



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA-INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**DINÂMICA E COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA DO
SUB-BOSQUE SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES
HISTÓRICOS DE QUEIMADA EM UMA SAVANA
AMAZÔNICA**

LAÍS ARAÚJO COELHO

Manaus, AM

Agosto 2011

LAÍS ARAÚJO COELHO

DINÂMICA E COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA DO SUB-
BOSQUE SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES
HISTÓRICOS DE QUEIMADA EM UMA SAVANA
AMAZÔNICA

ORIENTADORA: DRA. TÂNIA MARGARETE SANAIOTTI

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia (Ecologia).

Manaus, AM

Agosto 2011

Banca examinadora da dissertação escrita

Dr. Jos Barlow

Lancaster University

Aprovada com correções

Dr. Miguel Marini

Universidade de Brasília

Aprovada sem correções

Dr. Darius Tubelis

Universidade Federal do Semi-Árido

Não emitiu parecer

Banca examinadora da defesa presencial

Dra. Camila Ribas

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Aprovada

Dra. Luisa Magalli Henriques

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Aprovada

Dra. Albertina Pimentel Lima

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Aprovada

C672 Coelho, Laís Araújo
Dinâmica e composição da avifauna do sub-bosque sob influência de diferentes históricos de queimada em uma savana Amazônica / Laís Coelho Araújo. --- Manaus : [s.n.], 2011.
viii, 43f. : il. (algumas color.)

Dissertação (Mestrado em Biologia (Ecologia))--INPA, Manaus, 2011.

Orientadora: Dra. Tânia Margarete Sanaiotti

1.Savanas - Amazônia 2.Alter do Chão 3. Aves - Ecologia de comunidades 4.
.Fogo e ecologia 5. Queimadas-Aspectos ambientais I. Título

CDD 19^a ed. 598.25

Sinopse:

Os efeitos de queimadas sobre a avifauna em longo e curto prazo foram estudados na savana amazônica de Alter do Chão, Pará. Registros de 23 anos foram utilizados para determinar os efeitos de queimadas sucessivas e sua posterior supressão sobre a avifauna. Os efeitos da frequência e extensão da área queimada sobre a comunidade de aves também foram analisados , considerando-se a distância das áreas de floresta presentes na paisagem e a cobertura arbórea.

Palavras-chave: Comunidade de aves, extensão de queimadas, frequência de queimadas, supressão de fogo.

À minha pequena e milagrosa Sáira-três-cores

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do INPA pela oportunidade de integrar o seu corpo discente e de passar por esse treinamento diferencial. Sem a bolsa do CNPq que recebi durante o curso e sem a bolsa de produtividade da minha orientadora, esse trabalho teria sido inviável.

Agradeço à minha orientadora Tania Sanaiotti pela energia no campo, apoio, otimismo, por ter me reapresentado ao mundo dos passarinhos e por ter confiado seus dados a mim, além da oportunidade de fazer meu trabalho de campo em Alter do Chão!

Sou muito agradecida à Albertina Lima e Renato Cintra por terem me cedido seus dados não publicados e contribuições nas bancas das quais participei. Ao William Magnusson pelos dados, pela atenção, paciência e ajuda na interpretação dos resultados. Agradeço ao Mario Cohn-Haft pela disposição de conversar, apagar fogos, seu eterno entusiasmo de ver fotos de tiranídeos-esverdeados-não-identificáveis, pelas perguntas e comentários sempre pertinentes (e por vezes assustadores), e principalmente pelo estímulo.

Esse trabalho teria sido simplesmente impossível sem a ajuda e disposição dos irmãos Welton e Edmir “Ronaldinho” Nobre dos Santos. Sou infinitamente agradecida pela paciência, apoio, interesse, dedicação e amizade que recebi com tanta generosidade do Ronaldinho, em situações muitas vezes extremamente cansativas. Muito, muito obrigada! Agradeço ao Samuel, com o qual dividi uma porção grande do trabalho de campo, e também à Simone, sempre bem-humorada. Ao Laudeco pela eterna disposição de ajudar e de contar uma história boa, e à sua família. Agradeço ao José Ribeiro pela ajuda no campo e a disposição de resolver problemas, além de ter me ensinado tanto sobre o trabalho de campo. Agradeço ao Ygo pela companhia do primeiro campo até o último, e pela “orientação”.

Sou muito agradecida aos amigos Fadini, Edson, Camila, Juliana e Clarissa Pimenta que levantaram de madrugada, ficaram debaixo do sol por horas a tirar passarinhos, folhinhas, galhos e lagartos (!) da rede mesmo sem ter maiores vínculos com o trabalho. Dentre esses, principalmente as meninas que viajaram de longe comigo para ajudar, às vezes até a exaustão (desculpa Camila!).

Ao Paulo Massoca, não só pelas viagens a campo comigo em detrimento do seu próprio trabalho, disposição e dedicação ao meu trabalho de campo, ajuda com mapas, e

qualificação, mas pelo cuidado, companheirismo, carinho e exemplo, me dando sempre lições amorosas de como ser uma pessoa cada vez melhor. Além de todo o resto...

À turma de Ecologia de 2009, que mesmo sendo provavelmente nossa última turma, valeu por várias. Em particular agradeço à Ju e Camila por tornarem a salinha de estudos menos opressiva e pelas conversas ornitológicas (e outras não tão ornitológicas assim...). Às amizades que fiz nesse percurso, sem elas tudo teria sido muito mais difícil e menos divertido. Principalmente às amigas-orientadoras, que colaboraram muito para a melhora desse trabalho.

À minha mãe, pelo apoio incondicional, admiração e cuidado (e ajuda no campo!), e por guardar sempre um refúgio pra mim perto dela. Ao meu pai por sempre me acolher de volta, e por sempre apoiar minhas decisões. Sem o amor deles eu não poderia nem imaginar chegar aonde cheguei.

RESUMO

Dinâmica e composição da avifauna sob influência de diferentes históricos de queimada em uma savana amazônica. As savanas são mantidas por queimadas, e a sua biota é adaptada a essa perturbação. Diferentes regimes de queimadas geram manchas de savana estruturalmente distintas. As aves de savana têm forte relação com a estrutura da vegetação. Esse estudo abordou a relação do fogo com a composição da avifauna em escala espacial e temporal, na savana amazônica de Alter do Chão- PA. Os efeitos de diferentes regimes de queimadas foram investigados numa área de 12 ha ao longo de 23 anos, e em curto prazo após uma queimada em área há 13 anos sem queimadas. Os efeitos da frequência e extensão de queimadas, cobertura arbórea e distância à floresta na avifauna foram comparados em 12 parcelas de 3,7 ha. As aves foram amostradas com redes de neblina e foram classificadas quanto ao seu uso de habitat pela comparação de censos acústicos e visuais em savanas e florestas da região. A variável representante da avifauna foi o eixo obtido a partir de ordenação NMDS baseada em dados qualitativos e quantitativos das espécies. A composição da avifauna se manteve semelhante em 10 anos sob regimes de queimadas. Após a supressão de queimadas as espécies florestais foram predominantes, concomitante com a perda de algumas espécies de savana. Entretanto, uma queimada foi suficiente para o retorno dessas espécies à mesma área. A frequência de queimadas foi a variável com maior efeito na avifauna. O número de espécies capturadas foi maior em áreas próximas à floresta e menor em áreas com queimadas mais frequentes. A avifauna foi sensível à ocorrência de queimada independentemente da extensão. Esses resultados indicam que a manutenção de espécies de muitas espécies de savana depende da ocorrência de queimadas. O manejo de queimadas deve ter um foco de conservação claro, e a conservação da biota típica de savana deve ser considerada.

ABSTRACT

Bird dynamics and composition under different fire regimes in an Amazonian Savanna.

Savannas are ecosystems maintained by fires, characterized by a fire-adapted biota. Different fire regimes can generate structurally diverse vegetation, and savanna birds are known to be closely related to vegetation structure. However, long-term approaches and interaction of fire with other environmental factors need to be explored for the better understanding of the effects of fire on birds. The effects of different fire regimes were investigated in a 12-ha area for a period of 23 years, and in a short-term post-fire survey in an area not burned for 13 years. The effects of frequency and extent of fires, tree cover, and forest distance on bird composition were assessed in twelve 3.7-ha plots. Birds were surveyed with mist-nets and species were classified as to their habitat use by comparison of registers in forest and savanna plots through visual/acoustical surveys. The avifauna, represented by the first axes obtained in a NMDS ordination based on quantitative and qualitative species, changed little in a 10-year period with regular fires. After 13 years of fire suppression, many forest species colonized the area and some savanna species were lost. However, after one fire event some savanna species returned. Fire frequency was the variable with most effect on avifauna. Species richness was higher in plots closer to the forest, and lower in plots where fires were more frequent. The avifauna was sensitive to the occurrence of fires, independent of fire extent. These results indicate that many savanna bird species depend on the occurrence of regular fires.

SUMÁRIO

Apresentação	9
Objetivos	9
Artigo	11
<i>Introdução</i>	13
Objetivos	16
<i>Material e Métodos</i>	16
Área de estudo	16
Amostragem de aves.....	18
Variáveis ambientais.....	20
Análise dos dados	21
<i>Resultados</i>	22
<i>Discussão</i>	30
Referências Bibliográficas	34
Conclusões.....	40
Apêndices.....	41

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi elaborada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia (Ecologia) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. A dissertação é composta por um capítulo único na forma de artigo científico. Quanto à formatação, o artigo obedece às normas da Acta Amazônica.

Este estudo aborda os efeitos em escala temporal e espacial de diferentes regimes de queimadas em aves da savana amazônica de Alter do Chão. Aves foram amostradas com redes de neblina ao longo de 23 anos em uma área de 12 ha, e na estação seca de 2010 em 12 parcelas de 3,7 ha. O uso de habitat das aves foi verificado pela amostragem auditiva e visual por pontos de escuta em 44 parcelas de savana e floresta.

O manuscrito é estruturado da seguinte forma: (1) introdução, abordando uma revisão sobre as savanas, sua relação com queimadas e efeitos nas aves; (2) métodos; (3) apresentação dos resultados, incluindo gráficos e tabelas no corpo do texto; (4) discussão acerca da variação na composição da avifauna após período sem queimadas, influência de queimadas e outros fatores ambientais na composição da avifauna da região e a variação a curto prazo da avifauna após uma queimada; descrição dos efeitos de queimadas na ocorrência de algumas espécies, seguido por considerações finais; (5) referências bibliográficas citadas ao longo do trabalho.

Ao fim do manuscrito estão os apêndices citados no texto, seguido por conclusões finais acerca do trabalho.

Objetivos

-Geral:

Avaliar os efeitos de diferentes regimes de queimadas na composição da avifauna da savana de Alter do Chão.

-Específicos:

- 1) Determinar a variação da composição da avifauna ao longo de 23 anos, nos quais 10 foram sob regime de queimadas regulares e os 13 últimos anos sob supressão de queimadas
- 2) Avaliar os efeitos da frequência de queimadas, extensão de queimadas, cobertura arbórea e da distância da floresta na composição da avifauna .
- 3) Determinar o efeito em curto prazo de queimada na composição da avifauna, após 13 anos de supressão de queimadas.

CAPÍTULO 1

Coelho, L.A., Sanaiotti, T.M., Lima, A.P., Cintra, R., Magnusson, W.E. Dinâmica e composição da avifauna sob influência de diferentes históricos de queimada em uma savana amazônica. Manuscrito formatado para a *Acta Amazônica*.

1 Dinâmica e composição da avifauna sob influência de diferentes históricos de queimada
2 em uma savana amazônica

3

4 Laís Araújo COELHO^{1,*}, Tânia Margarete SANAIOTTI², Albertina Pimentel LIMA²,
5 Renato CINTRA², William E. MAGNUSSON²

6 ¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da
7 Amazônia – INPA, CP 478 69010-970, Manaus - AM, Brasil.

8 ² Coordenação de Pesquisas em Biodiversidade, Instituto Nacional de Pesquisas da
9 Amazônia – INPA, CP 478 69010-970, Manaus - AM, Brasil.

10 * Autora para correspondência: laisaraujocoelho@gmail.com

11

12 Resumo

13 As savanas são mantidas por queimadas, e a sua biota é adaptada a essa perturbação.
14 Diferentes regimes de queimadas geram manchas de savana estruturalmente distintas.
15 As aves de savana têm forte relação com a estrutura da vegetação. Esse estudo abordou
16 a relação do fogo com a composição da avifauna em escala espacial e temporal, na
17 savana amazônica de Alter do Chão- PA. Os efeitos de diferentes regimes de queimadas
18 foram investigados numa área de 12 ha ao longo de 23 anos, e em curto prazo após uma
19 queimada em área há 13 anos sem queimadas Os efeitos da frequência e extensão de
20 queimadas, cobertura arbórea e distância à floresta na avifauna foram comparados em
21 12 parcelas de 3,7 ha. As aves foram amostradas com redes de neblina e foram
22 classificadas quanto ao seu uso de habitat pela comparação de censos acústicos e visuais
23 em savanas e florestas da região. A variável representante da avifauna foi o eixo obtido
24 a partir de ordenação NMDS baseada em dados qualitativos e quantitativos das
25 espécies. A composição da avifauna se manteve semelhante em 10 anos sob regimes de
26 queimadas. Após a supressão de queimadas as espécies florestais foram predominantes,
27 concomitante com a perda de algumas espécies de savana. Entretanto, uma queimada foi
28 suficiente para o retorno dessas espécies à mesma área. A frequência de queimadas foi a
29 variável com maior efeito na avifauna. O número de espécies capturadas foi maior em
30 áreas próximas à floresta e menor em áreas com queimadas mais frequentes. A avifauna
31 foi sensível à ocorrência de queimada independentemente da extensão. Esses resultados
32 indicam que a manutenção de muitas espécies de savana depende da

1 ocorrência de queimadas. O manejo de queimadas deve ter um foco de conservação
2 claro, e a conservação da biota típica de savana deve ser considerada.

3
4 Palavras-chave: Comunidade de aves, frequência de queimadas, extensão de queimadas,
5 borda savana-floresta, savanas amazônicas.

6 7 Abstract

8 Savannas are ecosystems maintained by fires, characterized by a fire-adapted biota.
9 Different fire regimes can generate structurally diverse vegetation, and savanna birds
10 are known to be closely related to vegetation structure. However, long-term approaches
11 and interaction of fire with other environmental factors need to be explored for the
12 better understanding of the effects of fire on birds. The effects of different fire regimes
13 were investigated in a 12-ha area for a period of 23 years, and in a short-term post-fire
14 survey in an area not burned for 13 years. The effects of frequency and extent of fires,
15 tree cover, and forest distance on bird composition were assessed in twelve 3.7- ha
16 plots. Birds were surveyed with mist-nets and species were classified as to their habitat
17 use by comparison of registers in forest and savanna plots through visual/acoustical
18 surveys. The avifauna, represented by the first axes obtained in a NMDS ordination
19 based on quantitative and qualitative species, changed little in a 10-year period with
20 regular fires. After 13 years of fire suppression, many forest species colonized the area
21 and some savanna species were lost. However, after one fire event some savanna
22 species returned. Fire frequency was the variable with most effect on avifauna. Species
23 richness was higher in plots closer to the forest, and lower in plots where fires were
24 more frequent. The avifauna was sensitive to the occurrence of fires, independent of fire
25 extent. These results indicate that many savanna bird species depend on the occurrence
26 of regular fires.

27
28
29 Key-words: bird community, fire frequency, fire extent, forest-savanna boundary
30
31
32
33

1 Introdução

2

3 Savana é uma fitofisionomia caracterizada pela ocorrência de gramíneas,
4 arbustos e árvores, onde a densidade da vegetação lenhosa varia e seu dossel é
5 descontínuo (Moustakas *et al.*,2010). Na Amazônia as savanas cobrem entre 3-4% da
6 região (Pires e Prance, 1985) principalmente no Pará, Amapá, Amazonas e Roraima e
7 ocorrem distribuídas como manchas isoladas de diferentes tamanhos, circundadas por
8 uma matriz de floresta tropical úmida (Huber, 1982). As savanas amazônicas favorecem
9 a ocorrência da biota do cerrado na região, incluindo algumas espécies ameaçadas
10 (Miranda e Filho, 1994; Aleixo e Poletto, 2007). As principais famílias vegetais das
11 savanas amazônicas são as mesmas encontradas no cerrado do Planalto Central
12 (Miranda e Filho, 1994). Entretanto, há variações locais e espécies da fauna e flora
13 endêmicas nas regiões de savanas amazônicas, tornando-as muito diferentes entre si
14 (Pires e Prance, 1985; Santos e Silva, 2007). Apesar de sofrerem pressão pela rápida
15 expansão agropecuária, as savanas amazônicas são extremamente sub-representadas em
16 Unidades de Conservação (Sanaiotti e Magnusson, 1995; Santos e Silva, 2007).

17

18 As queimadas são uma perturbação natural nas savanas (Ramos-Neto e Pivello,
19 2000). As savanas de regiões tropicais e úmidas são mantidas principalmente pela
20 incidência de queimadas (Moreira, 2000; Bond *et al.*, 2005), e algumas espécies
21 vegetais apresentam adaptações a esse distúrbio (Hoffman e Franco, 2003). Regimes de
22 queimadas são a conjunção de fatores como frequência, intensidade, extensão das
23 queimadas e período do ano em que ocorrem (Bond e Keeley, 2005). Alguns estudos
24 mostram que os organismos de savana são resilientes a queimadas mais brandas,
25 semelhantes a regimes de queimadas naturais, e são mais impactados por regimes de
26 queimadas mais frequentes ou que ocorrem em estações diferentes dos regimes naturais
27 (Griffith e Christian, 1996; Ramos-Neto e Pivello, 2000; Medeiros e Miranda, 2008;
28 Smit *et al.*, 2010). As savanas estão ameaçadas por mudanças de origem antrópica nos
29 seus regimes naturais de queimadas: enquanto em algumas áreas as queimadas estão
30 mais frequentes, em outras savanas há um processo de adensamento de vegetação
31 lenhosa, possivelmente decorrente de supressão de fogo (Sanaiotti e Magnusson, 1995;
32 Medeiros e Miranda, 2008; Moustakas *et al.*,2010; Clavero *et al.*, 2011). Entretanto, as
33 savanas têm sido consideradas historicamente como artefatos antrópicos e de pouco

1 valor, e a preocupação acerca da conservação de savanas é incipiente (Bond e Parr,
2 2010).

3
4 A avifauna de savana é fortemente relacionada com a estrutura da vegetação
5 (Tubelis e Cavalcanti, 2001; Skowno e Bond, 2003; Gottschalk *et al.*, 2007; Krook *et*
6 *al.*, 2007). Regimes de queimadas diferentes podem gerar uma vegetação
7 estruturalmente diversa, com consequente efeito cascata na comunidade (Smit *et al.*,
8 2010). Desta forma, regimes de queimadas que formem um mosaico de manchas com
9 tempos de queimada diferentes tornam a vegetação mais heterogênea e,
10 conseqüentemente, a comunidade de aves mais diversa (Parker e Willis, 1997). Os
11 estudos do efeito de queimadas na fauna geralmente são incompletos e fragmentados,
12 muitas vezes baseados em experimentos controlados que acabam não refletindo a
13 variação real dos efeitos de regimes de queimadas não-experimentais (Parr e Chown.,
14 2003; Russel-Smith *et al.*, 2010). Além disso, a consideração da escala espacial e
15 temporal de um regime de queimadas e a sua interação com outros fatores ambientais e
16 precisam ser incorporados para a melhor compreensão da relação do fogo com a fauna
17 (Discroll *et al.*, 2010).

18 Estudos do efeito de queimadas nas aves que usam classes amplas e misturam
19 queimadas com características diferentes em categorias únicas geram resultados
20 ambíguos (Smucker *et al.*, 2005). A composição da avifauna está associada a graus de
21 severidade de queimadas e varia ao longo de gradientes de perturbação (Barlow e Peres,
22 2004; Clavero *et al.*, 2011). Algumas aves classificadas na literatura como espécies de
23 resposta mista a queimadas, responderam de maneira variada a diferentes intensidades e
24 frequências de queimadas (Smucker *et al.*, 2005). A investigação das respostas das aves
25 a manchas de diferentes intensidades e frequência de queimadas em áreas de contato
26 entre savana-floresta é importante para entender efeitos da expansão florestal ou do uso
27 de fogo para restauração de savanas na composição da avifauna (Artman *et al.*, 2005).
28 Além disso, abordagens em longo prazo e que considerem a variação espacial das
29 queimadas são importantes para determinar quão “piro-diverso” um regime de
30 queimadas deve ser para a conservação da biodiversidade de savanas (Parr e Andersen,
31 2006).

32 Apesar de terem muitas espécies de aves em comum, há uma grande variação
33 regional na composição da avifauna das savanas da Amazônia (Sanaiotti e Cintra,

1 2001). Além de contribuírem para o aumento da diversidade da avifauna da Amazônia,
2 as savanas amazônicas atuam como locais de descanso e abrigam espécies migratórias
3 (Sanaiotti e Cintra 2001, Silva *et al.*, 1997). Estudos sobre a variação da composição da
4 avifauna de savanas amazônicas expostas a diferentes históricos de queimadas podem
5 esclarecer os efeitos do fogo na comunidade, e sua importância na manutenção da
6 diversidade de avifauna nesse mosaico savana/floresta. Evidências de respostas
7 diversificadas a regimes de queimada levaram a técnicas de manejo “piro-diversas” em
8 savanas, sem esclarecimento quanto à significância ecológica de fato de alguns padrões
9 de queimadas (Parr e Andersen, 2006). Este estudo analisa a variação da avifauna de
10 uma savana amazônica em resposta a diferentes escalas espaciais e temporais de
11 queimadas.

12 O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos de diferentes regimes de queimadas
13 na composição da avifauna da savana de Alter do Chão. Para isso, avaliamos o efeito da
14 supressão de queimadas na composição da avifauna ao longo de 23 anos, nos quais 10
15 foram sob regime de queimadas regulares e os 13 últimos anos sob supressão de
16 queimadas. Em escala espacial, comparamos o efeito da frequência de queimadas,
17 extensão de queimadas, cobertura arbórea e da distância da floresta na composição da
18 avifauna. Por fim, investigamos o efeito em curto prazo de queimada na composição da
19 avifauna, após 13 anos de supressão de queimadas. Todas as espécies de aves do estudo
20 foram classificadas de acordo com o seu uso de habitat savana ou floresta, para uma
21 avaliação ecológica mais robusta das mudanças na comunidade nas três escalas
22 amostradas.

23

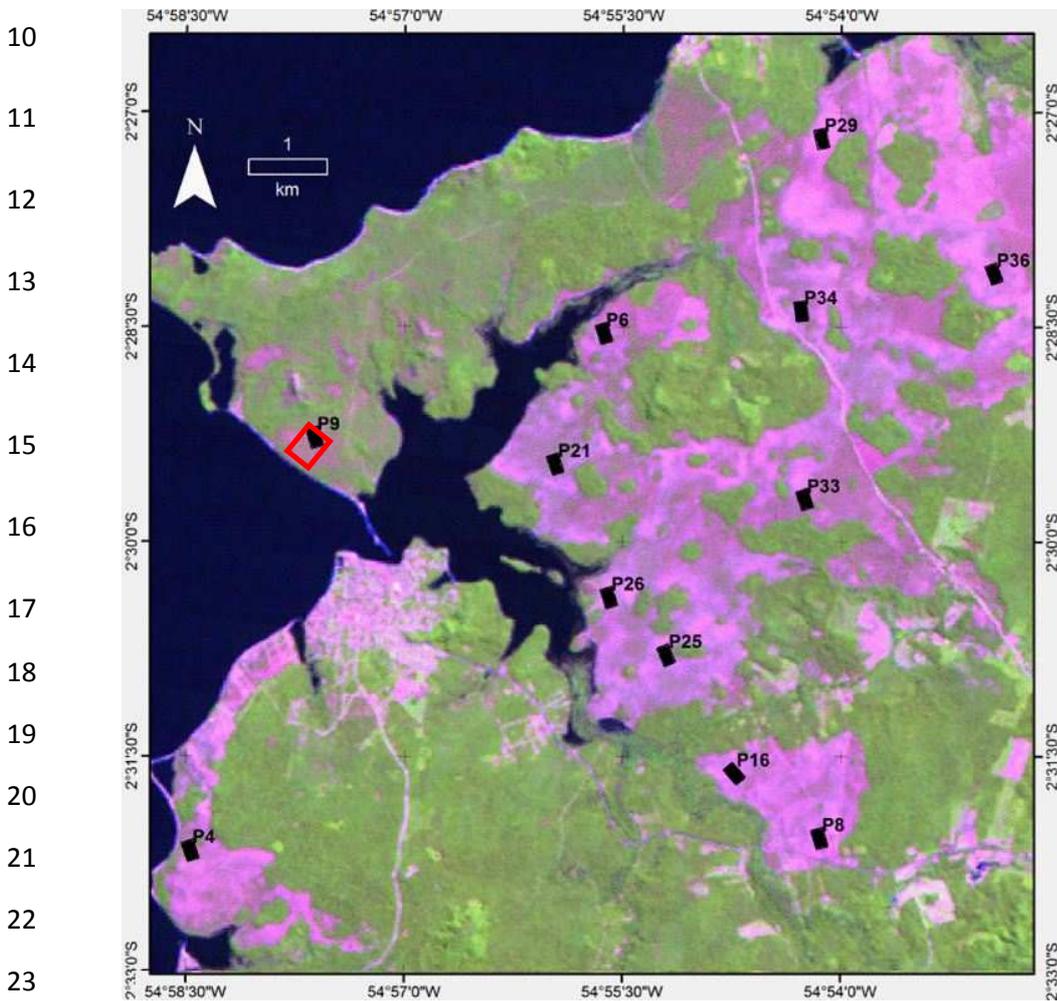
24 Material e Métodos

25 **Área de estudo**

26 O estudo foi realizado em uma região de savana no estado do Pará, município de
27 Santarém, na região da vila de Alter do Chão (2°31' S, 55°00' W), na margem direita do
28 rio Tapajós (Figura 1). A área tem cerca de 10.000 ha não contínuos distribuídos em
29 quatro enclaves, com um estrato herbáceo de altura e densidade variáveis, um estrato
30 arbustivo de 60-80 cm, estrato arbóreo de até 10 m e solo arenoso (Cintra e Sanaiotti,
31 2005, Magnusson *et al.*, 2008). A vegetação é dominada por estrato herbáceo,
32 principalmente pelas gramíneas *Paspalum carinatum* e *Trachypogon plumosus*,

1 manchas de arbustos e árvores. As árvores mais abundantes na região são *Qualea*
 2 *grandiflora*, *Salvertia convallariodora*, *Lafoensia densiflora* e *Byrsonima crassifolia*. A
 3 área de savana contém manchas de diferentes tamanhos de floresta semi-decídua, e é
 4 circundada pela mesma vegetação (Miranda, 1993, Cintra e Sanaiotti, 2005). O clima na
 5 região tem duas estações bem definidas: a estação seca de julho a dezembro, e a estação
 6 chuvosa de janeiro a junho. A precipitação anual média é de 1950 mm, sendo que $\frac{3}{4}$ das
 7 chuvas ocorrem de dezembro a junho e a temperatura média anual é de 27,7°C
 8 (Miranda, 1993).

9



24 Figura 1. Imagem Landsat de junho de 2010 de Alter do Chão- Pará. As partes de coloração rosa são as
 25 áreas de savana, a coloração verde corresponde à vegetação florestal e a coloração azul é o rio Tapajós.
 26 Os retângulos pretos representam as 12 parcelas de amostragem (150x250m), enquanto o retângulo
 27 vermelho vazado representa a área de estudo da dinâmica da avifauna (12ha, “península”).

28

29

1 **Amostragem de aves**

2 A amostragem das aves foi feita por quatro estudos em diferentes escalas
3 espaciais e temporais. Para avaliar a variação temporal na composição avifauna,
4 amostramos uma área de 12 ha com redes de neblina em 3 períodos ao longo de 23
5 anos. Em uma escala espacial mais ampla amostramos com redes de neblina a variação
6 na composição da avifauna de 12 parcelas de 3,7 ha, distribuídas nas manchas de savana
7 da região na estação seca de 2010. Para detectar a variação nas espécies pós-queimada
8 em curto prazo, amostramos uma parcela que não queimava há 13 anos com redes de
9 neblina antes e após uma queimada acidental. Identificamos as aves no campo através
10 de guias de identificação (Ridgley e Tudor, 2009 e Erize *et al.*, 2006) e eventualmente *a*
11 *posteriori* com consultas a especialista e literatura especializada por meio de fotografias.
12 A nomenclatura das aves segue a Lista de Aves Brasileiras do Comitê Brasileiro de
13 Registros Ornitológicos (CBRO, 2011). As aves capturadas neste estudo foram
14 marcadas com anilhas metálicas do CEMAVE (número da autorização 1177/4,
15 ICMBIO/SNA) ou anilhas coloridas. Classificamos as espécies de aves quanto ao uso
16 de habitat no mosaico savana-floresta da região a partir de 44 parcelas de 3,7 ha (22 em
17 savanas e 22 em florestas) nas quais amostramos as aves por pontos de escuta.

18 (a) Variação temporal em longo prazo

19 Capturamos as aves em três períodos diferentes ao longo de 23 anos (setembro
20 1987 a agosto de 1988, setembro de 1996 a fevereiro de 1997 e agosto de 2009 a junho
21 de 2010). A área de amostragem consistiu em uma área de cerca de 12 ha (250x450 m)
22 de savana localizada em uma península em frente a Vila de Alter do Chão (Figura 1,
23 retângulo vermelho, área se sobrepõe à porção inicial da Parcela 9). Até 1997 a área
24 estava sob regime de queimadas regulares, e neste mesmo ano sofreu uma queimada
25 em 100% de sua extensão (Cintra e Sanaiotti, 2005). A área ficou entre 1997 e 2010
26 sem outros eventos de queimada. As amostragens de 2009 e 2010 seguiram o protocolo
27 das amostras anteriores (1987-1997), no qual foram utilizadas 20 redes de neblina de
28 12x2 m, malha de 36 mm. As redes foram posicionadas consecutivamente, formando
29 uma linha de redes. As redes foram abertas das 6 às 9 horas da manhã e das 15:30 às
30 17:30 horas da tarde, por dois dias consecutivos (totalizando 200 horas-rede para cada
31 linha de redes). A cada segundo dia a posição da linha de rede foi trocada para uma
32 linha a uma distância de até 100 m e perpendicular à linha anterior. Cada período

1 amostral consistiu em 4 posições de linhas de redes, totalizando 8 dias de amostragem.
 2 Exluímos das análises as recapturas dentro de um mesmo período amostral, mas as
 3 mantivemos entre períodos amostrais. O esforço amostral de setembro de 1996 foi
 4 menor do que o descrito anteriormente. Para padronizar o esforço amostral, nas análises
 5 foram consideradas a primeira manhã de cada uma das 4 linhas de rede e as primeiras
 6 tardes da 1ª e 2ª linha de rede de cada período amostral, totalizando 320 horas-rede

7

8

9

10

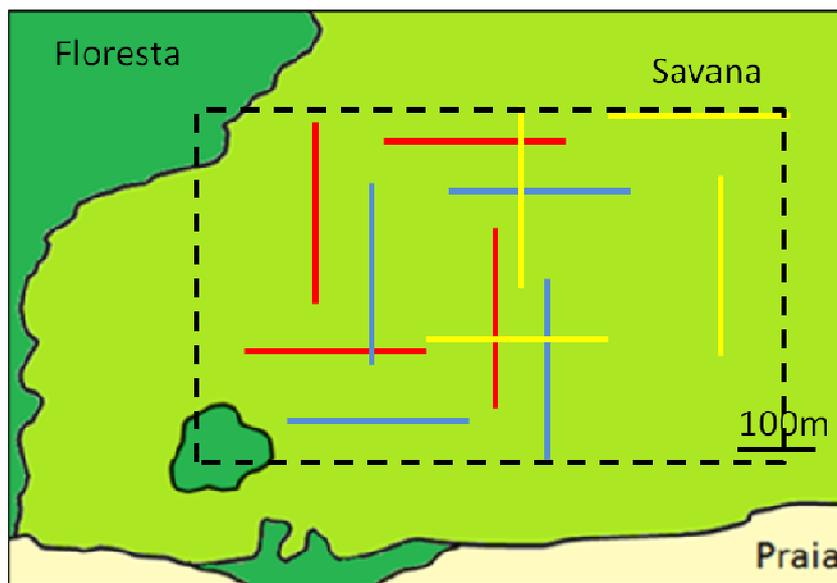
11

12

13

14

15



16 Figura 2. Esquema do desenho amostral da variação temporal de aves em longo prazo. Cada linha
 17 colorida representa uma linha de redes, e o conjunto de linhas coloridas da mesma cor representam um
 18 período amostral. A sobreposição das posições das linhas de rede ao longo do estudo formou uma grade
 19 de 12 ha.

20 (b) Variação espacial

21 Amostramos as aves em 12 parcelas de 3,75 ha com uma distância mínima de 1
 22 km entre si para garantir a independência entre amostras. Cada parcela possui quatro
 23 transectos paralelos de 250 m espaçados 50 m entre si, estabelecidos no sentido norte-
 24 sul. Capturamos as aves com 30 redes de neblina de malha de 36 mm, dispostas
 25 consecutivamente em uma linha de 15 redes, no primeiro e no terceiro transectos (9
 26 redes 9x2 m e 6 redes 12x2m por transecto). Abrimos as redes das 6 às 9 horas da
 27 manhã e das 15:30 às 17:30 horas da tarde, trocadas entre as parcelas diariamente.
 28 Amostramos cada parcela duas vezes em meses distintos, totalizando 255 horas-rede
 29 (com a devida transformação das redes de 9 m) de amostragem para cada parcela e 3060

1 horas-rede ao todo. A amostragem ocorreu na estação seca de agosto a outubro de 2010.
2 Exluímos as recapturas das análises.

3 (c) Variação temporal em curto prazo na avifauna

4 A parcela 9, que desde 1997 não sofria queimadas, sofreu uma queimada no dia
5 23 de outubro de 2010. Para avaliar os efeitos da queimada em curto prazo após um
6 longo período de supressão, amostramos esta parcela após a queimada em novembro de
7 2010, com base no mesmo protocolo utilizado nas 12 parcelas.

8 (d) Classificação quanto ao uso de habitat

9 Para Em 1999 e 2000 RC fez uma amostragem visual e acústica das aves pelo
10 método de pontos em 22 parcelas de savana e 22 parcelas de floresta (distribuídas em
11 fragmentos florestais isolados na matriz savana e em floresta contínua). As parcelas têm
12 as mesmas características das 12 parcelas amostradas com redes de neblina, descritas
13 anteriormente. RC percorreu dois transectos de 250 m das 6 às 9 horas da manhã e das
14 16 às 18 horas da tarde, parando por 2 minutos a cada 50 m e registrando todas as aves
15 escutadas ou vistas em um raio de 10 m.

16 **Variáveis ambientais**

17 - Histórico de queimadas

18 Coletamos os dados de histórico de queimadas de cada parcela de 1997 a 2009,
19 exceto 1998. Em cada ano percorremos os quatro transectos de 250 m das áreas em
20 janeiro ou fevereiro, pois o período de queimadas na região ocorre entre agosto e
21 dezembro. A cada dois metros registramos se aquele ponto havia sido queimado ou não.
22 Calculamos a extensão da queimada em cada ano pela proporção de pontos queimados
23 sobre um total de 500 pontos (1 ponto a cada 2 metros, ao longo de mil metros).
24 Calculamos o histórico de queimada das parcelas pela soma total da extensão de
25 queimada de cada ano. Esse valor associa a frequência das queimadas à sua extensão.
26 Outro fator do histórico de queimadas considerado foi a ocorrência das queimadas,
27 independentemente de sua extensão. Calculamos esse dado pela soma do número de
28 anos dentre os 12 anos de amostragem nos quais a parcela sofreu uma queimada.
29 Portanto, esse valor variou de 1 a 12 e será referido como frequência de queimada.

30 - Cobertura arbórea:

1 Coletamos os dados referentes à cobertura arbórea das 12 parcelas de savana de
2 julho a agosto de 2007. Percorremos os quatro transectos de cada parcela e a cada 2
3 metros era registrado se aquele ponto estava contido sob uma copa de árvore (altura >
4 2m). Para maiores informações sobre o método, ver Magnusson *et al.* (2008).
5 Selecionamos a cobertura arbórea entre outras medidas de vegetação (cobertura de
6 gramíneas, herbáceas e arbustos) porque a consideramos como a variável da estrutura
7 da vegetação com a provável menor correlação com histórico de queimadas.

8 - Distância da floresta

9 A composição das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 de uma imagem do satélite Landsat
10 TM 5 (órbita 227, ponto 62) de 29 de junho de 2010 foi georreferenciada em um
11 sistema de informação geográfica (ESRI® ArcMap™ 9.3) utilizando pontos e trajetões
12 coletados com aparelho GPS na área de estudo. Essa composição passou por um
13 processo de classificação supervisionada por máxima verossimilhança (*maximum*
14 *likelihood*) no programa ENVI 4.5 ©2008. Isso resultou em um mapa temático da área
15 de estudo contendo as seguintes classes de cobertura do solo: 1) savana, 2) floresta, 3)
16 recursos hídricos e 4) outros usos (agrupando coberturas do solo que não as três
17 primeiras). A partir dessa composição obtivemos a variável *distância das parcelas à*
18 *floresta*, considerada como a menor distância medida a partir do ponto central de cada
19 parcela e a borda do fragmento ou *continuum* florestal mais próximo na paisagem.

20

21 **Análise dos dados**

22 Não incluímos duas famílias nas análises: a malha utilizada nesse estudo não foi
23 adequada para representar os beija-flores devido ao seu tamanho, e o horário de abertura
24 das redes não foi o mais apropriado para amostrar os bacuraus devido ao seu
25 comportamento crepuscular. Excluímos quatro espécies (*Myiarchus swainsoni*,
26 *Myiarchus ferox*, *Phaeomyias murina* e *Camptostoma obsoletum*) das análises de
27 variação temporal porque algumas irregularidades em suas identificações em campo
28 foram detectadas posteriormente. Incluímos estas espécies nas análises de variação
29 espacial porque durante essa amostragem indivíduos dessas espécies foram fotografados
30 e quando possível filmados, para permitir a identificação posterior. Não incluímos as
31 recapturas dentro de cada amostra temporal e recapturas em cada amostra espacial nas

1 análises. Fizemos todas as análises estatísticas no software R (R Development Core
2 Team, 2010). Consideramos o intervalo de confiança de 95% para todos os testes
3 estatísticos.

4 - Variação temporal em longo prazo

5 Fizemos uma ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico
6 (NMDS) com as 13 amostras da área de 12 ha na península, para reduzir as informações
7 sobre a composição da avifauna a uma e a duas dimensões (Legendre e Legendre,
8 1998). Utilizamos os dados quantitativos de cada espécie (abundância relativa), e a
9 medida de dissimilaridade que utilizamos foi a distância de Bray-Curtis. Fizemos a
10 ordenação com a função metaMDS do pacote estatístico Vegan versão 1.17-7 (Oksanen
11 *et al.*, 2011). Plotamos os eixos representantes das duas dimensões do NMDS um contra
12 o outro para a visualização da forma com a qual as amostras temporais se agrupam no
13 gráfico. Fizemos uma análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey de
14 comparação de médias entre os valores resultantes do NMDS em uma dimensão, para
15 verificar se os três períodos amostrais são diferentes entre si. Para a visualização das
16 mudanças na comunidade entre os períodos amostrais fizemos uma ordenação direta das
17 amostras (McCune e Grace 2002) utilizando a ordem cronológica das amostras como
18 gradiente, em um gráfico composto no qual a ocorrência de todas as espécies é ilustrada
19 (com a função Poncho2.0 desenvolvida para o R por C. S. Dambros, 2011, comunicação
20 pessoal).

21 - Variação espacial

22 Para representar as associações entre as espécies nas 12 parcelas de 3,7 há
23 reduzimos a avifauna nas 12 parcelas de 3,7 ha a comunidade a uma dimensão através
24 de uma ordenação por NMDS. As medidas da avifauna que utilizamos foram
25 quantitativas (abundância relativa) e qualitativa (presença-ausência), para as quais
26 utilizamos a distância de Bray-Curtis e Sorensen, respectivamente. Utilizamos os
27 escores obtidos a partir do NMDS como variáveis representando a avifauna de cada
28 parcela. Fizemos regressões simples entre as três diferentes medidas de avifauna e as
29 quatro variáveis ambientais (frequência de queimadas, histórico de queimadas,
30 cobertura arbórea e distância da floresta). Posteriormente selecionamos duas variáveis
31 ambientais, baseado nos resultados das regressões simples, para analisar os dados com
32 regressões múltiplas entre estas variáveis e as medidas de avifauna. Fizemos um gráfico

1 composto como o descrito anteriormente para a visualização das mudanças na avifauna
2 em relação à frequência de queimadas nas parcelas.

3 - Classificação do uso de habitat

4 Criamos um índice para separar as espécies de aves quanto ao habitat no qual
5 estas foram mais frequentes no mosaico savana-floresta da área de estudo. Comparamos
6 a abundância das espécies nas 22 parcelas de savana e 22 parcelas de floresta por um
7 teste de Wilcoxon. Classificamos as espécies com maior abundância nas parcelas de
8 floresta como florestais (F), espécies mais abundantes nas parcelas de savana como
9 savanícolas (S) e classificamos espécies cujas abundâncias não diferiram entre os dois
10 habitats como indiferentes (I). Classificamos seis espécies (*Myiopagis viridicata*,
11 *Pachyramphus rufus*, *Zenaida auriculata*, *Leptotila rufaxilla*, *Griseotyrannus*
12 *aurantioatrocristatus* e *Hylophilus semicinereus*) com base na literatura por falta de
13 dados quanto ao uso de habitat na área de estudo.

14 **RESULTADOS**

15 Quatro novas espécies foram acrescentada para a lista de avifauna da savana de
16 Alter do Chão de Sanaiotti e Cintra (2001): *Pachyramphus rufus*, *Griseotyrannus*
17 *aurantioatrocristatus*, *Myiopagis viridicata* e *Hylophilus semicinereus* (Apêndice 1).
18 Capturamos um total de 620 indivíduos de 46 espécies em 723 capturas nas 13 amostras
19 da península. A ordenação por NMDS em uma e em duas dimensões captaram,
20 respectivamente, 68% e 85% da variação original nas dissimilaridades entre as amostras
21 temporais. A ordenação separou efetivamente as amostras coletadas em períodos sob
22 regime de queimadas frequentes (períodos com queimadas, PCQ) e após 12 anos sem
23 queimadas (período sem queimadas, PSQ) . As amostras coletadas após os 12 anos de
24 ausência de queimadas não se sobrepuseram no espaço definido pelos dois eixos do
25 NMDS com as amostras coletadas sob regime de queimadas (Figura 2). As amostras
26 dos dois períodos sob regime de queimadas (87-88 e 96-97) se misturaram no espaço
27 do NMDS em duas dimensões (Figura 2).

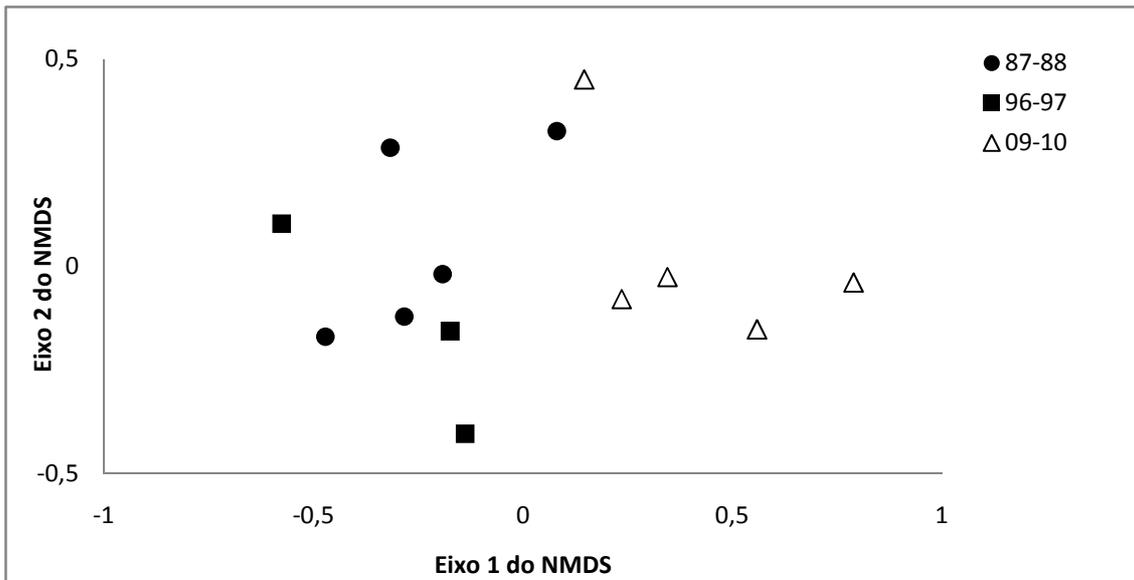


Figura 3. Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). Os símbolos fechados (quadrados e círculos) representam amostras coletadas enquanto a área de 12ha estava sob regime de queimada, e os símbolos abertos (triângulos) correspondem às amostras obtidas após 13 anos sem queimadas.

A composição da avifauna variou significativamente entre os três períodos amostrais em 12ha da península ($F(2,10) = 12.283$, $p = 0,002$). As cinco amostras coletadas no período sem queimadas tiveram composição de aves diferente da composição obtida nas amostras dos períodos de 87-88 e 96-97 (CI 95% [0,57:0,21], $p=0,004$ e CI 95% [0,62:0,20], $p=0,005$ respectivamente). Entretanto, as amostras da avifauna nos períodos com queimadas não diferiram entre si (CI 95% [-0,05: -0,47], $p=0,93$). Nestas, ocorreram mais espécies de savana em relação às espécies com maior ocorrência em florestas (Figura 3, para gráfico com dados de abundância relativa ver apêndice 2). Algumas espécies como *Ammodramus humeralis*, *Columbina passerina* e *Suiriri suiriri*, com ampla ocorrência em amostras do período com queimadas, não foram capturadas nas amostras do período sem queimadas. *Elaenia chiriquensis* ocorreu depois do período sem queimadas, mas com frequência menor que no período com queimadas. Um maior número de espécies de associação florestal do que espécies de savana ocorreram no período sem queimadas. No período sem queimadas a área foi colonizada por algumas espécies não registradas anteriormente como *Pachyramphus polychopterus*, *Pachyramphus rufus*, *Ramphocelus carbo* e *Hylophilus semicinereus*.

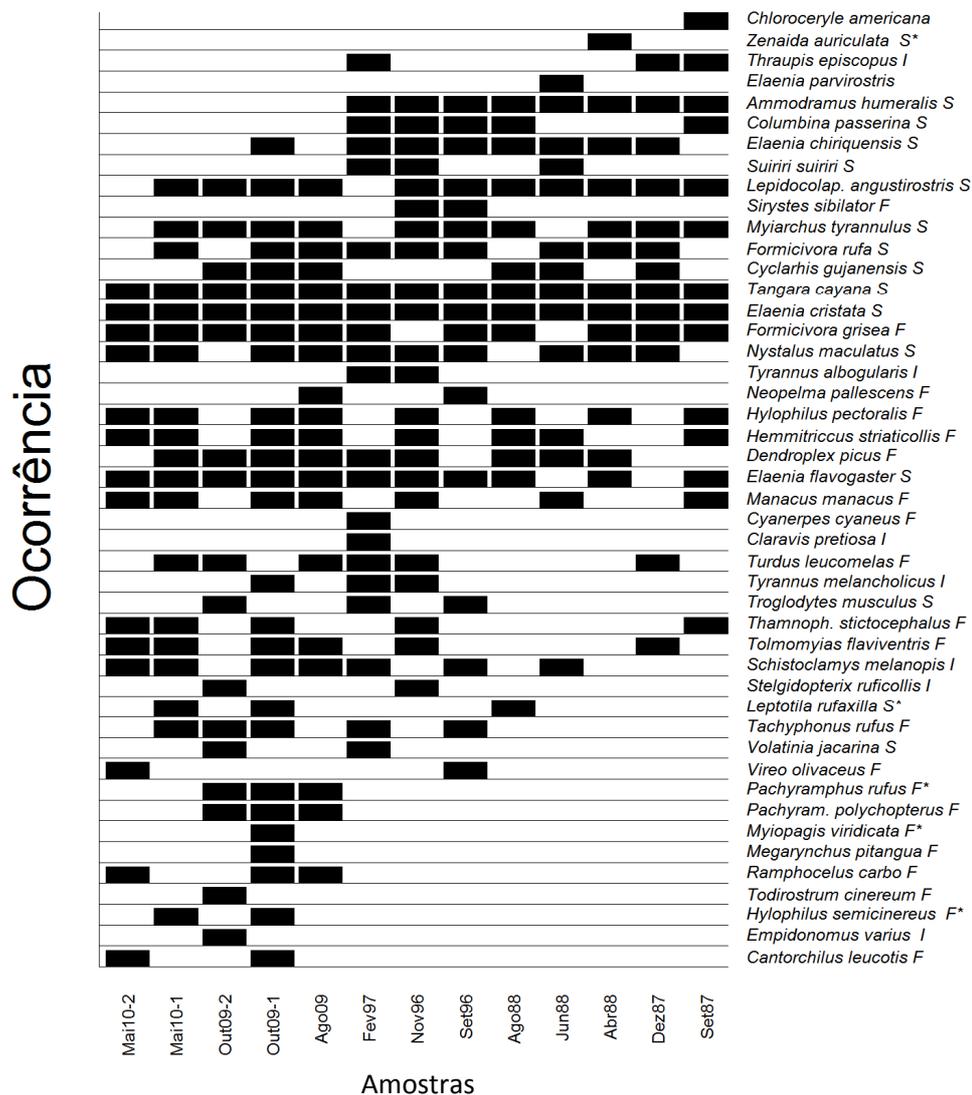


Figura 4. Ocorrência de espécies em amostras na área de 12 ha na península. As amostras estão ordenadas cronologicamente (da mais recente para a mais antiga) no eixo horizontal. Cada linha representa uma espécie e as barras representam a presença da espécie na amostra. A letra após o nome da espécie indica que esta ocorreu principalmente na savana (S), na floresta (F) ou os dados não mostraram tendência forte de ocorrer em floresta ou savana (I). Espécies marcadas com * foram classificadas com base na literatura.

Nas 12 parcelas amostradas para acessar a variação espacial na avifauna, capturamos um total de 666 indivíduos de 44 espécies em 744 capturas. O número de espécies capturadas por parcela variou de 7 a 24 (Tabela 1). Não houve recapturas do mesmo indivíduo entre parcelas diferentes. A parcela #9 ficou 12 anos sem queimadas (última queimada foi em 1997), enquanto a frequência de queimadas entre as demais parcelas variou de 6 a 10 queimadas nos últimos 12 anos (Tabela 1). Dez parcelas

(exceto as parcelas #9 e #4) sofreram queimadas em 2009, um ano antes da amostragem de avifauna (A. Lima, dados não publicados). A cobertura arbórea foi correlacionada com o histórico de queimadas (frequência: $r^2=0,65$ $p=0,001$; extensão: $r^2= 0,63$ $p=0,002$), enquanto a distância à floresta não foi correlacionada com as demais variáveis ambientais.

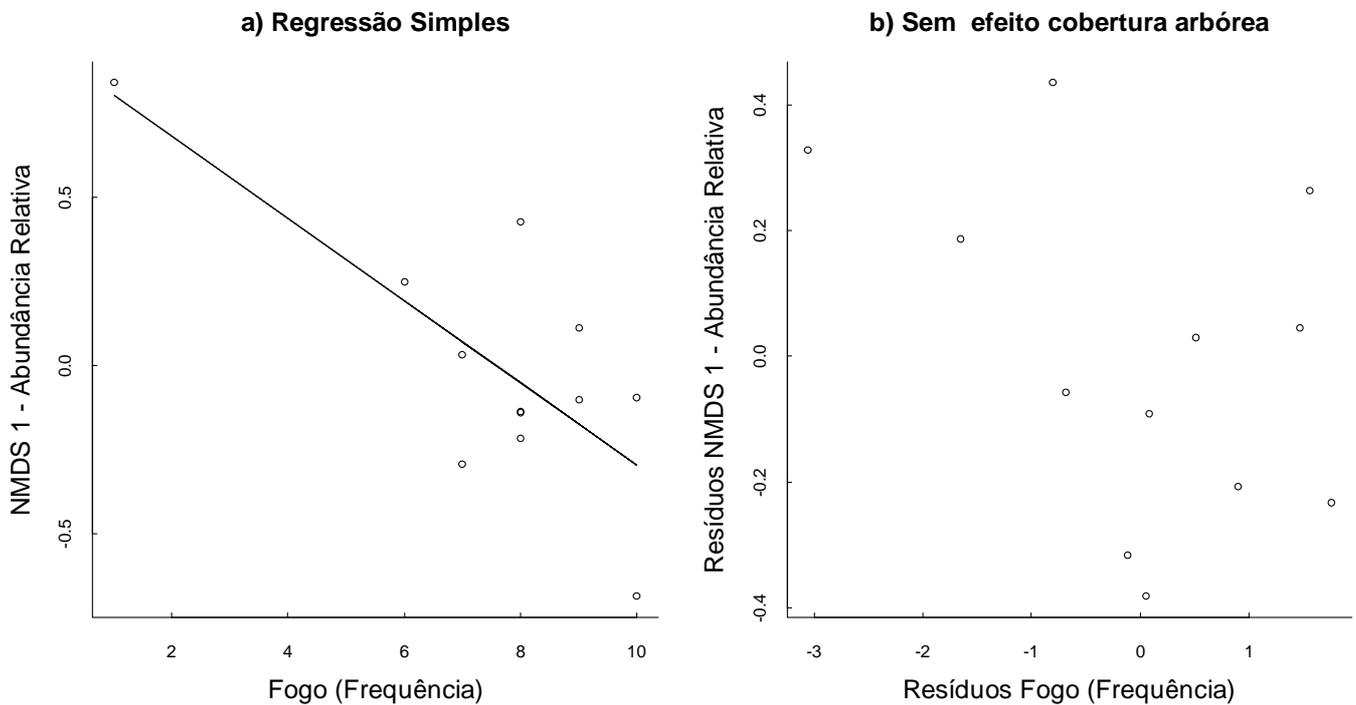
- 1 Tabela 1.Frequência de queimadas (Freq), extensão de queimadas (Ext), cobertura arbórea (Cob),
2 distância à floresta (Flo) e número de espécies capturadas nas 12 parcelas (150x250m).

	P9	P4	P8	P21	P6	P25	P26	P33	P16	P36	P29	P34
Freq (anos)	1	6	7	7	8	8	8	8	9	9	10	10
Ext (Σ %)	96	534	558	576	679	744	682	557	864	729	834	950
Cob (%)	39	38	15,2	24	19	23,2	15	27,7	9,2	16	7,6	15,8
Flo (m)	56	55	280	280	220	127	127	120	187	383	180	198
No. espécies	24	23	12	7	14	17	16	15	16	14	8	16

3

4 O NMDS em uma dimensão baseado nos dados de abundância relativa de aves e
5 de ocorrência das espécies nas parcelas captaram 69% e 72% da variação nas distâncias
6 originais, respectivamente. Cada medida de composição de espécies de aves foi mais
7 relacionada a uma variável ambiental diferente (Apêndice 3): o eixo NMDS baseado
8 nos dados de abundância relativa foi mais relacionados com a frequência de queimadas;
9 o eixo NMDS baseado na ocorrência das espécies foi mais relacionado com a cobertura
10 arbórea das parcelas; e o número de espécies foi relacionado à distância da parcela à
11 floresta. A relação com maior variação explicada ($y=0,92-0,12x$, $r^2=0,58$; $p=0,004$) foi
12 entre o NMDS baseado na abundância relativa das espécies e a frequência de queimadas
13 nas parcelas (Figura 4-a). Contudo, o número de espécies capturadas foi negativamente
14 relacionado com a frequência de queimadas nas parcelas. A abundância, ocorrência e o
15 número de espécies de aves foram mais relacionados com a frequência das queimadas
16 nas parcelas do que com a extensão das queimadas em modelos simples (Apêndice 3).
17 O modelo resultante da regressão múltipla entre o eixo NMDS baseado na abundância
18 relativa de aves e a frequência de queimadas e a cobertura arbórea foi estatisticamente
19 significativo ($R^2=0,62$; $p=0,042$). Devido à colinearidade entre essas duas variáveis

- 1 ambientais, nenhuma das duas contribuiu significativamente para o modelo ($p > 0,05$ em
- 2 ambos os casos, Apêndice 4, Figura 4-b).



- 3 Figura 5. Relação entre a avifauna, representada por um eixo de NMDS, e a frequência de queimadas: (a)
- 4 regressão simples entre frequência de queimadas e abundância relativa da avifauna ($r^2=0,58$; $p=0,004$) e
- 5 (b) regressão parcial ($r^2 = 0,18$; $p=0,17$) da regressão múltipla entre abundância relativa de aves com a
- 6 frequência de queimadas e a cobertura arbórea como variáveis ambientais ($R^2=0,62$; $p=0,042$).

7 A composição da avifauna na parcela #9 (nenhuma ocorrência de queimada nos

8 últimos 12 anos) foi diferente das demais parcelas (Figura 5). A parcela #4 apresentou

9 composição de avifauna intermediária em relação aos extremos do gradiente de

10 frequência de queimadas (Figura 5). Algumas espécies ocorreram somente na parcela #4

11 e na #9 (menor frequência de queimadas). Entretanto, algumas espécies ausentes na

12 parcela #9 porém presentes no restante do gradiente de frequência de queimadas

13 estiveram presentes também na parcela #4.

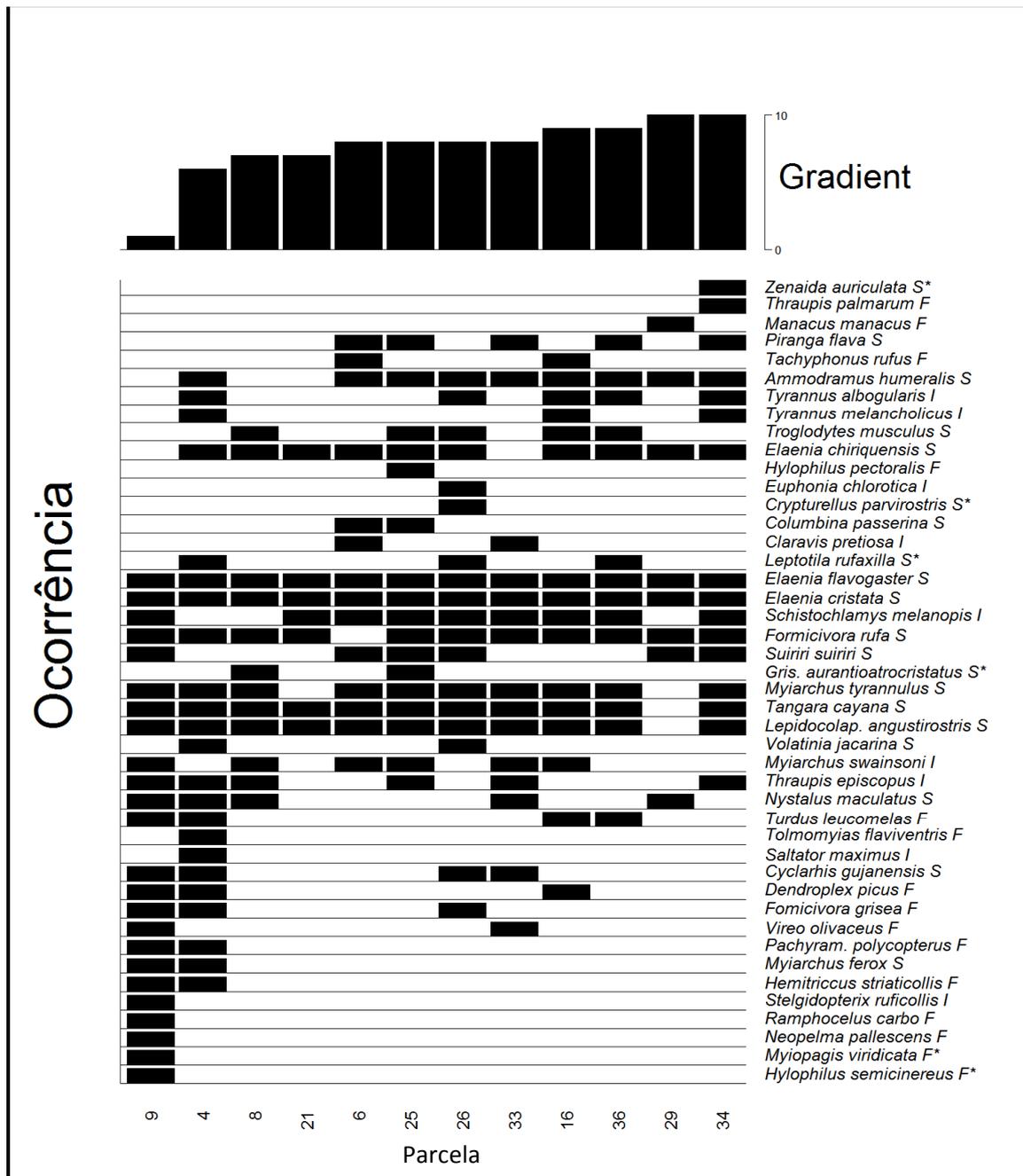


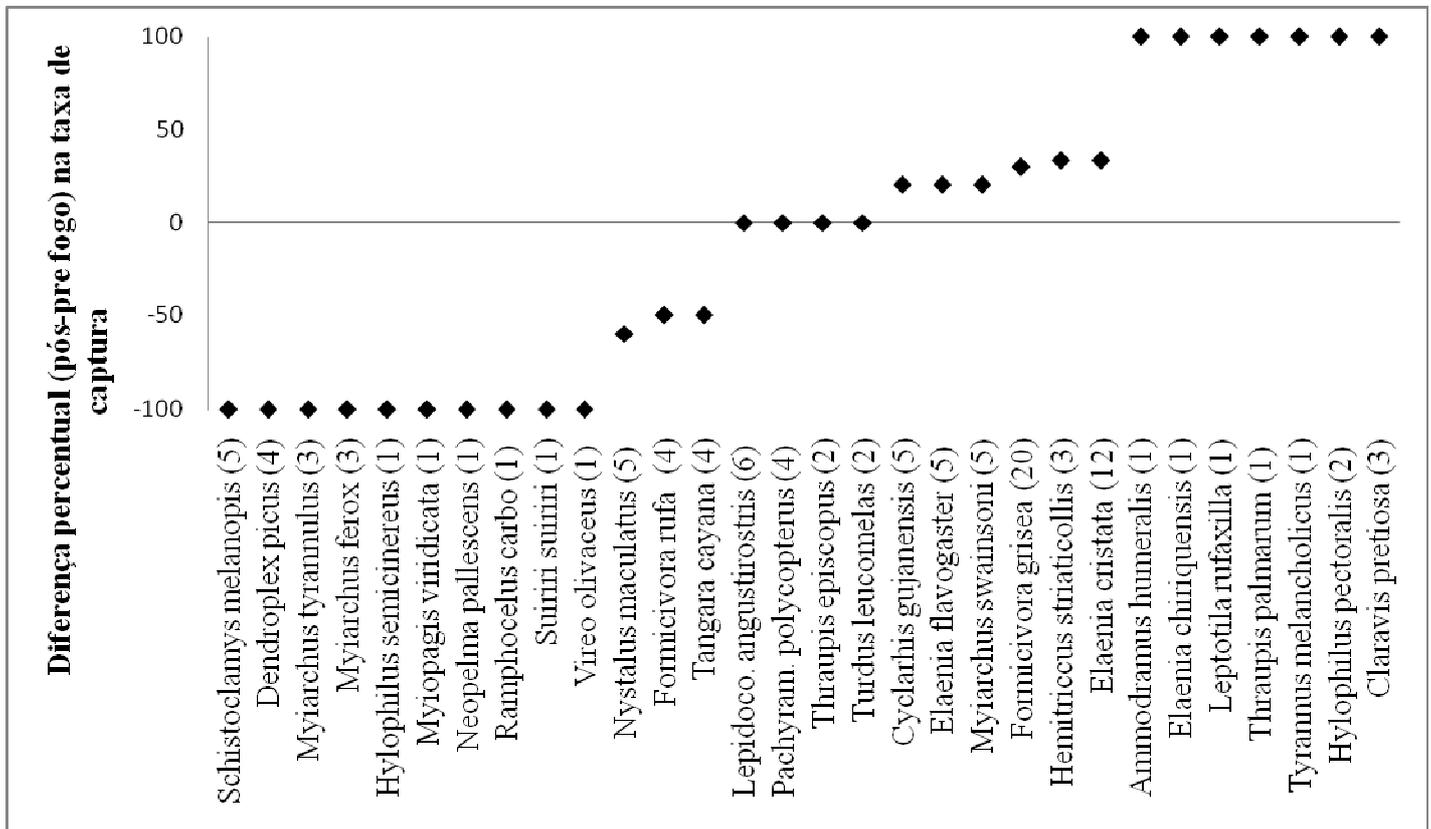
Figura 6. Ocorrência de espécies nas 12 parcelas de 3,7 ha. As parcelas estão em ordem crescente de frequência de queimadas nos últimos 12 anos. Cada linha representa uma espécie e as barras representam a ocorrência da espécie na parcela.

1
2
3

4 A composição da avifauna da parcela 9 um mês após a queimada em 2010 foi
5 diferente da composição observada antes da queimada (Figura 6). Espécies como
6 *Schistoclamys melanopis*, *Dendroplex picus* e *Myiarchus tyrannulus* não foram
7 capturados após a queimada, enquanto *Claravis pretiosa* e *Ammodramus humeralis*
8 foram capturados apenas após a queimada. Essas espécies não foram capturadas em
9 qualquer das amostras do período sem queimadas, cuja área amostral de 12ha se

1 sobrepõe parcialmente à parcela 9. Essas espécies ocorreram nas amostras do período
 2 com queimadas, sendo que *A. humeralis* foi uma das espécies mais frequentes nessas
 3 amostras (Figura 2).

4



5 Figura 7. Variação na avifauna da parcela 9 antes (12 anos sem queimadas) e depois da queimada em
 6 2010. O eixo y representa a diferença entre a taxa de capturas após e antes da queimada, em relação ao
 7 número total de capturas nos dois períodos (valor entre parênteses após as espécies). As espécies com -
 8 100% só foram capturados pré-fogo, espécies com 100% só foram capturadas pós-fogo e espécies com
 9 0% tiveram taxa de captura constante entre os dois períodos.

10 As espécies apresentaram diferentes respostas às queimadas, abaixo
 11 apresentamos algumas espécies para ilustrar os diferentes tipos de respostas:

12 Colonizadoras pós-queimada

13 *A. humeralis* ocorreu em todas as amostras do período com fogo na área de 12
 14 ha na península, e em 9 de 12 parcelas de 3,7 ha. A espécie foi frequente nas parcelas
 15 sob regime de queimadas independentemente das suas diferentes estruturas vegetais.
 16 Apesar de sua frequência no restante da região, esteve ausente nas amostras na área há
 17 13 anos sem queimadas. *C. pretiosa* ocorreu em algumas amostras do período com

1 queimadas e em algumas parcelas sob regime regular de queimadas, mas esteve ausente
2 nas amostras da área há 13 anos sem queimadas. Por fim, a rápida colonização (em um
3 mês) de *A. humeralis* e *C. pretiosa* desta área após uma única queimada caracteriza
4 essas espécies como favorecidas por queimadas.

5 **Maior ocorrência em áreas com queimadas frequentes**

6 *Elaenia chiriquensis* foi frequente nas amostras do período com queimadas,
7 enquanto apenas um indivíduo ocorreu no período sem queimadas. Essa espécie foi
8 relativamente abundante em parcelas sob regime regular de queimadas, ocorrendo em
9 10 das 12 parcelas. As duas parcelas nas quais a espécie não ocorreu foram as parcelas
10 com as menores frequências de queimadas e maior cobertura arbórea (9 e 4).
11 *Columbina passerina* ocorreu apenas em amostras do período com queimadas e em
12 parcelas com queimadas mais frequentes.

13 **Indiferentes**

14 Algumas espécies (*Elaenia flavogaster*, *Elaenia cristata*, *Tangara cayana*,
15 *Myiarchus tyrannulus* e *Lepidocolaptes angustirostris*) mantiveram suas abundâncias
16 relativamente constantes ao longo dos 23 anos de amostragem na área de 12 ha, e ao
17 longo do gradiente de histórico de queimadas. Essas quatro espécies são mais frequentes
18 nas savanas, de acordo com o índice de uso de habitat. *Elaenia cristata* foi a espécie
19 mais abundante ao longo desse estudo. Essas espécies permaneceram na parcela 9 após
20 a queimada, exceto por *M. tyrannulus*.

21 **Menor ocorrência em áreas com queimadas frequentes**

22 Algumas espécies ocorreram com menor frequência em áreas sob regime de
23 queimadas mais frequentes, e em maior frequência em áreas com menos queimadas.
24 *Schistohclamys melanopis* e *Formicivora grisea* foram mais abundantes em amostras do
25 período sem queimadas. Quanto à ocorrência nas parcelas de 3,7 ha, *S.melanopis* foi
26 mais abundante em áreas com menor frequência de queimadas enquanto *F. grisea* e
27 *Myiarchus ferox* ocorreram apenas nas parcelas com menor frequência de queimadas.

28

29 **Colonizadoras pós supressão de queimadas**

30 *Ramphocelus carbo*, *Pachyramphus rufus*, *Myiopagis gaimardii* e *Hylophilus*
31 *semicinereus* foram espécies que colonizaram a área da península após 13 anos sem

1 queimadas. Essas espécies ocorreram apenas nas amostras do período sem queimadas e
2 na parcela 9, onde não foram capturadas após as queimadas. As quatro espécies são
3 associadas à vegetação florestal da região.

4 DISCUSSÃO

5 O fogo estruturou a avifauna no espaço e no tempo, e a resposta da avifauna foi
6 semelhante nas duas escalas. A comunidade de aves foi semelhante entre amostras
7 separadas por 10 anos nas quais a península estava sob regime regular de queimadas.
8 No entanto, após 13 anos sob supressão de queimadas a composição ficou diferente das
9 amostras de anos anteriores, principalmente por causa da entrada de espécies associadas
10 com a floresta. Durante o tempo sem queimadas na área da península, houve um
11 adensamento na vegetação lenhosa em decorrência da ausência de queimadas, com um
12 aumento da densidade de espécies arbóreas mais frequentes nas florestas do que nas
13 savanas da região (Deus, 2011). Sirami *et al.* (2009) relatou que o adensamento da
14 vegetação lenhosa nas savanas da África do Sul está causando a perda de aves de
15 vegetação aberta em uma escala regional. Como na África do Sul (Krook *et al.*, 2007;
16 Sirami *et al.*, 2009), após o adensamento da vegetação na península de Alter do Chão,
17 algumas espécies de forte associação savanícola não foram mais detectadas e
18 provavelmente mudaram para savanas adjacentes. Em contraste, Herrando *et al.* (2002)
19 não constataram a mudança que esperavam na avifauna de vegetação aberta no
20 mediterrâneo em seis anos de supressão de queimadas: observaram a colonização por
21 aves de vegetação arbustiva densa, concomitante com a inesperada permanência de aves
22 de campo.

23 Sob regime de queimadas frequentes, a área da península tinha predominância
24 de espécies de aves associadas à vegetação savanícola. A comunidade passou a ter
25 predominância de espécies associadas à matriz florestal, com a colonização de algumas
26 espécies que não foram capturadas nas amostras sob regime de queimadas. Uma
27 predominância de espécies florestais também foi encontrada para aves e outros
28 vertebrados em uma savana australiana sob supressão de queimadas por 23 anos
29 (Woinarski *et al.*, 2004). É possível que a colonização por aves que ocorrem nas
30 florestas tenha intensificado o processo de recrutamento de árvores através da dispersão
31 de sementes de origem florestal na área de savana (Tubelis *et al.*, 2004). O fator que
32 mais restringe o estabelecimento de sementes de árvores florestais em savanas é o fogo,

1 apesar de restrições morfológicas das sementes, e a supressão de queimadas permite a
2 expansão de espécies florestais para a savana (Hoffman *et al.*, 2004).

3 A avifauna das savanas de Alter do Chão esteve associada aos diferentes
4 regimes de queimadas das parcelas e foram sensíveis ao acúmulo da ocorrência de
5 queimadas, independentemente de sua extensão. Esse resultado pode ser esperado se a
6 extensão da queimada não refletir a sua severidade na área de estudo, ou se a severidade
7 da queimada não tiver efeito significativo nas aves. Diferentes severidades de
8 queimadas não geraram diferenças na composição da avifauna em uma savana africana
9 (Mills, 2004). Um estudo em médio prazo mostrou que flora e fauna de uma savana
10 australiana foram majoritariamente resistentes e resilientes a queimadas, mas que a
11 ocorrência da queimada independente da sua severidade foi o fator principal que
12 influenciou as espécies sensíveis a essa perturbação (Andersen *et al.*, 2005). O acúmulo
13 de ocorrências de queimadas foi suficiente para estruturar a avifauna da área de estudo.
14 O presente estudo corrobora a especificidade da resposta da avifauna em consequência
15 das mudanças ambientais em um gradiente de perturbação (*e.g.* Clavero *et al.*, 2011,
16 Barlow e Peres, 2004), nesse caso, histórico de queimadas.

17 Além da frequência de queimadas, a cobertura arbórea das parcelas também
18 apresentou alta relação com a avifauna. Entretanto, o efeito dessas duas variáveis não
19 pôde ser discriminado. O fogo inibe o recrutamento de árvores jovens e brotos, que não
20 sobrevivem à sua passagem, mas mantém árvores adultas já estabelecidas (Prior *et al.*,
21 2010). Dessa forma, seria esperado que áreas sob regime de queimadas apresentassem
22 pouca variação de cobertura arbórea ao longo do tempo por causa da inibição do
23 recrutamento arbóreo pelo fogo, e que a cobertura arbórea fosse o estrato da vegetação
24 menos correlacionado ao histórico de queimadas. Diferente do esperado, cobertura
25 arbórea apresentou alta correlação com os índices de histórico de queimadas. Quando
26 duas variáveis que apresentam alta correlação são incluídas em um modelo de regressão
27 múltipla, é comum que uma ou ambas aparentem não ter efeito na variável dependente,
28 apesar do conhecimento prévio do efeito dessas variáveis indicar que elas sejam
29 importantes (Faraway, 2002). Um trabalho feito na área de estudo encontrou efeito de
30 queimadas na comunidade de besouros quando essa variável estava associada à
31 vegetação, mas não encontrou efeitos diretos das queimadas nos besouros (Louzada *et*
32 *al.*, 2010). Mesmo com a morte de alguns lagartos por efeito direto de queimada em
33 uma savana australiana, Griffith e Christian (1996) encontraram maior abundância da

1 espécie pós-queimada. Alguns indivíduos de áreas não-queimadas adjacentes se
2 deslocaram para a área recém-queimada em resposta à maior disponibilidade de
3 alimento após essa perturbação (Griffith e Christian, 1996). A interação entre os efeitos
4 diretos e indiretos de queimadas dificulta a separação dos mesmos. Como as aves
5 apresentam alta especificidade quanto à estrutura da vegetação (Sirami *et al.*, 2009,
6 Krook *et al.*, 2007, Tubelis e Cavalcanti, 2001) os efeitos diretos de queimadas nas aves
7 devem ser menos pronunciados e perceptíveis do que a forte resposta das aves à
8 variação no ambiente. Portanto, o efeito das queimadas na avifauna deve ser
9 principalmente indireto, por meio da vegetação.

10 A distância à floresta teve mais efeito no número de espécies de aves capturadas
11 nas parcelas do que a frequência de queimadas e a cobertura arbórea. Em áreas de
12 mosaico savana/floresta, as aves de floresta expandem suas áreas de vida para as
13 savanas (Tubelis 2004, Tubelis *et al.*, 2004), e a contribuição dessas espécies para o
14 aumento da riqueza na savana pôde ser observada no presente estudo. As parcelas com
15 maior número de espécies de aves foram as mais próximas da floresta, com maior
16 cobertura arbórea e menor frequência de queimadas (parcelas 9 e 4). Algumas espécies
17 florestais ocorreram em parcelas com proximidade mediana à floresta, aumentando o
18 número de espécies capturadas nessas parcelas. Entretanto, as espécies florestais
19 tiveram uma ocorrência mais baixa nessas parcelas do que naquelas com menor
20 frequência de queimadas e maior cobertura arbórea (4 e 9), indicando a importância
21 dessas características na manutenção das espécies florestais nas parcelas. Marini e
22 Cavalcanti (1996) observaram que as espécies florestais são mais sensíveis a queimadas
23 do que espécies savanícolas em uma mata de galeria no cerrado do Brasil central. Além
24 disso, as áreas com maior número de espécies florestais no cerrado foram aquelas com
25 vegetação mais densa (Tubelis *et al.*, 2004). As aves florestais e de borda podem
26 expandir suas áreas de vida para as savanas, mas o histórico de queimadas e a estrutura
27 da vegetação devem influenciar sua frequência no local.

28 Para verificar o efeito de queimadas na avifauna em curto prazo, tivemos a
29 oportunidade de amostrar a parcela 9, que há 13 anos não sofria queimadas, um mês
30 após um incêndio. A queimada que ocorreu na área foi de baixa intensidade pois
31 queimou a serapilheira superficialmente e não adentrou muito nas moitas de vegetação
32 densa (observação pessoal). A estrutura da vegetação foi pouco alterada após a
33 queimada. Portanto, pudemos verificar o efeito da queimada na avifauna em curto prazo

1 independentemente da variável cobertura arbórea. Mills (2004) não detectou mudanças
2 na avifauna de uma savana africana em curto prazo após queimadas brandas e severas, e
3 atribuiu essa constância à adaptação das aves a esse distúrbio frequente. Algumas aves
4 do cerrado também foram resistentes à queimada: 4 espécies estudadas permaneceram
5 no local e houve a colonização da área por uma espécie posteriormente classificada
6 como “especialista” de queimadas (Cavalcanti e Alves, 1997). O presente estudo
7 mostrou uma mudança em curto prazo após a queimada em uma área há 13 anos sem
8 queimada. Podemos concluir a partir das taxas de captura nas amostras da península e
9 nas 12 parcelas de 3,7 ha que *Ammodramus humeralis* e *Claravis pretiosa* deixaram a
10 parcela 9 no decorrer dos 13 anos sem queimadas e recolonizaram a área cerca de um
11 mês após a reincidência de queimada no local. Ambas as espécies são granívoras e
12 forrageiam no chão. Crawford (1979) também observou a colonização por aves que
13 forrageiam no solo após queimadas em uma savana australiana. A passagem do fogo
14 reduziu a cobertura do estrato médio, que impedia o acesso dessas aves ao solo
15 (Crawford, 1979), e é provável que o mesmo tenha ocorrido no presente estudo.
16 Savanas protegidas do fogo têm menor cobertura de gramíneas e vegetação lenhosa
17 mais densa do que savanas sob regime de queimadas frequentes (Moreira, 2000,
18 Woinarski *et al.*, 2004). A passagem do fogo diminui a densidade do estrato médio da
19 vegetação e reduz a extensão de arbustos (Sanaiotti e Magnusson, 1995), favorecendo a
20 expansão de gramíneas (Moreira, 2000). Mesmo após 13 anos de supressão de fogo, um
21 evento único de queimada foi suficiente para que a vegetação voltasse a ter
22 características favoráveis para espécies que utilizam o estrato herbáceo de savana. A
23 colonização por aves de áreas abertas após queimada no Mediterrâneo foi dependente
24 principalmente de movimentações de distâncias curtas, feita por indivíduos de
25 populações adjacentes à área (Brotons *et al.*, 2005). Portanto, a manutenção de manchas
26 com históricos de queimadas diversificados na área de estudo mantém populações aptas
27 a colonizarem áreas queimadas em curto prazo.

28 **Considerações finais**

29 O presente estudo reforça a importância da avaliação de gradientes de
30 perturbação para a melhor compreensão da relação da avifauna de savana com
31 queimadas, um distúrbio intrínseco desse sistema. O mosaico de vegetação composto
32 por florestas e savanas com diferentes regimes de queimada na região de Alter do Chão
33 comporta uma avifauna diversa e dinâmica, variando em longo e curto prazo em

1 resposta ao fogo. A avifauna está relacionada com um gradiente de frequências de
2 queimadas, consequente da sua composição por espécies de diferentes sensibilidades à
3 queimada. A manutenção de manchas de savana com diferentes regimes de queimadas
4 mantém a diversidade de aves de savana. A avifauna em áreas com queimadas muito
5 frequentes comportaram um número menor de espécies, que por sua vez ocorreram
6 também em outras áreas e não dependem de frequências tão extremas para a sua
7 manutenção na região. Entretanto, o extremo oposto do gradiente, ou seja, supressão de
8 queimadas, também não favoreceu a conservação de aves típicas da savana, já que
9 acarretou na perda de espécies savanícolas e colonização por espécies florestais. A
10 ocorrência de queimada por si tem impacto na avifauna, independentemente da sua área
11 de abrangência. A conservação da diversidade de savanas deve ter um foco muito claro,
12 e no caso das savanas amazônicas, deve favorecer espécies típicas desse habitat.

13 Agradecimentos

14 Este trabalho é resultado de uma dissertação de mestrado do Programa de
15 Pós-Graduação em Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -
16 INPA. Agradecemos ao CNPq pela bolsa de mestrado de LAC e pela bolsa de
17 produtividade de TMS. O INPA disponibilizou sua base de apoio em Alter do Chão
18 durante a coleta de dados. Agradecemos a Welton e Edmir Nobre pela ajuda em campo
19 e ao Laudeco e sua família pelo apoio logístico. Somos agradecidos a Mario Cohn-Haft
20 pela ajuda na identificação de algumas espécies e ao Paulo Eduardo Massoca pela ajuda
21 na elaboração da Figura 1.

22

23 Referências Bibliográficas

- 24 Aleixo, A.; Poletto, F. 2007. Birds of an open vegetation enclave in southern Brazilian
25 Amazonia. *The Wilson Journal of Ornithology*. 119(4): 610-630.
- 26 Andersen, A.N.; Cook, G.D.; Corbett, L.K.; Douglas, M.M.; Eager, R.W.; Russel-
27 Smith, J.; Setterfield, S.A.; Williams, R.J., Woinarski, J.C.Z. 2005. Fire frequency
28 and biodiversity in Australian tropical savannas: implications from the Kapalga fire
29 experiment. *Austral Ecology*. 30: 155-167.

- 1 Artman, V.L.; Hutchinson, T.F.; Brawn, J.D. 2005. Fire ecology and bird populations in
2 eastern deciduous forests. *Studies in Avian Biology*. 30: 127-138.
- 3 Barlow, J.; Peres, C.A. 2004. Avifaunal responses to single and recurrent wildfires in
4 amazonian forests. *Ecological Applications*. 14(5): 1358-1373.
- 5 Bond, W.J., Parr, C.L. 2010. Beyond the forest edge: ecology, diversity and
6 conservation of grassy biomes. *Biological Conservation*. 143(10): 2395-2404.
- 7 Bond, W.J.; Keeley, J.E. 2005. Fire as a global “herbivore”: the ecology and evolution
8 of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*. 20(7): 387-394.
- 9 Brotons, L.; Pons, P.; Herrando, S. 2005. Colonization of dynamic Mediterranean
10 landscapes: where do birds come from after fire?. *Journal of Biogeography*. 32:
11 789-798.
- 12 Cavalcanti, R.B. e M.A.S. Alves. 1997. Effects of fire on savanna birds in central
13 Brazil. *Ornitologia Neotropical* 8:85-87.
- 14 Cintra, R.C.; Sanaiotti, T.M. 2005. Fire effects on the composition of a bird community
15 in an Amazonian savanna (Brazil). *Brazilian Journal of Biology*. 65(4): 683-695.
- 16 Clavero, M.; Brotons, L.; Herrando, S. 2011. Bird community specialization, bird
17 conservation and disturbance: the role of wildfires. *Journal of Animal Ecology*. 80:
18 128-136.
- 19 Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2011. *Listas das aves do Brasil. 10^a*
20 *Edição*. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 04/03/2011
- 21 Crawford, D.N. 1979. Effects of grass and fires on birds in the Darwin area, Northern
22 Territory. *Emu*. 79(3): 150-152.
- 23 Deus, Y.S. 2011. *Dinâmica estrutural de uma savana amazônica sob diferentes regimes*
24 *de queimada*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da
25 Amazônia, Manaus, Amazonas. 56 pp.
- 26 Driscoll, D.A., Lindenmayer, D.B., Bennett, A.F., Bode, M., Bradstock, R.A., Cary,
27 G.J., Clarke, M.F., Dexter, N., Fensham, R.J., Friend, G.R., Gill, A.M., James, S.,

- 1 Kay, G., Keith, D.A., MacGregor, C., Russell-Smith, J., Salt, D., Watson, J.E.M.,
2 Williams, R.J., York, A. (2010) Fire management for biodiversity conservation:
3 key research questions and our capacity to answer them. *Biological Conservation*
4 143: 1928-1939.
- 5 Erize, F.; Mata, J.R.R.; Rumboll, M. 2006. *Birds of South America, Non-passerines:*
6 *Rheas to Woodpeckers*. Princeton University Press, Princeton, NJ, EUA. 384 pp.
7
- 8 Faraway, J. 2002. Practical Regression and ANOVA using R.
9 <http://www.stat.lsa.umich.edu/~faraway/book>.
- 10
- 11 Griffith, A.D.; Christian, K.A. 1996. The effects of fire on the frillneck lizard
12 (*Chlamydosaurus kingii*) in northern Australia. *Australian Journal of Ecology*.
13 21(4): 386-398.
- 14
- 15 Gottschalk, T.K.; Ekschmitt, K.; Bairlein, F. 2007. Relationships between vegetation
16 and bird community composition in grasslands of the Serengeti. *African Journal*
17 *of Ecology*. 45: 557-565.
- 18
- 19 Herrando, S.; Brotons, L.; Del Amo, R.; Llacuna, S. 2002. Bird community succession
20 after fire in a dry mediterranean shrubland. *Ardea*. 90(2): 303-310.
- 21
- 22 Hoffman, W.A.; Franco, A.C. 2003. Comparative growth of tropical forest and savanna
23 woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology*.
24 91(3): 475-484.
- 25
- 26 Hoffman, W.A.; Orthen, B.; Franco, A.C. 2004. Constraints to seedling success of
27 savanna and forest trees across the savanna-forest boundary. *Oecologia*. 140: 252-
28 260.
- 29 Huber, O. 1982. Significance of savanna vegetation in the Amazon territory of
30 Venezuela. p. 221-224. In: Prance, G.T. (Ed.). *Biological diversification in the*
31 *tropics*. Columbia University Press, NY.
- 32

- 1 Krook, K.; Bond, W.J.; Hockey, P.A.R. 2007. The effect of grassland shifts on the
2 avifauna of a South African savanna. *Ostrich*. 78(2): 271-279.
- 3
- 4 Legendre, P.; Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2. ed. Elsevier, Amsterdam.
- 5
- 6 Louzada, J.; Lima, A.P.; Matavelli, R.; Zambaldi, L.; Barlow, J. 2010. Community
7 structure of dung Beetles in Amazonian savannas: role of fire disturbance,
8 vegetation and landscape structure. *Landscape Ecology*. 25(4): 631-641.
- 9
- 10 Magnusson, W.E; Lima, A.P.; Albernaz, A.L.K.M, Sanaiotti, T.M.; Guillaumet. 2008.
11 Composição florística e cobertura vegetal das savanas na região de Alter do Chão,
12 Santarém-PA. *Revista Brasileira de Botânica*. 31(1): 165-177.
- 13
- 14 Marini, M.Â., Cavalcanti, R.B. 1996. Influência do fogo na avifauna do sub-bosque de
15 uma mata de galeria do Brasil central. *Revista Brasileira de Biologia*. 56(4):749-
16 754.
- 17
- 18 McCune, B.; Grace, J.B. (2002) *Analysis of ecological communities*. MjM Software
19 Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- 20
- 21 Medeiros, M.B.; Miranda, H.S. 2008. Post-fire resprouting and mortality in Cerrado
22 woody plant species over a three-year period. *Edinburgh Journal of Botany*. 65(1):
23 53-68.
- 24
- 25 Mills, M.S.L. 2004. Bird community responses to savanna fires: should managers be
26 concerned? *South African Journal of Wildlife Research*. 34(1): 1-11.
- 27
- 28 Miranda, I.S.1993. Estrutura do estrato arbóreo do cerrado amazônico em Alter do
29 Chão, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 16(2):143-150.
- 30
- 31 Miranda, I.S.; Filho, A.C. 1994. Similaridade florística de algumas savanas amazônicas.
32 *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi, série Botânica*. 10(2): 249-267.
- 33

- 1 Moreira, A.G. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil.
2 *Journal of Biogeography*. 27: 1021-1029.
3
- 4 Moustakas, A.; Wiegand, K.; Meyer, K. M.; Ward, D.; Sankaran, M. 2010. Learning
5 new tricks from old trees: revisiting the savanna question. *Frontiers of*
6 *biogeography*. 2.2: 47-53.
7
- 8 Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Kindt, R.; Legendre, P.; O'hara, R. B.; Simpson, G. L.;
9 Solymos, P.; Stevens, M. H. H.; Wagner, H. 2011. Vegan: Community Ecology
10 Package. *R package*. Version 1.17-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
11
- 12 Parker, T.A.; Willis, E.O. 1997. Notes on three tiny grassland flycatchers, with
13 comments on the disappearance of South American fire-diversified savannas.
14 *Ornithological Monographs*. 48: 549-555.
15
- 16 Parr, C.L.; Chown, S.L. 2003. Burning issues for conservation: a critique of faunal fire
17 research in Southern Africa. *Austral Ecology*. 28: 384-395.
18
- 19 Parr, C.L.; Andersen, A.N. 2006. Patch mosaic burning for biodiversity conservation: a
20 critique of the pyrodiversity paradigm. *Conservation Biology*. 20(6): 1610-1619.
21
- 22 Pires, J.M.; Prance, G.T. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon, p.109-
23 145. In: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (Eds.). *Key Environments: Amazonia*.
24 Pergamon Press. Oxford.
25
- 26 Prior, L.D.; Williams, R.J.; Bowman, D.M.J.S. 2010. Experimental evidence that fire
27 causes a tree recruitment bottleneck in and Australian tropical savanna. *Journal of*
28 *Tropical Ecology*. 26: 595-603.
- 29 R Development Core Team .2010. R: A language and environment for statistical
30 computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. ISBN 3-
31 900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
32

- 1 Ramos-Neto, M.B.; Pivello, V.R. 2000. Lightning fires in a Brazilian savanna national
2 park: rethinking management strategies. *Environmental Management*. 26(6): 675-
3 684.
- 4 Ridgley, R.S.; Tudor, G. 2009. *Field guide to the song-birds of South-America: the*
5 *passerines*. University of Texas Press, Austin, TX, EUA. 750 pp.
- 6 Russel-Smith, J.; Price, O.F.; Murphy, B.P. 2010. Managing the matrix: decadal
7 responses of eucalypt-dominated savanna to ambient fire regimes. *Ecological*
8 *Applications*. 20(6): 1615-1632.
- 9 Sanaiotti, T.M.; Magnusson, W.E. 1995. Effects of annual fires on the production of
10 fleshy fruits eaten by birds in a Brazilian Amazonian savanna. *Journal of Tropical*
11 *Ecology*. 11: 53-65.
- 12 Sanaiotti, T.M.; Cintra, R. 2001. Breeding and migrating birds in na Amazonian
13 savanna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 36: 23-32.
- 14 Santos, M.P.D.; Silva, J.M.C. 2007. As aves das savanas de Roraima. *Revista Brasileira*
15 *de Ornitologia*. 15(2): 189-207.
- 16
- 17 Silva, J.C.M., Oren, D.C., Roma, J.C., Henriques, L.M.P. 1997. Composition and
18 distribution patterns of the avifauna of an Amazonian upland savanna, Amapá,
19 *Brazilian Ornithological Monographs*. 48: 743-762.
- 20
- 21 Sirami, C.; Seymour, C.; Midgley, G.; Barnard, P. 2009. The impact of shrub
22 encroachment on savanna bird diversity from local to regional scale. *Diversity and*
23 *Distributions*. 15: 948-957.
- 24 Skowno, A.L.; Bond, W.J. 2003. Bird community composition in an actively managed
25 savanna reserve, importance of vegetation structure and vegetation composition.
26 *Biodiversity and Conservation*. 12: 2279-2294.
- 27 Smit, I.P.J.; Asner, G.P.; Govender, N.; Kennedy-Bowdoin, T.; Knapp, D.E.; Jacobson,
28 J. 2010. Effects of fire on woody vegetation structure in African savanna.
29 *Ecological Applications*. 20(7): 1865-1875.

- 1 Smucker, K.M.; Hutto, R.L.; Steele, B.M. 2005. Changes in bird abundance after
2 wildfire: importance of fire severity and time since fire. *Ecological Applications*.
3 15(5): 1535-1549.
- 4 Tubelis, D.P. 2004. Species composition and seasonal occurrence of mixed-species
5 flocks of forest birds in savannas in central Cerrado, Brazil. *Ararajuba*. 12(2): 105-
6 111.
- 7 Tubelis, D.P.; Cowling, A.; Donnelly, C. 2004. Landscape supplementation in adjacent
8 savannas and its implications for the design of corridors for forest birds in the
9 central Cerrado, Brazil. *Biological Conservation*. 118: 353-364.
- 10 Tubelis, D.P.; Cavalcanti, R.B. 2001. Community similarity and abundance of bird
11 species in open habitats of a central Brazilian Cerrado. *Ornitologia Neotropical*. 12:
12 57-73.
- 13 Woinarski, J.C.Z.; Risler, J.; Kean, L. 2004. Response of vegetation and vertebrate
14 fauna to 23 years of fire exclusion in a tropical *Eucalyptus* open forest, Northern
15 Territory, Australia. *Austral Ecology*. 29: 156-176.

Conclusões

O fogo estrutura a avifauna em escala espacial e temporal. Os diferentes regimes de queimadas na área provavelmente estruturam a comunidade de aves por efeitos indiretos, por meio da vegetação.

Espécies de aves florestais colonizam áreas de savana adensadas pela supressão de queimadas, enquanto algumas espécies savanícolas são perdidas. O número espécies florestais passou a ser predominante em relação ao número de espécies de savana em 13 anos de supressão de queimadas.

A avifauna mudou em curto-prazo em resposta à queimada. Mesmo após o adensamento da vegetação decorrente de 13 anos sem queimadas, uma queimada foi suficiente para a volta de espécies savanícolas à área em um mês.

O mosaico savana/floresta da área de estudo comporta uma avifauna diversa. A paisagem mantém populações de espécies com uso de habitat diversificado. Esta configuração mantém a avifauna dinâmica, com espécies aptas a colonizarem áreas após queimadas ou após períodos de supressão de fogo.

Áreas de savana mais próximas à floresta comportam maior número de espécies de aves. Entretanto, a ocorrência de aves florestais nas savanas é limitada pelo histórico de queimadas da área.

A composição da avifauna de savanas com queimadas muito frequentes (quase anualmente) são menos diversas e apresentam menor número de espécies do que savanas com regimes de queimadas menos frequentes. Mesmo algumas espécies típicas de savana se mostraram sensíveis a regimes tão frequentes de queimadas.

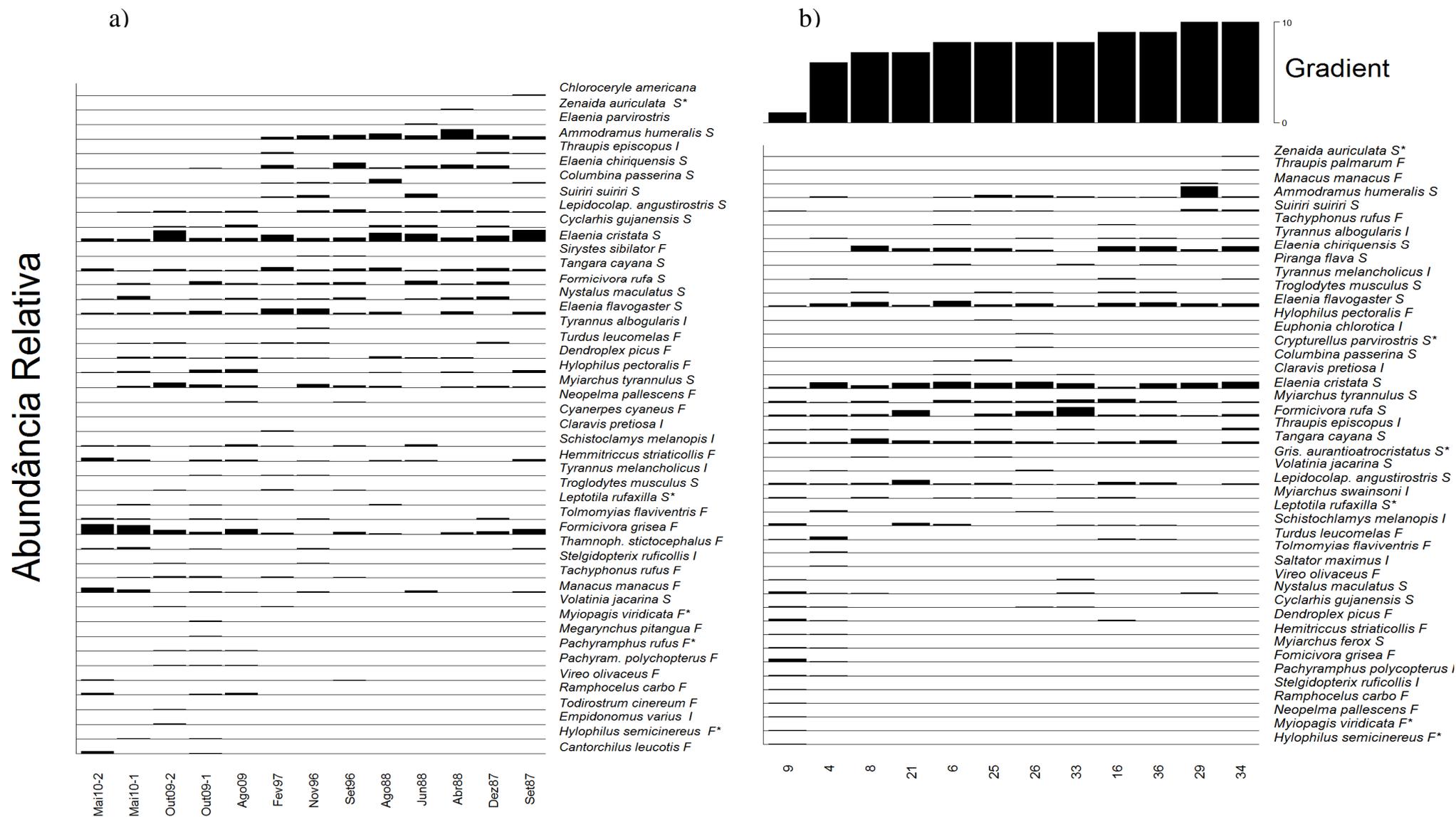
A frequência acumulada de queimadas ao longo do tempo é suficiente para estruturar a avifauna, independentemente da extensão abrangida pelas queimadas. Esse padrão evidencia a vulnerabilidade da avifauna de Alter do Chão ao aumento na frequência de queimadas pela ação antrópica.

Apêndices

Apêndice 1. Espécies capturadas na savana de Alter do Chão-PA, seguidas pelo habitat onde a espécie foi mais frequente na região (Savana, Floresta, Indiferente, * baseados na literatura, NA- não se aplica).

Família	Espécie	Uso de habitat
	<i>Crypturellus parvirostris</i>	S
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	S
	<i>Claravis pretiosa</i>	I
	<i>Zenaida auriculata</i>	S*
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	F*
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	NA
Bucconidae	<i>Nystalus maculatus</i>	S
Dendrocolaptidae	<i>Dendroplex picus</i>	F
	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	S
Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	F
	<i>Formicivora rufa</i>	S
	<i>Thamnophilus stictocephalus</i>	F
Pipridae	<i>Neopelma pallescens</i>	F
	<i>Manacus manacus</i>	F
Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	F
	<i>Pachyramphus rufus</i>	F*
Tyrannidae	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	F
	<i>Todirostrum cinereum</i>	F
	<i>Hemitriccus striaticollis</i>	F
	<i>Elaenia flavogaster</i>	S
	<i>Elaenia cristata</i>	S
	<i>Elaenia chiriquensis</i>	S
	<i>Elaenia parvirostris</i>	F*
	<i>Suiriri suiri</i>	S
	<i>Myiopagis viridicata</i>	F*
	<i>Myiarchus swainsoni</i>	I
	<i>Myiarchus ferox</i>	S

Família	Espécie	Uso de habitat
	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	S
	<i>Sirystes sibilator</i>	F
	<i>Megarynchus pitangua</i>	F
	<i>Tyrannus albogularis</i>	I
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	I
	<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	S*
	<i>Empidonomus varius</i>	I
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	S
	<i>Vireo olivaceus</i>	F
	<i>Hylophilus semicinereus</i>	F*
	<i>Hylophilus pectoralis</i>	F
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	I
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	S
	<i>Cantorchilus leucotis</i>	F
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	F
Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	I
	<i>Tachyphonus rufus</i>	F
	<i>Ramphocelus carbo</i>	F
	<i>Tangara cayana</i>	S
	<i>Thraupis episcopus</i>	I
	<i>Thraupis palmarum</i>	F
	<i>Schistochlamys melanopsis</i>	I
	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	F
Emberizidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	S
	<i>Volatinia jacarina</i>	S
Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	S
Fringilidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	I



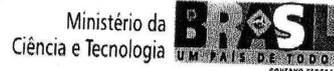
Apêndice 2. Abundância relativa das espécies: (a) amostras da área de 12 ha na península em ordem cronológica; (b) amostras das 12 parcelas de 3,7 ha em ordem crescente de frequência de queimadas em 12 anos. Cada linha representa uma espécie e as barras representam a abundância relativa da espécie na amostra

Apêndice 3. Resultados das regressões simples entre as medidas de avifauna e Frequência (Freq), Extensão (Ext), Cobertura arbórea (Cob) e Distância Florestal (Flo), com GL=11.

	Abundância Relativa				Ocorrência				Riqueza			
	Interc.	r ²	F	p	Interc.	r ²	F	p	Interc.	r ²	F	p
Freq	-0,122	<u>0,58</u>	13,56	0,004	-0,09	0,51	10,58	0,008	-1,2	0,34	5,26	0,04
Ext	-0,0013	0,53	11,44	0,007	-0,0009	0,42	7,2	0,02	-0,01	0,21	2,7	0,13
Cob	0,027	0,53	11,34	0,007	0,02	<u>0,57</u>	13,29	0,004	0,32	0,42	7,3	0,02
Flo	-0,0018	0,228	2,95	0,1164	-0,001	0,27	3,7	0,08	-0,03	<u>0,47</u>	9	0,01

Apêndice 4. Resultados das regressões múltiplas entre as medidas de avifauna e Frequência (Freq), Cobertura arbórea (Cob) e Distância Florestal (Flo), com GL=10.

	Abundância Relativa					Ocorrência					Riqueza				
	Interc.	p	R ²	F	p	Interc.	P	R ²	F	p	Interc.	p	R ²	F	P
Freq	-0,07	0,197	0,62	4,349	0,042	-0,04	0,41	0,6	6,851	0,01	-	-	-	-	-
Cob	0,01	0,365				0,16	0,19				0,19	0,18	0,47	6,05	0,02
Flo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,02	0,10	-	-	-



AULA DE QUALIFICAÇÃO

PARECER

Aluno(a): LAÍS ARAÚJO COELHO
 Curso: ECOLOGIA
 Nível: MESTRADO
 Orientador(a): TÂNIA MARGARETE SANAIOTTI

Título:

"Dinâmica e composição da avifauna do sub-bosque sob influência de diferentes históricos de queimada em uma região de savana amazônica".

BANCA JULGADORA:

TITULARES:

Albertina Lima (INPA)
 Mario Cohn-Haft (INPA)
 Renato Cintra (INPA)

SUPLENTES:

Bruce Nelson (INPA)
 Claudia Keller (INPA)

EXAMINADORES	PARECER	ASSINATURA
Albertina Lima (INPA)	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado <i>Albertina Lima</i>
Mario Cohn-Haft (INPA)	<input type="checkbox"/> Aprovado	<input checked="" type="checkbox"/> Reprovado <i>Mario Cohn-Haft</i>
Renato Cintra (INPA)	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado <i>Renato Cintra</i>
Bruce Nelson (INPA)	<input type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado
Claudia Keller (INPA)	<input type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado

Manaus(AM), 25 de março de 2010

OBS: A aula aproveitou de figuras nitidas e a aula falou com clareza ^{e inteligência}. Entretanto, ~~faltou~~ não respondeu satisfatoriamente a grande ^{parte} das perguntas e ~~isso~~ não conseguiu transmitir ao longo da exposição a relevância de seu estudo ou conhecimento profundo da área.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA TROPICAL E RECURSOS NATURAIS - PIPG BTRN
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA PPG-ECO/INPA

Av. Efigênio Sales, 2239 - Bairro: Adrianópolis - Caixa Postal: 478 - CEP: 69.011-970, Manaus/AM.
 Fone: (+55) 92 3643-1909
 site: <http://pg.inpa.gov.br>

Fax: (+55) 92 3643-1909
 e-mail: pgeco@inpa.gov.br

A banca sugere aprofundar os conhecimentos dentro dos assuntos relacionados a seu estudo.



Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Programa de Pós-graduação em Ecologia



Avaliação de dissertação de mestrado

Título: Dinâmica e composição da avifauna do sub-bosque sob influência de diferentes históricos de queimada em uma savana Amazônica

Aluno: LAÍS ARAÚJO COELHO

Orientador: Tânia Margarete Sanaiotti

Co-orientador: -----

Avaliador: Dr. Jos Barlow

Por favor, marque a alternativa que considerar mais apropriada para cada item abaixo, e marque seu parecer final no quadro abaixo

	Muito bom	Bom	Necessita revisão	Reprovado
Relevância do estudo	(X)	()	()	()
Revisão bibliográfica	()	(X)	()	()
Desenho amostral/experimental	(X)	()	()	()
Metodologia	(X)	()	()	()
Resultados	()	(X)	()	()
Discussão e conclusões	(X)	()	()	()
Formatação e estilo texto	()	(X)	()	()
Potencial para publicação em periódico(s) indexado(s)	(X)	()	()	()

PARECER FINAL

() **Aprovada** (indica que o avaliador aprova o trabalho sem correções ou com correções mínimas)

(X) **Aprovada com correções** (indica que o avaliador aprova o trabalho com correções extensas, mas que não precisa retornar ao avaliador para reavaliação)

() **Necessita revisão** (indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que o avaliador quer reavaliar a nova versão antes de emitir uma decisão final)

() **Reprovada** (indica que o trabalho não é adequado, nem com modificações substanciais)

__Lancaster__, __
Local

20/05/11__, __
Data

JBarlow

Assinatura

Comentários e sugestões podem ser enviados como uma continuação desta ficha, como arquivo separado ou como anotações no texto impresso ou digital da tese. Por favor, envie a ficha assinada, bem como a cópia anotada da tese e/ou arquivo de comentários por e-mail para pgecologia@gmail.com e claudiakeller23@gmail.com ou por correio ao endereço abaixo. O envio por e-mail é preferível ao envio por correio. Uma cópia digital de sua assinatura será válida.

Endereço para envio de correspondência:

Claudia Keller
DCEC/CPEC/INPA
CP 478
69011-970 Manaus AM
Brazil



Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Programa de Pós-graduação em Ecologia



Avaliação de dissertação de mestrado

Título: Dinâmica e composição da avifauna do sub-bosque sob influência de diferentes históricos de queimada em uma savana Amazônica

Aluno: LAÍS ARAÚJO COELHO

Orientador: Tânia Margarete Sanaïotti

Co-orientador: -----

Avaliador:

Por favor, marque a alternativa que considerar mais apropriada para cada item abaixo, e marque seu parecer final no quadro abaixo

	Muito bom	Bom	Necessita revisão	Reprovado
Relevância do estudo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisão bibliográfica	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenho amostral/experimental	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Metodologia	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resultados	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Discussão e conclusões	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formatação e estilo texto	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial para publicação em periódico(s) indexado(s)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PARECER FINAL

Aprovada (indica que o avaliador aprova o trabalho sem correções ou com correções mínimas)

Aprovada com correções (indica que o avaliador aprova o trabalho com correções extensas, mas que não precisa retornar ao avaliador para reavaliação)

Necessita revisão (indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que o avaliador quer reavaliar a nova versão antes de emitir uma decisão final)

Reprovada (indica que o trabalho não é adequado, nem com modificações substanciais)

Brasília, _____, 24/05/11, _____
Local Data Assinatura

Comentários e sugestões podem ser enviados como uma continuação desta ficha, como arquivo separado ou como anotações no texto impresso ou digital da tese. Por favor, envie a ficha assinada, bem como a cópia anotada da tese e/ou arquivo de comentários por e-mail para pgecologia@gmail.com e claudiakeller23@gmail.com ou por correio ao endereço abaixo. O envio por e-mail é preferível ao envio por correio. Uma cópia digital de sua assinatura será válida.

Endereço para envio de correspondência:

Claudia Keller
DCEC/CPEC/INPA
CP 478
69011-970 Manaus AM
Brazil



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA DO INSTITUTO NACIONAL
DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA.

Aos 12 dias do mês de agosto do ano de 2011, às 10:00 horas, na sala de aula do Programa de Pós-Graduação em Ecologia – PPG ECO/INPA, reuniu-se a Comissão Examinadora de Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: o(a) Prof(a). Dr(a). **Albertina Pimentel Lima**, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, o(a) Prof(a). Dr(a). **Camila Cherem Ribas**, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e o(a) Prof(a). Dr(a). **Luisa Magalli Henriques**, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, tendo como suplentes o(a) Prof(a). Dr(a). Pedro Ivo Simões, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e o(a) Prof(a). Dr(a). Flávia Regina Capellotto Costa, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, sob a presidência do(a) primeiro(a), a fim de proceder a arguição pública da **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO** de **LAÍS ARAÚJO COELHO**, intitulada “Dinâmica e composição da avifauna sob influência de diferentes históricos de queimada em uma savana amazônica”, orientado(a) pelo(a) Prof(a). Dr(a). Tânia Margarete Sanaiotti, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Após a exposição, o(a) discente foi argüido(a) oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final:

APROVADO(A) REPROVADO(A)
 POR UNANIMIDADE POR MAIORIA

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof(a).Dr(a). Albertina Pimentel Lima

Prof(a).Dr(a). Camila Ribas

Prof(a).Dr(a). Magalli Henriques

Albertina Pimentel Lima
Camila Ribas
Luisa Magalli Henriques

Beatriz R. de S. Costa
Coordenação PPG-ECO/INPA