



Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul

Efeito do Fogo Sobre a Diversidade Funcional de Aves

do Ecótono Cerrado-Pantanal

Allan Corral Anjos



Campo Grande

maio 2022

**Efeito do Fogo Sobre a Diversidade Funcional de Aves do
Ecótono Cerrado - Pantanal**

Allan Corral Anjos

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de **Mestre em Ecologia**, pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Danilo Bandini Ribeiro

Co-orientador: Rudi Ricardo Laps

Banca avaliadora

Dr. Franco Leandro de Souza
[Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]

Dr. Flávio Kulaif Ubaid
[Universidade Estadual do Maranhão]

Dr. Tulio Dornas de Oliveira
[Universidade Federal do Tocantins]

*Dedico esse trabalho a Mãe
Natureza, que me inspira nessa
empreitada, reforçando em minha
essência... a vontade de cuidar!*

Agradecimentos

Meus mais sinceros agradecimentos a minha família, tanto dessa existência quanto além dela, no qual considero meu maior tesouro, que a todo o momento, sem exceção, me apoiaram e incentivaram nessa jornada de estudos e sonhos. Agradeço aos meus guias e mentores por todo incentivo, pelo otimismo e inspirações.

Agradeço aos meus amigos de pós-graduação e companheiros de viagem, presentes que ganhei durante a trajetória como mestrando, aos companheiros de turma, ao grupo de Ecologia do Pantanal, que me fizeram crescer pessoalmente, todos servindo de exemplo para minha jornada, mesmo que não saibam, cada um somou em minha vida, o que sou hoje é o reflexo de todos vocês. Não convém eu citar nomes, pelos inúmeros amigos que fiz, mas carrego na memória o melhor de cada um.

Agradeço aos professores, organizadores e alunos do Projeto Noleedi, assim como as lideranças da Reserva Indígena Kadiwéu, pelo qual me possibilitaram a experiência de vivenciar costumes, cultura e conhecimentos diferentes, através das linguagens, artes e ensinamentos. Grato pela possibilidade de participar do Projeto Noleedi, um grupo multidisciplinar que atua fortemente pela conservação das áreas naturais do Pantanal e Cerrado, em um momento de incêndios cada vez mais frequentes, ajudando assim de certa forma a compreender essas dinâmicas e somar cientificamente e socialmente.

Gratidão ao professor Dr. Rudi Ricardo Laps, por todas as orientações, pelos acolhimentos e auxílios, assim como pelas pacientes e divertidas reuniões. Agradeço ao professor Dr. Danilo Bandini Ribeiro, orientador e coordenador do Projeto Noleedi, pela sua incrível experiência com trabalhos com Fogo e sua didática. Ao professor Dr. Francisco Valente Neto, pelos preciosos ensinamentos e auxílios no ramo de Diversidade Funcional.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em especial ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Em resumo, agradeço a possibilidade de crescer cada vez mais como biólogo, como

atuante dos estudos de ecologia e conservação, objetivando entender e cuidar da Natureza, pelo qual tanto prezo, e busco através dos infinitos despertares me reencontrar.

A todos, imensamente grato.

Índice

Resumo geral	8
General abstract	9
Introdução geral	10
Capítulo 1	12
Resumo	12
Abstract	14
Introdução	15
Métodos	16
Resultados	23
Discussão	35
Capítulo 2	38
Resumo	38
Abstract	40
Introdução	41
Métodos	42
Resultados	47
Discussão	53
Conclusão geral	55
Literatura citada	56
Apêndice	64

Resumo geral

As queimadas representam uma das questões ambientais mais relevantes em muitos ecossistemas. Na maioria das vezes decorrentes da ação antropogênica, os incêndios florestais comportam-se como um dos principais redutores da diversidade biológica, elevando os números de extinções locais. Em alguns ecossistemas, o fogo atua como um elemento importante na dinâmica ecológica. No caso do Pantanal e Cerrado, ambientes chamados de pirofíticos, o fogo é um processo naturalmente sazonal que molda a dinâmica das comunidades de animais e plantas. O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência do fogo sobre a comunidade de aves. Foi realizado um levantamento qualitativo e quantitativo da avifauna, através da metodologia de pontos de escuta em dez tratamentos, e dois ambientes distintos, assim como em diferentes frequências de queima. Dessa forma, buscou-se entender como a comunidade de aves, e também seus atributos funcionais respondem frente ao regime de fogo. O fogo de fato afetou a comunidade de aves, principalmente quando comparadas em diferentes frequências e intensidades de queimas, apresentando respostas distintas em ambientes florestados e campestres, e por consequência, afetando também os traços funcionais das espécies presentes.

Palavras-chave: Fogo; Avifauna; Conservação.

General abstract

Wildfires caused by human activity are one of the most significant environmental issues in many ecosystems, resulting in a reduction in biological diversity and an increase in local extinctions. However, in some ecosystems, fire plays an important role in ecological dynamics. In some ecosystems, fire acts as an important element in ecological dynamics. In the case of the Pantanal and Cerrado, environments called pyrophytic, fire is a naturally seasonal process that shapes the dynamics of animal and plant communities. This study aimed to analyze the influence of fire on bird communities. A qualitative and quantitative survey of bird species was conducted using the point-count method in ten different treatment phases and two distinct environments, as well as in different frequencies of burning. The objective was to understand how bird communities, composed of their functional attributes, respond to fire regimes. The study found that fire significantly affected the bird community, particularly when compared across different frequencies and intensities of burning, showing distinct responses in forested and grassland environments, and consequently affecting the functional traits of present species.

Keywords: Fire; Avifauna; Conservation.

1. Introdução geral

Os incêndios florestais correspondem a processos de difícil previsão, cuja gravidade e frequência aumentam periodicamente, agravados pelo aumento das temperaturas, irregularidade de chuvas e períodos de estiagem mais prolongados (Price et al. 2022). Não obstante as queimadas sejam há muito tempo um fenômeno natural, sua crescente frequência somada as mudanças climáticas citadas, trazem consequências graves, que em âmbito global, não podem ser consideradas normais (McLauchlan et al. 2020).

Na escala ecossistêmica, as paisagens queimadas em diversas intensidades e em frequências cada vez maiores formam manchas intercaladas de vegetação madura/velha, ou seja, comportam-se como distúrbios acumulativos e interativos que agem como mecanismos capazes de mudar a dinâmica dos ambientes de forma gradativa à medida que os incêndios desregrados continuem (Lovejoy & Hannah, 2019, Jolly et al. 2022). O fogo nos biomas Cerrado e Pantanal produz impactos nas comunidades ecológicas presentes, modificando a dinâmica do meio biótico (Arruda et al. 2016, Rivaben et al. 2021, Libonati et al. 2022). A ação do fogo sobre as planícies inundáveis do Pantanal pode se comportar como um filtro ambiental, isto é, um regime de perturbação capaz de gerar respostas distintas entre os seres vivos, levando a modificação das comunidades, cujas espécies são perdidas em extinções locais, ou tornam-se raras, alterando as relações ecológicas presentes (Tizianel, 2008, Lindenmayer et al. 2014, Robinson, 2017).

Como ameaça aos habitats sensíveis ao fogo, os incêndios florestais comportam-se como um dos principais redutores da diversidade biológica, pois de forma indireta, porém abrupta, eleva o número de extinções locais, isolando as populações em remanescentes florestais (Kolbert, 2015, Sato et al. 2018).

Por outro lado, a restrição do fogo gera uma transformação das fitofisionomias, diminuindo a presença de ambientes mais abertos e, por consequência, o estabelecimento das espécies de animais associadas a esse habitat (Sendoda, 2009; Buisson et al. 2018). Porém,

os padrões espaço-temporais do fogo e a resposta das espécies às suas consequências são pouco conhecidas, de modo que se torna indispensável compreender os efeitos da periodicidade do fogo, ou seja, sua frequência de queima sobre a paisagem, permitindo assim levantar previsões mais precisas das respostas da biota (Libonati et al. 2020).

Deste modo, esse trabalho foi dividido em dois capítulos com os seguintes objetivos:

- 1) verificar a influência da frequência e períodos de queima sobre a comunidade de aves; 2) avaliar a influência do efeito do fogo sobre as características de diversidade funcionais da comunidade de aves.

Capítulo 1

Efeitos do Fogo na Comunidade de Aves do Ecótono Cerrado-Pantanal de Mato Grosso do Sul

Resumo

No atual panorama de queimadas em áreas florestais, cuja frequência e gravidade de queima aumentam periodicamente, os efeitos do fogo se diferenciam de acordo com os tipos de ambiente, agindo na remodelação das estruturas ecossistêmicas, como a disponibilidade de recursos e habitats, modificações da composição biótica entre diversos outros aspectos naturais interligados que são indiretamente afetados. O grupo das aves como exemplo, possui representantes com respostas específicas às alterações de habitat, seguindo padrões que são úteis na compreensão dessa relação fogo-ambiente. O objetivo desse trabalho foi responder como a comunidade se comporta frente a diferentes eventos de queima da reserva indígena Kadiwéu, localizado em área de transição de Cerrado e Pantanal. Foi realizado o levantamento da riqueza e abundância de aves em diferentes ambientes e tipos de queima. Foi analisado a influência do tipo de vegetação queimada, frequência e época de queima sobre a comunidade de aves. Os resultados mostraram-se significativos, indicando que as aves são influenciadas principalmente pelos tipos de queima em diferentes períodos, em especial na época tardia, indiretamente afetando a utilização de habitats, disponibilidade de recursos, deslocamentos entre outros aspectos ecológicos. A queima precoce mostrou não alterar a abundância das aves, semelhante as áreas não queimadas, portanto a utilização de fogo controlado de intensidade precoce como forma de manejo, mostra-se como estratégia de manutenção ecológica das áreas nativas. Entender essa dinâmica é fundamental para elaboração de estratégias de conservação e manejo ambiental, seja através da preservação de áreas naturais, ou na utilização de incêndios controlados, cuja ideia principal é manter a integridade das áreas fronteiriças de Cerrado e

Pantanal frente as frequentes queimadas.

Palavras-chave: Queimadas; Avifauna; Conservação.

Abstract

In the current scenario of forest fires, whose frequency and severity increase periodically, the effects of fire differ according to the types of environments, acting in the remodeling of ecosystem structures, such as resource and habitat availability, modifications of biotic composition, among many other interconnected natural aspects that are indirectly affected. As an example, the birds have representatives with specific responses to habitat alterations, following patterns that are useful in understanding this fire-environment relationship. The objective of this study was to investigate how the bird community behaves in response to different fire events in the Kadiwéu indigenous reserve, located in a transition area between the Cerrado and Pantanal biomes. The richness and abundance of birds were surveyed in different environments and types of burning, and the influence of burned vegetation type, frequency, and season of burning on the bird community was analyzed. The results were significant, indicating that birds are mainly influenced by the types of burning in different periods, especially in the late season, indirectly affecting the use of habitats, resource availability, and movement, among other ecological aspects. Early burning did not alter the abundance of birds, similar to unburned areas, therefore the use of controlled fire of early intensity as a form of management is shown to be a strategy for the ecological maintenance of native areas. Understanding this dynamic is fundamental for the elaboration of conservation and environmental management strategies, whether through the preservation of natural areas, or the use of controlled fires, whose main idea is to maintain the integrity of the border areas of the Cerrado and Pantanal in the face of the frequency of fires.

Keywords: Burns; Avifauna; Conservation.

2. Introdução

Os efeitos do fogo são distintos em diferentes ambientes, ocasionando uma remodelação das estruturas ecológicas, em especial no período pós-fogo, atuando na seleção dos serviços ecossistêmicos (Li et al. 2020). Os efeitos do pós-queima também podem determinar os tipos de vegetação, que por sua vez afetam diretamente a disponibilidade e variedade dos habitats ao decorrer do período cada vez mais intenso de perturbações (Li et al. 2020).

Os eventos de incêndios levam a área afetada a passar por um processo de transição em diversos aspectos, seja do hábito vegetacional, na disponibilidade de recursos e habitats, alteração da composição da biota, e diversos outros aspectos naturais interligados que são afetados indiretamente (Farrell et al. 2019). A biota responde a esses eventos com variadas maneiras, formando padrões, como o grupo das aves por exemplo, que geralmente respondem de forma semelhante às características modificadas do habitat local e paisagístico (Jedlikowski et al. 2016).

As aves são sensíveis às mudanças na estrutura vegetal e diferem na resposta e susceptibilidade às alterações do habitat, devido as suas características particulares de história de vida, levando a modificações na composição local de espécies. Na dinâmica das comunidades observam-se processos interativos e complexos, no qual as espécies raras ou mais especialistas são substituídas por espécies mais generalistas em um ambiente degradado (Tavares, 2018, Corral & Valério, 2019, Prieto-Torres et al. 2019).

As comunidades de aves têm sido utilizadas como um instrumento para avaliação e monitoramento de diversas modificações ambientais, devido à posição das aves em diversos habitats e níveis tróficos, sendo sensíveis quando alguma relação ecológica é afetada (e.g. redução da cobertura vegetal primária) (Li et al. 2020).

As aves exibem uma limitada gama de respostas ao fogo e o estudo da frequência do fogo permite a provisão de habitat para a maioria das espécies (Watson et al. 2012, Buisson et al. 2018). Dessa forma são levantadas alternativas para o uso consciente do fogo, levando em

consideração épocas apropriadas e a dinâmica da biota regional, como a composição, ocorrência e deslocamento das espécies (Falleiro et al. 2016, Martins et al. 2022).

O objetivo desse capítulo foi responder como a comunidade de aves se comporta frente a diferentes eventos de queima da reserva indígena Kadiwéu, localizado em área de transição de Cerrado e Pantanal. Em outras palavras, buscar entender descritivamente os efeitos do fogo na diversidade de aves local, reconhecendo assim padrões ecológicos importantes para conservação da região.

3. Métodos

Local de estudo

A pesquisa foi realizada na Terra Indígena Kadiwéu (Figura 1), reserva que possui cerca de 540 mil hectares no norte do município de Porto Murtinho, sudoeste de Mato Grosso do Sul. Denominada juridicamente Reserva Indígena Kadiwéu foi homologada por intermédio do decreto Presidencial n° 89.578, de 24 de abril de 1984. A reserva encontra-se entre a região de transição do Pantanal e Cerrado, cuja vegetação apresenta elementos de Savana, Savana estépica, Floresta estacional e Floresta estacional decidual estando sob influência do Baixo Rio Paraguai e do Rio Miranda (Silva, 2004).

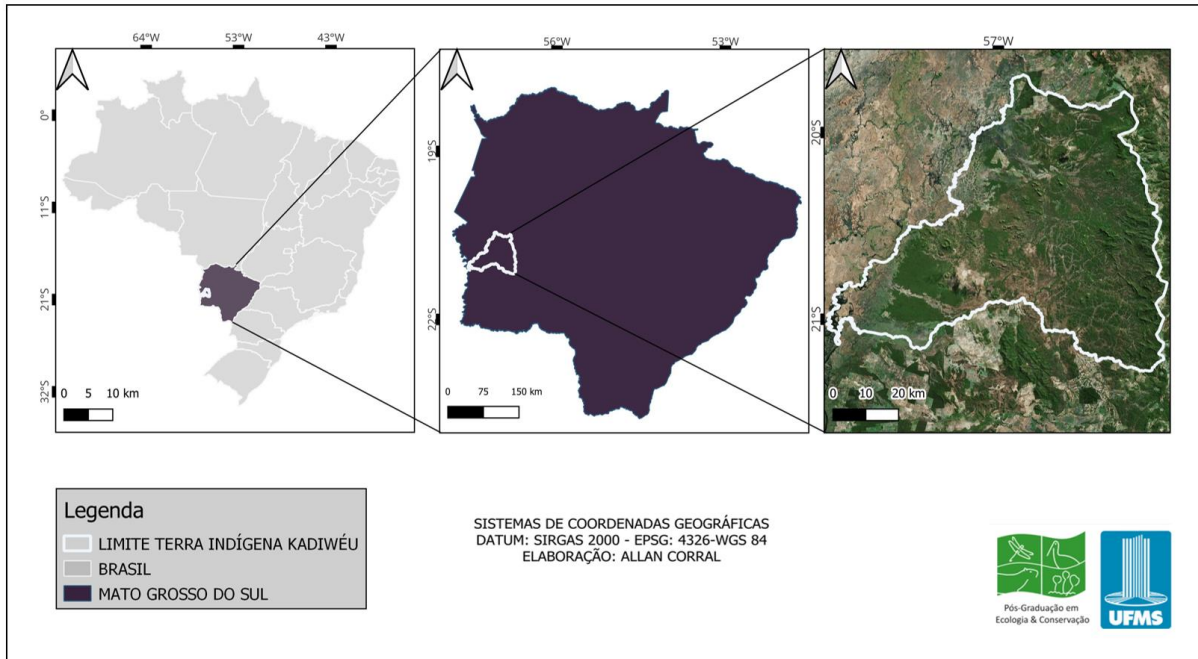


Figura 1. Área de estudo localizado na Terra Indígena Kadiwéu, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Coleta de dados

Para o estudo foram escolhidas áreas em cinco tipos de queima, com o objetivo de testar o efeito do fogo sobre as aves: (1) áreas com fogo precoce de baixa frequência (queimadas antes do auge da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos); (2) áreas com fogo precoce de alta frequência (queimadas antes do auge da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos); (3) áreas com fogo tardio de baixa frequência (queimadas no auge ou no fim da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos); (4) áreas com fogo modal tardio de alta frequência (queimadas no auge ou no fim da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos); (5) área não queimada em um período de pelo menos 3 anos (Tabela 1).

Para a amostragem foram estabelecidas 300 estações amostrais (60 para cada um dos cinco tratamentos). Todas as estações amostrais dos cinco tratamentos foram divididas igualmente em áreas denominadas “cerrados” e “campos nativos”. Áreas de cerrados foram caracterizadas pela formação de ambientes florestados, e os campos nativos em ambientes abertos, de aspecto savânico (Figura 2). Portanto para melhor detalhamento, totalizaram 10 tratamentos de amostragem, compreendendo: CNPAF: Campo nativos de queima precoce de alta frequência; CNPBF: Campo nativos de queima precoce de baixa frequência; CNTAF: Campo nativos de queima tardia de alta frequência; CNTBF: Campo nativos de queima tardia de baixa frequência; CNC: Campo nativos controle; CEPAF: Cerrados de queima precoce de alta frequência; CEPBF: Cerrados de queima precoce de baixa frequência; CETAF: Cerrados de queima tardia de alta frequência; CETBF: Cerrados de queima tardia de baixa frequência; CEC: Cerrados controle.

Tabela 1. Tratamento de queima amostrados na reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, estado de Mato Grosso do Sul.

Tratamentos	Siglas	Descrição
Campos Nativos de Queima Precoce de Alta Frequência	CNPAF	Queimadas antes do auge da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos
Campos Nativos de Queima Precoce de Baixa Frequência	CNPBF	Queimadas antes do auge da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos
Campos Nativos de Queima Tardia de Alta Frequência	CNTAF	Queimadas no auge ou no fim da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos
Campos Nativos de Queima Tardia de Baixa Frequência	CNTBF	Queimadas no auge ou no fim da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos
Campos Nativos Área Controle	CNC	Áreas não queimadas nos últimos 3 anos
Cerrados de Queima Precoce de Alta Frequência	CEPAF	Queimadas antes do auge da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos
Cerrados de Queima Precoce de Baixa Frequência	CEPBF	Queimadas antes do auge da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos
Cerrados de Queima Tardia de Alta Frequência	CETAF	Queimadas no auge ou no fim da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos
Cerrados de Queima Tardia de Baixa Frequência	CETBF	Queimadas no auge ou no fim da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos
Cerrados Área Controle	CEC	Áreas não queimadas nos últimos 3 anos



Figura 2. Áreas de cerrado (A) e campos nativos (B) na Reserva Indígena Kadiwéu, Porto Murtinho, MS. Fotos: Allan Corral Anjos.

O levantamento qualitativo e quantitativo das aves foi realizado entre os meses de julho de 2021 a fevereiro de 2022 ao longo de 5 campanhas. As aves foram amostradas pela metodologia de pontos fixos (ou pontos de escuta). Neste método o observador anota, por um tempo pré-determinado, todas as espécies de aves observadas ou ouvidas ao redor do ponto, além do número de indivíduos de cada espécie de ave, gerando uma listagem de espécies para cada ponto (Bibby et al. 2000, Vielliard et al. 2010).

Neste estudo foram dispostos 300 pontos fixos em 300 estações amostrais de aves, com 1 ponto por estação. Os pontos foram distanciados uns dos outros por pelo menos 200 m e tiveram suas aves amostradas em um raio de 100 m ao seu redor por 10 minutos consecutivos, ou no início da manhã, entre as 05:30 e 09:30 horas, ou no fim da tarde, entre as 15:30 e 18:30 horas, nos períodos de maior atividade das espécies de aves. O esforço amostral ao longo do estudo foi de 3000 minutos (300 pontos fixos x 10 minutos/ponto), sendo 60 pontos fixos (600 minutos de amostragem) para cada um dos 5 tratamentos, o equivalente a 10 horas de amostragem por tratamento, totalizando 50 horas.

O método por pontos de escuta é de caráter qualitativo e quantitativo, cujo objetivo foi fornecer uma estimativa da composição das espécies de aves da comunidade. É considerado o método de amostragem mais completo, uma vez que é realizada uma contagem de todas as espécies de aves observadas ou ouvidas em pontos fixos em um determinado período de tempo, normalmente incluindo um raio máximo de 100 m ao redor do ponto (Sutherland, 1996, Bibby et al. 2000, Vielliard et al. 2010), além de ser mais adequado aos cálculos estatísticos (Matter et al. 2010).

O registro das aves foi realizado por meio de uma câmera fotográfica (Nikon Coolpix P600) e gravador de áudio (Tascam DR-40). Para dados de localização foi utilizado GPS (Garmin® Etrex) e o software ArcGIS 10.5. As aves registradas foram identificadas em nível taxonômico de espécie com base no guia de campo da região Pantanal e Cerrado (Gwynne et

al. 2010, Perlo, 2015) guias virtuais (<http://www.wikiaves.com.br>) e banco de dados sonoros como Xenocanto (<http://www.xenocanto.org>). A taxonomia seguiu a Lista de Aves do Brasil (Pacheco et al. 2021).

Análise de dados

Para cada ponto fixo foram anotadas a riqueza, abundância e composição de aves em relação às variáveis categóricas classificadas como: (a) frequência de queima; (b) característica vegetal, classificando entre ambientes florestados (cerrado) ou campestres (campos nativos); (c) intensidade de queima (precoce e tardio).

Foi utilizado o método de rarefação e extrapolação, que permitiu comparar o número de espécies entre os tratamentos através da diferença da abundância de indivíduos, cuja base comparativa trata todos os tratamentos de forma que atinjam um tamanho padrão (Colwell et al. 2012). Para o cálculo foi usado as funções do pacote “iNEXT” (iNterpolation e EXTtapolation), cuja estimativa de espécies foi através dos números de Hill (Hill, 1973).

Para avaliar se a abundância e riqueza de aves são influenciadas pela vegetação, frequência e período de queima entre os tratamentos, foi realizado uma Análise de Variância permutada, através do pacote “lperm”, comando “aovp” (Wheeler, 2016).

Para comparação dos tratamentos com base na composição de espécies, foi realizado uma análise de similaridade (ANOSIM) e um ordenamento dos dados através da análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS), para visualização de forma gráfica (Legendre & Legendre, 1998), utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis. Desta forma, foi avaliado a influência de cada variável, bem como a interação entre elas, sendo as análises realizadas no ambiente R (R core team, 2021).

4. Resultados

Foram registradas 195 espécies e 4.162 indivíduos (registros) ao longo de todas estações amostrais, com 138 espécies (n=3.108) registrados nos tratamentos de queima e 143 espécies (n=1.054) nas áreas não queimadas, ou seja nos pontos controle (Anexo 1, Figura 3).

Detalhando cada tratamento, observa-se uma maior abundância de indivíduos para os tratamentos CEPBF (n=715), CNTAF (n=562), CNC (n=560) e CEC (n=494) (Tabela 2).

Com base na comparação da riqueza de espécies rarefeita foi possível perceber diferenças entre as comunidades de cada tratamento, em especial quando os tratamentos de queima são comparados com as áreas controles. A área-controle de cerrado apresentou maior valor de riqueza, fato que pode ser observado quando os intervalos de confiança (95%) não se sobrepõem (Tabela 2; Figura 4). Os maiores valores para os tratamentos de campo, foram as área de controle e fogo tardio de alta frequência. Além dos valores interpolados, foi observado também pelas linhas de extrapolações, que o número de espécies pode ser maior na maioria dos tratamentos, caso o esforço amostral aumentasse.

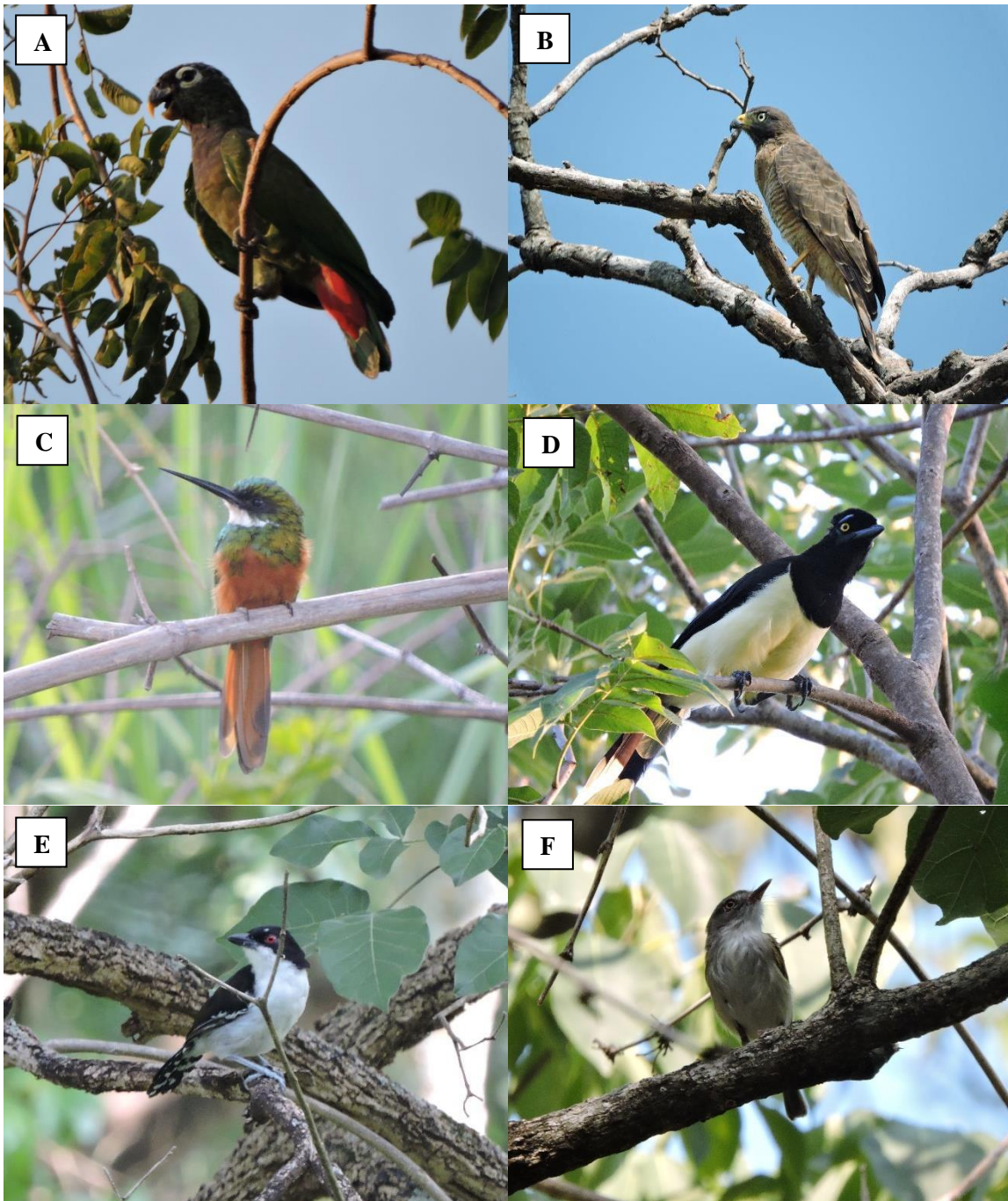


Figura 3. Espécies de aves registradas na Reserva Indígena Kadiwéu, Porto Murtinho, MS: (A) *Pionus maximilliani*; (B) *Rupornis magnirostris*; (C) *Galbula ruficauda*; (D) *Cyanocorax chrysops*; (E) *Taraba major*; (F) *Hemitriccus margaritaceiventer*. Fotos: Allan Corral Anjos.

Tabela 2. Riqueza e abundância para cada tratamento amostrado na reserva indígena Kadiwéu. Legenda: CNPAF: Campo nativos de queima precoce de alta frequência; CNPBF: Campo nativos de queima precoce de baixa frequência; CNTAF: Campo nativos de queima tardia de alta frequência; CNTBF: Campo nativos de queima tardia de baixa frequência; CNC: Campo nativos controle; CEPAF: Cerrados de queima precoce de alta frequência; CEPBF: Cerrados de queima precoce de baixa frequência; CETAF: Cerrados de queima tardia de alta frequência; CETBF: Cerrados de queima tardia de baixa frequência; CEC: Cerrados controle.

Parâmetros	Tratamentos									
	CNPAF	CNPBF	CNTAF	CNTBF	CNC	CEPAF	CEPBF	CETAF	CETBF	CEC
Riqueza	74	36	90	75	90	55	67	50	70	99
Abundância	474	108	562	344	560	237	715	246	422	494

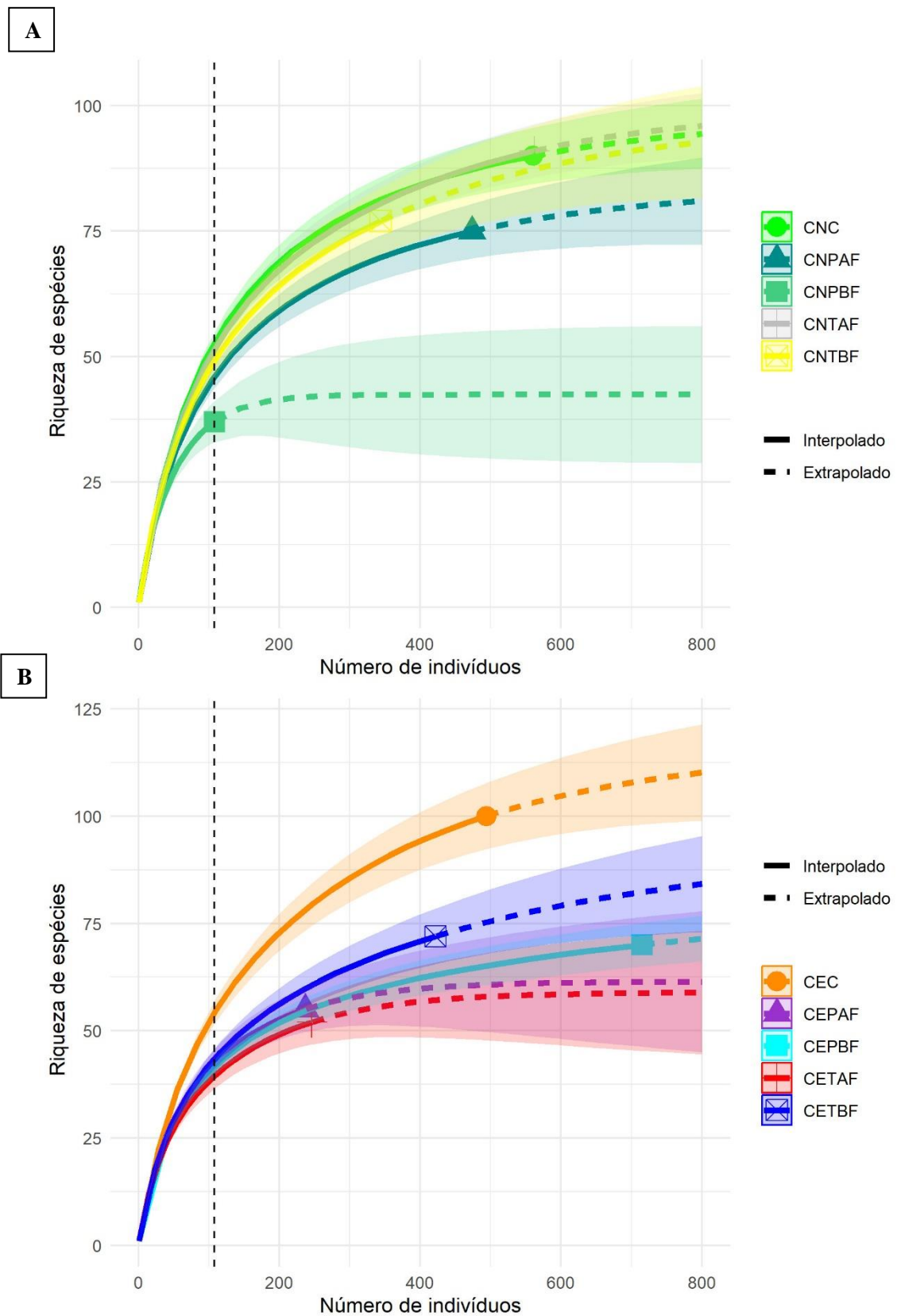


Figura 4. Curvas de rarefação baseada nos indivíduos de aves para cada tratamento de queima na reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul. Legenda: CNPAF: Campo nativos de queima precoce de alta

frequência; CNPBF: Campo nativos de queima precoce de baixa frequência; CNTAF: Campo nativos de queima tardia de alta frequência; CNTBF: Campo nativos de queima tardia de baixa frequência; CNC: Campo nativos controle; CEPAF: Cerrados de queima precoce de alta frequência; CEPBF: Cerrados de queima precoce de baixa frequência; CETAF: Cerrados de queima tardia de alta frequência; CETBF: Cerrados de queima tardia de baixa frequência; CEC: Cerrados controle.

Nas análises de variância a riqueza de aves foi menor no tratamento com fogo precoce (antes da seca) de baixa frequência, e maior no fogo tardio, assim como no controle, que compreende aos tratamentos cuja área não foi queimada ($p= 0,03$; Figura 5A; Tabela 3). Os tratamentos de baixa frequência de incêndios diferenciaram-se nos períodos de queima ($p= 0,03$), enquanto os de alta frequência não diferiram entre si ($p= >0,1$).

A análise da riqueza de aves em função das interações entre o período de queima e os tipos de vegetação mostrou que a riqueza de aves foi maior no campo e menor no cerrado, principalmente no tratamento com fogo tardio, que apresentou reflexos distintos, variando em comparação as áreas não queimadas ou de fogo precoce ($p= 0,001$) (Figura 5B).

Tabela 3. Valores de p resultantes das diferentes comparações entre as variáveis para Riqueza e Abundância de aves, realizadas nas análises de variância permutada.

	Frequência de queima	Intensidade de queima	Vegetação
Riqueza	0,04	0,1	0,001
Abundância	0,9	0,44	0,005

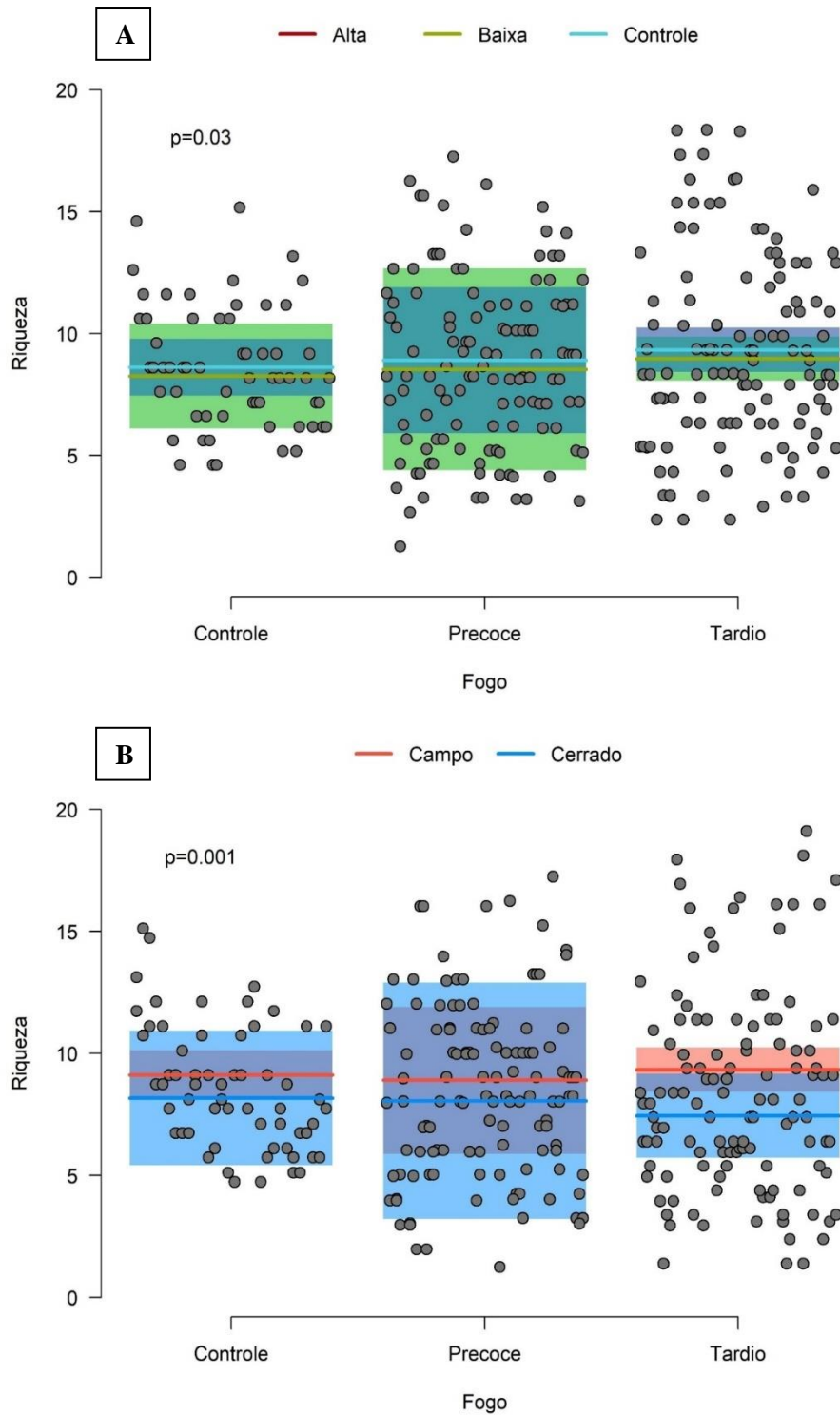


Figura 5. Representação da riqueza de aves em função das interações de período de queima e frequência (A); riqueza de aves em função das interações fogo e vegetação (B) na reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul.

No que tange à abundância de aves, foi possível observar que os ambientes diferiram, apresentando maior abundância nos ambientes florestados de cerrado ($p= 0,001$, Figura 6A; Tabela 3). Foi verificado menor abundância de aves nas áreas de campo durante o fogo tardio e uma maior abundância no cerrado durante o fogo precoce ($p= 0,005$). Vale ressaltar que durante a queima tardia, os dois ambientes apresentaram abundância menor quando comparados com áreas não queimadas ou no fogo precoce (Figura 6B). Com relação à frequência de queima, os valores de abundância não foram significativos.

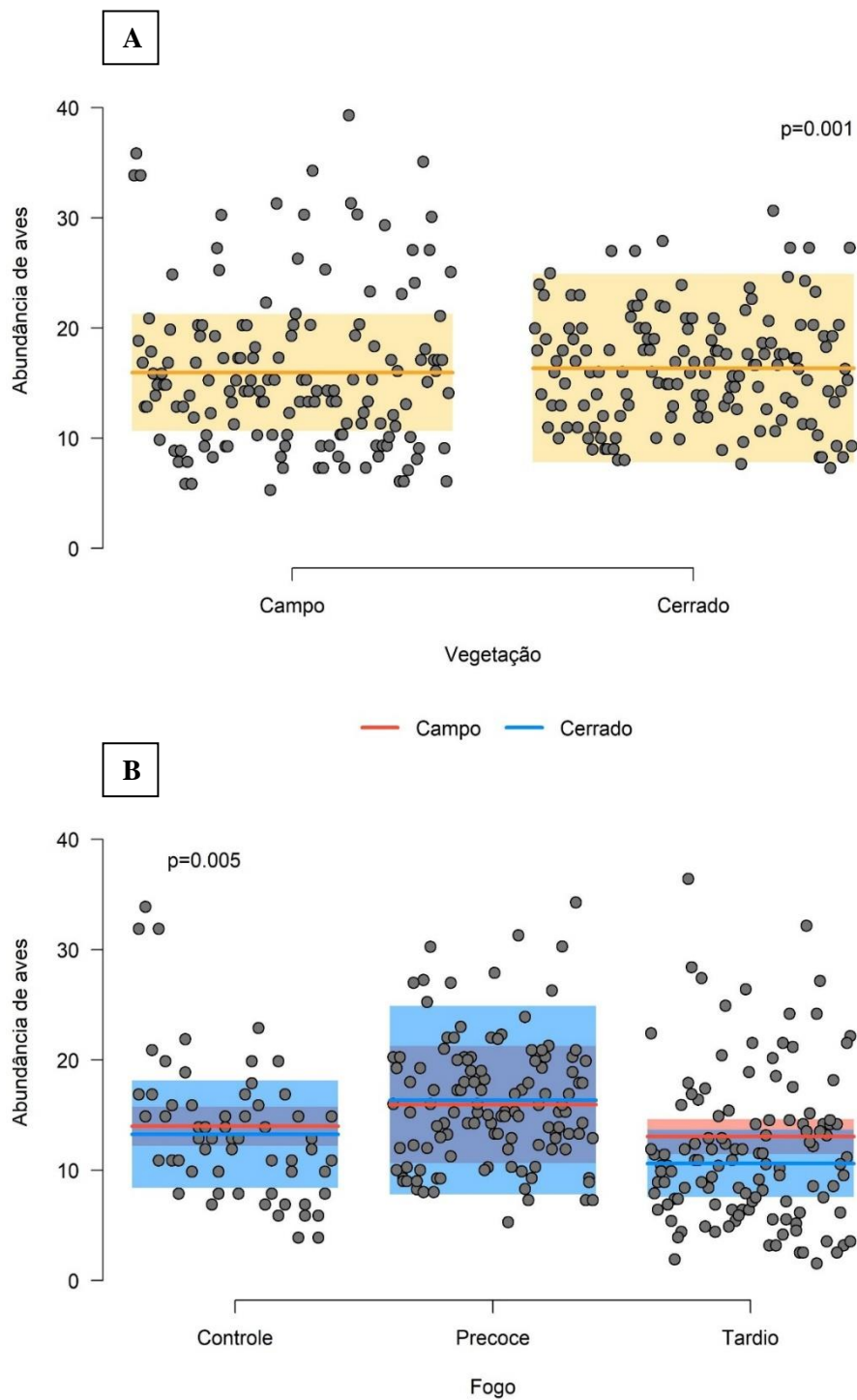


Figura 6. Abundância de aves em função das vegetações campo e cerrado (A); abundância de aves nas interações fogo e vegetação (B) na reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul.

Com relação à composição de espécies entre os diferentes tratamentos, as áreas campestres apresentaram composição diferente entre os cinco tratamentos ($p=0,0001$), já a composição de espécies dentro das áreas de cerrado mostraram-se mais semelhantes entre os quatro tratamentos de queima, diferindo da área controle ($p=0,0001$, Figura 7).

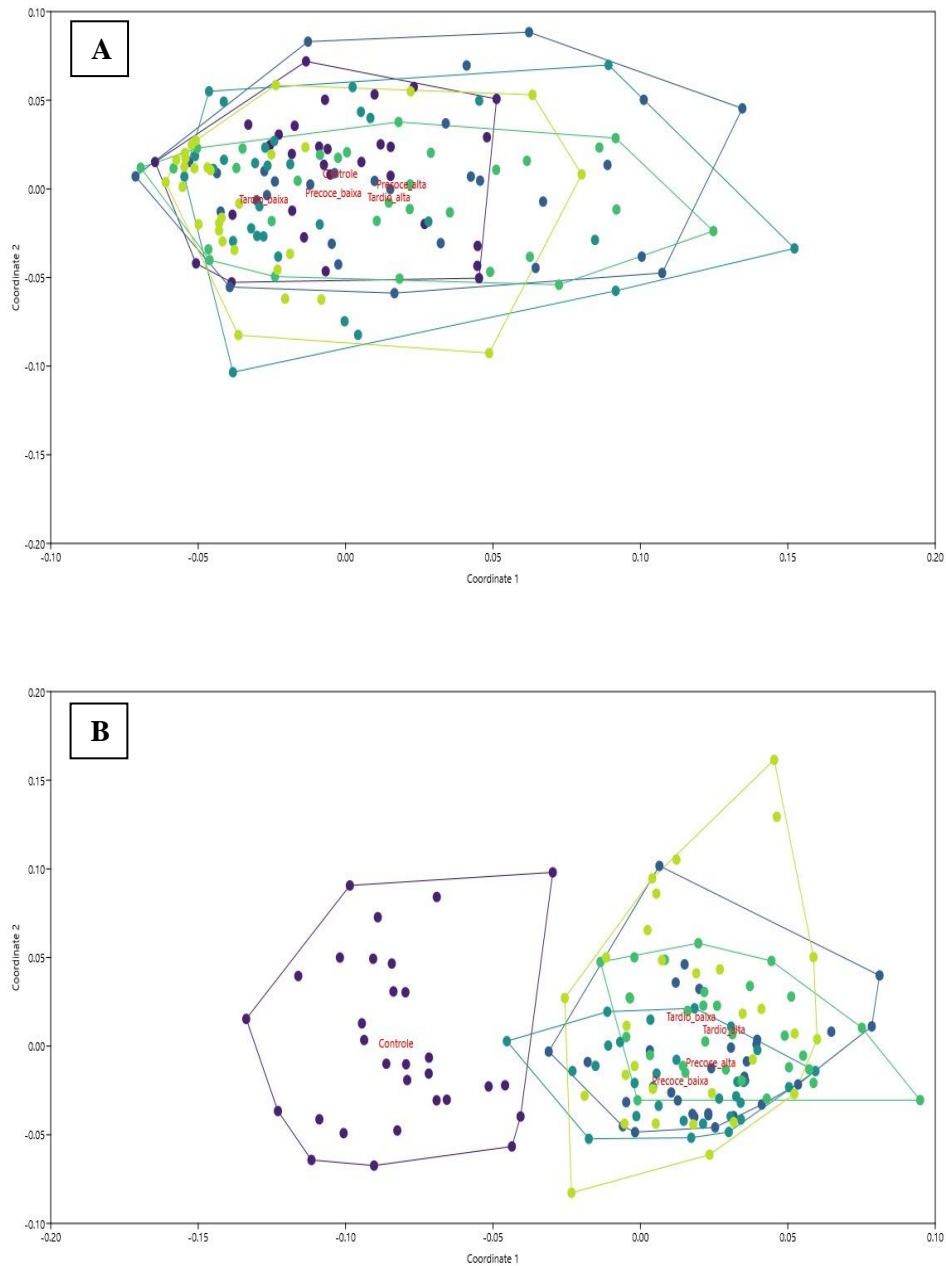


Figura 7. Ordenação dos tratamentos em ambientes de campos nativos (A) e cerrado (B) na reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul. Legenda: Grupo 1: Áreas controle; Grupo 2: Fogo precoce de alta frequência; Grupo 3: Fogo precoce de baixa frequência; Grupo 4: Fogo tardio de alta frequência; Grupo 5: Fogo tardio de baixa frequência.

5. Discussão

Os campos e cerrados da Terra Indígena Kadiwéu foram caracterizados por uma comunidade de aves vivendo em um mosaico de áreas queimadas em diversas épocas, com diferentes graus de intensidade e frequência. As 195 espécies de aves correspondem a 33,5% das aves registradas para o Pantanal, 23% das aves do Cerrado e cerca 31% das espécies presentes no estado de Mato Grosso do Sul (Silva, 1995, Nunes, 2011, Nunes et al. 2022). Estes dados demonstram a relevância da região para a conservação das aves de savanas e apontam a importância da área para a pesquisa dos efeitos do fogo sobre a biodiversidade do Cerrado e Pantanal.

A riqueza de espécies estimadas na área de estudo apresentou números importantes, indicando uma expressiva comunidade de aves, assim como tratamentos que mostraram impactados pelos efeitos do fogo, cuja riqueza expressou curvas com aparentes platonizações, porém não estabilizadas na acumulação de espécies, indicando a existência de limitações dos habitats frente ao fogo.

A frequência de queima é processo importante na compreensão da dinâmica do ambiente com o fogo, visto a capacidade de reestruturação das comunidades presentes (Ingrisch & Bahn 2018). Segundo as análises de variância, os tratamentos florestais com baixa frequência de queima mostraram maior riqueza de espécies (CEPBF=67, CETBF=70), uma vez que ocorre o maior tempo de reestruturação das assembleias entre os incêndios. O processo de resiliência ambiental, no qual ambientes cujo período de intermitência de queima é maior, necessita mais tempo para sua reestruturação vegetacional, recolonização da fauna e fixação de novos nichos (Hodgson et al. 2015, Hartung et al. 2021).

Os tratamentos que são sujeitos ao fogo se mostram mais dinâmicos e mais heterogêneos, com variações de riqueza e abundância, devido à disponibilidade de nichos, alimentos, habitats, entre outros recursos (Lovejoy & Hannah, 2019). Portanto, nos tratamentos de fogo de baixa frequência decorre um tempo maior para a reestruturação vegetal no

ambiente, abrindo oportunidades para colonização da avifauna. Este grupo que por sua vez, abrange espécies mais oportunistas, capazes de se estabelecerem mais rapidamente em uma área, em um processo dinâmico, no qual ambientes perturbados não necessariamente resultam em extinções locais das suas espécies, mas ocorre uma alteração na sua composição, através do processo de substituição das espécies (Frota et al. 2022).

A sazonalidade do período de queima também exerce importante influência na comunidade estudada. Os ciclos de estiagem e inundações influem em diferentes aspectos comportamentais das aves como migrações, locais de reprodução, disponibilidade de alimentos entre outros recursos (Ubaid, 2014, Guarnier et al. 2022). Os maiores valores de riqueza registrados durante o fogo tardio ocorrido no auge e fim da seca nos campos (CNTAF=74, CNTAF=90), como observado nas curvas de rarefação, dados que correspondem ao início do período de reprodução de muitas espécies de aves, principalmente as que utilizam do período de vazantes para ocupar áreas campestres.

Os ambientes de cerrado foram mais afetados na queima tardia, como já esperado, visto que áreas florestadas tendem a sofrer mais com perturbações, afetando a avifauna, cuja riqueza foi menor que as áreas campestres. Os ambientes florestados são considerados estruturalmente mais complexos, devido a intrincada rede de relações entre os organismos presentes (Thompson et al. 2009). Quando queimado, o cerrado tende ser mais afetado, pois demanda um maior tempo de recuperação, resultante da expressão de múltiplos mecanismos operando em diferentes níveis ecológicos (Falk et al. 2022). Com base nesse contexto, componentes da estrutura da vegetação podem ser responsáveis por essa dissimilaridade, como a cobertura de serrapilheira e o estrato de sub-bosque, pois esses componentes são importantes para diversas espécies de aves que forrageiam, nidificam e se protegem no estrato baixo e médio da vegetação dos cerrados, sendo diretamente afetadas pelos incêndios (Nunes et al. 2017).

Por sua vez, as áreas campestres possuem maior capacidade de recuperação frente aos processos de queima do que ambientes florestados. A vegetação nativa, em especial as

gramíneas, possuem adaptações ao fogo, muitas das quais dependem desses episódios como etapa de seus ciclos de vida, na quebra de dormência de suas sementes ou mesmo na reposição de nutrientes ao solo (Pott, 2000). Esse fato implica também nas aves que são encontradas nesses ambientes, sugerindo uma combinação entre alta mobilidade das espécies de aves campestres na matriz de campos naturais da região com diferentes regimes de fogo. Nestas circunstâncias, campos com diferentes regimes de fogo são ocupados por comunidades similares de aves, com as diferentes espécies movimentando-se amplamente por todas as áreas e recolonizando facilmente áreas queimadas em épocas e com frequências diferentes (Cavallero et al. 2013, Pérez-Granados et al. 2018).

A abundância de indivíduos da área de cerrado foi maior no fogo precoce, antes da época de estiagem. Esse período abrange espécies migrantes, capazes de seguir a sazonalidade de cheias do Pantanal. Nessa fase, as copas das árvores fornecem locais de descanso e nidificação para as aves, as áreas de campos nativos, mais úmidas representam locais de forrageamento (Pinho & Marini, 2013). Estudos consolidados indicam que naturalmente na época de estiagem as populações tendem a diminuir, decorrente de deslocamentos dos migrantes, menor disponibilidade de alimentos entre outros fatores (Antas, 1994, Pinho et al. 2017). Somado as queimadas nesse período mais sequioso, as aves são impelidas para outras áreas, tanto pela ação direta do fogo, quanto indiretamente, através dos recursos que se tornam mais escassos.

Em resumo, conforme nossas hipóteses, a riqueza de espécies de aves tende a diminuir com o fogo em determinados tratamentos, assim como a variável temporal tratada nesse estudo possibilitou verificar que baixas frequências de queima podem apresentar uma riqueza de espécies maior e que esse fogo inicial não parece afetar tanto a abundância quanto na época tardia, sendo a perturbação mais abrupta na época seca, diminuindo a abundância em tanto nos campos quanto nos cerrados.

Capítulo 2

Respostas da Diversidade Funcional de Aves Sobre a Dinâmica de Fogo no Ecótono Cerrado-Pantanal

Resumo

O fogo exerce influência na estruturação do ambiente, fato que leva a mudanças na disponibilidade de recursos, afetando tanto a riqueza de espécies quanto a distribuição das características de um conjunto de espécies, em outras palavras, na diversidade funcional da comunidade. Esse estudo teve como objetivo verificar como o fogo impacta a diversidade funcional das aves, buscando entender se os diferentes tipos de queima interferem diretamente ou indiretamente na composição da avifauna, através do tipo de dieta, escolha de habitat ou mesmo aspectos morfológicos das espécies. O estudo foi realizado na reserva indígena Kadiwéu, área de ecótono, na transição dos biomas Cerrado e Pantanal. Foi realizado o levantamento da riqueza e abundância de aves em diferentes ambientes e tipos de queima e posteriormente utilizados dois índices de diversidade funcional, sendo riqueza funcional e divergência funcional, assim como verificado a correlação entre cinco atributos funcionais das aves e os preditores ambientais. O estudo registrou 195 espécies e uma abundância de 4.162 indivíduos. A riqueza funcional foi maior nas áreas controle para frequência de queima ($F=12,78$, $DF=2$, $p=0,000004$). A divergência funcional foi significativa para a variável de intensidade de queima ($F=5,64$, $DF=1$, $p=0,01$), apresentando diferença entre os tratamentos de queima precoce e tardio, com maior divergência para o tratamento tardio (Tukey $p=0,04$). Com relação aos atributos funcionais, apenas o local de nidificação é afetado negativamente pelas queimadas de baixa frequência ($p=0,04$). Essencialmente foi observado que o fogo diminui a diversidade de aves, não importando o tipo e intensidade de queima, indicando que as espécies que se beneficiam do fogo têm valores extremos de traços funcionais, evidenciado

a relatividade das respostas de espécies, fator importante nas definições categóricas de intensidade e frequência de queima, permitindo entender os padrões de sobrevivência das aves sob o regime de fogo.

Palavras-chave: Atributos Funcionais; Avifauna; Queimadas; Conservação.

Abstract

Fire exerts influence on the structuring of the environment, which leads to changes in resource availability, and this affects both species richness and the distribution of a set of species' characteristics, in other words, the functional diversity of the community. This study aimed to verify how fire influences the functional diversity of birds, seeking to understand whether different types of burning directly or indirectly interfere with avifauna composition, through diet type, habitat selection, or even morphological aspects of species. The study was conducted in the Kadiwéu indigenous reserve, an ecotone area in the transition between the Cerrado and Pantanal biomes. Bird species richness and abundance were surveyed in different environments and types of burning, and two functional diversity indices were used, functional richness and functional divergence, as well as the correlation between five functional attributes of birds and environmental predictors. The study recorded 195 species and an abundance of 4,162 individuals. Functional richness was greater in the control areas for frequency of burning ($F= 12.78$, $DF= 2$, $p= 0.000004$). The functional divergence was significant for the burning intensity variable ($F= 5.64$, $DF= 1$, $p=0.01$), showing a difference between the early and late burning treatments, with greater divergence for the late treatment (Tukey $p=0.04$). With regard to functional attributes, only the nesting site is negatively affected by low-frequency burning ($p=0.04$). Essentially, it was observed that fire decreases bird diversity, regardless of the type and intensity of burning, indicating that species that benefit from fire have extreme values of functional traits, highlighting the relativity of species' responses, an important factor in defining categorical definitions of burning intensity and frequency, allowing us to understand bird survival patterns under fire regimes.

Keywords: Functional Attributes; Avifauna; Burns; Conservation.

6. Introdução

O fogo influencia na modificação do ambiente e essa mudança afeta tanto a riqueza de espécies quanto a distribuição das características de um conjunto de espécies. Em outras palavras, o fogo afeta na diversidade funcional que em última análise influencia na manutenção dos processos ecossistêmicos (Suárez-Castro et al. 2022; Gross et al. 2017).

O efeito da configuração da paisagem na diversidade funcional pode variar, em exemplo, os habitats remanescentes moldam as oportunidades das espécies de se estabelecerem em áreas com disponibilidade de recursos (Rocha-Santos et al. 2020). Esse processo está relacionado com a grande variação na distribuição de características das comunidades, ou seja, ocorre uma diversidade de respostas das espécies frente a distribuição dos habitats remanescentes (Suárez-Castro et al. 2022)

Nos biomas Cerrado e Pantanal o fogo é um fator capaz de moldar a estrutura e a diversidade funcional de diversas espécies (Batista et al. 2018; Jesus, 2020). O grupo das aves é influenciado de maneira direta e indireta pelos incêndios, seja pelos efeitos diretos das chamas ou pela mudança na fenologia da vegetação, modificando a disponibilidade de recursos para as espécies devido à mudança na composição da comunidade vegetal (Ubaid, 2014; Corral et al. 2020; Koshelev et al. 2020).

Essas condições determinam o filtro regional de espécies, sendo que a capacidade de tolerância ao filtro imposto pelo ambiente depende de características intrínsecas das espécies (comportamentos migratórios, especialidades tróficas, habitats preferenciais, necessidades reprodutivas, entre outros atributos) (Ridgely et al. 2015; Pinho et al. 2017). Espécies tolerantes a filtros abióticos de um mesmo local podem apresentar características funcionais semelhantes, como preferências por um recurso em comum, investimento reprodutivo, capacidade competitiva, ou mesmo os padrões de deslocamento locais (Frota et al. 2020). Assim, a influência de um filtro abiótico, como o fogo, pode gerar um padrão de atributos

funcionais entre espécies de uma comunidade regional (Teixeira, 2015; Frota et al. 2020).

Esse estudo teve como objetivo verificar como o fogo influencia na diversidade funcional das aves, buscando entender se os diferentes tipos de queima interferem diretamente ou indiretamente na composição da avifauna, através do tipo de dieta, escolha de habitat ou mesmo aspectos morfológicos das espécies.

7. Métodos

Local de estudo

O estudo foi executado em uma área de transição dos biomas Cerrado e Pantanal, na porção oriental da reserva Indígena, localizado no município de Porto Murtinho no sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul (Figura 7). A área de estudo possui traços vegetacionais de chaco, savana, floresta estacional decidual e floresta estacional, nos domínios hídricos do baixo Rio Paraguai e Rio Miranda (Silva, 2004). Sua porção pantaneira pertence a sub-região de Porto Murtinho, região sul do Pantanal, com predomínio de savana estépica, de acordo com a classificação de Silva e Abdon (1998).

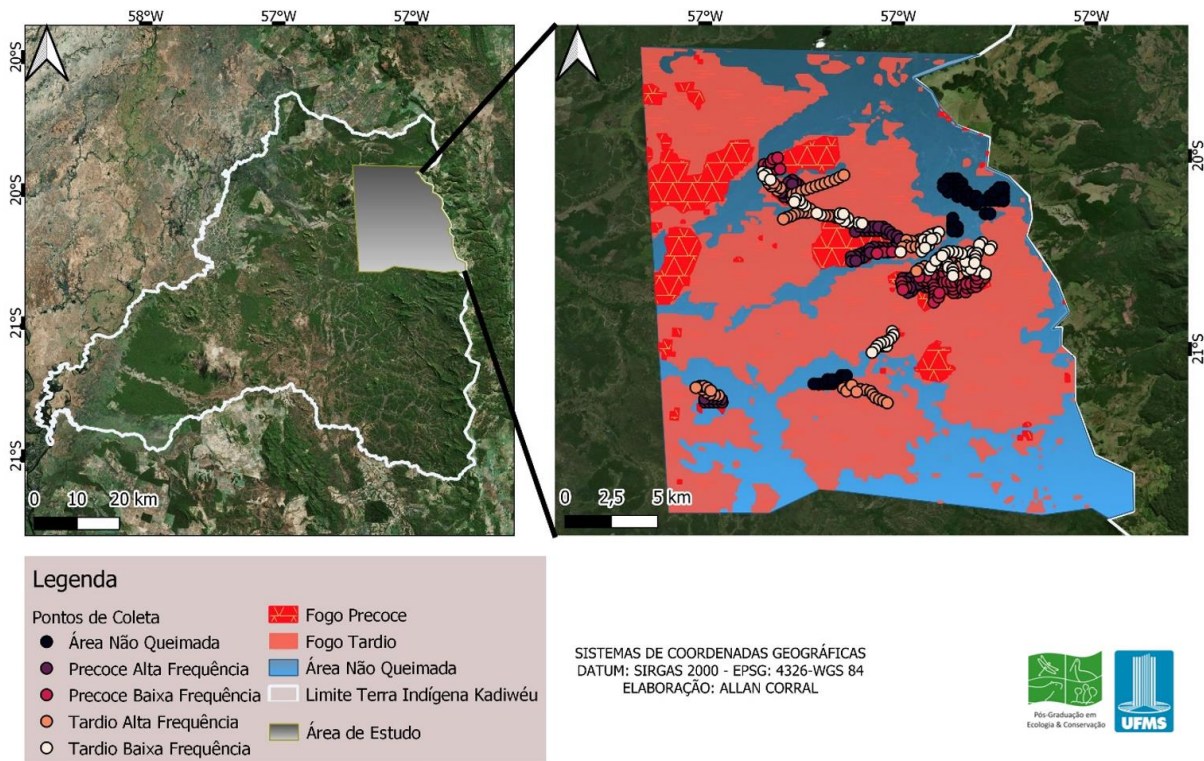


Figura 7. Área de estudo e pontos de amostragem localizado na Terra Indígena Kadiwéu, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Coleta de dados

O estudo seguiu a metodologia citada por Corral et al. (2023), para qual foram realizados 300 pontos de escuta e observação no levantamento qualitativo e quantitativo da avifauna, durante 5 campanhas no período de 2021 e 2022. As amostragens por ponto de escuta e observação compreenderam pontos predeterminados na área distantes um do outro em cerca de 200 m, com raio de atuação de 100 m. Nessa metodologia, foram feitas observações e registros de vocalizações das aves por 10 minutos em cada ponto de escuta, o equivalente a 50 horas de esforço amostral.

Os pontos foram divididos em 5 modalidades de queima, sendo eles: (1) áreas com fogo precoce de baixa frequência; (2) áreas com fogo precoce de alta frequência; (3) áreas com fogo modal tardio de baixa frequência; (4) áreas com fogo modal tardio de alta frequência; (5) área não queimada, representando os ambientes controle (Corral et al. 2023). Cada tratamento de queima estava inserido em dois tipos de ambiente, reconhecidos como áreas florestadas chamadas de “cerrados” e ambientes abertos de savana denominados de “campos nativos”. Foram portanto amostrados 300 pontos em 10 tipos de tratamentos, conforme descrito na Tabela 4. Vale ressaltar que as áreas queimadas descendem de incêndios naturais, com frequências diferentes de queima, monitorados no decorrer de 18 anos (Corral et al. 2023).

Tabela 4. Tratamento de queima amostrados na reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, estado de Mato Grosso do Sul. Fonte: Corral et al. (2023).

Tratamentos	Siglas	Descrição
Campos Nativos de Queima Precoce de Alta Frequência	CNPAF	Queimadas antes do auge da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos
Campos Nativos de Queima Precoce de Baixa Frequência	CNPBF	Queimadas antes do auge da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos
Campos Nativos de Queima Tardia de Alta Frequência	CNTAF	Queimadas no auge ou no fim da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos
Campos Nativos de Queima Tardia de Baixa Frequência	CNTBF	Queimadas no auge ou no fim da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos
Campos Nativos Área Controle	CNC	Áreas não queimadas nos últimos 3 anos
Cerrados de Queima Precoce de Alta Frequência	CEPAF	Queimadas antes do auge da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos
Cerrados de Queima Precoce de Baixa Frequência	CEPBF	Queimadas antes do auge da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos
Cerrados de Queima Tardia de Alta Frequência	CETAF	Queimadas no auge ou no fim da seca e 8 ou mais vezes nos últimos 18 anos
Cerrados de Queima Tardia de Baixa Frequência	CETBF	Queimadas no auge ou no fim da seca e no máximo 7 vezes nos últimos 18 anos
Cerrados Área Controle	CEC	Áreas não queimadas nos últimos 3 anos

Análise de dados

Em cada estação amostral foram registradas a riqueza e abundância de aves em relação às variáveis de: (a) frequência de queima; (b) característica vegetal (cerrado ou campos nativos); (c) intensidade de queima.

Foram utilizados dois índices de diversidade funcional: riqueza funcional e divergência funcional. A riqueza funcional foi representada pelo índice FRic, que tem como base a quantidade de espaço de nicho ocupado pela espécie em uma comunidade, em outras palavras, os traços funcionais da espécie (Villéger et al. 2008). A divergência funcional baseia-se na dispersão de espécies no espaço de características funcionais, ou seja, a irregularidade na distribuição dos valores dos atributos no volume do espaço funcional ocupado por todas as espécies de uma certa comunidade. Para esse fim foi utilizado o índice RaoQ (entropia quadrática de Rao), que incorpora dados de abundância das espécies e as diferenças funcionais entre elas (Botta-Dukát, 2005).

Cada índice foi usado como variável resposta e os fatores como preditoras em um modelo de Análise de Variância (ANOVA). Quando necessário foram realizadas comparações posteriores através do teste de Tukey (Carmer & Swanson, 1973), verificando assim por meio das comparações par a par em quais níveis estavam as diferenças.

Foram selecionados cinco atributos funcionais: Tamanho da asa (capacidade de dispersão, definido pelo tamanho em centímetros); tamanho da ninhada (aptidão, definido por números de filhotes); dieta (recursos de forrageamento, definido por frugívoro, nectarívoro, onívoro, carnívoro, granívoro, insetívoro e necrófago); local de nidificação (recursos de vegetação definido por copa, sub-bosque e solo); cuidado parental (aptidão definido por cooperativo, biparental, macho e fêmea) (Billerman et al. 2022). Para compreender melhor a relação entre a composição dos atributos funcionais e as variáveis preditoras, foi aplicado a análise “fourth-corner” (Dray & Legendre, 2008). Essa análise consiste em estimar a correlação entre características (atributos funcionais das aves) e os preditores ambientais e sua

significância é testada permutando o valor dos locais e das espécies (Dray & Legendre, 2008). Todas as análises foram realizadas no ambiente R (R core team, 2021).

8. Resultados

O estudo registrou 195 espécies e uma abundância de 4.162 indivíduos em todos os pontos amostrais, com 138 espécies ($n=3.108$) registradas nos tratamentos queimados e 143 espécies ($n=1.054$) nas áreas controle, que não foram queimadas (Anexo 1).

A riqueza funcional foi maior nas áreas controle para frequência de queima ($F= 12,78$, $DF= 2$, $p= 0,000004$) e significativamente diferente tanto para a frequência alta (Tukey $p=0,00001$) quanto baixa (Tukey $p=0,00002$, Figura 8; Tabela 5). No entanto, não houve diferença da riqueza funcional entre as frequências alta e baixa ($p=0,97$).

A divergência funcional foi significativa para a variável de intensidade de queima ($F= 5,64$, $DF= 1$, $p=0,01$), apresentando diferença entre os tratamentos de queima precoce e tardio, com maior divergência para o tratamento tardio (Tukey $p=0,04$, Figura 9; Tabela 5). Com relação aos atributos funcionais, apenas o local de nidificação é afetado negativamente pelas queimadas de baixa frequência ($p=0,04$, Figura 10; Tabela 6).

Tabela 5. Valores de p resultantes das diferentes comparações entre as variáveis para os índices de diversidade funcional de aves na reserva indígena Kadiwéu.

	Frequência de queima	Intensidade de queima	Fitofisionomia
Riqueza Funcional	0,000004	0,25	0,12
Divergência Funcional	0,1	0,01	0,2

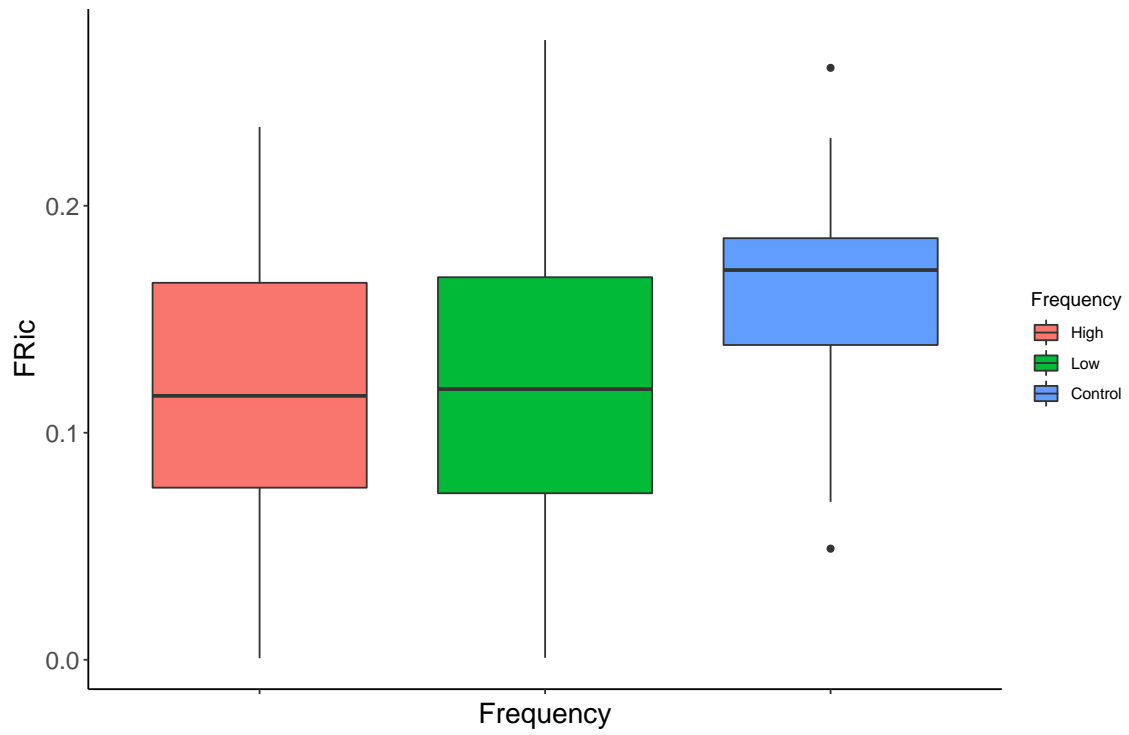


Figura 8. Relação entre frequência de queima e riqueza funcional da reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul.

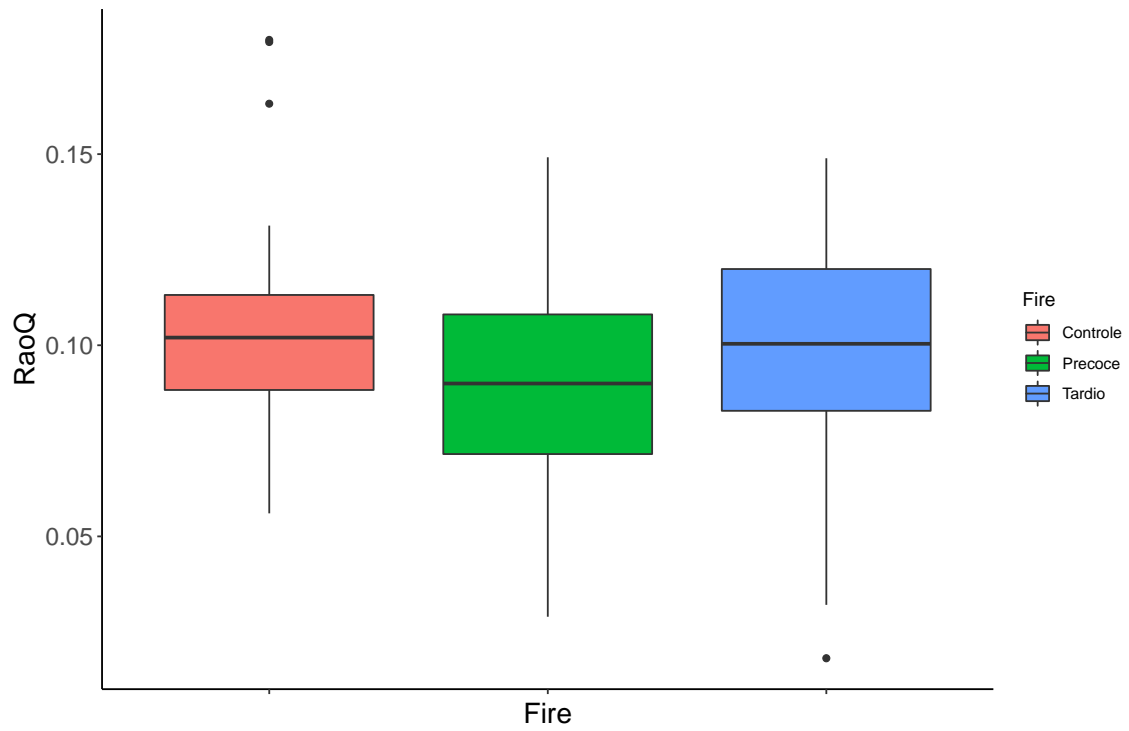


Figura 9. Relação entre intensidade de queima e divergência funcional da reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul.

	Frequ.alta	Frequ.baixa	Frequ.controle	Veget.campo	Veget.cerrado	Fire.controle	Fire.precoce	Fire.tardio
diet								
nesting_site								
wing_length								
parental_care								
Clutch_size								

Figura 10. Relação entre os atributos funcionais e variáveis ambientais da reserva indígena Kadiwéu, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul. Legenda: Valor significativo representado pelo quadrado vermelho.

9. Discussão

As aves respondem de formas distintas perante às alterações do ambiente, e essas respostas dependem das características ecológicas das espécies, pois mesmo que as perturbações representam ameaças a biodiversidade, seus efeitos não se restringem à perda de espécies, mas também em suas funções dentro do ecossistema (Matuoka et al. 2020). O fogo como um filtro ecológico altera as características do ambiente, e conseqüentemente diminui a diversidade funcional da comunidade de aves, independente dos tipos de queima, como observado nesse estudo. Essa diversidade funcional, ou seja, as funções ecossistêmicas, consistem substancialmente no valor de cada característica ecológica dos organismos e suas associações presente no ambiente, formando uma complexa e diversa rede (Rija et al. 2015). Interações que também são ameaçadas pelos incêndios, e cuja frequência e intensidade de queima parecem influenciar de mesmo modo essas relações (Hidasi-Neto et al. 2012).

O fogo afeta os padrões de diversidade funcional das assembléias de aves, capaz de selecionar espécies com características similares, produzindo assim um padrão de agrupamento funcional (Sitters et al. 2016). As métricas utilizadas nesses tratamentos de queima indicam que existem espécies capazes de se beneficiarem com o fogo, ideia que possibilita inferir na ocorrência de valores extremos de traços funcionais. Em termos ecológicos, em um processo pós-perturbação, ocorre a ocupação de nichos e recolonização dos habitats pelas espécies pioneiras e/ou de características mais generalistas, ou seja, com traços ou atributos que permitem a sua sobrevivência naquele local durante aquelas condições e que ao mesmo tempo possuem relação com o funcionamento da comunidade (Sitters et al. 2016).

Essas espécies possuem traços funcionais que as permitem colonizar e aproveitar esse ambiente alterado pelo fogo, possibilitando se tornarem mais abundantes, enquanto que, naturalmente outras espécies não possuem essas características. As espécies de aves que nidificam no solo, ou no estrato vegetal mais baixo são afetadas negativamente pelo fogo, e

também são afetadas pelo processo de sucessão vegetal, pois o ambiente se difere de seus habitats preferenciais, pois, diversas espécies de aves forrageiam no solo dos cerrados e precisam da serrapilheira para se alimentar e mesmo nidificar.

Áreas com baixa frequência de queima passaram por maior tempo de reestruturação das comunidades, apresentando estruturas vegetacionais mais complexas quando comparadas aos ambientes com mais episódios de queimadas (Ingrisch & Bahn 2018). Nesse aspecto, ambientes mais estruturados, ou seja, que apresentam vegetação mais densa, são capazes de manter um maior número de espécies coexistindo, decorrente da disponibilidade de locais para refúgios, ninhos, forrageamento, entre outros recursos (Chalmandrier et al. 2013). Para as aves, ambientes mais estruturados fornecem sítios de nidificação, dispostos nos diversos estratos florestais, ou mesmo em habitats campestres (Sitters et al. 2016). Nesse sentido, a heterogeneidade ambiental mostra-se relevante para compreensão dessa dinâmica, pois na escala vertical nas florestas, o estrato arbustivo por exemplo, é muito importante para diversas espécies de aves que forrageiam, nidificam e se protegem no estrato baixo e médio da vegetação dos cerrados.

Portanto, como esperado, a diversidade funcional das aves foi afetada pelos processos de queima, assim como foi evidenciado a relatividade das respostas de espécies, pois os processos de dispersão e sobrevivência são tão importantes quanto as características biológicas na estruturação da comunidade, e essa estrutura é fator importante nas definições categóricas de intensidade e frequência de queima, permitindo entender os padrões de sobrevivência das aves sob o regime de fogo.

10. Conclusão geral

Nos campos e cerrados da Terra Indígena Kadiwéu foram registradas uma grande riqueza de espécies de aves vivendo em um mosaico de áreas queimadas em diversas épocas, com diferentes graus de intensidade e frequência de queima, sujeitas a sazonalidade natural da região. Em síntese, o fogo afeta a comunidade de aves, diminuindo a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos, e essa perturbação foi mais abrupta no período de estiagem. Foi possível verificar que as áreas de cerrado não queimadas por um período de três anos apresentaram maior riqueza de espécies em comparação aos demais tratamentos.

A diferença entre os ambientes possibilitou observar que as áreas de maior densidade de árvores apresentam maior sensibilidade quanto aos incêndios, sendo os campos mais suscetíveis de se reestruturarem, abrindo espaço para a recolonização por parte das aves. O fogo afeta não apenas as populações de aves, mas também a diversidade funcional existente nesses ambientes, diminuindo as interações presentes. Ou seja, o fogo age modificando as estruturas vegetacionais de um local, a disponibilidade de recursos e as espécies presentes, incluindo assim suas populações e os papéis ecológicos que desempenham, por meio dos traços funcionais que permitem sua sobrevivência sob determinadas condições impostas pelos regimes de queima.

A queima precoce mostrou não alterar a abundância das aves, semelhante as áreas não queimadas, portanto a utilização de fogo controlado de intensidade precoce como forma de manejo, mostra-se como estratégia de manutenção ecológica das áreas nativas. Entender essa dinâmica é fundamental para elaboração de estratégias de conservação e manejo ambiental, seja através da preservação de áreas naturais, ou na utilização de incêndios controlados, cuja ideia principal é manter a integridade das áreas fronteiriças de Cerrado e Pantanal frente as frequentes queimadas.

11. Literatura citada

- Antas PTZ. 1994. Migration and other movements among the lower Paraná River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands. *Bird Conservation International* 4: 181–190.
- Arruda WS, Oldeland J, Filho ACP, Pott A, Cunha NL, Ishii IH & Damasceno-Junior GA. 2016. Inundation and fire shape the structure of riparian forests in the Pantanal, Brazil. *Plos One*, 11: 1-12.
- Batista EKL, Russell-Smith J, França H & Figueira JEC. 2018. An evaluation of contemporary savanna fire regimes in the Canastra National Park, Brazil: Outcomes of fire suppression policies. *Journal of Environmental Management*, 205: 40-49.
- Bibby CJ, Burger N, Hill D, Mustoe S. 2000. *Bird Census Techniques*. 2. ed. Cambridge: Academic Press, 302 p.
- Billerman SM, Keeney BK, Rodewald PG & Schulenberg TS. 2022. *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://birdsoftheworld.org/bow/home>.
- Buisson E, Stradic SL, Silveira FAO, Overbeck GDGE, Fernandes AFGW, Bond WJ, Hermann JM, Mahy G, Alvarado ST, Zaloumis NP & Veldman JW. 2018. Resilience and restoration of tropical and subtropical grasslands, savannas, and grassy woodlands. *Biological Reviews* 94: 590-609.
- Botta-Dukát Z. 2005. Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits. *Journal of Vegetation Science* 16:533–540. doi: 10.1111/j.1654-1103.2005.tb02393.x
- Carmer SG & Swanson MR. 1973. An evaluation of ten pairwise multiple comparison procedures by Monte Carlo methods. *Journal of the American Statistical Association*, 68:66-74.
- Cavallero L, Raffaele E & Aizen MA. 2013. Birds as mediators of passive restoration during early post-fire recovery. *Biological Conservation* 158:342-350. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.10.004>.
- Chalmandrier L, Midgley GF, Barnard P & Sirami C. 2013. Effects of time since fire on birds

in a plant diversity hotspot. *Acta Oecologica* 49: 99-106.

<https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.03.008>.

Colwell RKA, Chao A, Gotelli NJ, Lin SY, Mao CX, Chazdon RL & Longino JT. 2012.

Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5: 3–21.

<https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>.

Corral A, Valério LM, Cheung KC, Ferreira BHS, Guerra A, Szabo JK & Reis LK. 2020.

Plant-bird mutualistic interactions can contribute to the regeneration of forest and non-forest urban patches in the Brazilian Cerrado. *Urban Ecosystems* 24: 205-213.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11252-020-01029-8>.

Corral A & Valério LM. 2019. Efeito do tamanho e distância de fragmentos florestais urbanos na composição de aves no perímetro urbano de Campo Grande – MS. *Atualidades Ornitológicas* 8: 33-46.

Dray S & Legendre P. 2008. Testing the species traits environment relationships: the fourth-corner problem revisited. *Ecology* 89: 3400–3412. doi: 10.1890/08-0349.1.

Falk DA, Mantgem PJV, Keeley JE, Gregg RM, Guiterman CH, Tepley AJ, Young DJN & Marshall LA. 2022. Mechanisms of forest resilience. *Forest Ecology and Management* 512:120-129. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120129>

Falleiro R, Santana MT & Berni CR. 2016. As contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o controle dos incêndios florestais nas Terras Indígenas do Brasil. *Biodiversidade brasileira* 6:88-105.

Farrell CE, Fahrig L, Mitchell G & Wilson S. 2019. Local habitat association does not inform landscape management of threatened birds. *Landscape Ecology* 34:1313–1327.

<https://doi.org/10.1007/s10980-019-00843-6>

Frota AVB, Vitorino BD, Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK & Nunes JRS. 2020. Bird community structure in macrohabitats of the aquatic-terrestrial transition zone in the Pantanal Wetland, Brazil. *Oecologia Australis* 24: 615-634. <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2403.07>.

Frota AVB, Vitorino BD, Almeida SM, Nunes JRS & Silva CJ. 2022. Bird dependence on wetlands determines functional responses to flood pulse in the Brazilian Pantanal.

Ornithological Research 30: 190–203. <https://doi.org/10.1007/s43388-022-00102-4>

Gross N, Bagousse-Pinguet YL, Liancourt P, Berdugo M, Gotelli NJ & Maestre FT. 2017. Functional trait diversity maximizes ecosystem multifunctionality. *Nat Ecol Evol* 1:0132. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0132>

Guarnier CP, Damião PE & Salomão RAS. 2022. Famílias de aves indicadoras de perturbações por incêndios no Pantanal de Poconé -MT. *Open Science Research* VI 1: 379-380. <http://dx.doi.org/10.37885/220910068>.

Gwynne JA, Ridgely RS, Tudor G & Argel M. 2010. *Aves do Brasil: Pantanal e Cerrado*. Editora Horizonte, São Paulo, 322 pp. Tradução: Martha Argel.

Hartung M, Carreño-Rocabado G, Peña-Claros M & Sande MT. 2021. Tropical dry forest resilience to fire depends on fire frequency and climate. *Frontiers in Forests and Global Change* 4: 1-18, <http://dx.doi.org/10.3389/ffgc.2021.755104>.

Hidasi-Neto J, Barlow J & Cianciaruso M. 2012. Bird functional diversity and wildfires in the Amazon: the role of forest structure. *Animal Conservation* 15: 407-415. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2012.00528.x>.

Hill MO. 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427–32. <https://doi.org/10.2307/1934352>.

Hodgson D, McDonald JL & Hosken DJ. 2015. What do you mean, resilient? *Trends in Ecology and Evolution* 30: 503–506. doi:10.1016/j.tree.2015.06.010

Ingrisch J & Bahn M. 2018. Towards a comparable quantification of resilience. *Trends in Ecology and Evolution* 33: 251–259. doi: 10.1016/j.tree.2018.01.013

Jedlikowski J. 2016. Multi-scale habitat selection in highly territorial bird species: exploring the contribution of nest, territory and landscape levels to site choice in breeding rallids (Aves: Rallidae). *Acta Oecologica* 73:10–20.

Jesus JB, Rosa CN, Barreto IDC & Fernandes MM. 2020. Análise da incidência temporal, espacial e de tendência de fogo nos biomas e unidades de conservação do Brasil. *Ciência Florestal* 30:176-191.

Jolly CJ, Dickman CR, Doherty TS, Eeden LM, Geary WL, Legge SM, Woinarski JCZ &

- Nimmo DG. 2022. Animal mortality during fire. *Global Change Biology* 28: 2053-2065. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.16044>.
- Kolbert E. 2015. *A Sexta Extinção. Intrínseca*, Rio de Janeiro, 284 pp. Tradução de Mauro Pinheiro.
- Koshelev OI, Koshelev VO, Fedushko MP & Zhukov OV. 2020. Time turnover of species in bird communities: the role of landscape diversity and climate change. *Biosystems Diversity* 28: 433-444. <http://dx.doi.org/10.15421/012056>.
- Legendre P & Legendre L. 1998. *Numerical Ecology*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier. ISBN 978-0444892508.
- Li X, Song K & Liu G. 2020. WetlandFire scar monitoring and its response to changes of the Pantanal wetland. *Sensors* 20:4268. <http://dx.doi.org/10.3390/s20154268>.
- Libonati R, DaCamara CC, Peres LF, Carvalho LAS & Garcia LC. 2020. Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. *Nature* 588: 217-219. <http://dx.doi.org/10.1038/d41586-020-03464-1>.
- Lindenmayer DB, Blanchard W, McBurney L, Blair D, Banks SC, Driscoll DA, Smith AL & Gill AM. 2014. Complex responses of birds to landscape-level fire extent, fire severity and environmental drivers. *Diversity And Distributions* 20: 467-477. <http://dx.doi.org/10.1111/ddi.12172>.
- Lovejoy TE & Hannah L. 2019. *Biodiversity and Climate Change: transforming the biosphere*. Yale University Press, London, 414 p.
- Martins PI, Belém LBC, Szabo JK, Libonati R & Garcia LC. 2022. Prioritising areas for wildfire prevention and post-fire restoration in the Brazilian Pantanal. *Ecological Engineering* 176: 106517. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106517>.
- Matuoka MA, Benchimol M, Almeida-Rocha JM & Morante-Filho JC. 2020. Effects of anthropogenic disturbances on bird functional diversity: A global meta-analysis. *Ecological Indicators* 116: 106471. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106471>.
- Matter SV, Straube FC, Accordi LA, Piacentini VQ & Candido JF. 2010. *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Technical Books. Rio

de Janeiro, 516 pp.

Mclauchlan KK, Higuera PE & Miesel J. 2020. Fire as a fundamental ecological process: research advances and frontiers. *Journal of Ecology* 108: 2047-2069.

<http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.13403>.

Nunes AP. 2011. Quantas espécies de aves ocorrem no Pantanal Brasileiro?. *Atualidades Ornitológicas* 160:45-54.

Nunes AP, Straube FC, Posso SR, Laps RR, Vasconcelos MF, Hoffmann, Morante-Filho JC, Donatelli RJ, Ragusa-Netto J, Faxina C, Godoi MN, Urben-Filho A, Castro SLR, Lopes EV, Anjos L, Tomas WM, Mendonça LB, Silva PA, Pivatto MA, Costacurta MB, Melo AV, Hass, Braz VS, Módona, Érica de S, Freitas GO, RAD, Benites M, Mamede S & Menq, W. 2022. Checklist of the birds of Mato Grosso do Sul state, Brazil: diversity and conservation. *Papéis Avulsos De Zoologia*, 62, e202262029. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2022.62.029>

Nunes AP, Laps RR & Tomas WM. 2017. Aves e matas são interdependentes. *Revista Ciencia Pantanal [Online]*, v. 3. 4 pp.

Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, Agne CE, Bencke GA, Bravo GA, Brito GRR, Cohn-Haft M, Maurício GN, Naka LN, Olmos F, Posso SR, Lees AC, Figueiredo LFA, Carrano E, Guedes RC, Cesari E, Franz I, Schunck F & Piacentini V de Q. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithol. Res.* 29: 94–105. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>.

Pérez-Granados C, Serrano-Davies E & Noguerales V. 2018. Returning home after fire: How fire may help us manage the persistence of scrub-steppe specialist bird populations. *Biodiversity and Conservation* 27: 3087-3102.

Perlo B. 2015. *Birds of South America: Passerines*. Princeton University Press, Princeton, 464 pp.

Pinho JB & Marini MA. 2013. Birds' nesting parameters in four forest types in the Pantanal wetland. *Revista Brasileira de Biologia* 74: 890-898.

Pinho JB, Aragona M, Hakamada K, & Marini M. 2017. Migration patterns and seasonal forest use by birds in the Brazilian Pantanal. *Bird Conservation International* 27: 371-387. <http://dx.doi.org/10.1017/s0959270916000290>.

Price F, Mikac K, Wilson N, Roberts B, Critescu RH, Gallagher R, Mallee J, Donatiou P, Webb J, Keith DA, Letnic M & Mackenzie BDE. 2022. Short-term impacts of the 2019–20 fire season on biodiversity in eastern Australia. *Austral Ecology* 48: 3-11.

<http://dx.doi.org/10.1111/aec.13247>.

Prieto-Torres DA, Rojas-Soto OR, Santiago-Alarcon D, Bonaccorso E & Navarro-Sigüenza AG. 2019. Diversity, endemism, species turnover and relationships among avifauna of Neotropical seasonally dry forests. *Ardeola* 66: 257.

<http://dx.doi.org/10.13157/arla.66.2.2019.ra1>.

Pott A. 2000. Dinâmica da vegetação do Pantanal. In: Cavalcanti, T.C. & Walter, B.M.T. (org.) *Tópicos atuais em Botânica*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil, p. 172-182.

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing (4.1.2). R Foundation for Statistical Computing. (Acesso online): <https://www.r-project.org/>

Ridgely RS, Gwynne JA, Tudor G & Argel M. 2015. *Aves do Brasil: Mata Atlântica do Sudeste*. Editora Horizonte, São Paulo, 418 pp. Tradução de Martha Argel.

Rija AA, Mgelwa AS, Modest R & Hassan SN. 2015. Composition and functional diversity in bird communities in a protected humid coastal savanna. *Advances in Zoology*. ID 864219, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2015/864219>

Rivaben RC, Pott A, Bueno ML, Parolin P, Cordova MO, Oldeland J, Silva RH & Damasceno-Junior GA. 2021. Do fire and flood interact to determine forest islet structure and diversity in a Neotropical wetland? *Flora* 281:151874. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2021.151874>.

Robinson V. 2017. Riqueza, diversidade funcional e sazonalidade de aves em uma planície de inundação artificial. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 64 pp.

Rocha-Santos L, Mayfield MM, Lopes AV, Pessoa MS, Talora DC, Faria D & Cazetta E. 2020. The loss of functional diversity: A detrimental influence of landscape-scale deforestation on tree reproductive traits. *Journal of Ecology* 108: 212-223.

Sato MN. 2018. Fire induced damage to *Qualea multiflora* Mart. seeds depends on fruit protection and the position in the tree crown. *Plant Biology*. 20:1036-1041. doi:

10.1111/plb.12886.

Sendoda AMC. 2009. Efeito do manejo de fogo sobre comunidades de aves em campos sujos no Parque Nacional das Emas GO/MS. Dissertação (Mestrado) - Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 71 pp.

Silva GJA. 2004. Construção física, social e simbólica da reserva indígena Kadiwéu (1899-1984): memória, identidade e história. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados.

Silva JSV & Abdon MM. 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33: 1703-1711.

Silva JMC. 1995. Birds of the Cerrado Region, South America. *Steenstrupia*, 21:69-92.

Sitters H, Stefano JD, Christie F, Swan M & York A. 2016. Bird functional diversity decreases with time since disturbance: Does patchy prescribed fire enhance ecosystem function? *Ecological Applications*. 26: 115-127. <https://doi.org/10.1890/14-1562>.

Sitters H, York A, Swan M, Christie F & Stefano JD. 2016. Opposing responses of bird functional diversity to vegetation structural diversity in wet and dry forest. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164917>

Suárez-Castro AF, Maron M, Mitchell MGE & Rhodes JR. 2022. Disentangling direct and indirect effects of landscape structure on urban bird richness and functional diversity. *Ecological Application* 4:1-14. DOI: 10.1002/eap.2713.

Sutherland WJ. 1996. *Ecological Census Techniques*. Cambridge University Press, Cambridge, 336 p.

Tavares PVF. 2018. Perda de habitat e efeitos de borda na comunidade de aves de sub-bosque em florestas de areia branca na Amazônia Central. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biologia, Coordenação de Pós-Graduação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 37 pp.

Teixeira FD. 2015. O papel da matriz sobre os padrões de diversidade da comunidade de aves em fragmentos de mata atlântica. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 60 pp.

Tizianel FA. 2008. Efeito da complexidade da vegetação de fitofisionomias naturais e pastagens cultivadas sobre a comunidade de aves em duas fazendas do Pantanal de Nhecolândia, Corumbá MS. Dissertação (Mestrado) - Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 54 pp.

Thompson I, Mackey B, McNulty S & Mosseler A. 2009. Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Technical Series, Montreal 67 pp.

Ubaid FK. 2014. Efeitos do fogo sobre comunidades de aves no Pantanal Mato-Grossense. Tese (Doutorado) - Curso de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Vielliard JME, Almeida MEC, Anjos L & Silva W. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). In: Ornitologia e Conservação. Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento (Editado por: Matter SV, Straube FC, Accordi LA, Piacentini VQ & Candido JF). Technical Books, Rio de Janeiro, 47-60.

Villéger S, Mason NWH & Mouillot D. 2008. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology* 89:2290–2301. doi: 10.1890/07-1206.1.

Watson SJ, Taylor RS, Nimmo DG, Kelly LT, Haslem A, Clarke MF & Bennett AF. 2012. Effects of time since fire on birds: how informative are generalized fire response curves for conservation management. *Ecological Applications* 22: 685-696. <http://dx.doi.org/10.1890/11-0850.1>.

Wheeler B. 2016. Package Imperm. R package version, v. 2.

Ciconiidae									
<i>Mycteria americana</i>	carn	Tree/Platform	455.9	Biparental	2			1	1
<i>Jabiru mycteria</i>	carn	Tree/Platform	640.8	Biparental	3			1	1
Cathartiformes									
Cathartidae									
<i>Cathartes aura</i>	necr	Ground	508.5	Biparental	2			5	5
<i>Cathartes burrovianus</i>	necr	Hole	485.8	Biparental	2			1	1
<i>Coragyps atratus</i>	necr	Tree/Hole / Cave	410.1	Biparental	2			10	10
<i>Sarcoramphus papa</i>	necr	Cavity on cliff	508.2	Biparental	1			1	1
Accipitriformes									
Accipitridae									
<i>Heterospizias meridionalis</i>	carn	Tree/Platform	416.4	Biparental	1	3		2	5
<i>Urubitinga coronata</i>	carn	Tree/Platform/Cliff	400.0	Biparental	1			1	1
<i>Urubitinga urubitinga</i>	carn	Tree/Platform	398.9	Biparental	1			1	1
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	carn	Tree/Platform	427.0	Biparental	2			1	1
<i>Circus buffoni</i>	carn	Ground	436.0	Biparental	4			1	1
<i>Ictinia plumbea</i>	carn	Tree/Platform	285.6	Biparental	2			1	1
<i>Pseudastur albicollis</i>	carn	Tree/Platform	358.3	Biparental	1			1	1
<i>Rupornis magnirostris</i>	carn	Tree/Platform	220.9	Biparental	2	13	16	20	49
Gruiformes									
Rallidae									
<i>Aramides cajaneus</i>	oniv	Tree/Platform	179.1	Biparental	5			2	2
Charadriiformes									
Charadriidae									
<i>Vanellus chilensis</i>	oniv	Ground	217.6	Biparental	2	2		3	5
Columbiformes									
Columbidae									
<i>Columbina talpacoti</i>	gran	Tree/Cup	86.8	Biparental	2	2		1	3
<i>Columbina squamata</i>	gran	Tree/Cup / Ground/Cup	95.0	Biparental	2	23	15	4	42
<i>Columbina picui</i>	gran	Tree/Cup	87.9	Biparental	2	6		2	8
<i>Patagioenas picazuro</i>	gran	Tree/Platform	218.2	Biparental	1	28	23	17	68
<i>Patagioenas cayannensis</i>	gran	Tree/Platform	180.3	Biparental	1	7	6	2	15
<i>Zenaida auriculata</i>	gran	Ground/cup	130.1	Biparental	2	6		10	16
<i>Leptotila verreauxi</i>	gran	Tree/Cup	136.7	Biparental	2	25	77	6	108

Cuculiformes									
Cuculidae									
<i>Piaya cayana</i>	oniv	Tree/Platform	145.9	Biparental	2		2	1	3
<i>Crotophaga ani</i>	oniv	Tree/Communal	144.0	Cooperative	5			5	5
<i>Guira guira</i>	carn/inset	Tree/Platform	173.6	Cooperative	10	6		5	11
<i>Tapera naevia</i>	inset	No nest	105.4	Parasite	1	4			4
Strigiformes									
Strigidae									
<i>Glaucidium brasilianum</i>	carn	Tree/Hole/Termitaria	94.1	Biparental	3	1	3	1	5
<i>Megascops choliba</i>	carn	Tree/Hole/Termitaria	162.8	Female	2			1	1
<i>Tyto furcata</i>	carn	Cavities	280.0	Biparental	5			1	1
<i>Athene cunicularia</i>	carn	Ground/cavity	153.0	Biparental	4	5		2	7
Nyctibiiformes									
Nyctibiidae									
<i>Nyctibius griseus</i>	inset	Tree/No nest	256.4	Biparental	1			1	1
Caprimulgiformes									
Caprimulgidae									
<i>Nyctidromus albicollis</i>	inset	Ground	150.9	Biparental	1			1	1
<i>Antrostomus rufus</i>	inset	Ground	169.0	Biparental	2			1	1
Apodiformes									
Trochilidae									
<i>Eupetomena macroura</i>	necta	Tree/Cup	69.3	Female	2	10		6	16
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	necta	Tree/Cup	49.6	Female	2	15	5	9	29
<i>Hylocharis chrysura</i>	necta	Tree/Cup	51.8	Female	2	29	45	12	86
<i>Polytmus guainumbi</i>	necta	Tree/Cup	59.2	Female	2	1		2	3
<i>Amazilia fimbriata</i>	necta	Tree/Cup	52.3	Female	2	1			1
<i>Heliomaster furcifer</i>	necta	Tree/Cup	54.1	Female	2	9	9		18
Trogoniformes									
Trogonidae									
<i>Trogon curucui</i>	inset	Tree /Termitaria	118.3	Biparental	2		6	1	7
Galbuliformes									
Galbulidae									
<i>Galbula ruficauda</i>	inset	Cavity on cliff	78.3	Biparental	3		1	2	3
Bucconidae									

<i>Monasa nigrifrons</i>	inset	Cavity on cliff	127.8	Cooperative	3			3	3
<i>Nystalus striatipectus</i>	inset	Ground/cavity	80.0	Biparental	2	15	16	5	36
Piciformes									
Ramphastidae									
<i>Ramphastos toco</i>	oniv	Tree/Hole/Termitaria	242.2	Biparental	3	9	10	10	29
<i>Pteroglossus castanotis</i>	oniv	Tree/Hole	154.4	Biparental	3			18	18
Picidae									
<i>Picumnus albosquamatus</i>	inset	Tree/Hole	53.0	Biparental	2	1		2	3
<i>Melanerpes candidus</i>	inset	Tree/Hole / Cliff	157.2	Biparental	3	17	4	21	42
<i>Melanerpes flavifrons</i>	oniv	Tree/Hole	117.0	Cooperative	3			2	2
<i>Veniliornis passerinus</i>	inset	Tree/Hole	77.4	Biparental	2	7	21	4	32
<i>Veniliornis mixtus</i>	inset	Tree/Hole	85.2	Biparental	4	4	2		6
<i>Piculus chrysochloros</i>	inset	Tree/Hole/Termitaria	126.2	Biparental	3	4	1		5
<i>Colaptes melanochloros</i>	inset	Tree/Hole	138.3	Biparental	4	1	1	4	6
<i>Ceelus lugubris</i>	inset	Tree/Hole	142.6	Biparental	2	3	5		8
<i>Dryocopus lineatus</i>	inset	Tree/Hole	184.7	Biparental	2	5	1	2	8
<i>Campephilus melanoleucus</i>	inset	Tree/Hole	184.0	Biparental	2	3			3
Cariamiformes									
Cariamidae									
<i>Cariama cristata</i>	carn	Tree/Platform	357.1	Female	2	11		4	15
Falconiformes									
Falconidae									
<i>Caracara plancus</i>	oniv	Tree/Platform	386.0	Biparental	2	2		8	10
<i>Milvago chimachima</i>	carn	Variable / Tree Hole / Ground	285.9	Biparental	2	1		1	2
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	carn	Tree/Hole	272.4	Biparental	1	2		1	3
<i>Micrastur semitorquatus</i>	carn	Cavities	267.7	Biparental	2		1		1
<i>Falco sparverius</i>	carn	Hole	182.4	Biparental	4			5	5
<i>Falco femoralis</i>	carn	Tree/Platform	245.1	Biparental	3	1		2	3
Psittaciformes									
Psittacidae									
<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	frug/gran	Tree/Hole	444.0	Biparental	2			2	2
<i>Ara ararauna</i>	frug/gran	Tree/Hole	381.3	Biparental	2			3	3
<i>Ara chloropterus</i>	frug/gran	Tree/Hole	402.1	Biparental	2	4	10	1	15
<i>Primolius auricollis</i>	frug/gran	Tree/Hole	202.2	Biparental	3	9	21	3	33

<i>Eupsitula aurea</i>	gran	Ground Termitaria / Tree	141.4	Biparental	3	12	4	12	28
<i>Pyrrhura devillei</i>	frug/gran	Tree/Hole	125.0	Biparental	4	7	12	10	29
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	frug	Tree/Hole	172.0	Biparental	2			2	2
<i>Brotogeris chiriri</i>	frug/gran	Tree/Hole/Termitaria	115.0	Biparental	5	70	78	33	181
<i>Thectocercus acuticaudatus</i>	frug/gran	Tree/Hole	139.5	Biparental	2			2	2
<i>Aratinga nenday</i>	frug/gran	Tree/Hole	182.2	Biparental	3			3	3
<i>Pionus maximilliani</i>	Gran	Tree/Hole	184.4	Female	4	5	20	8	33
<i>Amazona aestiva</i>	frug/gran	Tree/Hole	204.2	Female	3	24	17	23	64
Passeriformes									
Thamnophilidae									
<i>Formicivora rufa</i>	inset	Tree/Cup	50.6	Biparental	2		2		2
<i>Taraba major</i>	inset	Tree/Cup	89.3	Biparental	2			2	2
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	inset	Tree/Cup	66.3	Biparental	2			2	2
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	inset	Tree/Cup	68.1	Biparental	3	8	38		46
<i>Thamnophilus doliatus</i>	inset	Tree/Cup	70.7	Biparental	2	3	1	7	11
Dendrocolaptidae									
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	inset	Tree/Hole	77.1	Female	2	12	31		43
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	inset	Tree/Hole	96.3	Biparental	3	70	77	10	157
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	inset	Tree/Hole	118.9	Biparental	3		2		2
<i>Xiphocolaptes major</i>	inset	Tree/Hole	147.2	Biparental	2	1			1
Furnariidae									
<i>Furnarius rufus</i>	inset	Tree/Globe	95.8	Biparental	2	28	3	16	47
<i>Phacellodomus rufifrons</i>	inset	Tree/dome	64.1	Cooperative	3	26	5	5	36
<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	inset	Tree/Globe	61.4	Biparental	4	24			24
<i>Synallaxis frontalis</i>	inset	Tree/Globe	56.5	Biparental	3	9	6	6	21
<i>Synallaxis albitora</i>	inset	Tree/Globe	62.1	Biparental	3	2	1		3
Tityridae									
<i>Tityra semifasciata</i>	oniv	Tree/Hole	117.5	Biparental	2			2	2
<i>Tityra inquisitor</i>	frug	Tree/Hole	105.8	Biparental	3	2	2	1	5
<i>Pachyramphus viridis</i>	inset	Tree/Globe	71.2	Biparental	3		2		2
Platyrrinchidae									
<i>Platyrrinchus mystaceus</i>	inset	Tree/Cup	54.6	Female	2		1		1
Rhynchocyclidae									
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	inset	Tree/Hanging dome	62.8	Biparental	2	3	27	1	31

<i>Todirostrum cinereum</i>	inset	Tree/Globe	40.5	Biparental	2		2	11	13
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	inset	Tree/Hanging dome	49.0	Biparental	2	38	70	37	145
Tyrannidae									
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	inset	Tree/Cup	45.8	Biparental	2		2		2
<i>Camptostoma obsoletum</i>	inset	Tree/Globe	52.3	Biparental	2	34	17	17	68
<i>Elaenia flavogaster</i>	oniv	Tree/Cup	77.4	Biparental	2				
<i>Elaenia chiriquensis</i>	oniv	Tree/Cup	72.3	Biparental	2	14	1		15
<i>Machetornis rixosa</i>	inset	Grass/globe - Ninho abandonado	93.8	Biparental	3			9	9
<i>Suiriri suiriri</i>	inset	Tree/Cup	74.2	Female/Cooperative	3	77	35		112
<i>Myiopagis viridicata</i>	inset	Tree/cup	60.0	Biparental	2		1		1
<i>Phaeomyias murina</i>	inset	Tree/Cup	55.0	Biparental	2	19	47		66
<i>Legatus leucophaeus</i>	frug	Usurpador	78.5	Biparental	2		7	3	10
<i>Colonia colonus</i>	inset	Tree/Hole	80.8	Biparental	2			1	1
<i>Myiarchus swainsonii</i>	inset	Tree/Hole	88.6	Biparental	3	12	13	11	36
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	inset	Tree/Hole	92.0	Female/Biparental	5	79	93	29	201
<i>Myiarchus ferox</i>	inset	Tree/Hole	85.8	Female/Biparental	2			5	5
<i>Casiornis rufus</i>	inset	Tree/Hole	84.9	Biparental	3	21	76		97
<i>Pitangus sulphuratus</i>	oniv	Tree/Globe	111.9	Biparental	4	7	5	33	45
<i>Myiodinastes maculatus</i>	oniv	Tree/Hole	106.9	Biparental	2	1	19	17	37
<i>Megarynchus pitangua</i>	oniv	Tree/Cup	113.5	Biparental	2		4	7	11
<i>Myiozetetes cayannensis</i>	inset	Tree/dome	84.1	Biparental	2	1		2	3
<i>Tyrannus melancholicus</i>	inset	Tree/Cup	100.4	Biparental	3	7	9	6	22
<i>Tyrannus savana</i>	inset	Tree/Cup	103.2	Biparental	2	2			2
<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	inset	Tree/Cup	91.0	Biparental	2	3	7		10
<i>Empidonomus varius</i>	inset	Tree/Globe	96.8	Biparental	2	1	6	1	8
<i>Sublegatus modestus</i>	inset	Tree/Cup	65.3	Biparental	2	14	6		20
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	inset	Tree/Cup	73.6	Biparental	3	17			17
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	oniv	Tree/Cup	66.7	Biparental	3	5	20		25
<i>Contopus cinereus</i>	inset	Tree/Cup	70.6	Female	2		1		1
<i>Satrapa icterophrys</i>	inset	Tree/Cup	86.6	Biparental	3	2			2
<i>Xolmis cinereus</i>	inset	Tree/Cup	135.5	Biparental	2	7			7
<i>Xolmis velatus</i>	inset	Tree/Cup	114.5	Biparental	3	10		7	17

<i>Psarocolius decumanus</i>	oniv	Tree/Hanging dome (COLONIAL)	198.6	Female	2		11	7	18
<i>Cacicus haemorrhous</i>	oniv	Tree/Hanging dome (COLONIAL)	161.8	Female	2	1	2		3
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	oniv	Tree/Hanging dome	95.0	Biparental	3	12	4	4	20
<i>Icterus croconotus</i>	oniv	Usurpador	97.0	Biparental	2			2	2
<i>Sturnella supercilialis</i>	inset	Ground/cup	94.2	Female	4			3	3
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	inset	Grass/cup	119.8	Biparental	5			2	2
<i>Molothrus bonariensis</i>	oniv	No nest	109.9	Parasite	2			14	14
<i>Gnorimopsar chopi</i>	oniv	Variable / Tree Hole	124.1	Cooperative	4	37		26	63
Thraupidae									
<i>Paroaria capitata</i>	inset	Tree/Cup	79.6	Biparental	3			12	12
<i>Paroaria coronata</i>	inset	Tree/Cup	98.6	Biparental	3	2		17	19
<i>Thraupis sayaca</i>	frug	Tree/Cup	86.7	Biparental	2	62	93	37	192
<i>Thraupis palmarum</i>	oniv	Tree/Cup	90.2	Biparental	2			12	12
<i>Stilpnia cayana</i>	oniv	Tree/Cup	71.8	Biparental	2		4	3	7
<i>Tersina viridis</i>	frug	Tree/Hole / Cavity on cliff	86.9	Biparental	3			2	2
<i>Coereba flaveola</i>	oniv	Tree/Globe	54.6	Biparental	3			4	4
<i>Conirostrum speciosum</i>	inset	Tree/Cup	55.8	Biparental	3	1	3		4
<i>Sicalis flaveola</i>	gran	Tree/Globe	71.3	Biparental	3	8		16	24
<i>Hemithraupis guira</i>	frug	Tree/Hole / Cavity on cliff	86.9	Biparental	3	8	9		17
<i>Volatinia jacarina</i>	gran	Grass/cup	51.0	Biparental	2	32	2	18	52
<i>Ramphocelus carbo</i>	oniv	Tree/Cup	78.1	Cooperative	2			7	7
<i>Eucometis penicillata</i>	inset	Tree/Cup	88.7	Biparental	2		1		1
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	frug	Tree/Cup	63.8	Female	2	45	46	43	134
<i>Dacnis cayana</i>	frug	Tree/Cup	61.8	Cooperative	2		3	1	4
<i>Sporophila plumbea</i>	gran	Tree/Cup	56.8	Biparental	2	1			1
<i>Sporophila caerulescens</i>	gran	Tree/Cup	55.0	Biparental	3	2		1	3
<i>Sporophila leucoptera</i>	gran	Tree/Cup	55.8	Biparental	2	3			3
<i>Emberizoides herbicola</i>	oniv	Grass/cup	70.1	Biparental	2	1			1
<i>Saltatricula atricollis</i>	Frug	Tree/Cup	91.9	Cooperative	2	8			8
<i>Saltator coerulescens</i>	Frug	Tree/Cup	99.8	Biparental/Cooperative	3	5	1		6
<i>Saltator similis</i>	oniv	Tree/Cup	99.8	Biparental	2		1	1	2
<i>Microspingus melanoleucus</i>	gran	Tree/cup	52.0	Biparental	3	4	2		6
<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	inset	Tree/Cup	76.2	Cooperative	2	11			11

Cardinalidae									
<i>Piranga flava</i>	frug	Tree/Cup	93.6	Biparental	4	5	4		9
Fringillidae									
<i>Euphonia chlorotica</i>	frug	Tree/Globe	57.7	Biparental	3	20	29	18	67
Abundância de aves						1488	1620	1054	4162
Riqueza de espécies						114	98	143	193

