	10	1	1
<i>Sporophila palustris</i> (Barrows, 1883)	VU	Cerrado/Mata Atlântica/Pampa	112	7	0.95
<i>Sporophila ruficollis</i> Cabanis, 1851	VU	Cerrado/Mata Atlântica/Amazônia	172	7	0.91
<i>Tangara fastuosa</i> (Lesson, 1831)	VU	Mata Atlântica	83	1	0.85
<i>Tangara peruviana</i> (Desmarest, 1806)	VU	Mata Atlântica	79	1	0.94
TINAMIDAE					
<i>Crypturellus noctivagus noctivagus</i> (Wied, 1820)	VU	População fragmentada Mata Atlântica	25	1	0.88
<i>Crypturellus noctivagus zabele</i> (Spix, 1825)	VU	Caatinga/Cerrado	17	3	0.9
<i>Nothura minor</i> (Spix, 1825)	EN	Cerrado	31	28	0.88
<i>Taoniscus nanus</i> (Temminck, 1815)	EN	Cerrado	32	26	0.88
<i>Tinamus tao</i> Temminck, 1815	VU	Amazônia/Cerrado	312	9	0.97
TROCHILIDAE					
<i>Lophornis gouldii</i> (Lesson, 1832)	VU	Amazônia/Cerrado	27	17	0.78
TYRANNIDAE					
<i>Alectrurus tricolor</i> (Vieillot, 1816)	VU	Cerrado/Mata Atlântica	94	47	0.86

412

413

414

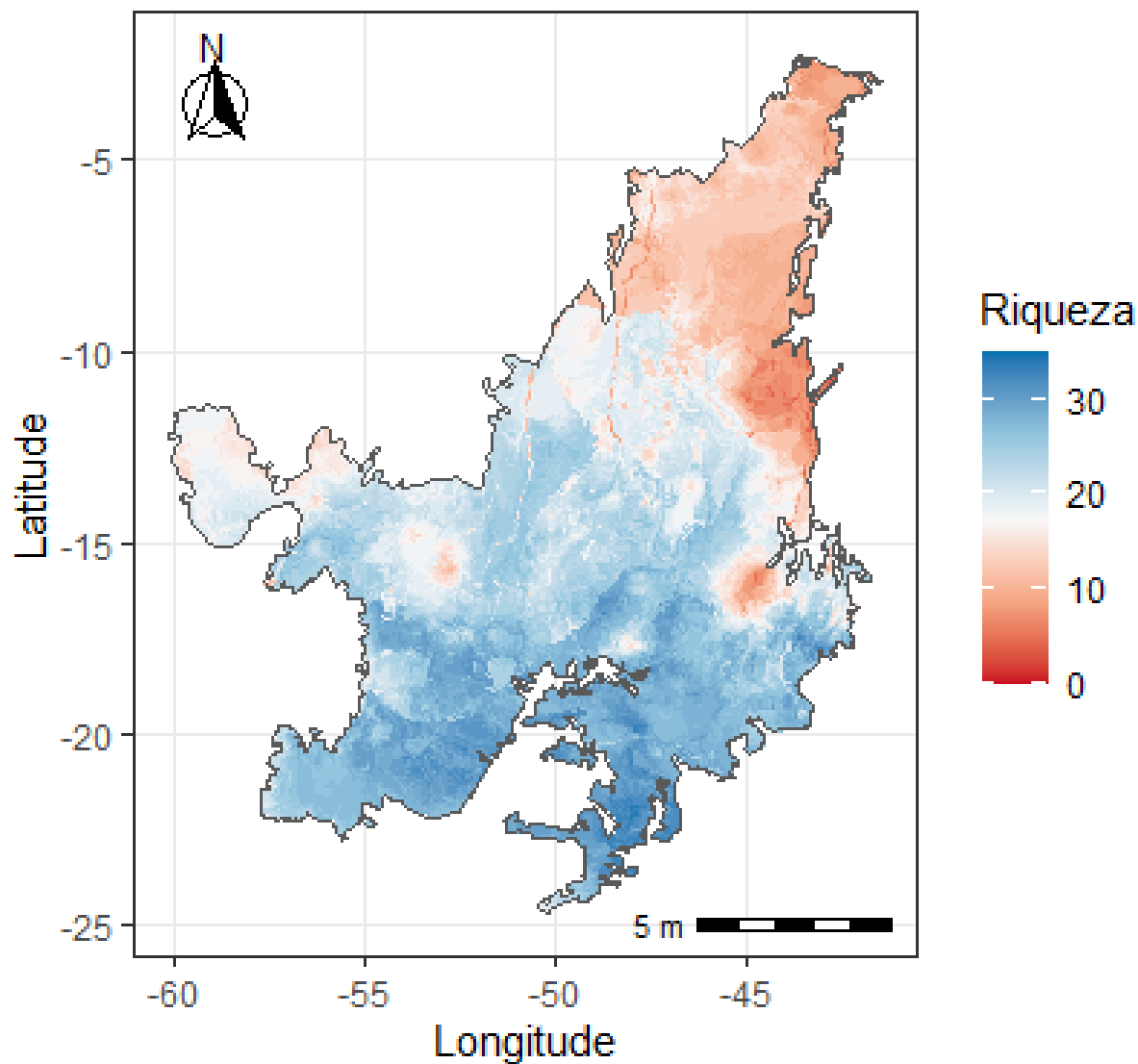
415 Os modelos exibiram valores médios de Jaccard excelentes ($0,92 \pm 0,08$; média \pm desvio
416 padrão), as avaliações de todos os modelos estão apresentadas no material suplementar. Grande
417 parte dos modelos das espécies de aves ameaçadas apresentaram valores bem semelhantes da média
418 como é o caso da *Amadonastur lacernulatus* (0,94), *Penelope jacucaca* (0,94) e *Tigrisoma*
419 *fasciatum* (0,91). Apenas uma espécie apresentou um resultado mais abaixo da média, *Mergus*
420 *octosetaceus* com valor de Jaccard de 0,59, mas esse valor pode ser considerado satisfatório. Já
421 outras apresentaram um resultado excelente, com valores de Jaccard=1, como por exemplo
422 *Lepidocolaptes wagleri*, *Celeus obrieni* e *Cyanopsitta spixii*.

423 De acordo com nossos dados, as maiores riquezas preditas de espécies de aves ameaçadas
424 se concentram na porção central, aumentando na região sul do Cerrado (Figura 2). A região norte é
425 a que apresenta menor riqueza de espécies ameaçadas. Essas espécies que potencialmente poderiam
426 estar distribuídas nessas áreas podem ser dependentes de interações ecológicas as quais não fazem
427 parte dos nossos modelos. Com isso, não há uma relação direta entre a riqueza de espécies e suas
428 áreas preditas.

429 No mapa de focos de calor (Figura 3), que representa as regiões que mais apresentaram
430 número de focos registrados nos últimos 10 anos (2011-2020), os resultados são inversos ao de
431 riqueza, onde os maiores registros estão localizados, principalmente, na região norte do Cerrado,
432 local este que abriga a menor riqueza de espécies de aves ameaçadas.

433

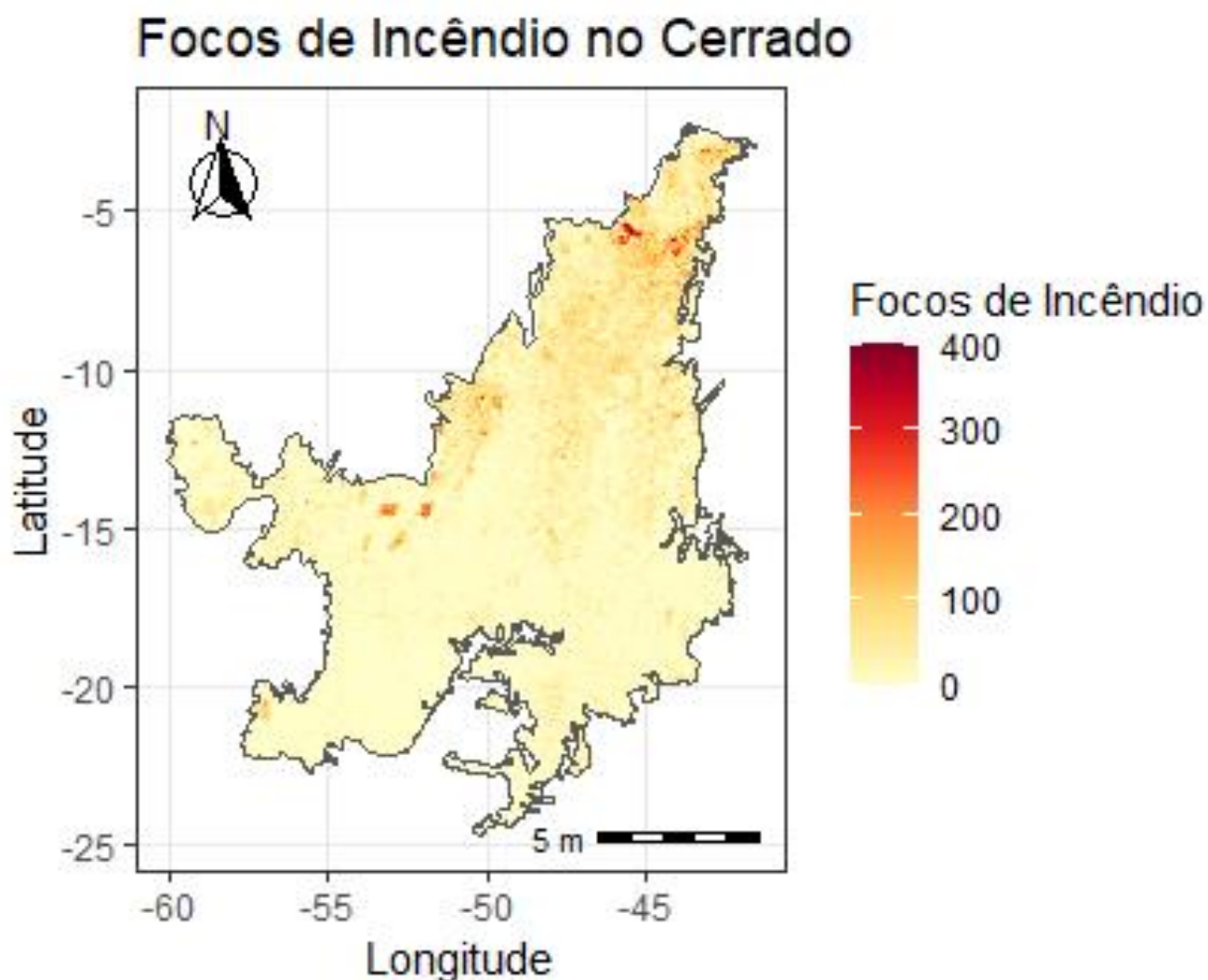
Riqueza de aves ameaçadas no Cerrado



434

435 **Figura 2** – Riqueza predita de espécies de aves ameaçadas de extinção, com ocorrências obtidas no
436 Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.

437



438

439 **Figura 3** – Soma dos focos de calor no Cerrado nos últimos 10 anos (2011-2020).

440

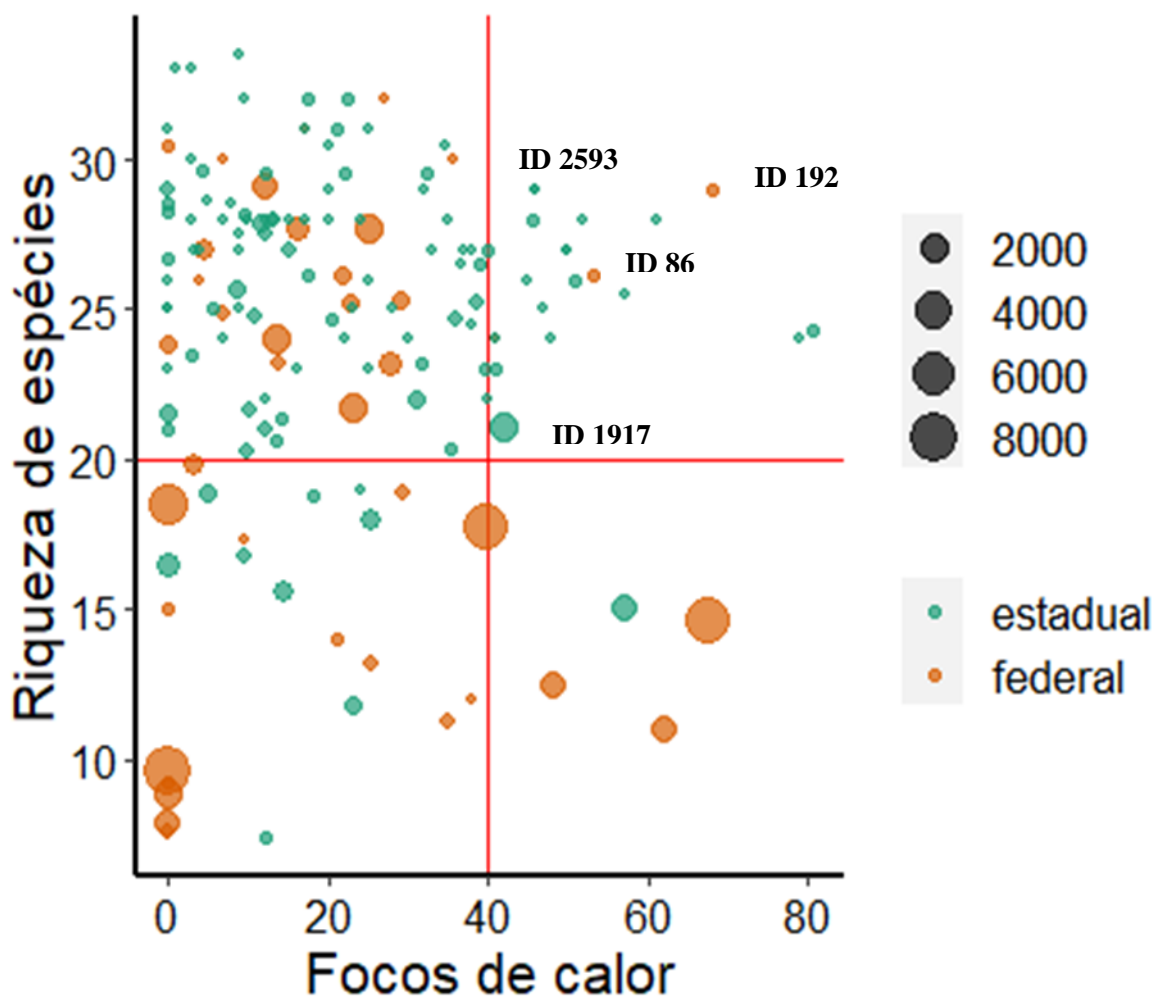
441 Após os mapas de riqueza de aves ameaçadas e de focos de calor, foi gerado um gráfico
442 (Figura 4) que ilustra a relação entre a riqueza das espécies e da ocorrência de focos de calor em
443 cada UC do Cerrado. O gráfico identifica, de acordo com o tamanho dos círculos, o tamanho da
444 área, já as cores representam a esfera a qual cada Unidade de Conservação pertence. É importante
445 darmos enfoque ao quadrante superior direito, o qual representa todas as UCs que abrigam o maior
446 número de riqueza de espécies de aves ameaçadas no Cerrado, acima de 20 espécies em cada UC,

447 bem como estão expostas a mais focos de calor ao longo dos anos, acima de 40 focos. Em sua
448 totalidade 17 UCs são representadas e outras 3 são representadas em pequenas parcelas nesse
449 quadrante. Das 17, apenas 2 são de responsabilidade da esfera Federal e as outras 15 de
450 responsabilidade da esfera Estadual. Outra característica interessante dessa análise, é que as UCs
451 de menor tamanho são as que apresentam maior riqueza, representando uma parcela importante para
452 a conservação das espécies que ali habitam.

453 Também destacamos algumas UCs com seus respectivos IDs, que são números de
454 identificação utilizados pelo Ministério do Meio Ambiente. Destacamos as duas UCs que são de
455 domínio da esfera federal, e que estão no quadrante mais preocupante do gráfico. A primeira, com
456 ID 192, é a Reserva Biológica da Contagem, pertencente ao município de Sobradinho, no Distrito
457 Federal, que abriga o Cerrado em sua totalidade, apresentando mais de 60 focos de calor e riqueza
458 próxima a 30 espécies. A segunda UC é representada pelo ID 86, a Floresta Nacional de Brasília,
459 pertencente ao município de Brasília, situada no Distrito Federal, que apresenta mais de 50 focos
460 de calor e abriga riqueza com mais de 25 espécies. Quanto às UCs de domínio da esfera estadual
461 representadas no gráfico, temos a ID 2593, Monumento Natural Estadual Lapa Vermelha, situado
462 no município de Pedro Leopoldo, em Minas Gerais, que apresenta o maior número de focos dentre
463 todas as UCs Estaduais, com cerca de 45 ocorrência de focos e abrigando riqueza de quase 30
464 espécies de aves ameaçadas. E a segunda, sendo a maior UC nesse quadrante, ID 1917, Parque
465 Estadual do Araguaia, pertencente ao município de Novo Santo Antônio, em Mato Grosso, que
466 apresenta cerca de 41 ocorrências de focos de calor e abriga riqueza de cerca de 21 espécies.

467

468



469

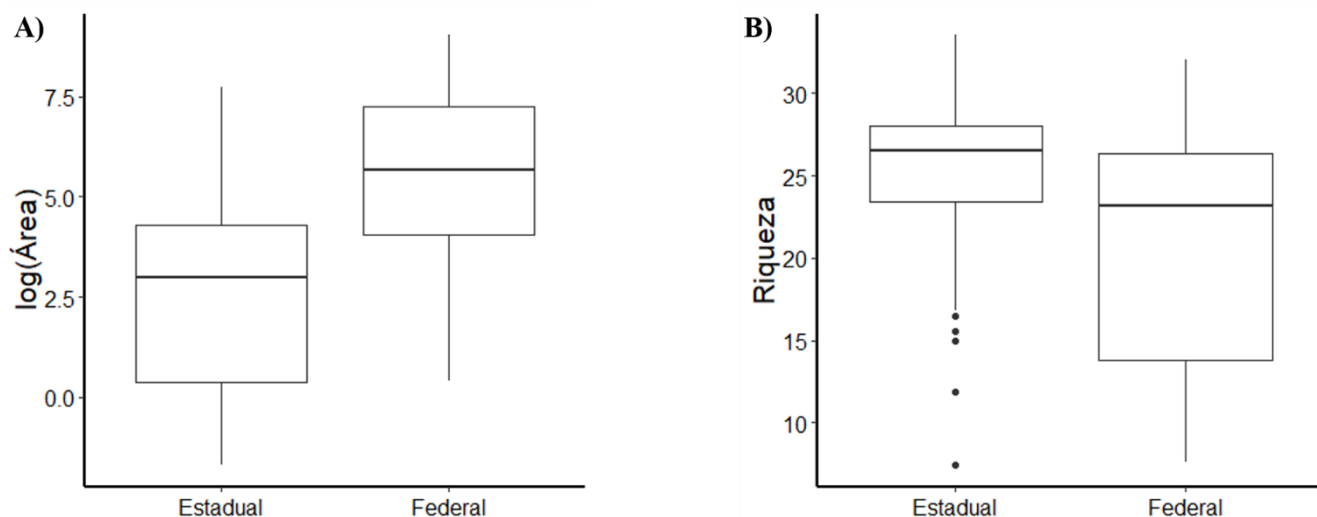
470 **Figura 4** – Distribuição da riqueza de espécies ameaçadas de extinção em relação à ocorrência de
 471 focos de calor nas Unidades de Conservação no Cerrado. As cores diferenciam a qual esfera cada
 472 UC pertence, enquanto o tamanho dos círculos diferencia o seu tamanho. As IDs destacadas para
 473 identificação da Unidade de Conservação.

474

475 As UCs estaduais e federais apresentaram diferenças significativas em relação a seu
 476 tamanho de área, sendo as estaduais de menor tamanho, isso se deve, principalmente, por terem
 477 mais áreas protegidas em lugares variados. Entretanto, estas UCs são as mais vulneráveis quando
 478 correlacionamos a capacidade de ocorrência de espécies de aves ameaçadas e a ocorrência de focos
 479 de calor. Na figura 5a, é possível notar que há diferenças significativas quanto ao tamanho das UCs
 480 estaduais e federais. As medianas estão representadas pela linha central dentro de cada caixa, onde
 481 podemos observar que as UCs estaduais apresentam uma média alta em relação a variabilidade do
 482 tamanho.

483 Houve, também, diferenças significativas da riqueza de espécies ameaçadas entre as esferas
 484 de cada UC, estadual e federal. A figura 5a está representado o *boxplot*, onde a linha média dentro
 485 de cada caixa representa as medianas de cada esfera governamental. Há uma discrepância no
 486 tamanho de cada caixa, isso se deve aos *outliers* nos números de riqueza distribuídos nas UCs, esses
 487 são valores muito baixos, o que é representado pela diferença de tamanho da haste inferior em
 488 relação a superior. As UCs federais apresentam uma maior variabilidade de quantidade de riqueza
 489 de espécies em relação às estaduais, porém ambas apresentam alto valor de média.

490

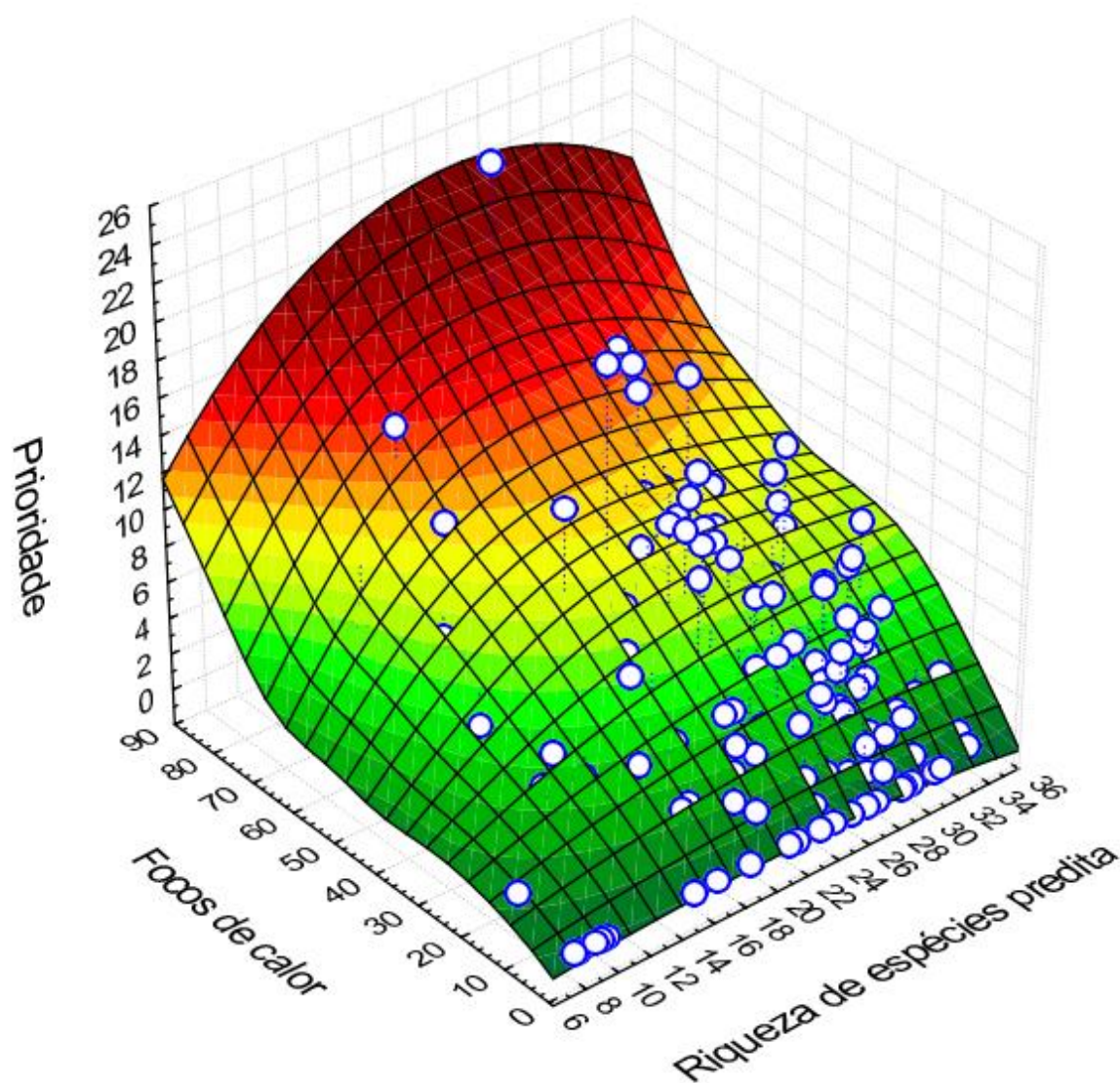


491 **Figura 5 – A)** *Boxplot* do tamanho das Unidades de Conservação Estaduais e Federais do Cerrado.
 492 **B)** *Boxplot* da riqueza de espécies ameaçadas das Unidades de Conservação Estaduais e Federais
 493 do Cerrado. Em cada caixa, a marca central é a mediana (segundo quartil), a borda inferior é o
 494 primeiro quartil e a superior o terceiro quartil. As linhas representam os valores mínimos e máximos.
 495 Os *outliers* são representados pelos pontos fechados, logo abaixo da linha central da caixa.

496

497 A figura 6 é uma representação das UCs que apresentaram maiores índices de prioridade de
 498 conservação. As cores são indicativos de sinal de alerta quanto a exposição das UCs a incêndios,
 499 quanto mais vermelho, maior o nível de prioridade dessa área, pois está mais exposta a incêndios e
 500 possui alto potencial de riqueza de espécies ameaçadas.

501



502

503 **Figura 6** – Prioridade das Unidades de Conservação em relação à focos de calor e riqueza de
 504 espécies predita para o Cerrado.

505

506 Na tabela 2 estão listadas as UCs que apresentaram um maior índice de prioridade para
 507 conservação, de acordo com as análises realizadas para gerar a figura 6, que foram descritas no
 508 índice 2.8. Essas são, eventualmente aquelas UCs que possuem poucos estudos técnicos e científicos
 509 e manejo inadequado. Nossos resultados afirmam que há UCs no Cerrado que possuem uma alta
 510 exposição às queimadas e um forte potencial de abrigar espécies ameaçadas de extinção.

511

512 **Tabela 2** – Unidades de Conservação com maior índice de prioridade de ações mitigatórias para
 513 conservação da biodiversidade. ID – número de identificação utilizado pelo MMA para cada
 514 Unidade de Conservação; Uso – Tipo de uso da área, Proteção Integral (PI) e Uso Sustentável (US).

ID	Unidade de Conservação	Esfera	Uso	Prioridade
192	RESERVA BIOLÓGICA DA CONTAGEM	Federal	PI	13.5
1744	PARQUE ESTADUAL DO ARAGUAIA	Estadual	PI	14.4
2613	PARQUE ESTADUAL SERRA DO SOBRADO	Estadual	PI	11.6
3041	REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE ESTADUAL SERRA DAS AROEIRAS	Estadual	PI	9.9
1467	PARQUE ESTADUAL DE ÁGUAS QUENTES	Estadual	PI	9.9
86	FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA	Federal	US	9.5
1768	ARIE DO TORTO	Estadual	US	9.2
3405	MONUMENTO NATURAL ESTADUAL LAPA NOVA DE VAZANTE	Estadual	PI	9.2
1657	RESERVA BIOLÓGICA DO RIO DESCOBERTO	Estadual	PI	9.1
2593	MONUMENTO NATURAL ESTADUAL LAPA VERMELHA	Estadual	PI	9.1
3038	REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE ESTADUAL MACAÚBAS	Estadual	PI	8.7
1644	ARIE DA GRANJA DO IPÊ	Estadual	US	8.04
1655	RESERVA BIOLÓGICA DO GUARÁ	Estadual	PI	8.01

515

516

517 **4. DISCUSSÃO**

518 Não há correlação do fogo com as áreas de maior riqueza de espécies predita, as maiores
 519 riquezas se encontram na região central e sul do Cerrado, áreas com intensa exploração pela
 520 agropecuária, com conversão de cerca de 85% da vegetação e um alto índice populacional (SANO
 521 et al., 2010). Enquanto a região norte apresenta um número menor de espécies ameaçadas, pois
 522 possui paisagens mais preservadas (DE MARCO et al., 2020), apesar de ser uma região com alta
 523 incidência de fogo, representando uma parcela importante na conservação de aves, mesmo sendo a
 524 região que menos abriga UCs estaduais e federais, de modo geral, o que pode estar associado à
 525 distribuição geográfica do bioma. O Parque Nacional Dos Lençóis Maranhenses, está localizado no
 526 Norte do Cerrado no estado do Maranhão, essa área apresenta a menor riqueza predita de aves
 527 ameaçadas, apesar de estar inserida em uma região com alta incidência de focos de calor, ainda
 528 assim representa menor perigo para as espécies (DE MARCO et al., 2020; SILVA et al., 2020). As
 529 UCs mais vulneráveis, com maior exposição a focos de calor e que apresentam um maior número

530 de riqueza predita estão representadas no quadrante superior direito da figura 4 com 17 UCs.
531 Entretanto, ao avaliarmos o grau de priorização das UCs, essa lista aumenta, o que significa que
532 inclui muito mais áreas que precisam de esforços prioritários para prevenção e controle de
533 incêndios, a fim de reduzir a exposição das aves ameaçadas de extinção. A maior parte dessas UCs
534 são de responsabilidade estadual, apenas duas federais compõem essa lista, a Floresta Nacional de
535 Brasília e a Reserva Biológica da Contagem, ambas localizadas no Distrito Federal. As médias das
536 variáveis de focos de incêndio e prioridade não apresentaram diferenças significativas, o que quer
537 dizer que não há distinção quando o assunto é preservação de UCs de responsabilidade estadual ou
538 federal. Ambas as esferas precisam de atenção e melhores técnicas de manejo para preservação da
539 biodiversidade.

540 As UCs não possuem o poder de isolar as espécies, bem como de restringi-las das pressões
541 antrópicas, porém são importantes no aspecto de proteção e refúgio das espécies (DEFRIES et al.,
542 2005). A vulnerabilidade das espécies nas UCs é um fator importante a se considerar quando
543 ameaças se tornam constantes, como é o caso da alta exposição a incêndios, sejam acidentais ou
544 intencionais, e que são um problema recorrente em muitas áreas protegidas, inviabilizando, muitas
545 vezes a proteção (VELAZCO et al., 2019). Outro ponto é que apesar de muitas UCs não
546 apresentarem muitas perdas significativas de habitat em seu interior, a perda de florestas
547 circundantes às UCs pode levar a uma redução da capacidade de manutenção e conservação da
548 riqueza de espécies, visto que emigrações e dispersões ocorrem entre essas áreas (DEFRIES et al.,
549 2005). Diversos fatores podem influenciar diretamente a menor eficácia de proteção das UCs da
550 esfera estadual, a exemplo do poder político local voltado a interesses de uso da terra, menor recurso
551 financeiro, infraestrutura e profissionais qualificados, porém são necessários mais estudos locais
552 para melhor compreensão das dificuldades enfrentadas (PAIVA; BRITES; MACHADO, 2015).
553 Apesar disso, as UCs estaduais se tornam importantes aliadas na conservação de espécies
554 ameaçadas por suas distribuições geográficas e quantidade.

555 Ainda que essas UCs estaduais sejam de menor tamanho, elas apresentam uma maior
556 capacidade de abrigar espécies ameaçadas, sendo fundamentais para auxiliar na permanência dessas
557 espécies. Em contrapartida, aquelas UCs que apresentaram alta exposição a incêndios e menor
558 riqueza, podem estar nessa condição devido à degradação ambiental e à alta frequência de fogo
559 (BARLOW; PERES, 2004; WHITE et al., 2016), ameaças eminentes para as espécies. A teoria da

560 vulnerabilidade ajuda a entender como a dispersão das espécies pode ser um fator importante na
561 identificação de sobreposição das espécies com ameaças potenciais (DAWSON, 2011; DE MARCO
562 et al., 2020). Entretanto, um problema associado à vulnerabilidade é a distribuição espacial das
563 espécies, com isso, as espécies que nosso modelo prediz pode ter relação com interações que não
564 estão inseridas em nossos modelos. O tamanho dessas populações pode variar de acordo com a
565 altitude, bioma, ameaça e tipo de habitat, onde populações de espécies que vivem em ambientes
566 montanhosos tendem a ser maiores do que aquelas que utilizam ambientes baixos (BLACKBURN;
567 GASTON, 2002). O Cerrado, por ser uma grande fronteira agrícola (SILVA et al., 2020), expõe
568 essas populações menores de espécies de aves ameaçadas a um maior risco por utilizarem áreas
569 mais baixas, devido à exploração e uso do habitat. Já que essas espécies dependem de ambientes
570 específicos para sua sobrevivência, sua vulnerabilidade se torna cada vez maior com o crescente
571 número de ameaças no Cerrado e incêndios constantes (DE MARCO et al., 2020).

572 A manutenção da biodiversidade torna-se fundamental para a preservação, uma vez que se
573 estima que boa parte da biodiversidade seja desconhecida ou pouco conhecida (MARGULES;
574 PRESSEY, 2000; PARRISH; BRAUN; UNNASCH, 2003). Uma efetiva conservação deve avaliar
575 a diversidade foco, seja uma ou várias espécies, uma comunidade ou até mesmo toda a
576 biodiversidade, pois um bom planejamento e conhecimento são fortes aliados quando o assunto é
577 conservar, entretanto muitos obstáculos impedem o sucesso da conservação, principalmente se
578 tratando de biodiversidade nativa (PARRISH; BRAUN; UNNASCH, 2003). Dificuldades
579 ambientais vinculadas a falta de conhecimento do *status* de ameaça dos recursos biológicos, sua
580 integridade ecológica, a eficácia da proteção da UCs, falta de conhecimento das espécies alvo
581 (PARRISH; BRAUN; UNNASCH, 2003) e da biodiversidade (OLIVEIRA et al., 2017) e também
582 a relapsa aplicação das leis de proteção da vegetação (OVERBECK et al., 2015). Bem como aquelas
583 sociais, como densidade demográfica, participação da população local, recursos financeiros e
584 quantidade de funcionários (BRUNER et al., 2001). Áreas que possuem uma gestão e regime de
585 conservação e manutenção bem delimitados e estabelecidos podem ser mais capazes de resistir às
586 pressões da exploração insustentável que o homem provoca na natureza (NELSON; CHOMITZ,
587 2011), uma vez que a fronteira agrícola, bem como a necessidade de mais e maiores infraestruturas
588 tende a aumentar em velocidades vorazes, a demanda de ações eficientes para essas áreas de
589 conservação são pautas urgentes a serem tratadas (FRANÇOSO et al., 2015; SONG et al., 2018).

590 São limitados os conhecimentos sobre as respostas ao fogo de muitas espécies ameaçadas
591 (SWAN et al., 2021). Mas, o que sabemos é que o tipo da vegetação reage de maneiras diferentes
592 ao fogo, vegetações florestais são bem mais sensíveis do que campos abertos, por não serem
593 ambientes propensos ao fogo, apresentando alta mortalidade vegetal quando são atingidas por
594 incêndios, que se tornam cada vez mais frequentes (BARTON et al., 2014; FRANCO et al., 2014).
595 Consequentemente, espécies de aves que vivem em ambientes florestais se tornam mais sensíveis
596 quando expostas ao fogo, pois o seu ambiente também é (BARTON et al., 2014). Somente em 2010,
597 o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros teve 68%, 439 km², de sua área queimada, já em 2017
598 foram queimados 504 km² (78%) (FIDELIS et al., 2018), tomando uma grande repercussão na
599 mídia. Embora algumas aves, generalistas, sejam beneficiadas com essas queimadas e que a riqueza
600 de espécies aumente nesses períodos, as queimadas frequentes podem diminuir essas oportunidades
601 de forrageamento e utilização das áreas por essas espécies (DOS REIS; FIEKER; DIAS, 2016). As
602 aves estão cada vez mais expostas a perigos potenciais de extinção, o número crescente de espécies
603 ameaçadas é algo que preocupa pesquisadores e o Cerrado ocupa a segunda posição em número de
604 espécies ameaçadas e endêmicas ameaçadas, com cerca de 80% de seu território natural convertido
605 (MARINI; GARCIA, 2015; MYERS et al., 2000).

606 As áreas protegidas possuem duas funções principais. Conter amostras ou representar partes
607 de sua biodiversidade, abrigo então, diferentes conjuntos de fitofisionomias, no caso do Cerrado,
608 para uma maior chance de representar mais espécies animais e vegetais. E a outra é separar essas
609 áreas de suas iminentes e eventuais ameaças, que afetem a ocorrência e sobrevivência das espécies
610 (MARGULES; PRESSEY, 2000). Nossas análises não tentam encontrar a relação direta do fogo
611 com a riqueza potencial de espécies de aves ameaçadas, nem calcular a sensibilidade das espécies
612 ao fogo. A distribuição das aves à exposição ao fogo no Cerrado não é uniforme e nossos dados não
613 levam em consideração demais ameaças e variáveis que poderiam interferir nos resultados, não
614 apresentando um resultado direto sobre o efeito das populações mais restritas e as ameaças de
615 incêndios. Entretanto, nossos resultados corroboram que as UCs do Cerrado são importantes na
616 conservação de espécies de aves ameaçadas, indicando a urgente necessidade de intervenções por
617 parte do governo e pesquisadores para melhor eficácia de proteção dessas áreas. Como resolução
618 para parte deste problema, as UCs com maiores índices de prioridade devem receber maior atenção
619 de tomadas de decisões, no que se refere a realização de ações mitigatórias, planejamento,

620 prevenção e combate ao fogo, conservação de espécies ameaçadas, bem como de outros aspectos
621 que influenciem diretamente na conservação da biodiversidade.

622 A abordagem usada nesse estudo para avaliar a exposição de aves ameaçadas de extinção às
623 queimadas dentro de UCs pode apresentar algumas limitações, entretanto nossos dados mostram
624 como é real que algumas UCs apresentam uma maior vulnerabilidade às queimadas cada vez mais
625 frequentes. As UCs não são consideradas isoladamente, com isso não há uma especificidade de
626 características locais que podem interferir em sua capacidade de conservação. As espécies
627 ameaçadas de extinção apresentam um déficit de dados de ocorrência, apesar de haver um grande
628 esforço por parte das Instituições de coletar dados, com isso, algumas espécies, que poderiam
629 apresentar papéis fundamentais nas análises tiveram de ser excluídas. Por outro lado, nossa pesquisa
630 corrobora que UCs do Cerrado são importantes aliadas para a manutenção dessas espécies de aves
631 ameaçadas, principalmente nas áreas protegidas estaduais, entretanto carecem de maior atenção por
632 parte do poder público e de melhores estratégias de gestão. Também conseguimos identificar com
633 os índices de prioridade, as UCs que são prioritárias à manutenção da biodiversidade.

634

635 5. REFERÊNCIAS

636 AHRENDTS, A. et al. Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss
637 spreading from an African city. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United**
638 **States of America**, v. 107, n. 33, p. 14556–14561, 2010.

639 ANDRADE, A. F. A. DE; VELAZCO, S. J. E.; DE MARCO, P. ENMTML: An R package for a
640 straightforward construction of complex ecological niche models. **Environmental Modelling and**
641 **Software**, v. 125, p. 104615, 2020.

642 ARAÚJO, F. M.; FERREIRA, L. G.; ARANTES, A. E. Distribution Patterns of Burned Areas in
643 the Brazilian Biomes: An Analysis Based on Satellite Data for the 2002-2010 Period. **Remote**
644 **Sensing**, v. 4, n. 7, p. 1929–1946, 2012.

645 ARAÚJO, M. B.; NEW, M. Ensemble forecasting of species distributions. **Trends in Ecology and**
646 **Evolution**, v. 22, n. 1, p. 42–47, 2007.

647 BALDI, G. et al. Opportunities drive the global distribution of protected areas. **PeerJ**, v. 2017, n.
648 2, 2017.

649 BARLOW, J.; HAUGAASEN, T.; PERES, C. A. Effects of ground fires on understory bird
650 assemblages in Amazonian forests. **Biological Conservation**, v. 105, n. 2, p. 157–169, 2002.

651 BARLOW, J.; PERES, C. A. Avifaunal responses to single and recurrent wildfires in Amazonian
652 forests. **Ecological Applications**, v. 14, n. 5, p. 1358–1373, 2004.

- 653 BARTON, P. S. et al. Vegetation structure moderates the effect of fire on bird assemblages in a
654 heterogeneous landscape. **Landscape Ecology**, v. 29, n. 4, p. 703–714, 2014.
- 655 BIVAND, R. et al. Package ‘ rgdal ’. **Bindings for the “Geospatial” Data Abstraction Library**
656 **Version**, 2015.
- 657 BLACKBURN, T. M.; GASTON, K. J. Extrinsic factors and the population sizes of threatened
658 birds. **Ecology Letters**, v. 5, n. 4, p. 568–576, 2002.
- 659 BOND, W. J.; KEELEY, J. E. Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable
660 ecosystems. **Ecology and Evolution**, v. 20, n. 7, 2005.
- 661 BOOTH, T. H. et al. Bioclim: The first species distribution modelling package, its early applications
662 and relevance to most current MaxEnt studies. **Diversity and Distributions**, v. 20, n. 1, p. 1–9,
663 2014.
- 664 BORGES, F. J. A.; LOYOLA, R. Climate and land-use change refugia for Brazilian Cerrado birds.
665 **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 18, n. 2, p. 109–115, 2020.
- 666 BOWMAN, D. M. J. S. et al. Fire in the earth system. **Science**, v. 324, n. 5926, p. 481–484, 2009.
- 667 BRASIL. Lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção. Diário Oficial da União, Brasília, DF
- 668 BRAWN, J. D.; ROBINSON, S. K.; III, F. R. T. The Role of Disturbance in the Ecology and
669 Conservation of Birds. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 32, n. 2, p.
670 51–76, 2001.
- 671 BREGMAN, T. P.; SEKERCIOGLU, C. H.; TOBIAS, J. A. Global patterns and predictors of bird
672 species responses to forest fragmentation: Implications for ecosystem function and conservation.
673 **Biological Conservation**, v. 169, p. 372–383, 2014.
- 674 BRUNER, A. G. et al. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. **Science**, v. 291, n.
675 5501, p. 125–128, 2001.
- 676 BRYAN-BROWN, D. N. et al. Global trends in mangrove forest fragmentation. **Scientific Reports**,
677 v. 10, n. 1, p. 1–8, 2020.
- 678 CAMARGO, A. C. L. et al. Fire affects the occurrence of small mammals at distinct spatial scales
679 in a neotropical savanna. **European Journal of Wildlife Research**, v. 64, n. 6, 2018.
- 680 CAVALCANTI, R. B.; ALVES, M. A. S. Effects of fire protection on savanna structure in central
681 Brazil. **The Neotropical Ornithological Society**, n. 8, p. 85–87, 1997.
- 682 CHALMANDRIER, L. et al. Effects of time since fire on birds in a plant diversity hotspot. **Acta**
683 **Oecologica**, v. 49, p. 99–106, 2013.
- 684 COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: **Fire in the Tropical Biota**.
685 [s.l.: s.n.]. v. 84p. 82–105.
- 686 DA SILVA, J. M. C. Endemic bird species and conservation in the Cerrado Region, South America.
687 **Biodiversity and Conservation**, v. 6, n. 3, p. 435–450, 1997.
- 688 DAWSON, T. P. Beyond predictions: Biodiversity conservation in a changing climate (Science
689 (53)). **Science**, v. 332, n. 6030, p. 664, 2011.
- 690 DE ABREU, K. C. et al. Grandes Felinos E O Fogo No Parque Nacional De Ilha Grande, Brasil.

- 691 **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 163–167, 2004.
- 692 DE MARCO, P. et al. Vulnerability of Cerrado threatened mammals: an integrative landscape and
693 climate modeling approach. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, n. 5, p. 1637–1658, 2020.
- 694 DE MARCO, P. J.; NÓBREGA, C. C. Evaluating collinearity effects on species distribution
695 models: An approach based on virtual species simulation. **PLoS ONE**, v. 13, n. 9, 2018.
- 696 DEFRIES, R. et al. Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty
697 years. **Ecological Applications**, v. 15, n. 1, p. 19–26, 2005.
- 698 DORNELAS, M. Disturbance and change in biodiversity. **Philosophical Transactions of the
699 Royal Society B: Biological Sciences**, n. 365, p. 3719–3727, 2010.
- 700 DOS REIS, M. G.; FIEKER, C. Z.; DIAS, M. M. The influence of fire on the assemblage structure
701 of foraging birds in grasslands of the Serra da Canastra National Park, Brazil. **Anais da Academia
702 Brasileira de Ciencias**, v. 88, n. 2, p. 891–901, 2016.
- 703 DWYER, E.; GRÉGOIRE, J.-M.; PEREIRA, J. M. C. Climate and vegetation as driving factors in
704 global fire activity. **Biomass burning and its inter-relationships with the climate system**, n. 1,
705 p. 171–191, 2000.
- 706 ELITH, J.; LEATHWICK, J. R. Species Distribution Models: Ecological Explanation and
707 Prediction Across Space and Time. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.
708 40, n. 1, p. 677–697, 6 dez. 2009.
- 709 ENGLER, R.; GUISAN, A.; RECHSTEINER, L. An improved approach for predicting the
710 distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. **Journal of
711 Applied Ecology**, v. 41, n. 2, p. 263–274, 2004.
- 712 ERWIN, W. J.; STASIAK, R. H. Vertebrate Mortality During the Burning of a Reestablished Prairie
713 in Nebraska. **The University of Notre Dame**, v. 101, n. 1, p. 247–249, 1979.
- 714 FIDELIS, A. et al. The Year 2017: Megafires and Management in the Cerrado. **Fire**, v. 1, n. 3, p.
715 49, 2018.
- 716 FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. DE. OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS
717 FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS, GOIÁS. **Ciência
718 Florestal**, v. 16, n. 2, p. 153–161, 2003.
- 719 FRANCO, A. C. et al. Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource
720 availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO₂ levels and
721 climate warming. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, n. 1, p. 19–38, 2014.
- 722 FRANÇOSO, R. D. et al. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado
723 Biodiversity Hotspot. **Natureza e Conservacao**, v. 13, n. 1, p. 35–40, 2015.
- 724 FRIZZO, T. L. M. et al. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil.
725 **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 365–379, 2011.
- 726 GASTON, K. J. et al. The ecological effectiveness of protected areas: The United Kingdom.
727 **Biological Conservation**, v. 132, n. 1, p. 76–87, 2006.
- 728 GODFRAY, H. C. J. et al. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. **SCIENCE**,
729 v. 327, n. February, p. 812–818, 2018.

- 730 GOEDERT, W. J. Região dos Cerrados: Potencial agrícola e política para seu desenvolvimento.
731 **Pesq. agropec. bras.**, v. 24, n. 1, p. 1–17, 1989.
- 732 GOMES, L. et al. Effects and behaviour of experimental fires in grasslands, savannas, and forests
733 of the Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 458, n. November 2019, 2020.
- 734 GOMES, L.; MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M. M. DA C. How can we advance the
735 knowledge on the behavior and effects of fire in the Cerrado biome? **Forest Ecology and**
736 **Management**, v. 417, n. December 2017, p. 281–290, 2018.
- 737 HANTSON, S. et al. The status and challenge of global fire modelling. **Biogeosciences**, n. 13, p.
738 3359–3375, 2016.
- 739 HOFFMANN, W. A. The Effects of Fire and Cover on Seedling Establishment in a Neotropical
740 Savanna. **The Journal of Ecology**, v. 84, n. 3, p. 383, 1996.
- 741 HUTTO, R. L.; HUTTO, R. R.; HUTTO, P. L. Patterns of bird species occurrence in relation to
742 anthropogenic and wildfire disturbance: Management implications. **Forest Ecology and**
743 **Management**, v. 461, n. September 2019, p. 117942, 2020.
- 744 ICMBIO. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. **Livro**,
745 v. III, n. 7, p. 1102, 2018.
- 746 KRAWCHUK, M. A. et al. Global Pyrogeography : the Current and Future Distribution of Wildfire.
747 **PLoS ONE**, v. 4, n. 4, 2009.
- 748 KUHLMANN, M. **Aves do Cerrado**. 1. ed. [s.l: s.n.].
- 749 LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on
750 tropical nature. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 29, n. 2, p. 107–116, 2014.
- 751 LEROY, B. et al. Without quality presence–absence data, discrimination metrics such as TSS can
752 be misleading measures of model performance. **Journal of Biogeography**, v. 45, n. 9, p. 1994–
753 2002, 2018.
- 754 LEWIS, O. T. et al. Conservation of tropical forests: maintaining ecological integrity and resilience.
755 **Key Topics in Conservation Biology 2**, p. 222–235, 2013.
- 756 LOBO, J. M.; TOGNELLI, M. F. Exploring the effects of quantity and location of pseudo-absences
757 and sampling biases on the performance of distribution models with limited point occurrence data.
758 **Journal for Nature Conservation**, v. 19, n. 1, p. 1–7, 2011.
- 759 LOUCKS, C. et al. Explaining the global pattern of protected area coverage: Relative importance
760 of vertebrate biodiversity, human activities and agricultural suitability. **Journal of Biogeography**,
761 v. 35, n. 8, p. 1337–1348, 2008.
- 762 MARAVALHAS, J.; VASCONCELOS, H. L. Revisiting the pyrodiversity-biodiversity hypothesis:
763 Long-term fire regimes and the structure of ant communities in a Neotropical savanna hotspot.
764 **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 6, p. 1661–1668, 2014.
- 765 MARDIASTUTI, A. Response and impact of fire on bird community in the tropical rainforest: A
766 review. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 504, n. 1, 2020.
- 767 MARGULES, C. .; PRESSEY, R. .; WILLIAMS, P. . Representing biodiversity: data and
768 procedures for identifying priority areas for conservation. **Journal of Biosciences**, v. 27, n. 4, p.

- 769 309–326, 2002.
- 770 MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning C. **Nature**, v. 405, n. 6783,
771 p. 243–253, 2000.
- 772 MARINI, M. Â.; GARCIA, F. I. Conservação de aves no Brasil. n. January 2005, 2015.
- 773 MEDEIROS, M. B. DE; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no parque nacional da serra da
774 canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 157–168,
775 2004.
- 776 MEDEIROS, M. B. DE; MIRANDA, H. S. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo
777 sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. **Acta bot. bras.**, v. 19, n. 3, p. 493–500, 2005.
- 778 MIRANDA, H. S. et al. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. **Tropical Fire Ecology**, v. 2, p.
779 427–450, 2009a.
- 780 MIRANDA, H. S. et al. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. **Tropical Fire Ecology**, v. 2, p.
781 2–3, 2009b.
- 782 MISTRY, J. Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review. **Progress in Physical**
783 **Geography**, v. 22, n. 4, p. 425–448, 1 dez. 1998.
- 784 MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–
785 858, 2000.
- 786 NELSON, A.; CHOMITZ, K. M. Effectiveness of strict vs. multiple use protected areas in reducing
787 tropical forest fires: A global analysis using matching methods. **PLoS ONE**, v. 6, n. 8, 2011.
- 788 NEWBERRY, B. M. et al. Flammability thresholds or flammability gradients? Determinants of fire
789 across savanna–forest transitions. **New Phytologist**, v. 228, n. 3, p. 910–921, 2020.
- 790 NÓBREGA, C. C. et al. Effects of experimental fires on the phylogenetic and functional diversity
791 of woody species in a neotropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 450, n. August,
792 2019.
- 793 OLIVEIRA, U. et al. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. **Scientific**
794 **Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–9, 2017.
- 795 OVERBECK, G. E. et al. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity**
796 **and Distributions**, v. 21, n. 12, p. 1455–1460, 2015.
- 797 PAIVA, R. J. O.; BRITES, R. S.; MACHADO, R. B. The role of protected areas in the avoidance
798 of anthropogenic conversion in a high pressure region: A matching method analysis in the core
799 region of the brazilian cerrado. **PLoS ONE**, v. 10, n. 7, p. 1–24, 2015.
- 800 PARRISH, J. D.; BRAUN, D. P.; UNNASCH, R. S. Are we conserving what we say we are?
801 Measuring ecological integrity within protected areas. **BioScience**, v. 53, n. 9, p. 851–860, 2003.
- 802 PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. A burning story: The role of fire in the history of life. **BioScience**,
803 v. 59, n. 7, p. 593–601, 2009.
- 804 PERES, C. A. Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian
805 forests. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 240–253, 2000.
- 806 PIRES, G. F.; COSTA, M. H. Deforestation causes different subregional effects on the Amazon

- 807 bioclimatic equilibrium. **Geophysical Research Letters**, v. 40, n. 14, p. 3618–3623, 2013.
- 808 RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: **Fitofisionomias do**
809 **bioma Cerrado**. [s.l.: s.n.]. p. 89–166.
- 810 ROCHA, E. C.; SILVA, E. Composição da mastofauna de médio e grande porte na reserva indígena
811 “Parabubure”, Mato Grosso, Brasil. **Revista Arvore**, v. 33, n. 3, p. 451–459, 2009.
- 812 SANO, E. E. et al. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental**
813 **Monitoring and Assessment**, v. 166, n. 1–4, p. 113–124, 2010.
- 814 SCHMIDT, I. B. et al. Experiências internacionais de manejo integrado do fogo em áreas protegidas
815 – recomendações para implementação de manejo integrado de fogo no Cerrado. **Biodiversidade**
816 **Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 41–54, 2016.
- 817 SCHMIDT, I. B.; ELOY, L. Fire regime in the Brazilian Savanna: recent changes, policy and
818 management. **Flora**, v. 268, p. 151613, 2020.
- 819 SILVA, C. J. DA et al. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-
820 Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Journal of Chemical and Engineering Data**, v. 37, n. 4, p.
821 543–548, 2007.
- 822 SILVA, P. S. et al. Drivers of Burned Area Patterns in Cerrado: The Case of Matopiba Region.
823 **2020 IEEE Latin American GRSS and ISPRS Remote Sensing Conference, LAGIRS 2020 -**
824 **Proceedings**, n. Idl, p. 542–547, 2020.
- 825 SONG, X.-P. et al. Global land change from 1982 to 2016. **Nature**, 2018.
- 826 SVANCARA, L. K. et al. Policy-driven versus Evidence-based Conservation: A Review of Political
827 Targets and Biological Needs. **BioScience**, v. 55, n. 11, p. 989, 2005.
- 828 SWAN, M. et al. Species distribution models for conservation planning in fire - prone landscapes.
829 **Biodiversity and Conservation**, n. 0123456789, 2021.
- 830 VELAZCO, S. J. E. et al. A dark scenario for Cerrado plant species: Effects of future climate, land
831 use and protected areas ineffectiveness. **Diversity and Distributions**, v. 25, n. 4, p. 660–673, 2019.
- 832 WENGER, S. J.; OLDEN, J. D. Assessing transferability of ecological models: An
833 underappreciated aspect of statistical validation. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 3, n. 2, p.
834 260–267, 2012.
- 835 WHITE, A. M. et al. Avian community responses to post-fire forest structure: implications for fire
836 management in mixed conifer forests. **Animal Conservation**, v. 19, n. 3, p. 256–264, 2016.
- 837 WHITE, B. L. A. SATELLITE DETECTION OF WILDLAND FIRES IN SOUTH AMERICA.
838 **Floresta**, v. 49, n. 4, p. 851–858, 2019.
- 839 WHITTAKER, R. J. et al. Conservation biogeography: Assessment and prospect. **Diversity and**
840 **Distributions**, v. 11, n. 1, p. 3–23, 2005.
- 841 WILSON, A. M. et al. A Hierarchical Bayesian model of wildfire in a Mediterranean biodiversity
842 hotspot: Implications of weather variability and global circulation. **Ecological Modelling**, v. 221,
843 n. 1, p. 106–112, 2010.
- 844 WOINARSKI, J. C. Z.; LEGGE, S. The impacts of fire on birds in Australia’s tropical savannas.

845 **Emu**, v. 113, n. 4, p. 319–352, 2013.

846

847 **6. MEMORIAL**

848

849 Ao longo do mestrado tentamos nos organizar para conseguirmos realizar diversas tarefas
850 que possam contribuir com nossa formação. Tendo como exemplo minha graduação, onde tive
851 diversas oportunidades. Mas infelizmente no início do ano de 2020 fomos surpreendidos com um
852 isolamento social o qual não estávamos acostumados e preparados. Foi frustrante! Porém
853 necessário. Quantas vidas foram perdidas e quantas mais continuam a se perder. Não é fácil, e o que
854 nos resta é sermos conscientes e manter aquela faísca de esperança acesa.

855 Influenciada pela minha coorientadora Caroline Nóbrega, participei de um treinamento de
856 novos brigadistas para o Parque Estadual Serra de Caldas Novas (PESCAN) em Goiás, em janeiro
857 de 2020. Minha participação se deu exclusivamente de forma participativa e colaborativa a fim de
858 vivenciar na prática técnicas de manejo de fogo, porém, com a mesma intensidade e determinação
859 de quem estava concorrendo a vaga. Foram quatro dias intensos de aula, muito aprendizado de
860 trabalho em grupo e risadas. O treinamento foi dado por integrantes da Brigada Aliança do MT, os
861 quais tive imenso prazer em conhecer e ter trocas tão reais, o que aumentou ainda mais minha
862 admiração pelo trabalho exercido. O que auxiliou tanto no meu crescimento pessoal como de
863 pesquisadora.

864 No final de 2020, tive uma experiência profissional. Tive a oportunidade de exercer minha
865 profissão pela primeira vez, como auxiliar de campo no monitoramento de fauna (ornitofauna,
866 mastofauna, ictiofauna, herpetofauna e entomofauna), ao lado de queridos colegas de graduação
867 que muito fizeram parte da minha história no IFGoiano de Urutaí. Essa experiência com certeza
868 agregou muito em minha vida acadêmica, profissional e principalmente pessoal! Como é bom se
869 sentir realizada fazendo aquilo que se ama. Claro, tudo na vida tem seu lado bom e seu lado ruim,
870 mas deixa o lado bom prevalecer e fazer tudo valer a pena.

871



872

873

Figura 2: Treinamento de brigadistas, no Parque Estadual Serra de Caldas (PESCAN).

874



875

876

877

Figura 3: Teste de aptidão física (TAF), treinamento de brigadistas, no Parque Estadual Serra de Caldas (PESCAN).



878

879

Figura 4: Monitoramento de mastofauna – Chapadão do Céu/GO.

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890



891

Figura 5: Coleta de insetos da armadilha.

892

893

7. MATERIAL SUPLEMENTAR

894

Tabela – Valores de AUC, TSS e Jaccard dos algoritmos usados para os modelos.

Espécie	Algoritmo	AUC	TSS	Jaccard
<i>Aburria_jacutinga</i>	MXS	0.981279	0.927171	0.928114
<i>Aburria_jacutinga</i>	SVM	0.967917	0.868347	0.882445
<i>Aburria_jacutinga</i>	RDF	0.970416	0.907563	0.912458
<i>Aburria_jacutinga</i>	GLM	0.960926	0.883754	0.893142
<i>Aburria_jacutinga</i>	GAU	0.97082	0.887955	0.897243
<i>Aburria_jacutinga</i>	SUP	0.979643	0.917367	0.920669
<i>Alectrurus_tricolor</i>	MXS	0.970699	0.858696	0.87963
<i>Alectrurus_tricolor</i>	SVM	0.949108	0.798137	0.830357
<i>Alectrurus_tricolor</i>	RDF	0.923215	0.765528	0.8125
<i>Alectrurus_tricolor</i>	GLM	0.924319	0.648551	0.686782
<i>Alectrurus_tricolor</i>	GAU	0.961957	0.880435	0.894231
<i>Alectrurus_tricolor</i>	SUP	0.965124	0.845756	0.864065
<i>Amadonastur_lacernulatus</i>	MXS	0.991439	0.934851	0.938416
<i>Amadonastur_lacernulatus</i>	SVM	0.988148	0.882985	0.889731
<i>Amadonastur_lacernulatus</i>	RDF	0.992242	0.922201	0.925134
<i>Amadonastur_lacernulatus</i>	GLM	0.930012	0.833966	0.856185
<i>Amadonastur_lacernulatus</i>	GAU	0.988815	0.915876	0.921946
<i>Amadonastur_lacernulatus</i>	SUP	0.993995	0.948134	0.949519
<i>Amazona_vinacea</i>	MXS	0.992563	0.942419	0.943561
<i>Amazona_vinacea</i>	SVM	0.986819	0.91394	0.91798
<i>Amazona_vinacea</i>	RDF	0.996015	0.985605	0.985605
<i>Amazona_vinacea</i>	GLM	0.964533	0.865576	0.865789
<i>Amazona_vinacea</i>	GAU	0.992733	0.949772	0.951476
<i>Amazona_vinacea</i>	SUP	0.995402	0.97121	0.971618
<i>Aratinga_solstitialis</i>	MXS	0.971651	0.899038	0.905462
<i>Aratinga_solstitialis</i>	SVM	0.965734	0.829327	0.854386
<i>Aratinga_solstitialis</i>	RDF	0.980469	0.9375	0.9375
<i>Aratinga_solstitialis</i>	GLM	0.864899	0.752404	0.786765
<i>Aratinga_solstitialis</i>	GAU	0.985265	0.860577	0.877778
<i>Aratinga_solstitialis</i>	SUP	0.993135	0.930288	0.933036
<i>Capito_dayi</i>	MXS	0.980867	0.928571	0.933333
<i>Capito_dayi</i>	SVM	0.955273	0.800926	0.828571
<i>Capito_dayi</i>	RDF	0.957283	0.855159	0.861111
<i>Capito_dayi</i>	GLM	0.851885	0.444444	0.694444
<i>Capito_dayi</i>	GAU	0.947223	0.801587	0.827064
<i>Capito_dayi</i>	SUP	0.969833	0.892196	0.898148

895

Espécie	Algoritmo	AUC	TSS	Jaccard
<i>Carpornis_melanocephala</i>	MXS	0.979222	0.863032	0.875661
<i>Carpornis_melanocephala</i>	SVM	0.954651	0.831117	0.839024
<i>Carpornis_melanocephala</i>	RDF	0.98172	0.92367	0.930896
<i>Carpornis_melanocephala</i>	GLM	0.871231	0.720479	0.748499
<i>Carpornis_melanocephala</i>	GAU	0.955769	0.864894	0.867886
<i>Carpornis_melanocephala</i>	SUP	0.973659	0.879255	0.887374
<i>Celeus_obrieni</i>	GAU	0.9875	0.95	0.95
<i>Celeus_obrieni</i>	GLM	0.6375	0.5	0.694286
<i>Celeus_obrieni</i>	MXS	1	1	1
<i>Celeus_obrieni</i>	RDF	0.9625	0.9	0.91
<i>Celeus_obrieni</i>	SUP	1	1	1
<i>Celeus_obrieni</i>	SVM	0.975	0.95	0.95
<i>Cercomacra_ferdinandi</i>	MXS	0.885705	0.681373	0.749164
<i>Cercomacra_ferdinandi</i>	SVM	0.786945	0.563725	0.71618
<i>Cercomacra_ferdinandi</i>	RDF	0.780145	0.534314	0.70641
<i>Cercomacra_ferdinandi</i>	GLM	0.685626	0.291667	0.59375
<i>Cercomacra_ferdinandi</i>	GAU	0.792267	0.534314	0.698939
<i>Cercomacra_ferdinandi</i>	SUP	0.814735	0.504902	0.689744
<i>Columbina_cyanopis</i>	GAU	0.8	0.6	0.766667
<i>Columbina_cyanopis</i>	MXS	0.8	0.7	0.833333
<i>Columbina_cyanopis</i>	RDF	0.65	0.3	0.633333
<i>Columbina_cyanopis</i>	SUP	0.9	0.8	0.866667
<i>Columbina_cyanopis</i>	SVM	0.4	0.3	0.633333
<i>Conothraupis_mesoleuca</i>	GAU	1	1	1
<i>Conothraupis_mesoleuca</i>	MXS	1	1	1
<i>Conothraupis_mesoleuca</i>	RDF	1	1	1
<i>Conothraupis_mesoleuca</i>	SUP	1	1	1
<i>Conothraupis_mesoleuca</i>	SVM	1	1	1
<i>Coryphaspiza_melanotis</i>	MXS	0.946832	0.795673	0.828125
<i>Coryphaspiza_melanotis</i>	SVM	0.94236	0.759615	0.791892
<i>Coryphaspiza_melanotis</i>	RDF	0.895311	0.747596	0.785588
<i>Coryphaspiza_melanotis</i>	GLM	0.846727	0.697115	0.737838
<i>Coryphaspiza_melanotis</i>	GAU	0.925255	0.759615	0.78894
<i>Coryphaspiza_melanotis</i>	SUP	0.956757	0.80649	0.8171
<i>Cotinga_maculata</i>	MXS	0.930975	0.701299	0.78125
<i>Cotinga_maculata</i>	SVM	0.968523	0.873377	0.875758
<i>Cotinga_maculata</i>	RDF	0.941179	0.827922	0.839286
<i>Cotinga_maculata</i>	GLM	0.767604	0.363636	0.642857
<i>Cotinga_maculata</i>	GAU	0.960259	0.873377	0.875758
<i>Cotinga_maculata</i>	SUP	0.958678	0.909091	0.909091

Espécie	Algoritmo	AUC	TSS	Jaccard
<i>Crax_fasciolata_pinima</i>	GLM	0.632228	0	0.5
<i>Crax_fasciolata_pinima</i>	GAU	0.897109	0.696429	0.752941
<i>Crax_fasciolata_pinima</i>	SUP	0.930485	0.767857	0.80625
<i>Crypturellus_noctivagus_noctivagus</i>	MXS	0.97449	0.892857	0.911765
<i>Crypturellus_noctivagus_noctivagus</i>	SVM	0.915816	0.75	0.800654
<i>Crypturellus_noctivagus_noctivagus</i>	RDF	0.933673	0.821429	0.868421
<i>Crypturellus_noctivagus_noctivagus</i>	GAU	0.946429	0.821429	0.84375
<i>Crypturellus_noctivagus_noctivagus</i>	SUP	0.959184	0.857143	0.882353
<i>Crypturellus_noctivagus_zabele</i>	GAU	0.864	0.72	0.785714
<i>Crypturellus_noctivagus_zabele</i>	GLM	0.74	0.44	0.642857
<i>Crypturellus_noctivagus_zabele</i>	MXS	0.984	0.92	0.933333
<i>Crypturellus_noctivagus_zabele</i>	RDF	0.872	0.68	0.761905
<i>Crypturellus_noctivagus_zabele</i>	SUP	0.96	0.88	0.9
<i>Crypturellus_noctivagus_zabele</i>	SVM	0.896	0.8	0.833333
<i>Curaeus_forbesi</i>	MXS	0.970027	0.832237	0.849206
<i>Curaeus_forbesi</i>	SVM	0.925316	0.832237	0.842262
<i>Curaeus_forbesi</i>	RDF	0.938863	0.779605	0.819444
<i>Curaeus_forbesi</i>	GLM	0.833763	0.674342	0.758929
<i>Curaeus_forbesi</i>	GAU	0.951632	0.832237	0.842262
<i>Curaeus_forbesi</i>	SUP	0.941936	0.832237	0.846591
<i>Cyanopsitta_spixii</i>	GAU	0.933333	0.8	0.85
<i>Cyanopsitta_spixii</i>	MXS	1	0.933333	0.933333
<i>Cyanopsitta_spixii</i>	RDF	0.977778	0.933333	0.95
<i>Cyanopsitta_spixii</i>	SUP	1	1	1
<i>Cyanopsitta_spixii</i>	SVM	0.766667	0.533333	0.666667
<i>Geositta_poecilopectera</i>	MXS	0.99875	0.975	0.97619
<i>Geositta_poecilopectera</i>	SVM	0.994024	0.931522	0.934524
<i>Geositta_poecilopectera</i>	RDF	0.985884	0.931522	0.934524
<i>Geositta_poecilopectera</i>	GLM	0.913166	0.794565	0.819398
<i>Geositta_poecilopectera</i>	GAU	0.987103	0.953261	0.953261
<i>Geositta_poecilopectera</i>	SUP	0.993384	0.978261	0.978261
<i>Harpia_harpyja</i>	MXS	0.968649	0.843272	0.854119
<i>Harpia_harpyja</i>	SVM	0.990505	0.903192	0.908134
<i>Harpia_harpyja</i>	RDF	0.994734	0.963582	0.963752
<i>Harpia_harpyja</i>	GLM	0.966007	0.896969	0.898152
<i>Harpia_harpyja</i>	GAU	0.990055	0.903192	0.907792
<i>Harpia_harpyja</i>	SUP	0.995529	0.953465	0.953772
<i>Herpsilochmus_pileatus</i>	MXS	0.678451	0.449495	0.625
<i>Herpsilochmus_pileatus</i>	SVM	0.898423	0.779461	0.807292
<i>Herpsilochmus_pileatus</i>	RDF	0.821951	0.632997	0.694444

Espécie	Algoritmo	AUC	TSS	Jaccard
<i>Herpsilochmus_pileatus</i>	GLM	0.746573	0.494949	0.58042
<i>Herpsilochmus_pileatus</i>	GAU	0.849454	0.661616	0.739583
<i>Herpsilochmus_pileatus</i>	SUP	0.874265	0.715488	0.753788
<i>Hypocnemis_ochrogyna</i>	MXS	0.935547	0.78125	0.803922
<i>Hypocnemis_ochrogyna</i>	SVM	0.929905	0.708333	0.78268
<i>Hypocnemis_ochrogyna</i>	RDF	0.970269	0.864583	0.877996
<i>Hypocnemis_ochrogyna</i>	GLM	0.890842	0.697917	0.747731
<i>Hypocnemis_ochrogyna</i>	GAU	0.958116	0.84375	0.86714
<i>Hypocnemis_ochrogyna</i>	SUP	0.963108	0.885417	0.893665
<i>Lepidocolaptes_wagleri</i>	GAU	1	1	1
<i>Lepidocolaptes_wagleri</i>	GLM	0.69375	0.3	0.573333
<i>Lepidocolaptes_wagleri</i>	MXS	1	1	1
<i>Lepidocolaptes_wagleri</i>	RDF	1	1	1
<i>Lepidocolaptes_wagleri</i>	SUP	1	1	1
<i>Lepidocolaptes_wagleri</i>	SVM	0.9875	0.95	0.96
<i>Lophornis_gouldii</i>	GAU	0.7	0.566667	0.704762
<i>Lophornis_gouldii</i>	GLM	0.697222	0.366667	0.629762
<i>Lophornis_gouldii</i>	MXS	0.811111	0.666667	0.766667
<i>Lophornis_gouldii</i>	RDF	0.766667	0.6	0.733333
<i>Lophornis_gouldii</i>	SUP	0.855556	0.7	0.788095
<i>Lophornis_gouldii</i>	SVM	0.805556	0.633333	0.738095
<i>Mergus_octosetaceus</i>	MXS	0.73199	0.388889	0.65
<i>Mergus_octosetaceus</i>	SVM	0.386084	0.1	0.527778
<i>Mergus_octosetaceus</i>	RDF	0.550558	0.315556	0.577206
<i>Mergus_octosetaceus</i>	GLM	0.698262	0	0.5
<i>Mergus_octosetaceus</i>	GAU	0.470232	0.382222	0.619048
<i>Mergus_octosetaceus</i>	SUP	0.571595	0.351111	0.590074
<i>Momotus_momota_marcgraviana</i>	GAU	0.888889	0.8	0.85
<i>Momotus_momota_marcgraviana</i>	MXS	0.955556	0.933333	0.95
<i>Momotus_momota_marcgraviana</i>	RDF	0.944444	0.8	0.85
<i>Momotus_momota_marcgraviana</i>	SUP	0.955556	0.933333	0.95
<i>Momotus_momota_marcgraviana</i>	SVM	0.933333	0.866667	0.9
<i>Morphnus_guianensis</i>	MXS	0.964456	0.823275	0.843713
<i>Morphnus_guianensis</i>	SVM	0.981424	0.897253	0.906385
<i>Morphnus_guianensis</i>	RDF	0.987221	0.927104	0.929519
<i>Morphnus_guianensis</i>	GLM	0.980412	0.926238	0.926652
<i>Morphnus_guianensis</i>	GAU	0.987379	0.904283	0.911607
<i>Morphnus_guianensis</i>	SUP	0.996674	0.955873	0.957143
<i>Myrmotherula_minor</i>	MXS	0.985933	0.934606	0.936027
<i>Myrmotherula_minor</i>	SVM	0.990119	0.931713	0.934267

Espécie	Algoritmo	AUC	TSS	Jaccard
<i>Myrmotherula_minor</i>	RDF	0.989793	0.934606	0.935268
<i>Myrmotherula_minor</i>	GLM	0.925348	0.847801	0.861905
<i>Myrmotherula_minor</i>	GAU	0.985236	0.931713	0.934267
<i>Myrmotherula_minor</i>	SUP	0.991792	0.965856	0.966518
<i>Neopelma_aurifrons</i>	MXS	0.98375	0.875	0.886364
<i>Neopelma_aurifrons</i>	SVM	0.943056	0.833333	0.847902
<i>Neopelma_aurifrons</i>	RDF	0.971528	0.854167	0.875
<i>Neopelma_aurifrons</i>	GLM	0.895295	0.704167	0.736453
<i>Neopelma_aurifrons</i>	GAU	0.959514	0.854167	0.860119
<i>Neopelma_aurifrons</i>	SUP	0.97	0.875	0.886364
<i>Nothura_minor</i>	MXS	0.985381	0.921212	0.927083
<i>Nothura_minor</i>	SVM	0.865583	0.706061	0.745192
<i>Nothura_minor</i>	RDF	0.898329	0.763636	0.790865
<i>Nothura_minor</i>	GLM	0.670478	0.272727	0.583333
<i>Nothura_minor</i>	GAU	0.842388	0.718182	0.745098
<i>Nothura_minor</i>	SUP	0.962498	0.875758	0.889744
<i>Ortalis_remota</i>	GAU	0.75	0.55	0.690952
<i>Ortalis_remota</i>	GLM	0.725	0.4	0.64
<i>Ortalis_remota</i>	MXS	0.875	0.65	0.746667
<i>Ortalis_remota</i>	RDF	0.8	0.6	0.71
<i>Ortalis_remota</i>	SUP	0.8875	0.75	0.803333
<i>Ortalis_remota</i>	SVM	0.8375	0.6	0.72
<i>Penelope_jacucaca</i>	SVM	0.947938	0.810968	0.817308
<i>Penelope_jacucaca</i>	RDF	0.992677	0.947742	0.948511
<i>Penelope_jacucaca</i>	GLM	0.938827	0.855484	0.86532
<i>Penelope_jacucaca</i>	GAU	0.981835	0.895484	0.901176
<i>Penelope_jacucaca</i>	SUP	0.992917	0.947742	0.94875
<i>Penelope_ochrogaster</i>	MXS	0.961019	0.798408	0.816667
<i>Penelope_ochrogaster</i>	SVM	0.968893	0.854111	0.861905
<i>Penelope_ochrogaster</i>	RDF	0.974042	0.909814	0.914286
<i>Penelope_ochrogaster</i>	GLM	0.903359	0.685013	0.709821
<i>Penelope_ochrogaster</i>	GAU	0.922267	0.719496	0.786835
<i>Penelope_ochrogaster</i>	SUP	0.9837	0.890584	0.899889
<i>Phylloscartes_roquettei</i>	GAU	1	1	1
<i>Phylloscartes_roquettei</i>	GLM	0.868	0.68	0.733333
<i>Phylloscartes_roquettei</i>	MXS	1	1	1
<i>Phylloscartes_roquettei</i>	RDF	1	1	1
<i>Phylloscartes_roquettei</i>	SUP	1	1	1
<i>Phylloscartes_roquettei</i>	SVM	1	1	1

Espécie	Algoritmo	AUC	TSS	Jaccard
<i>Pyrrhura_lepida_lepida</i>	GAU	1	1	1
<i>Pyrrhura_lepida_lepida</i>	MXS	1	1	1
<i>Pyrrhura_lepida_lepida</i>	RDF	0.95	0.9	0.933333
<i>Pyrrhura_lepida_lepida</i>	SUP	1	1	1
<i>Pyrrhura_lepida_lepida</i>	SVM	1	1	1
<i>Pyrrhura_pfrimeri</i>	GAU	1	1	1
<i>Pyrrhura_pfrimeri</i>	GLM	0.655556	0.533333	0.683333
<i>Pyrrhura_pfrimeri</i>	MXS	1	1	1
<i>Pyrrhura_pfrimeri</i>	RDF	0.955556	0.866667	0.9
<i>Pyrrhura_pfrimeri</i>	SUP	1	1	1
<i>Pyrrhura_pfrimeri</i>	SVM	1	1	1
<i>Scytalopus_novacapitalis</i>	MXS	0.994898	0.964286	0.966667
<i>Scytalopus_novacapitalis</i>	SVM	1	1	1
<i>Scytalopus_novacapitalis</i>	RDF	0.987085	0.901786	0.911111
<i>Scytalopus_novacapitalis</i>	GLM	0.791693	0.464286	0.611111
<i>Scytalopus_novacapitalis</i>	GAU	0.97449	0.928571	0.928571
<i>Scytalopus_novacapitalis</i>	SUP	1	1	1
<i>Sporagra_yarrellii</i>	MXS	0.966284	0.830065	0.844444
<i>Sporagra_yarrellii</i>	SVM	0.96708	0.885621	0.891176
<i>Sporagra_yarrellii</i>	RDF	0.976339	0.883987	0.898684
<i>Sporagra_yarrellii</i>	GLM	0.869369	0.686275	0.718254
<i>Sporagra_yarrellii</i>	GAU	0.980173	0.913399	0.918129
<i>Sporagra_yarrellii</i>	SUP	0.983633	0.913399	0.918129
<i>Sporophila_beltoni</i>	GAU	0.75	0.5	0.733333
<i>Sporophila_beltoni</i>	MXS	1	0.7	0.833333
<i>Sporophila_beltoni</i>	RDF	0.65	0.3	0.633333
<i>Sporophila_beltoni</i>	SUP	1	0.9	0.933333
<i>Sporophila_beltoni</i>	SVM	0.5	0.2	0.6
<i>Sporophila_falcirostris</i>	MXS	0.992925	0.935714	0.939236
<i>Sporophila_falcirostris</i>	SVM	0.988662	0.921429	0.922973
<i>Sporophila_falcirostris</i>	RDF	0.993923	0.938095	0.941723
<i>Sporophila_falcirostris</i>	GLM	0.993061	0.897619	0.90279
<i>Sporophila_falcirostris</i>	GAU	0.991769	0.92381	0.927193
<i>Sporophila_falcirostris</i>	SUP	0.996701	0.954762	0.956093
<i>Sporophila_frontalis</i>	MXS	0.996547	0.962687	0.965278
<i>Sporophila_frontalis</i>	SVM	0.99323	0.966207	0.967325
<i>Sporophila_frontalis</i>	RDF	0.986348	0.926922	0.930556
<i>Sporophila_frontalis</i>	GLM	0.962191	0.894678	0.897354
<i>Sporophila_frontalis</i>	GAU	0.992116	0.921431	0.927078
<i>Sporophila_frontalis</i>	SUP	0.994743	0.975641	0.976073

Espécie	Algoritmo	AUC	TSS	Jaccard
<i>Sporophila_hypoxantha</i>	MXS	0.984956	0.88438	0.893175
<i>Sporophila_hypoxantha</i>	SVM	0.988127	0.9421	0.945008
<i>Sporophila_hypoxantha</i>	RDF	0.964633	0.856782	0.864953
<i>Sporophila_hypoxantha</i>	GLM	0.863982	0.717172	0.721856
<i>Sporophila_hypoxantha</i>	GAU	0.980668	0.883478	0.894246
<i>Sporophila_hypoxantha</i>	SUP	0.992208	0.933983	0.937338
<i>Sporophila_maximiliani</i>	GAU	0.8375	0.75	0.813333
<i>Sporophila_maximiliani</i>	GLM	0.6375	0.25	0.57
<i>Sporophila_maximiliani</i>	MXS	0.775	0.65	0.733333
<i>Sporophila_maximiliani</i>	RDF	0.7625	0.6	0.72
<i>Sporophila_maximiliani</i>	SUP	0.85	0.75	0.8
<i>Sporophila_maximiliani</i>	SVM	0.8125	0.7	0.766667
<i>Sporophila_melanogaster</i>	MXS	0.992406	0.926378	0.930634
<i>Sporophila_melanogaster</i>	SVM	0.987805	0.95122	0.952381
<i>Sporophila_melanogaster</i>	RDF	0.985723	0.963415	0.965116
<i>Sporophila_melanogaster</i>	GLM	0.928818	0.705059	0.722978
<i>Sporophila_melanogaster</i>	GAU	0.990184	0.963415	0.964286
<i>Sporophila_melanogaster</i>	SUP	0.991969	0.963415	0.964286
<i>Sporophila_nigrorufa</i>	GAU	1	1	1
<i>Sporophila_nigrorufa</i>	MXS	1	1	1
<i>Sporophila_nigrorufa</i>	RDF	1	1	1
<i>Sporophila_nigrorufa</i>	SUP	1	1	1
<i>Sporophila_nigrorufa</i>	SVM	1	1	1
<i>Sporophila_palustris</i>	MXS	0.991729	0.935888	0.938183
<i>Sporophila_palustris</i>	SVM	0.983194	0.915254	0.923077
<i>Sporophila_palustris</i>	RDF	0.977906	0.918939	0.924479
<i>Sporophila_palustris</i>	GLM	0.937792	0.793294	0.800334
<i>Sporophila_palustris</i>	GAU	0.981017	0.918939	0.922715
<i>Sporophila_palustris</i>	SUP	0.985924	0.949153	0.95
<i>Sporophila_ruficollis</i>	MXS	0.988765	0.925044	0.927083
<i>Sporophila_ruficollis</i>	SVM	0.98406	0.902998	0.908329
<i>Sporophila_ruficollis</i>	RDF	0.977561	0.88448	0.894106
<i>Sporophila_ruficollis</i>	GLM	0.96097	0.848325	0.858679
<i>Sporophila_ruficollis</i>	GAU	0.976621	0.888889	0.897551
<i>Strix_huhula_albomarginata</i>	MXS	0.804298	0.672727	0.738095
<i>Strix_huhula_albomarginata</i>	SVM	0.764298	0.663636	0.75
<i>Strix_huhula_albomarginata</i>	RDF	0.777769	0.577273	0.708145
<i>Strix_huhula_albomarginata</i>	GLM	0.586095	0	0.5
<i>Strix_huhula_albomarginata</i>	GAU	0.780826	0.618182	0.72381
<i>Strix_huhula_albomarginata</i>	SUP	0.809091	0.572727	0.700893

Espécie	Algoritmo	AUC	TSS	Jaccard
<i>Tangara fastuosa</i>	MXS	0.981143	0.873276	0.880184
<i>Tangara fastuosa</i>	SVM	0.973643	0.831034	0.854167
<i>Tangara fastuosa</i>	RDF	0.972332	0.806034	0.8375
<i>Tangara fastuosa</i>	GLM	0.890478	0.812069	0.834734
<i>Tangara fastuosa</i>	GAU	0.972332	0.831034	0.850543
<i>Tangara fastuosa</i>	SUP	0.973704	0.831034	0.854167
<i>Tangara peruviana</i>	MXS	0.996528	0.958333	0.961538
<i>Tangara peruviana</i>	SVM	0.99566	0.958333	0.961538
<i>Tangara peruviana</i>	RDF	0.982639	0.895833	0.913793
<i>Tangara peruviana</i>	GLM	0.837986	0.5625	0.664141
<i>Tangara peruviana</i>	GAU	0.993056	0.9375	0.942308
<i>Tangara peruviana</i>	SUP	0.992188	0.9375	0.94
<i>Taoniscus nanus</i>	MXS	0.972222	0.875	0.878205
<i>Taoniscus nanus</i>	SVM	0.9375	0.916667	0.919872
<i>Taoniscus nanus</i>	RDF	0.96875	0.875	0.892857
<i>Taoniscus nanus</i>	GLM	0.548611	0	0.5
<i>Taoniscus nanus</i>	GAU	0.975694	0.875	0.884615
<i>Taoniscus nanus</i>	SUP	0.96875	0.875	0.884615
<i>Tigrisoma fasciatum</i>	MXS	0.977905	0.882505	0.888291
<i>Tigrisoma fasciatum</i>	SVM	0.986028	0.909291	0.915973
<i>Tigrisoma fasciatum</i>	RDF	0.976471	0.894928	0.902028
<i>Tigrisoma fasciatum</i>	GLM	0.946262	0.866589	0.874405
<i>Tigrisoma fasciatum</i>	GAU	0.97705	0.866848	0.880677
<i>Tigrisoma fasciatum</i>	SUP	0.983666	0.909032	0.914571
<i>Tinamus tao</i>	MXS	0.971133	0.864486	0.872807
<i>Tinamus tao</i>	SVM	0.992357	0.943925	0.946187
<i>Tinamus tao</i>	RDF	0.996987	0.976636	0.976852
<i>Tinamus tao</i>	GLM	0.98192	0.943925	0.943925
<i>Tinamus tao</i>	GAU	0.993449	0.943925	0.946394
<i>Tinamus tao</i>	SUP	0.997947	0.976636	0.976807
<i>Touit surdus</i>	MXS	0.982143	0.910714	0.919355
<i>Touit surdus</i>	SVM	0.96895	0.858083	0.860714
<i>Touit surdus</i>	RDF	0.96051	0.858083	0.871736
<i>Touit surdus</i>	GLM	0.965667	0.841165	0.85119
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	GAU	0.872	0.8	0.833333
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	GLM	0.836	0.68	0.771111
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	MXS	0.872	0.8	0.833333
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	RDF	0.876	0.76	0.809524
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	SUP	0.88	0.8	0.833333
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	SVM	0.936	0.8	0.833333