

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

Estruturação das assembléias de aves que utilizam diferentes fisionomias  
de Cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo.

**Carolline Zatta Fieker**

**SÃO CARLOS, SP  
2012**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

Estruturação das assembléias de aves que utilizam diferentes fisionomias  
de cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo.

**Carolline Zatta Fieker**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia Recursos Naturais

**Orientação:** Prof.Dr. Manoel Martins Dias Filho

**SÃO CARLOS, SP**  
**2012**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F452ea

Fieker, Caroline Zatta.

Estruturação das assembleias de aves que utilizam diferentes fisionomias de cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo / Caroline Zatta Fieker. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

132 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Ornitologia. 2. Comunidade de aves. 3. Cerrados. 4. Complexidade estrutural. 5. Gradiente ambiental. 6. Sazonalidade. I. Título.

CDD: 598 (20<sup>a</sup>)

**Carolline Zatta Fieker**

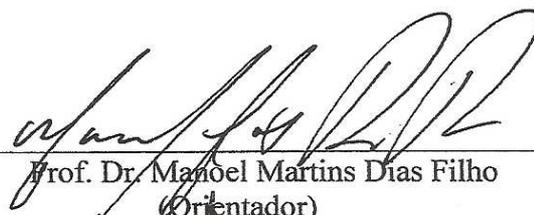
**Estruturação das assembléias de aves que utilizam diferentes fisionomias de cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

**Aprovada** em 10 de fevereiro de 2012

**BANCA EXAMINADORA**

Presidente



---

Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho  
(Orientador)

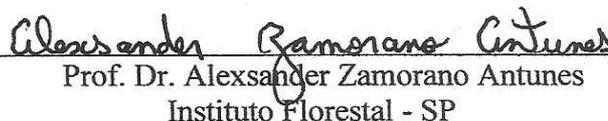
1º Examinador



---

Prof. Dr. Nivaldo Nordi  
PPGARN/UFSCar

2º Examinador



---

Prof. Dr. Alexander Zamorano Antunes  
Instituto Florestal - SP

Dedico este trabalho à natureza, ao Cerrado e suas  
aves, e aos meus queridos pais, Erno e Olga.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por sempre iluminar meu caminho.

Aos meus pais, Erno e Olga, pelo amor e pelo investimento inestimável, financeiro ou não, na minha formação como pessoa e na minha educação. Eles nunca mediram esforços! Obrigada!

Ao meu querido companheiro Matheus por toda ajuda que tem me dado e pela companhia em campo durante as coletas de dados. Agradeço também por todas as conversas e conselhos, as quais proporcionaram um *upgrade* não só do meu trabalho como pesquisadora, mas também enquanto pessoa. Enfim agradeço por tudo que fez e faz por mim.

Agradeço ao meu orientador Manoel Martins Dias Filho pela amizade, apoio e orientação.

Aos professores Nivaldo Nordi, Ana Peronti e Mercival Francisco pelas valiosas sugestões e correções da qualificação (3º capítulo desta dissertação). Agradecimentos também, novamente, ao Prof. Dr. Nivaldo Nordi e ao Dr. Alexander Zamorano pelas sugestões e correções da dissertação.

À todos os(as) amigos(as) que fiz ao longo desta caminhada: Carol Silva e Souza, Lizi Scariot, Simoni Anese, Natália Rossati, Augusto Batisteli, Flor Maria, Sandra Fagionato-Ruffino, Paulo Ruffino, Bariri, Josi Ribolli, Beatriz Oliveira etc, etc....e, especialmente à Marina Telles pela força que ofereceu em vários momentos (ajuda, conversas, desabafos...).

Agradecimento especial ao Paulo Henrique Ruffino e à dona Izabel. Ao seu Dito (Pantera), Major e Clóvis por socorrer em campo sempre que preciso e aos demais funcionários das Estações Ecológica e Experimental de Itirapina e do Instituto Florestal de São Paulo.

Agradeço ao José Roberto Maramarque e ao Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA/EESC - USP), pelo fornecimento dos dados meteorológicos utilizados neste estudo.

À CAPES pelo suporte financeiro, ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UFSCar, a UNIOESTE e a todos os docentes pela minha formação.

E a todos, meu **Muito Obrigada!**

## SUMÁRIO

<b>Resumo Geral</b> .....	<b>1</b>
<b>Introdução Geral</b> .....	<b>2</b>
<b>A diversidade de aves em paisagens heterogêneas: o mosaico de fisionomias do Cerrado</b> .....	<b>2</b>
<b>Influência da sazonalidade sobre as assembleias de aves</b> .....	<b>5</b>
<b>O domínio do Cerrado e a Estação Ecológica de Itirapina (EEI)</b> .....	<b>6</b>
<b>Objetivos gerais</b> .....	<b>11</b>
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>12</b>
<b>Capítulo 1.</b> .....	<b>19</b>
<b>PADRÕES DE DIVERSIDADE DE AVES EM DIFERENTES FISIONOMIAS DO CERRADO NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ITIRAPINA, SÃO PAULO</b>	
<b>Resumo</b> .....	<b>20</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>21</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>22</b>
<b>Material e métodos</b> .....	<b>23</b>
Área de estudo .....	23
Procedimentos em campo .....	25
Análise de dados .....	26
<b>Resultados</b> .....	<b>30</b>
<i>Diversidade de aves em diferentes fisionomias</i> .....	30
<i>Análise da estruturação das assembleias de aves nos ambientes</i> .....	32
<b>Discussão</b> .....	<b>37</b>
<i>Diversidade de aves em diferentes fisionomias</i> .....	37
<i>Análise da estruturação das assembleias de aves nos ambientes</i> .....	40
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>46</b>

<b>Capítulo 2.</b> .....	<b>50</b>
<b>ANÁLISE DA ABUNDÂNCIA DE AVES E OCUPAÇÃO DOS AMBIENTES DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ITIRAPINA, SÃO PAULO</b>	
<b>Resumo</b> .....	<b>51</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>52</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>53</b>
<b>Material e métodos</b> .....	<b>54</b>
Área de estudo e coleta de dados .....	54
Análise de dados .....	54
<b>Resultados</b> .....	<b>56</b>
<b>Discussão</b> .....	<b>66</b>
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>71</b>
<b>Capítulo 3.</b> .....	<b>74</b>
<b>ESTRUTURAÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE AVES EM CAMPOS LIMPOS SECOS E ALAGÁVEIS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ITIRAPINA, SÃO PAULO</b>	
<b>Resumo</b> .....	<b>75</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>76</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>77</b>
<b>Material e métodos</b> .....	<b>79</b>
Área de estudo .....	79
Procedimentos em campo .....	81
Análise de dados .....	83
<b>Resultados</b> .....	<b>85</b>
<b>Discussão</b> .....	<b>92</b>
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>100</b>
<b>Anexo I.</b> .....	<b>107</b>
<b>Anexo II.</b> .....	<b>118</b>

## **RESUMO GERAL**

As fisionomias vegetais presentes no Cerrado podem influenciar diversos aspectos ecológicos relacionados à fauna. Os objetivos deste trabalho são descrever e analisar a estruturação das assembleias de aves em diferentes ambientes característicos do domínio do Cerrado, testar a correlação entre diversidade de aves e complexidade estrutural, investigar os padrões de ocupação de habitats e resposta ao gradiente ambiental, e por fim verificar a relação entre alterações ambientais sazonais e guildas de aves. Os dados foram coletados entre agosto de 2010 e julho de 2011, na Estação Ecológica de Itirapina, área prioritária para conservação de aves no estado de São Paulo. Das 160 espécies registradas em amostragem sistematizada, 16% estão ameaçadas. A diversidade de aves se correlacionou positivamente com a complexidade estrutural do meio, e este exibiu descontinuidade ecológica. Alguns padrões de estruturação das assembleias foram influenciados pelo gradiente ambiental. A ocupação dos habitats pelas 30 espécies mais abundantes (18.75% do total) se deu de forma distinta, uma vez que as espécies podem exibir diferentes respostas e níveis de tolerância ao gradiente ambiental. Considerando somente os campos limpos secos e alagáveis, onde quase 24% das aves estão ameaçadas e inúmeras outras possuem forte associação a estes ambientes ou são endêmicas, verificamos alterações na estruturação das assembleias e também das guildas de aves ao longo do tempo, as quais estiveram intimamente relacionadas às mudanças ambientais provocadas pela sazonalidade climática.

**Palavras-chave:** aves, cerrado, complexidade estrutural, gradiente ambiental, sazonalidade.

## INTRODUÇÃO GERAL

### *A diversidade de aves em paisagens heterogêneas: o mosaico de fisionomias do Cerrado*

Dentro de um mesmo Bioma ou Domínio morfoclimático/fitogeográfico podem ocorrer diferentes fisionomias vegetais, as quais, geralmente, estão vinculadas às características físicas do ambiente, como o solo (tipo, profundidade e drenagem), o relevo e a topografia (Lopes e Cox, 1977; Cochrane et al., 1985; Felfili e Silva Júnior, 2005), à fatores históricos e, em casos específicos, à ocorrência do fogo (Henriques, 2005).

Este cenário é evidente no Domínio do Cerrado, o qual incorpora desde ambientes campestres até ambientes florestais e que, além de suas fisionomias características, freqüentemente abrange outras formações como as matas galerias, veredas, campos úmidos e algumas comunidades xerófitas (e.g., campos rupestres) (Coutinho, 1978; Eiten, 1972,1982; Ribeiro et al., 1983; Eiten, 1993; Ribeiro e Walter, 1998; Oliveira-Filho e Ratter, 2002; Silva et al., 2006).

A presença deste mosaico de formações vegetais no cerrado determina uma alta diversidade florística (Mendonça et al., 1998; Ratter et al., 2000; Felfili et al., 2005) e reflete uma grande heterogeneidade espacial na paisagem (Silva et al., 2006). Esta heterogeneidade tem papel fundamental na manutenção do patrimônio ou *pool* regional de espécies animais, visto que alguns tipos específicos de habitats (e.g., campos) podem abrigar espécies raras e/ou endêmicas (Silva, 1995; Stotz et al., 1996; Bagno e Marinho-Filho, 2001; Batallha et al., 2010). Adicionalmente, essa diversidade de ambientes e a complexidade de

cada um deles também influenciam os padrões naturais de ocupação e distribuição espacial dos animais, pois existem associações entre a fauna e a estrutura do meio, em especial as associações determinadas pela comunidade de plantas existentes (MacArthur et al., 1966; Wiens, 1989; Tews et al., 2004).

Em teoria, habitats estruturalmente complexos têm mais espécies que habitats simples, basicamente por oferecer uma maior diversidade de recursos distribuídos em um maior número de unidades espaciais (e.g., os vários estratos verticais de uma floresta) e, conseqüentemente, um maior número de nichos passíveis de ocupação (MacArthur e MacArthur, 1961; August, 1983; Cody, 1985; Aauri e Lucio, 2001). Entretanto, há estudos cujos resultados divergem desta hipótese, indicando que este padrão depende do grupo taxonômico estudado e da escala espacial adotada para as análises (MacNally, 1990; Tews et al., 2004).

Muitos trabalhos realizados com comunidades de aves confirmam a associação entre a estrutura e composição da vegetação, a diversidade de habitats e a diversidade de espécies (MacArthur e MacArthur, 1961; MacArthur et al., 1966; Willson, 1974; Rotenberry, 1985; Silva, 1995; Poulsen, 2002). A avifauna do cerrado, por exemplo, responde à diversidade espacial de habitats (Bagno e Marinho-Filho, 2001) de tal forma que Silva (1995) define três categorias ecológicas de espécies de acordo com o uso do habitat: aves restritas a ambientes campestres, semi-dependentes de ambientes florestais e aves restritas a ambiente florestais.

Apesar desta classificação não levar em conta a grande variação estrutural que existe entre os ambientes florestais, as diferentes fisionomias de cerrado e outros tipos de áreas abertas (Ribeiro e Walter, 1998), ela evidencia

uma diferenciação muito relevante na distribuição das espécies de aves. Segundo Tubelis e Cavalcanti (2001), a variação na abundância das espécies ao longo das diferentes fisionomias também demonstra a associação aos habitats. Algumas espécies são generalistas e se distribuem por todas as fisionomias, embora em diferentes proporções, enquanto outras ocorrem em poucas fisionomias ou apenas uma (Macedo, 2002).

Além da heterogeneidade resultante das características da vegetação, em uma escala mais fina, algumas atividades animais, como abrir ocos em troncos de árvores, cavar ou fazer tocas, e construir abrigos para suas colônias, também podem interferir no uso e seleção do habitat por algumas espécies ou grupos taxonômicos à medida que geram heterogeneidade espacial (Pickett e Cadenasso, 1995; Davidson e Lightfoot, 2008). Um exemplo disto no Cerrado foi demonstrado por Kanegae e Reis (2011), os quais registraram o uso de buracos de tatus e de pequenos roedores presentes na Estação Ecológica de Itirapina pela espécie *Melanopareia torquata* (tapaculo-de-colarinho), um pequeno passeriforme da família Melanopareiidae e de interesse conservacionista. O uso de cupinzeiros como poleiro, para nidificação em cavidades, ou para alimentação, é bem detalhado por Sick (1997) para várias espécies que ocorrem no Cerrado.

Com base no exposto, o primeiro e o segundo capítulos desta dissertação visam analisar a distribuição da diversidade de aves em diferentes formações vegetais da Estação Ecológica de Itirapina.

## *Influência da sazonalidade sobre as assembléias de aves*

Além da percepção espacial do ambiente, os diferentes táxons animais o percebem numa escala temporal, a qual pode ser ditada pelas condições e/ou disponibilidade de recursos ao longo de um período de tempo (Wolda, 1978; Levin, 1992). Um exemplo muito comum são as variações climáticas sazonais, como o aumento da pluviosidade em determinada estação, o que pode alterar a distribuição e abundância de inúmeros recursos (Chensson et al., 2004; Yang et al., 2008). Uma vez que a distribuição das espécies em seus ambientes se relaciona à distribuição de seus itens alimentares, geralmente se espera respostas no uso e ocupação do meio em função de alterações sazonais climáticas (Poulsen, 1996).

De acordo com Ricklefs e Hainsworth (1968), a termoregulação de aves pode levar a um uso em diferentes proporções de vários tipos de habitats ao longo do dia, e a sazonalidade pode fazer com que isso se altere ao longo do ano. Na Estação Ecológica de Itirapina, durante a estação reprodutiva das aves, em outubro e novembro de 2007, Kanegae e Reis (2011) registraram variações médias na temperatura durante o período diurno em torno de 13°C, podendo atingir 20°C.

No Cerrado, a sazonalidade climática é um fator marcante, sendo este domínio caracterizado por verões chuvosos e invernos secos (Sarmiento, 1983; Ratter et al., 1997; Becerra et al., 2009), o que reflete diretamente sobre a comunidade vegetal (Oliveira, 1998; Coutinho, 2002; Tannus et al., 2006). Esta forte sazonalidade também pode influenciar a estruturação das comunidades de

aves em termos de riqueza e abundância de espécies, assunto trabalhado no terceiro capítulo desta dissertação.

### *O domínio do Cerrado e a Estação Ecológica de Itirapina (EEI)*

O Domínio do Cerrado abrangia originalmente uma área de cerca de dois milhões de quilômetros quadrados do território nacional (Ratter et al., 1997; Silva e Santos, 2005; Sigrist, 2006), sendo por este motivo o segundo maior domínio morfoclimático e fitogeográfico em extensão dos Neotrópicos (Scariot et al., 2005). Contudo, em função do modelo de expansão e ocupação humana (urbanização e agronegócio) das últimas décadas, este domínio tem perdido grande parte da sua cobertura vegetal em um período de tempo muito curto (Stotz et al., 1996; Cavalcanti e Joly, 2002; Machado et al., 2004; Klink e Machado, 2005). Estima-se que no máximo 20% de sua cobertura original ainda permanece inalterada (Myers et al., 2000).

Em vista desta alarmante perda de área e por abrigar um grande número de espécies endêmicas e/ou ameaçadas, o cerrado está entre os 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade, com prioridade para conservação (Myers et al., 2000). Dos biomas mundiais, as savanas têm sido erroneamente relacionadas à baixa diversidade de espécies. É fato que o Cerrado é a savana mais biodiversa do mundo, e também a mais ameaçada (Stotz et al., 1996; Cavalcanti, 1999; Klink e Machado, 2005). Somente com relação à avifauna, são registradas 856 espécies, sendo 30 (3,8%) destas endêmicas deste domínio (Silva e Santos, 2005).

A porção sul da distribuição deste domínio é historicamente a mais afetada por atividades humanas, e seus remanescentes se encontram extremamente fragmentados e sob ameaças constantes (Cavalcanti e Joly, 2002; Ab'Sáber, 2008). No estado de São Paulo, por exemplo, estima-se que resta apenas 1% da cobertura original do Cerrado, a qual ocupava 14% do território no passado (Serra-Filho et al., 1997; Cavalcanti e Joly, 2002).

A Estação Ecológica de Itirapina, estabelecida como Unidade de Conservação (UC) de proteção integral no ano de 1984, é um dos poucos remanescentes protegidos que abrigam formações vegetais do cerrado no Estado. Esta UC, localizada entre os municípios de Itirapina e Brotas (22°15'S; 47°49'W), possui 2300 ha de área (Serra-Filho et al., 1997; Zanchetta et al., 2006) e tem um reconhecido valor ecológico para muitas espécies de vertebrados, principalmente para o grupo das aves (Motta-Junior et al., 2008), sendo considerada como uma *Important Bird Area* (IBA) de acordo com Bencke e colaboradores (2006).

A cobertura vegetal da Estação Ecológica de Itirapina caracteriza-se pela ocorrência de florestas ripárias (matas galeria e matas paludosas), campos úmidos e todas as fisionomias do gradiente de cerrado "*sensu lato*", segundo a classificação de Coutinho (1978), as quais incluem formações vegetais abertas ou campestres, intermediárias ou savânicas, as quais são predominantes, e formação florestal.

As florestas ripárias ocorrem ao longo dos cursos d'água e áreas de baixada ou sob influência de nascentes. Estas formações são pouco expressivas na paisagem, ocupando em torno de 2.2% ha da EEI, e apresentam uma

composição florística bastante distinta da vegetação do cerrado (Zanchetta et al., 2006).

Os campos úmidos ocupam uma área considerável da EEI (28.7 %) e são encontrados formando faixas de transição entre o cerrado e as florestas de galeria ou em áreas associadas a nascentes e de declive suave. Esta formação se assemelha aos campos sujos em estrutura, porém possui flora diversa e o solo permanece úmido ou encharcado ao longo de todo o ano (Ribeiro e Walter, 1998; Zanchetta et al., 2006; Kanegae, 2009). Quando próximo de matas galeria ou paludosas, o campo úmido adquire aspecto de uma restinga arbustiva, dada a densidade aumentada de algumas espécies de plantas arbustivas (Zanchetta et al., 2006). Em virtude de um dos aspectos mais marcantes destes ambientes, a alta saturação hídrica do solo durante o ano todo, e o surgimento de água superficial, poças e lagoas em determinada época do ano, faz com que estas áreas sejam categorizadas como *wetlands* ou áreas úmidas, de acordo com a convenção de Ramsar em 1971 (Ramsar Convention Secretariat, 2011). Dessa forma, elas também configuram entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo e com prioridade de conservação (Wetlands International, 2010).

Dentre as formações vegetais do gradiente de cerrado *sensu lato*, o campo limpo e o campo sujo são as fisionomias mais abertas. Os campos limpos ocupam cerca de 120 ha na EEI e são caracterizados pela dominância quase exclusiva de espécies herbáceas, majoritariamente gramíneas. O campo sujo possui uma vegetação herbáceo-arbustiva, com arbustos, subarbustos e alguns indivíduos arbóreos de pequeno porte esparsos e é a fisionomia predominante na EEI, ocupando cerca de 998 ha, ou 42.4% da UC (Ribeiro e Walter, 1998; Tannus, 2007; Zanchetta et al., 2006). Juntos, o campo limpo, o campo sujo e o

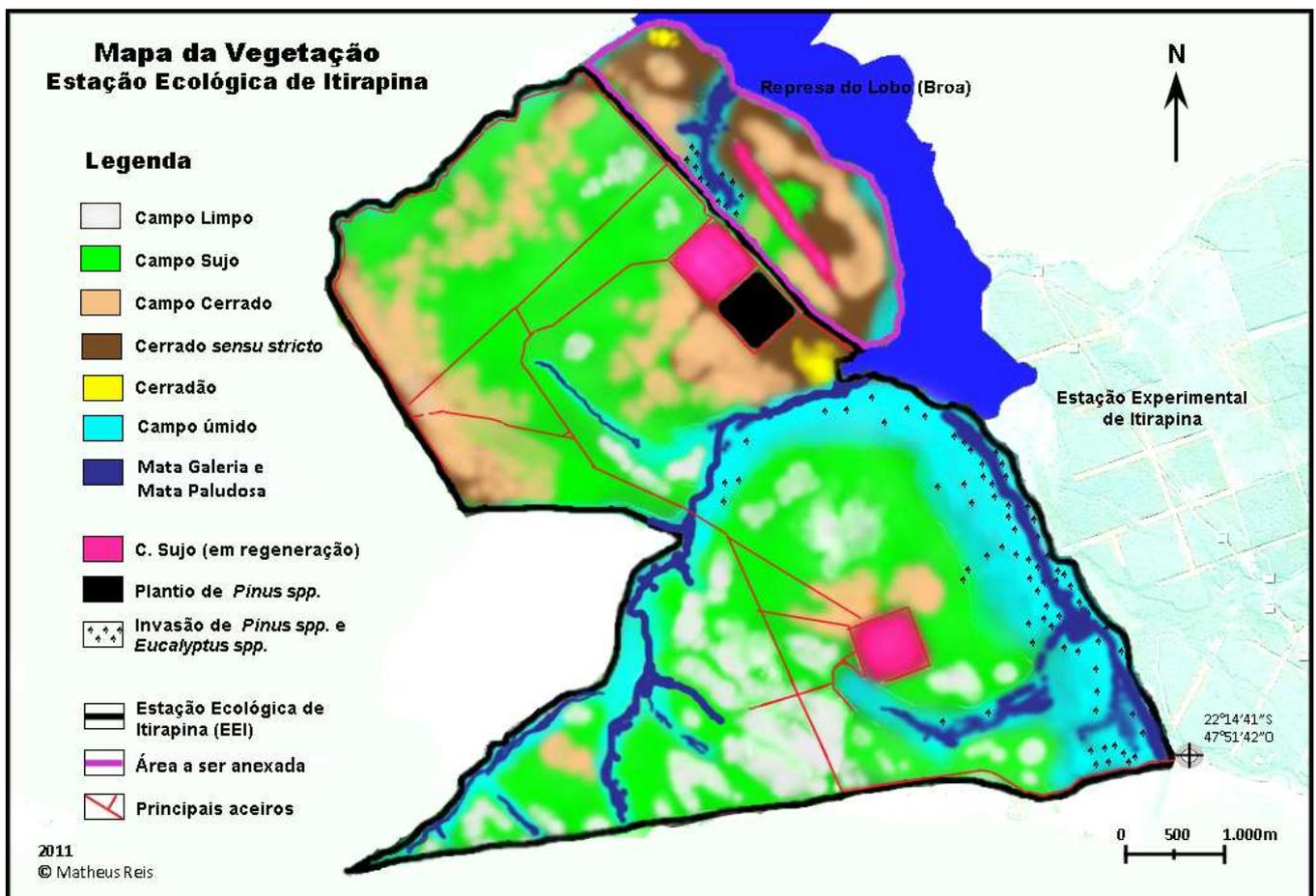
campo úmido (formações campestres e campestres/savânicas), e o campo cerrado (savânica), ocupam em torno de 90% da área EEI (Zanchetta et al., 2006), o que traz destaque a esta UC, pois abriga um dos últimos remanescentes de campos naturais do estado de São Paulo (Gianotti, 1988). Estes ambientes sempre configuraram dentre os mais ameaçados em várias regiões do mundo (Filgueiras, 2002; Alho, 2005) e sofrem redução e/ou descaracterização constantes onde quer que ocorram (Vickery et al., 1999; Silva et al., 2006).

O campo cerrado possui uma vegetação um pouco mais densa que o campo sujo, o estrato herbáceo ainda é expressivo, os indivíduos arbustivos passam a ser mais abundantes e observa-se uma pequena cobertura arbórea com espécies de pequeno porte. Já no cerrado *sensu stricto*, considerado um ambiente savânico/florestal, o estrato arbóreo é predominante, com espécies de médio porte (de 6 m a 14 m). No entanto, a distribuição dos indivíduos é descontínua e ainda há certa abundância de vegetação herbácea e arbustiva (Zanchetta et al., 2006; Kanegae, 2009). E, por último, ocupando uma pequena porção de EEI de aproximadamente 10 ha, o cerradão, fisionomia de aspecto florestal, onde o estrato arbóreo predomina com altura média que varia de 8 m a 15 m, e a presença de gramíneas é rara (Zanchetta et al., 2006). A figura 1 mostra a disposição das fisionomias mais importantes na EEI.

A presença de distintas formações vegetais na Estação Ecológica de Itirapina está ligada ao regime hídrico, à topografia e aos tipos de solos presentes na região (Tannus et al., 2006). Os gleissolos e organossolos (solos pouco drenados), por exemplo, permitem o estabelecimento dos campos úmidos e florestas higrófilas (Silva, 2005; Zanchetta et al., 2006), enquanto o neossolo

quartzarênico, bem drenado e distrófico, é coberto pelas fisionomias do cerrado *sensu lato*, principalmente as fisionomias abertas (Zanchetta et al., 2006).

Em todas as fisionomias há invasão, em maior ou menor proporção, por espécies exóticas, principalmente pelo capim-braquiária (*Urochloa sp.*) e o capim-gordura (*Melinis minutiflora*). O capim-braquiária predomina nas bordas das fisionomias, próximo aos aceiros, enquanto o capim-gordura forma manchas no interior de algumas fisionomias (Kanegae, 2009). Outras plantas invasoras encontradas na EEI são: *Pteridium spp.*, *Eucalyptus spp.* e *Pinus spp.*, sendo que este último se expande principalmente em áreas de solo encharcado, como campos úmidos (Zanchetta e Diniz, 2006; Zanchetta e Pinheiro, 2007).



**Figura 1.** Estação Ecológica de Itirapina e a distribuição de suas principais fisionomias.

## **OBJETIVOS GERAIS**

O presente estudo visa caracterizar e analisar a estruturação das assembleias de aves em diferentes fisionomias do cerrado e nos campos úmidos presentes na Estação Ecológica de Itirapina. Buscamos responder algumas questões, as quais influenciaram a composição deste trabalho em três capítulos.

Investigamos, no primeiro capítulo, a organização das assembleias e distribuição espacial da diversidade de aves ao longo de um mosaico de formações fisionômicas distintas, as quais tornam a paisagem local heterogênea.

O segundo capítulo revela padrões de abundância e ocupação dos ambientes pelas aves, bem como uma breve análise da resposta de três aves a um gradiente ecológico relacionado à complexidade estrutural dos habitats.

No terceiro capítulo, buscamos evidenciar alterações temporais na estrutura das assembleias de aves que habitam os fragmentos de campo limpo presentes na EEI, os quais estão sujeitos a fortes variações sazonais. Diferenciamos nesta parte do estudo dois ambientes, os campos limpos predominantemente secos e campos limpos sazonalmente alagáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. 2008. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 5ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial.
- ALHO, CJR. 2005. Desafios para a conservação do Cerrado face às atuais tendências de uso e ocupação. *In*: SCARIOTI, A., SOUSA-SILVA, JC. e FELFILI, JM. (Org.) **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).
- ATAURI, J.A. e LUCIO, J.V. 2001 The role of landscape structure in species richness distribution of birds, amphibians, reptiles and lepidopterans in Mediterranean landscapes. **Landscape Ecology**, 16: 147–159.
- AUGUST, PV. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. **Ecology** 64: 1495–1507.
- BAGNO, MA. e MARINHO-FILHO, J.. 2001. A avifauna do Distrito Federal: uso de ambientes abertos e florestais e ameaças, p. 495-528. *In*: RIBEIRO, F.; FONSECA, CEL. e SOUSA-SILVA, JC (Eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, Embrapa.
- BATALHA, MA., CIANCIARUSO, MV. e MOTTA-JUNIOR, JC. 2010. Consequences of Simulated Loss of Open Cerrado Areas to Bird Functional Diversity. **Natureza & Conservação**, 8(1):34-40.
- BECERRA, JAB.; SHIMABUKURO, YD. e ALVALÁ, RCS., 2009. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de Cerrado da Amazônia legal, usando índices espectrais de vegetação. **Revista Brasileira de Meteorologia** 24(2):125-134.
- BENCKE, GA.; MAURICIO, GN.; DEVELEY, PF. e GOERCK, JM. 2006. **Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil. Parte I – Estados do Domínio da Mata Atlântica**. Editora SAVE Brasil.
- CAVALCANTI, RB.1999. Bird species richness and conservation in the cerrado region of central Brazil. **Avian Biology** 19: 244-249.

- CAVALCANTI, RB. e JOLY, CA. 2002. Biodiversity and Conservation Priorities in the Cerrado Region. *In*: OLIVEIRA, PS. e MARQUIS, RJ (eds.) 2002. **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press.
- COCHRANE, TT.; SANCHEZ, LG.; AZEVEDO, LG.; PORRAS, JA. e GARVER, CL. 1985. **Land in tropical America**. Cali. CIAT/EMBRAPA- CPAC. 3 vols.
- CHESSON, P.; GEBAUER, RLE.; SCHWINNING, S.; HUNTLY, N.; WIEGAND, K.; ERNEST, MSK.; SHER, A.; NOVOPLANSKY, A. e WELTZIN, JF. 2004. Resource pulses, species interactions, and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. **Oecologia** 141: 236–253.
- CODY, ML. 1985. An introduction to habitat selection in birds. *In*: CODY, ML. (Ed.). **Habitat selection in birds**. Academic Press, London.
- COUTINHO, LM. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1(1): 17-23.
- COUTINHO, LM. 2002. O bioma do cerrado. *In*: Klein A.L (Ed.) **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. Editora da UNESP, São Paulo. p. 77-91.
- DAVIDSON, AD. e LIGHTFOOT, DC. 2008. Burrowing rodents increase landscape heterogeneity in desert grasslands. **Journal of Arid Environments**, 72: 1133–1145
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**. 38: 201 – 341.
- EITEN, G. 1982. Brazilian “savanas”. *In*: Huntley, B. J. e Walker, B. H. (Eds) **Ecology of tropical savanas**. P. 24 – 47. Springer Verlag, Berlim.
- EITEN, G. 1993. Vegetação do cerrado. *In*: PINTO, MN (Ed.) **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Universidade de Brasília, Brasília, p. 17-73.
- FELFILI, JM. e SILVA JUNIOR, MC. 2005. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. *In*: SCARIOTTI, A., SOUSA-FILHO, J.C. e FELFILI, J.M. (Eds.) **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

- FELFILI, JM.; SILVA-JÚNIOR, MC.; SEVILHA, AC.; FAGG, CW.; WALTER, BMT.; NOGUEIRA, PE. e REZENDE, AV. 2005. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology** 175(1): 37-46.
- FILGUEIRAS, TS. 2002. Herbaceous Plant Communities. *In*: OLIVEIRA, PS. e MARQUIS, RJ (Eds.) **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press.
- GIANOTTI, E. 1988. **Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de Cerrado e mata ciliar da Estação Ecológica de Itirapina (SP)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- HENRIQUES, RPB. 2005. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma Cerrado. *In*: Scariotti, A., Sousa-Filho, J.C. e Felfili, J.M. (Eds.) **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente
- KANEGAE, MF. 2009. **Tamanho populacional, seleção de hábitat e área de vida de algumas aves endêmicas e ameaçadas na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo**. Tese de doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- KANEGAE, MF. e REIS, MG., 2011. Use of burrows by *Melanopareia torquata*, Collared Crescentchest (Melanopareiidae) in the Cerrado of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia** 19(3): 398-401.
- KLINK, CA. e MACHADO, RB. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology** 19: 707–713.
- LEVIN, SA. 1992. The problem or pattern and scale in ecology. **Ecology** 73(6): 1943–1967.
- LOPES, AS. e COX, FR. 1977. Cerrado vegetation in Brazil: An edaphic gradient. **Agronomy Journal**, 69: 828-831.
- MACARTHUR, RH. e MACARTHUR, JW. 1961. On bird species diversity. **Ecology**, 42: 594–598.

- MACARTHUR, RH., RECHER, H. e CODY, M. 1966. On the relation between habitat selection and species diversity. **American Naturalist**, 100: 319-322.
- MACEDO, RHF. 2002. The avifauna: Ecology, biogeography and behavior. *In*: OLIVEIRA, RJ. e MARQUIS, PS. (Eds.) **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press.
- MACHADO, RB.; RAMOS NETO, MB.; PEREIRA, PGP.; CALDAS, E.; GONÇALVES, DA.; SANTOS, NS.; TABOR, K. e STEININGER, M. 2004. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.
- MACNALLY, RC. 1990. The roles of floristics and physiognomy in avian community composition. **Austral Ecology** 15(3): 321-327.
- MENDONÇA, RC.; FELFILI, JM.; WALTER, BMT.; SILVA-JÚNIOR, MC.; REZENDE, AV.; FILGUEIRAS, TS. e SILVA, PEN. 1998. Flora vascular do cerrado. *In*: SANO, SM. e ALMEIDA, SP. (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA p. 89-166.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, RA.; FONSECA, GAB. e KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- MOTTA-JUNIOR, JC; GRANZINOLLI, MAM. e DEVELEY, PF. 2008. Aves da estação ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 8(3): 207-227.
- OLIVEIRA-FILHO, AT e RATTER, JA. 2002. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. *In*: OLIVEIRA, PS. e MARQUIS, RJ (Eds.) 2002. **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press.
- OLIVEIRA, PE. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. *In*: SANO, SM. e ALMEIDA, SP. (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA p.169-192.
- PICKETT, STA. e CADENASSO, ML. 1995. Landscape Ecology: Spatial Heterogeneity in Ecological Systems. **Science**, 269:331-334.

- POULSEN, B.O. 1996. Relationships between frequency of mixed-species flocks, weather and insect activity in a montane cloud forest in Ecuador. **Ibis** 138: 466–470.
- POULSEN, BO. 2002. Avian richness and abundance in temperate Danish forests: tree variables important to birds and their conservation. **Biodiversity and Conservation**, 11: 1551– 1566.
- RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2011. **The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)**, 5th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.
- RATTER, JA., RIBEIRO, JPF. e BRIDGEWATER, ST. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** 80: 223-230.
- RATTER, JA.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, JF.; DIAS, TAB. e SILVA, MR. 2000. Distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** 5: 5-43.
- RIBEIRO, JF.; SANO, SM.; MACEDO, J. e SILVA, JA. 1983. Os principais tipos fisionômicos da região dos cerrados. **Boletim de pesquisa/EMBRAPA Cerrados**, Brasília 21: 1-23.
- RIBEIRO, JF. e WALTER, BMT. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. *In*: SANO, SM. e ALMEIDA, SP. (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA p. 89-166.
- RICKLEFS, RE. e HAINSWORTH, FR. 1968. Temperature Dependent Behavior of the Cactus Wren. **Ecology** 49(2): 227-233.
- ROTENBERRY, JT. 1985. The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? **Oecologia**, 67(2): 213-217.
- SARMIENTO, G. 1983. The savannas of Tropical America. *In*: Bourliere, F. (Ed.). **Ecosystems of the world: Tropical Savannas**. Amsterdam: Elsevier.
- SCARIOTI, A.; SOUSA-SILVA, JC. e FELFILI, JM. 2005. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).

- SERRA-FILHO, R.; CAVALLI, AC.; GUILLAUMON, JR.; CHIARINI, JV.; NOGUEIRA, FP. e IVANCKO, CMAM. 1997. **Cerrado: bases para conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- SICK, H. 1997. **Ornitologia Brasileira**. Edição revista e ampliada por J.F. Pacheco, 2001. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira.
- SILVA, DA. 2005. Levantamento do meio físico das Estações Ecológica e Experimental de Itirapina, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**. 17(1): 113-128.
- SILVA, JF., FARIÑAS, MR., FELFILI, JM. e KLINK, CA. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography** 33: 536–548.
- SILVA JMC, 1995. Birds of the Cerrado region, South America. **Steenstrupia**, 21: 69-92.
- SILVA, JMC. e SANTOS, MPD. 2005. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. *In*: SCARIOTI, A., SOUSA-SILVA, JC., FELFILI, JM. (Eds.) 2005. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).
- SIGRIST, T. 2006. **Aves do Brasil: uma visão artística**. 2<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Editora Avis Brasilis.
- STOTZ, DF.; FITZPATRICK, JW.; PARKER III, TA. e MOSKOVITS, DK. 1996. **Neotropical Birds: Ecology and Conservation**. University of Chicago Press.
- TANNUS, JLS.; ASSIS, MA. e MORELLATO, PC. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina – SP. **Biota Neotropica** 6(3).
- TANNUS, J.L.S. 2007. **Estudo da vegetação dos campos úmidos de cerrado: aspectos florísticos e ecológicos**. Tese de doutorado. São Paulo: IB/USP.
- TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBORGER, K.; WICHMANN, MC.; SCHWAGER, M. e JELTSCH, F. 2004. Animal species diversity driven by

- habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, 31: 79-92.
- TUBELIS, DP. e CAVALCANTI, RB. 2001. Community similarity and abundance of bird species in open habitats of a central brazilian cerrado. **Ornitologia Neotropical**, 12: 57–73
- VICKERY, PD., TUBARO, PL., SILVA, JMC., PETERJOHN, BG., HERKERT, JR. e CAVALCANTI, RB., 1999. Conservation of grassland birds in the western hemisphere. **Studies in Avian Biology**, vol.19 p.2-26.
- WETLANDS INTERNATIONAL, 2010. **State of the World's Waterbirds: 2010**. (Compilado por Delany, S; Nagy, S e Davidson, N.). Wetlands International, Ede, The Netherlands.
- WIENS, JA. 1989. Spatial scaling in ecology. **Functional Ecology** 3: 385–387.
- WILLSON, MF. 1974. Avian community organization and habitat structure. **Ecology** 66: 1211–1214.
- WOLDA, H. 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. **American Naturalist** 112: 1017-1045
- YANG, LH.; BASTOW, JL.; SPENCE, KO. e WRIGHT, AN. 2008. What we can learn from resource pulses? **Ecology** 89(3): 631-634.
- ZANCHETTA, D. e DINIZ, FV. 2006. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina (SP, Brasil). **Revista do Instituto Florestal**, 18: 1-14.
- ZANCHETTA, D.; SILVA, CEF.; REIS, CM.; SILVA, DA.; LUCA, EF.; FERNANDES, FS.; LUTGENS, HD.; TANNUS, JLS.; PINHEIRO, LS.; MARTINS, MRC. e SAWAYA, R. 2006. **Plano de Manejo Integrado - Estações Ecológica e Experimental de Itirapina**. São Paulo: Instituto Florestal.
- ZANCHETTA, D. e PINHEIRO, L.S. 2007. Análise biofísica dos processos envolvidos na invasão biológica de sementes de *Pinus elliottii* na Estação Ecológica de Itirapina – SP e alternativas de manejo. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, 2(1): 72-90.

## **Capítulo 1**

**Padrões de diversidade de aves em diferentes fisionomias do  
Cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo**

## RESUMO

A heterogeneidade ambiental, proporcionada por um mosaico de formações fisionômicas distintas, faz com que as assembleias de aves sejam estruturadas de maneiras distintas entre os ambientes. Alguns padrões dessa estruturação ocorrem em virtude de características ambientais, como a disponibilidade e os tipos de microhabitats. Na Estação Ecológica de Itirapina estão presentes diversos tipos de ambientes característicos do domínio do Cerrado, os quais foram alvo de nosso estudo. Objetivamos descrever e analisar a distribuição espacial da diversidade de aves, caracterizar as assembleias e relacioná-las aos elementos ambientais, e testar a hipótese da existência de correlação entre diversidade de aves e complexidade estrutural do ambiente. Coletamos os dados em treze tipos de ambientes, de agosto de 2010 a julho de 2011. Registramos 160 espécies de aves. As aves utilizaram em média 5.1 ambientes distintos, ao passo que 20% do total de espécies apresentou alta preferência de habitat, pois foram registradas em apenas um. Os maiores índices de diversidade foram exibidos pelas assembleias de aves dos ambientes com maior complexidade estrutural, indicando correlação positiva. Verificamos descontinuidade ecológica entre os ambientes, e a existência de um gradiente ambiental proporcionado por diferentes componentes da complexidade estrutural, em especial quatro deles que foram responsáveis pela maior parte da variação. As áreas úmidas, o campo limpo alagável, os campos limpos, as savanas intermediárias e a savana densa ou florestal emergiram como conjuntos de ambientes que mantêm padrões de estruturação similares entre as assembleias que os compõem.

**Palavras-chave:** avifauna, cerrado, complexidade ambiental, diversidade, gradiente ecológico.

## **ABSTRACT**

Environmental heterogeneity, provided by a mosaic of distinct physiognomic formations, influences the structure of bird assemblages. Some patterns of this organization occur due to environmental characteristics, as the microhabitats types and availability. In the Itirapina Ecological Station several physiognomies of the Cerrado domain are present, which were the subject of our study. We aimed to describe and analyze the spatial distribution of bird diversity, to characterize the assemblages and relate them to environmental elements, and test the hypothesis of correlation between bird diversity and complexity of habitat structure. We collected data from August 2010 to July 2011 in thirteen environments types or habitats. We recorded 160 birds which used a mean of 5.1 habitats, while 20% of all species were recorded in only one habitat. We found a strong and positive correlation between bird diversity and habitat complexity. There were ecological discontinuities along the environments. This ecological gradient was provided by different components of structural complexity, in particular four of them which were responsible for most of the detected variation. The wetlands, seasonally flooded grassland, the open grasslands, the intermediate savannas, and dense or forest-like savanna, emerged as sets of environments that maintains similar patterns of structure within the assemblages that compose them.

**Key-words:** avifauna, cerrado, environmental complexity, diversity, ecological gradient.

## INTRODUÇÃO

Acredita-se amplamente que a estrutura da vegetação, sua composição e seus atributos fisionômicos, tenham um papel importante na composição das comunidades ou assembleias de aves (MacArthur e MacArthur, 1961; Willson, 1974; Rotenberry, 1985; Terborgh et al., 1990; Wiens, 1992; Lee e Rotenberry, 2005). Ao longo de um gradiente ambiental ou de uma paisagem heterogênea composta por um mosaico de formações vegetais, as aves estão sujeitas ao aumento ou diminuição de sua abundância, ou mesmo ao desaparecimento, à medida que o habitat se torna mais ou menos adequado às suas exigências ecológicas (Block e Brennan, 1993; Lee e Rotenberry, 2005).

O Cerrado é um complexo de formações vegetais que engloba fisionomias florestais, savânicas e campestres (Coutinho 1978), além de outras formações que freqüentemente se inserem neste domínio, como as matas galerias, áreas úmidas (e.g., veredas, campos úmidos, matas paludosas), entre outras (Oliveira-Filho e Ratter, 2002; Silva et al., 2006). A Estação Ecológica de Itirapina resguarda algumas destas fisionomias acima citadas e abriga uma rica avifauna, com 231 espécies registradas, o que corresponde a 27% do total de espécies listadas para o domínio do Cerrado (Motta-Jr et al., 2008).

Com este trabalho, pretendemos descrever e analisar aspectos da organização das assembleias de aves que utilizam ambientes distintos na EEI, testar a hipótese de que a diversidade de aves se correlaciona à complexidade estrutural dos ambientes amostrados, e por fim analisar a organização das assembleias em função de um possível gradiente ambiental.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

A Estação Ecológica de Itirapina (EEI) (coordenadas: 22°11'S - 22°15'S; e 47°51'O - 47°57'O) é uma Unidade de Conservação de proteção Integral situada entre os municípios de Brotas e Itirapina, no estado de São Paulo. Em sua área de 2300 ha, está abrigado o maior remanescente natural de fisionomias campestres e savânicas abertas (campo limpo e campo sujo) do domínio do Cerrado no estado (Serra-Filho et al., 1997; Kronka et al., 1998; Zanchetta et al., 2006), além de outras formações vegetais naturais como o campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, cerradão, matas galeria, matas paludosas e campos úmidos (aqui chamados de áreas úmidas). O clima da região é Cwa (de acordo com a classificação de Köppen, 1948), caracterizado por estações secas (abril a setembro) e chuvosas (outubro a março) geralmente bem definidas (Brasileiro et al., 2005; Zanchetta et al., 2006). Durante este estudo, de agosto de 2010 a julho de 2011, as médias mensais de temperatura e pluviosidade, de acordo com os dados fornecidos pela estação meteorológica do CRHEA/EESC USP, na estação seca e chuvosa foram 19.2°C e 45.3 mm – 22.3°C e 25 5.8 mm, respectivamente.

Intencionamos selecionar a maior quantidade de ambientes naturais encontrados no domínio do Cerrado onde pudéssemos instalar três zonas de amostragem de acordo com as seguintes premissas: áreas com cerca de 3 ha, com formato de tendência circular na medida do possível, localizados nas regiões mais homogêneas das fisionomias mais representativas, a pelo menos 200 m de distância de fisionomias distintas ou de outras áreas de amostragem do mesmo

ambiente; ou então áreas também com tendência circular com cerca de 2 ha nos ambientes considerados bordas destas fisionomias principais. Não foi amostrado o cerradão, o qual ocupa apenas cerca de 10 ha da área original da EEI (Zanchetta et al., 2006). Também não foram amostradas as matas galeria ou florestas ripárias, pois dentro da unidade elas raramente ultrapassam 25 m de largura em cada uma das margens de ambos os córregos que passam pela EEI. Dessa forma, qualquer ponto de amostragem estaria sempre a muito menos que 200 m de outras fisionomias, o que também ocorreu com as matas paludosas.

Foi possível então distribuir os pontos de amostragem em treze tipos de ambientes, dentre formações vegetais centrais e áreas que representam suas bordas. São eles: a área úmida fechada (AU.F), de vegetação arborescente mais adensada próxima das matas paludosas e matas galeria, a qual faz divisa com a área úmida aberta (AU.A). Os campos limpos alagáveis (CL.A), que existem contíguos às bordas de áreas úmidas abertas ou em mosaicos no interior dos campos limpos (CL). A partir deste se inicia o conjunto de fisionomias centrais (ou *core*) do cerrado *sensu lato* (gradiente ambiental proposto por Coutinho, 1978), e em nossa seleção de ambientes adicionamos as suas bordas, a mais aberta e a mais densa (ou fechada), as quais levam o nome da fisionomia espacialmente mais próxima. Sendo assim, depois do campo limpo *core* (CL), temos o campo limpo/sujo (CL.S), o campo sujo/limpo (CS.L), o campo sujo *core* (CS), o campo sujo/campo cerrado (CS.CC), o campo cerrado/campo sujo (CC.CS) o campo cerrado *core* (CC), o campo cerrado/cerrado *sensu stricto* (CC.SS), o cerrado *sensu stricto*/campo cerrado e o cerrado *sensu stricto* (SS). Fotos destes ambientes podem ser vistas no Anexo II.

### *Procedimentos em campo*

Em cada um dos treze tipos de ambientes, selecionamos três zonas de amostragem de 2 ha ou 3 ha, chamadas zonas tampão ou *buffer*. Para cada ambiente, distribuímos aleatoriamente 50 parcelas de 2 m x 2 m, amostradas ao longo de 12 meses, sendo 25 parcelas em cada estação (seca e chuvosa), para coleta de variáveis ambientais. Em cada parcela estimamos a porcentagem de cobertura de dezoito variáveis ambientais, consideradas microhabitats ou substratos para as aves, podendo ser utilizados para a obtenção de alimento, para a nidificação, poleiro de descanso, poleiro para caça, termoregulação, etc., ao mesmo tempo que são itens relacionados à complexidade estrutural por caracterizarem as fisionomias e o ambiente físico. É possível que duas ou mais variáveis sobreponham a área de ocupação das parcelas, indicando haver mais de um estrato vertical. As variáveis são: (1) água (poças ou lagoas), (2) solo com alta saturação hídrica, (3) solo exposto, (4) serrapilheira, (5) cupinzeiros, (6) buracos de animais (geralmente roedores, tatus, e répteis), (7) estrato herbáceo de gramíneas, (8) estrato herbáceo de palmeiras acaule (gêneros *Atallea* e *Syagrus*), (9) demais plantas herbáceas, (10) arbustos até 1 m de altura, (11) arbustos de 1 m a 2 m de altura, (12) arbustos de 2 m a 3 m, (13) arbustos acima de 3 m, (14) árvores até 3 m de altura, (15) árvores de 3 m a 6 m de altura, (16) árvores de 6 m a 9 m, (17) árvores acima de 9 m, (18) lianas e epífitas.

Instalamos os pontos de registro de aves na região central destes *buffers*. Somente contabilizamos os indivíduos que utilizaram o ambiente num raio de aproximadamente 50 m ( $\pm 10$  m), o que corresponde a uma área de aproximadamente 0,8 ha. Estas duas medidas em conjunto visam minimizar a influência de outras fisionomias na coleta de dados sobre as aves (Gregory et al.,

2004). Registros auditivos eram contabilizados como um único indivíduo, a não ser quando houvessem vocalizações simultâneas vindas de diferentes direções dentro da área de amostragem. Qualquer registro auditivo era descartado quando havia dúvida sobre a localização da ave. Não registramos aves que cruzaram a área de amostragem em vôo, porém registramos casos muito específicos de espécies que utilizaram o estrato superior de uma fisionomia para forrageio, fazendo isso concomitante ao vôo. Coletamos os dados mensalmente, ao longo de um ano, de agosto de 2010 a julho de 2011. Nos pontos centrais, registramos as aves em intervalos fixos de 15 min, do nascer do sol até às 9:45 horas ( $\pm 15$  min), de acordo com o início do último ponto de amostragem, e ao final da tarde à partir das 15:00 horas até pouco antes do pôr do sol.

#### *Análise de dados*

Utilizamos os valores absolutos da abundância de aves, ou seja, a quantidade de indivíduos observados de cada espécie, para as análises relacionadas às assembleias de aves. Cada ambiente foi representado pela somatória de suas áreas amostradas ao longo dos meses.

Quanto aos dados ambientais, cada variável foi representada por um valor porcentual de cobertura, calculado a partir da média entre as parcelas amostradas ao longo de todo ano. Dessa forma, cada ambiente é caracterizado por um conjunto de 18 valores médios dessas variáveis ambientais.

A diversidade de aves e a diversidade estrutural (ou complexidade estrutural) foram calculadas por meio do índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), o qual segue Magurran (1988). Utilizamos também o índice de Dominância ( $D$ ) de

Simpson, o qual é descrito por Zar (1999) e Hammer (2011). As correlações lineares de Pearson foram rodadas no programa BioEstat (Ayres et al., 2007).

Escolhemos a análise SHE no intuito de verificar a existência de descontinuidades ecológicas (Buzas e Hayek, 2005). Utilizamos o programa PAST (Hammer et al., 2001), cujo procedimento consiste em calcular o logaritmo na base  $n$  da riqueza (S) e da equitabilidade (E), e o índice de diversidade (H) sem transformação logarítmica, da primeira amostra (do primeiro ambiente, ou da primeira comunidade). Em seguida, o programa adiciona a próxima amostra e calcula mais uma vez os três descritores de diversidade, e assim se segue com as demais amostras, cumulativamente. O gráfico gerado pode ser interpretado ecologicamente, pois se as amostras não forem retiradas de uma única assembleia ou comunidade homogênea, mas sim ao longo de um gradiente ambiental, as quebras na curva e a inclinação das linhas que unem os pontos indicam a existência de descontinuidades ecológicas e zonas de transição (Hammer, 2011).

A análise de agrupamentos (ou *cluster analysis*) gerou dendrogramas e utilizou como medida de distância o índice de similaridade de Bray-Curtis, recomendado para dados de abundância (Manly, 2008). O valor apresentado próximo a cada nó dos dendrogramas indica a porcentagem das 1000 réplicas (*bootstrap*) em que aquele nó continuou estável (Hammer, 2011). Escolhemos a similaridade de 60% e 75% para as assembleias de aves e para a caracterização estrutural, respectivamente, para discutir os possíveis agrupamentos, uma vez que acreditamos que este valor é representativo para evidenciar conjuntos cujos componentes compartilham uma parte considerável de suas características, ao passo que não é alto o suficiente para ser sensível às mínimas variações e

particularidades de cada área. Rodamos esta análise no programa PAST (Hammer et al., 2001).

Buscamos identificar a relevância de cada variável ambiental quanto às diferenças fisionômicas observadas entre os ambientes (SIMPER), e quanto à variância delas entre as áreas, apontando os componentes principais (PCA). O método SIMPER (*Similarity Percentage*) oferece um valor porcentual que indica a dissimilaridade (ou significância da diferença) entre os ambientes e decompõe este valor entre os elementos de acordo com a contribuição de cada um (Hammer, 2011). O PCA (*Principal Components Analysis*) foi utilizado para a obtenção dos autovalores que representam a contribuição de cada variável ambiental na variância observada entre as amostras. O primeiro procedimento foi rodado no PAST (Hammer et al., 2001) e o último no BioEstat (Ayres et al., 2007).

A análise de correspondência canônica (*Canonical Correspondence Analysis*) ordena ambientes de interesse, os quais são descritos pelas medidas de abundância de suas características (Manly, 2008), e é utilizada para identificar a correspondência entre matrizes de abundância de espécies e de variáveis ambientais, sendo um exemplo de análise direta de gradiente quando este é conhecido *a priori* (Hammer, 2011). Rodamos esta análise no programa PAST (Hammer et al., 2001). O gradiente selecionado foi composto pelas quatro variáveis ambientais mais relevantes entre os ambientes (apontadas pelo SIMPER e PCA), e pela diversidade estrutural.

Confeccionamos ainda um diagrama de perfil a partir da análise dos dados ambientais, com a finalidade de ilustrar os aspectos estruturais dos ambientes. Após o período de estudo, selecionamos parcelas em cada ambiente

amostrado que contivessem ao menos cinco elementos relevantes (PCA) na caracterização do ambiente em questão, e depois desenhamos os mesmos na proporção em que ocorreram naquela parcela escolhida.

A ordem taxonômica, nomes científicos e populares das espécies de aves seguem o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos CBRO (2011).

## RESULTADOS

### *Diversidade de aves em diferentes fisionomias*

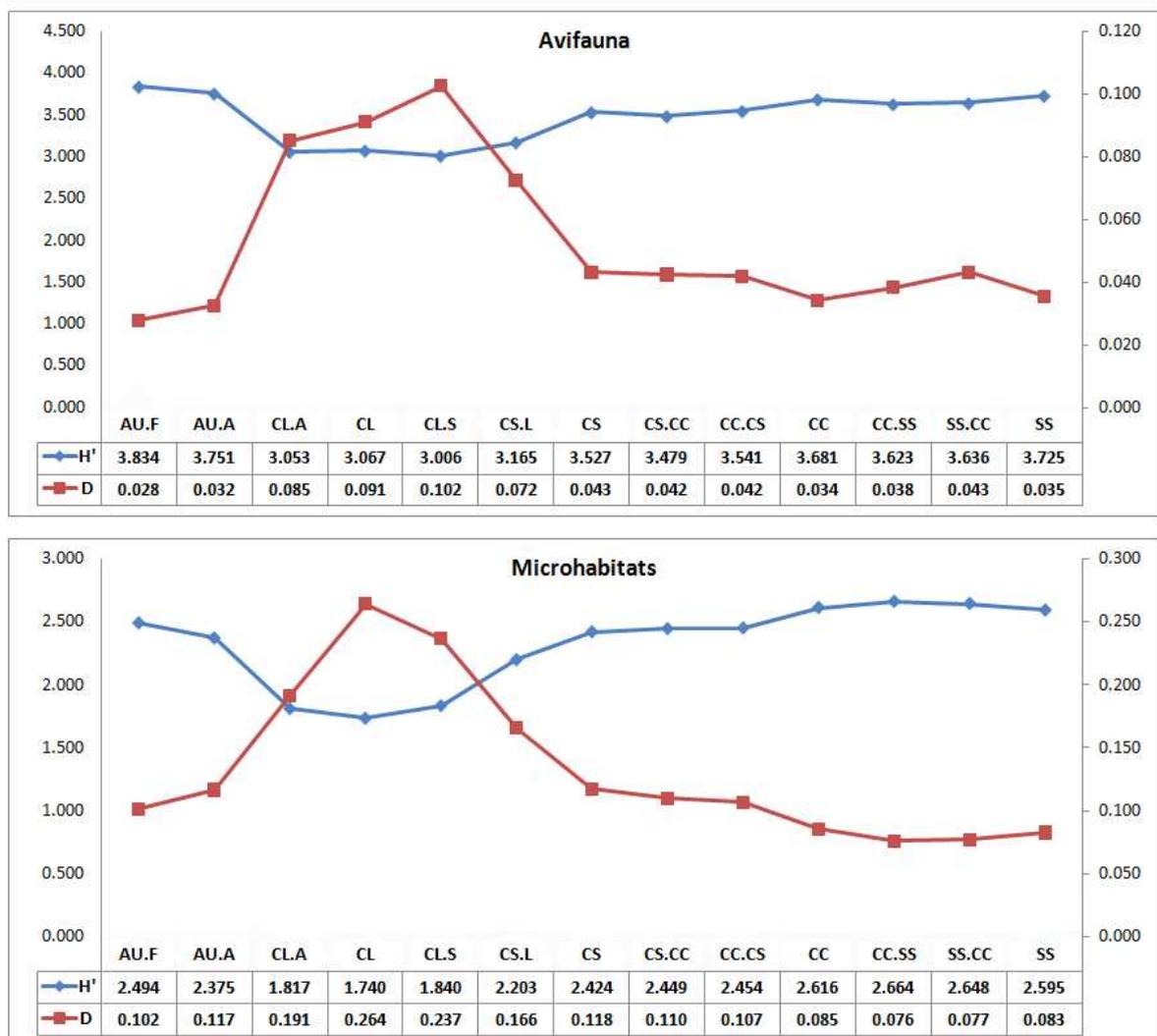
Registramos 160 espécies de aves nos pontos amostrados. Houve variação espacial da riqueza de espécies, abundância total, e do número de aves registradas em apenas um ambiente (tabela 1). Cada espécie utilizou em média 5.09 ambientes, porém um total de 33 espécies, ou 20.62% das 160 registradas, utilizaram apenas um dos treze ambientes. A listagem completa de espécies amostradas neste estudo encontra-se no Anexo I.

**Tabela 1.** Riqueza de aves, abundância total e número de espécies com registros exclusivos para cada ambiente amostrado.

	<u>AU.F</u>	<u>AU.A</u>	<u>CL.A</u>	<u>CL</u>	<u>CL.S</u>	<u>CS.L</u>	<u>CS</u>	<u>CS.CC</u>	<u>CC.CS</u>	<u>CC</u>	<u>CC.SS</u>	<u>SS.CC</u>	<u>SS</u>
<b>Riqueza de aves</b>	69	73	58	56	49	49	61	54	66	67	69	78	66
<b>Abundância</b>	573	792	962	923	787	701	764	770	835	732	719	669	500
<b>Registros exclusivos</b>	1	2	9	2	1	0	1	0	2	0	0	4	11
<b>Diagrama de perfil</b>													
	Área Úmida Fechada	Área úmida Aberta	Campo Limpo Alagável	Campo Limpo (Core)	Campo Limpo (Sujo)	Campo Sujo (Limpo)	Campo Sujo (Core)	Campo Sujo (C.Cerrado)	Campo Cerrado (C.Sujo)	Campo Cerrado (Core)	Campo Cerrado (C.S.stricto)	Cerrado S.stricto	Cerrado Sensu stricto

A diversidade de aves foi maior em ambientes com maior complexidade estrutural. Encontramos uma correlação positiva entre a diversidade da avifauna e a diversidade de microhabitats, resultado altamente significativo ( $R = 0.898$ ,  $R^2 = 0.807$ ,  $P < 0.0001$ ). Também houve correlação significativa entre a dominância de aves e a dominância de elementos estruturais do meio ( $R = 0.934$ ,  $R^2 = 0.873$ ,  $P < 0.0001$ ).

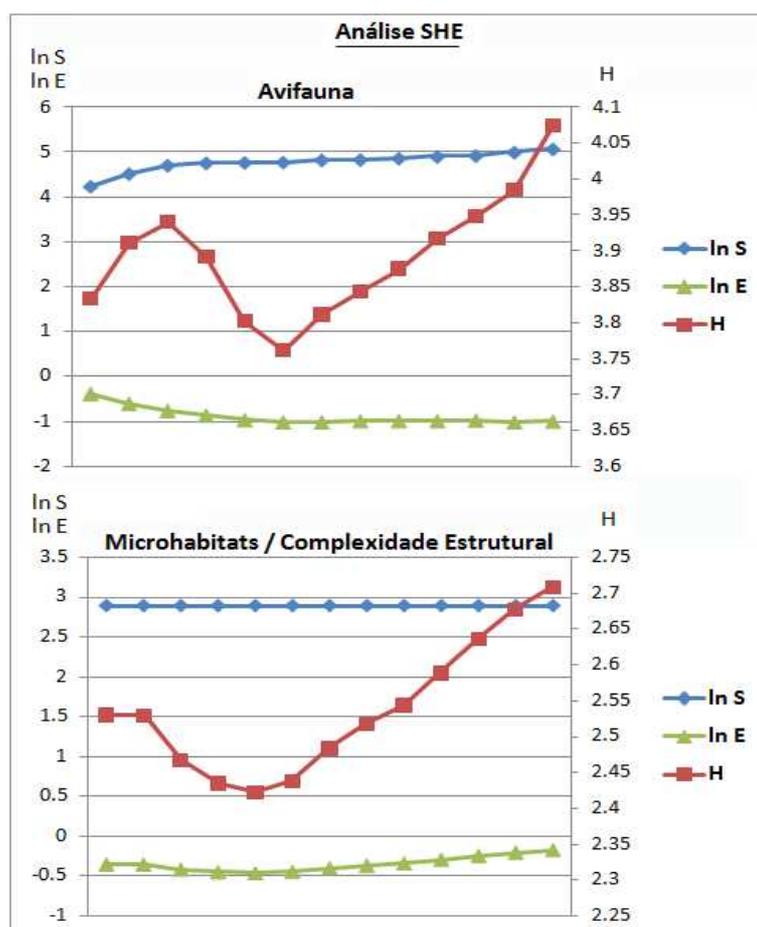
A riqueza de espécies que utiliza cada ambiente se correlacionou positivamente com a estrutura dos mesmos ( $R = 0.689$ ,  $R^2 = 0.474$ ,  $P = 0.0091$ ), resultado esperado e que acompanha a correlação positiva da diversidade de aves. Contudo, a abundância (o número de indivíduos registrados) se correlacionou negativamente com a diversidade estrutural ( $R = - 0.697$ ,  $R^2 = 0.477$ ,  $P = 0.0089$ ). Os ambientes CL.A e CL apresentam baixa diversidade estrutural ao mesmo tempo que as maiores quantidades de registros individuais, ao passo que nos ambientes mais complexos e mais diversificados obtivemos menor quantidade de registros individuais (figura 1 e tabela 1).



**Figura 1.** Diversidade ( $H'$ ) e dominância ( $D$ ) de aves e de microhabitats.

## Análise da estruturação das assembleias de aves nos ambientes

A análise SHE indica haver descontinuidades ecológicas na estruturação das assembleias de aves ao longo dos tipos de ambientes. Verificamos situação similar quanto à complexidade estrutural das fisionomias, caracterizada pela diversidade de microhabitats (figura 2). A riqueza de elementos estruturais não revela alteração no gráfico, pois amostramos 18 variáveis possíveis já conhecidas. Ambas as evidências de descontinuidade ecológica apontam para a existência de diferenças na forma como se estruturam as assembleias de aves em cada ambiente, além de indicar que as mudanças podem ser gradativas entre alguns tipos de ambientes.



**Figura 2.** Análise SHE (S = riqueza, H = diversidade, E = equitabilidade). Os pontos indicam cada ambiente sendo incluído na amostragem para o cálculo dos valores de maneira cumulativa.

A análise de agrupamentos (figura 3) revela a similaridade entre os ambientes por meio de um dendrograma baseado na composição de espécies de aves, e outro na composição de microhabitats. Em ambos os dendrogramas o padrão de agrupamento surge de maneira similar, evidenciando conjuntos de ambientes. À similaridade de 60% e 75%, os dendrogramas indicam haver cinco conjuntos de assembleias de aves e de fisionomias, porém com diferenças entre os ambientes que compõem dois desses conjuntos (ver figura 3). Os três conjuntos mais estáveis em termos de assembleia de aves e de estrutura fisionômica, por se repetirem em ambos os dendrogramas, são as áreas úmidas (AU.F e AU.A), o campo limpo alagável (CL.A) e as fisionomias campestres (CL, CL.S e CS.L).

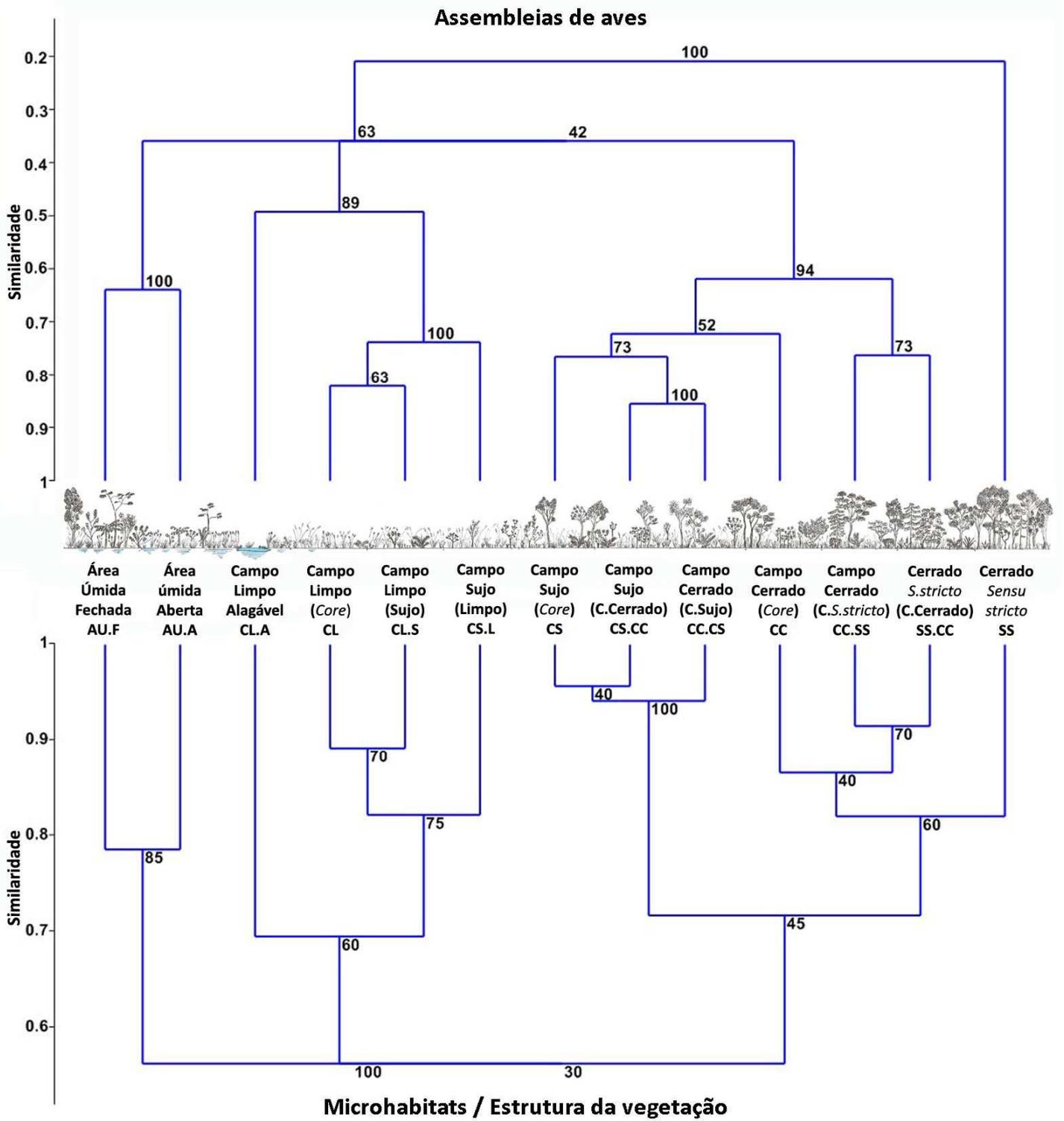
Os resultados anteriores sugerem que a importância das variáveis estruturais vai além da caracterização dos ambientes, podendo estar relacionadas à organização das assembleias de aves. Contudo, algumas variáveis tendem a ser mais relevantes que outras nos ecossistemas naturais. Utilizamos a análise SIMPER para indicar a contribuição relativa de cada variável com as diferenças (ou dissimilaridades) observadas entre todos os ambientes, equivalente a 35.26% (tabela 2). Analisamos os componentes principais dos ambientes e os resultados indicam que os quatro primeiros elementos representam aproximadamente 95% da variância dos dados (tabela 2).

A existência de um gradiente ambiental ecológico, sintetizado anteriormente pelos índices de diversidade dos microhabitats e da avifauna, é demonstrado ainda na figura 4. Como podemos ver, as assembleias de aves de cada ambiente estão organizadas espacialmente de acordo com a relação entre elas e os quatro elementos estruturais mais relevantes na caracterização

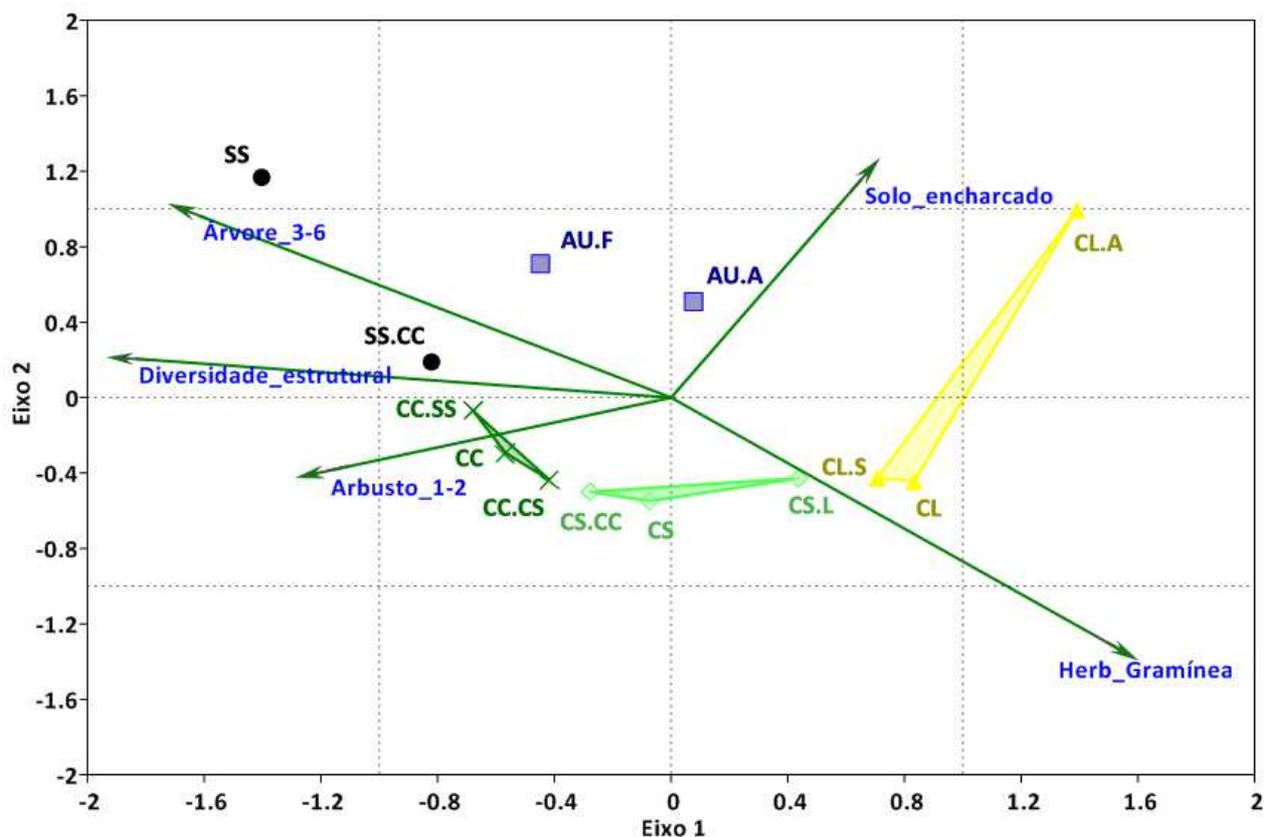
fisionômica do meio. Também inserimos o vetor do índice de diversidade estrutural ( $H'$ ). Mantivemos a forma tradicional de organização dos ambientes amostrados pertencentes ao gradiente cerrado *sensu lato*, segundo Coutinho (1978). Não há sobreposição de pontos, ou seja, cada ambiente amostrado é passível de ser diferenciado dos demais em se tratando da correspondência entre a abundância de aves e variáveis ambientais. A distância entre o CS.L e o CS é maior do que entre ele e o CL, o que indica maior similaridade com ecossistemas campestres abertos. Os ambientes SS e CL.A se mostraram os mais distintos dos demais.

**Tabela 2.** Contribuição dos elementos estruturais com a dissimilaridade geral de 35.26% entre os ambientes (SIMPER), e análise dos componentes principais (PCA).

Variáveis ambientais	SIMPER	PCA	
	Contribuição relativa (%)	Autovalores	% total da variância
Solo encharcado	4.891%	8.192	45.51%
Herbáceo (Gramíneas)	3.714%	5.0595	28.11%
Árvore 3-6 m	3.016%	3.0367	16.87%
Arbusto 1-2 m	2.807%	0.6514	3.62%
Árvore 6-9 m	2.326%	0.5505	3.06%
Água	2.28%	0.2186	1.21%
Arbusto 0-1m	2.207%	0.1585	0.88%
Arbusto >3 m	1.961%	0.0726	0.40%
Árvore 0-3 m	1.891%	0.0357	0.20%
Arbusto 2-3 m	1.713%	0.013	0.07%
Árvore >9 m	1.613%	0.007	0.04%
Solo exposto	1.594%	0.0045	0.03%
Palmeira acaule	1.575%	0	0.00%
Liana e epífita	1.198%	0	0.00%
Serrapilheira	0.937%	0	0.00%
Herbáceo (outros)	0.703%	0	0.00%
Buraco	0.532%	0	0.00%
Cupinzeiro	0.302%	0	0.00%



**Figura 3.** Dendrogramas de similaridade baseados na composição e abundância de aves e de microhabitats. A estrutura fisionômica dos ambientes está ilustrada em um diagrama de perfil.



**Figura 4.** Análise de correspondência canônica entre as assembléias de aves de cada ambiente e as quatro variáveis estruturais que melhor caracterizam as fisionomias. Adicionamos o vetor do índice de diversidade estrutural. Amarelo: campo limpo. Verde claro: campo sujo. Verde escuro: campo cerrado. Preto: cerrado *sensu stricto* (classificação das fisionomias de acordo com Coutinho, 1978). E em azul marinho: áreas úmidas.

## DISCUSSÃO

### *Diversidade de aves em diferentes fisionomias*

O total de 160 espécies de aves registradas fazendo uso das fisionomias amostradas neste estudo representa cerca de 69% das 231 espécies registradas por Willis (2004) e Motta-Jr et al. (2008) para a Estação Ecológica de Itirapina. Entretanto, três espécies deste total, *Mycteria americana*, *Thamnophilus pelzelni* e *Tangara palmarum*, correspondem a novos registros para esta Unidade de Conservação, sendo os dois primeiros documentados por meio de fotografias (Anexo II).

Cerca de 16% das aves (25 espécies) registradas estão sob algum nível de ameaça, segundo a lista da fauna ameaçada do estado de São Paulo (2009), sendo que sete delas são, também, consideradas ameaçadas pela IUCN (2011) (ver anexo I), o que reforça a importância das áreas amostradas sob a ótica da Conservação.

A maioria das espécies utiliza mais de um tipo de ambiente. Esse resultado sugere que a necessidade de se conservar diversos tipos de habitats vai além da contribuição oferecida por cada um à somatória da riqueza local de aves. Apesar de termos registrado 33 espécies utilizando somente um ambiente, sabemos que muitas destas não são habitat-especialistas, podendo ser vistas em outros ambientes (observ. pess. *ad libitum*). Todavia, esse resultado reflete principalmente a alta preferência (e não a exclusividade) da maioria destas espécies, uma vez que todos os ambientes foram amostrados igualmente. As aves aquáticas são exceções claras, exibindo exclusividade, pois sua presença foi

sempre registrada em microhabitats como solo encharcado e/ou água superficial na forma de poças e lagoas temporárias (uma análise mais aprofundada do grupo é feita no Capítulo 2).

A diversidade de táxons de um determinado ambiente é geralmente associada à diversidade florística e às características estruturais deste habitat (Tews et al., 2004). Neste estudo, houve correlação positiva significativa entre a diversidade e riqueza de aves e a diversidade de elementos estruturais de cada fisionomia. Resultados semelhantes também constam para comunidades de aves de áreas de cerrado do distrito federal (Tubelis e Cavalcanti, 2001), assim como para outros grupos de animais vertebrados (e.g., mamíferos) que habitam as fisionomias deste domínio (Alho 1981, 1986; Mares et al., 1986).

A diversidade de aves foi menor nos ambientes campestres (CL.A, CL, CL.S, CS.L) em comparação com os demais ambientes estudados. Este padrão também foi observado em áreas de cerrado do Brasil central, por Bagno e Marinho-Filho (2001) e Tubelis e Cavalcanti (2001), os quais atribuíram este fato à menor complexidade estrutural (e.g., ausência de estratificação vertical) destes ambientes.

Embora a diversidade de aves seja menor, estas fisionomias abertas contribuem significativamente com a riqueza local e regional de espécies, uma vez que muitas espécies registradas têm forte associação ou dependência destes tipos de habitats. Além disso, várias dessas aves são alvos de interesse conservacionista por estarem sob algum nível de ameaça (Stotz et al., 1996). Alguns exemplos na EEI são: *Rhynchotus rufescens*, *Polystictus pectoralis*, *Culicivora caudacuta*, *Alectrurus tricolor*, *Emberizoides ypiranganus*, *Sporophila*

*plumbea*, *Sporophila bouvreuil* e *Sporophila palustris*. Outras espécies que utilizam as mesmas áreas, também raras e endêmicas, foram registradas por Motta-Jr et al. (2008) e Willis (2004). Um estudo feito por Batalha et al. (2010) sugere que a perda de fisionomias abertas do cerrado acarretaria na simplificação de habitat, na perda de diversidade funcional das aves e, possivelmente, infligiria um impacto considerável sobre o funcionamento da comunidade. Segundo o mesmo estudo, se as aves destas fisionomias fossem extintas, perder-se-ia em média 27% da diversidade funcional do cerrado.

Também verificamos que a dominância de espécies nas assembleias de aves está correlacionada com a dominância de variáveis ambientais estruturais. Os ambientes campestres exibiram os maiores índices, sendo o estrato herbáceo de gramíneas e a presença de água superficial (no caso do CL.A) os elementos estruturais dominantes, e algumas aves que utilizam estes microhabitats, em especial para o forrageio, foram as mais abundantes (e.g., *Sicalis luteola*, *Emberizoides herbicola*, *Amazonetta brasiliensis*). Esse último fato contribuiu para que estas áreas abertas obtivessem o maior número de registros individuais (abundância total) de aves utilizando os locais de amostragem, mesmo sendo ambientes de menor riqueza e diversidade.

Os dois ambientes com características mais florestais deste estudo (SS.CC e SS) contribuíram com 15 espécies (9.37% do total) que não foram encontradas em outras fisionomias, e 99 espécies ao todo, 61.87% do total amostrado. Apesar da diversidade de aves ter sido comparativamente alta, a quantidade de indivíduos registrada foi baixa. A complexidade estrutural das áreas úmidas (AU.F e AU.A) é pouco menor que das áreas florestais do cerrado *stricto sensu* (SS), porém a diversidade de aves é ligeiramente maior. A área

úmida aberta, todavia, se diferencia das demais devido à maior quantidade de registros individuais. Estruturalmente, possui estrato herbáceo bem desenvolvido e continuidade espacial com os campos, principalmente o campo limpo alagável (CL.A). Apesar de terem contribuído com apenas três espécies que não foram registradas nos pontos de outros ambientes, encontramos 92 espécies no total, 57.5% de todas as aves listadas.

Os ambientes savânicos (segundo Coutinho, 1978), desde os campos sujos (savana campestre ou aberta, CS.L, CS, CS.CC) até os campos cerrados (CC.CS, CC, CC.SS), obtiveram, em geral, valores intermediários de riqueza e abundância de espécies, assim como de diversidade e dominância tanto de aves quanto dos elementos estruturais do meio. Estes seis ambientes contribuíram com apenas três espécies que não foram registradas em pontos de outras fisionomias. Registramos 101 espécies (63.13% do total) nos ambientes em questão. Somente nos três campos sujos encontramos 78 espécies (48.75% do total), e nos três campos cerrados 83 espécies (51.88%). Juntos, estes resultados indicam a existência de conjuntos de ambientes intermediários em um contexto ecológico mais amplo (possivelmente um gradiente ambiental), além de evidenciar a grande influência que o grupo como um todo tem nas partes que o compõem.

#### *Análise da estruturação das assembleias de aves nos ambientes*

Assim como esperado, existe descontinuidade ecológica entre as fisionomias do cerrado da EEI, o que pode significar a existência de um gradiente ambiental. A interpretação da figura 2 também sugere que existe mais de um

padrão na forma como as mudanças ocorrem entre os ambientes, ainda que estas sejam gradativas. Os ambientes savânicos intermediários são responsáveis pela porção mais coesa do padrão de mudanças, ao passo que a mudança entre as áreas úmidas e os campos limpos, e também entre estes e os ambientes savânicos abertos, exibem as variações mais bruscas nos descritores ecológicos em questão. Uma variação pouco mais branda é encontrada entre as assembléias de aves dos ambientes savânicos, e o cerrado *sensu stricto* (SS). Estas transições entre ambientes podem ser consideradas as zonas de maior tensão ecológica entre as áreas amostradas. Acreditamos que estas regiões possam funcionar como bordas naturais mais intensas ou mais seletivas para as aves, em termos de permeabilidade ou mobilidade entre paisagens.

A organização das assembleias de aves e a estruturação dos elementos ambientais agruparam diferentes fisionomias em conjuntos bastante consistentes, como revelam os dendrogramas de similaridade (figura 3). Os limites destes conjuntos de ambientes, ou seja, onde há a transição entre os grupos de ambientes mais similares, estão em concordância com os resultados da análise SHE. O que não está totalmente claro são os limites (ou bordas) das savanas densas. Os campos cerrados (CC e CC.SS) e a borda do cerrado *sensu stricto* com estes (SS.CC) possuem maior similaridade com as savanas abertas e intermediárias quanto à organização de sua assembleia de aves, porém sua estrutura fisionômica está mais próxima das savanas densas. O cerrado *sensu stricto* (SS) constitui um grupo à parte com relação às aves, em sua maioria de hábito florestal, porém encontra-se agrupado com as savanas densas em termos fisionômicos.

Dentro dos agrupamentos aparentemente mais consistentes, o campo limpo alagável (CL.A) se mostra separado dos campos limpos (CL e CL.S). Um dos principais motivos advém de mudanças temporais na composição da assembléia de aves do CL.A, relacionadas ao surgimento de microhabitats específicos (lagoas temporárias), o que contribui com espécies exclusivas não amostradas em outras fisionomias, além da própria variação sazonal intensa na estrutura fisionômica deste ambiente. As áreas úmidas (AU.F e AU.A) também constituem um grupo coeso, mesmo que a área úmida aberta possua muitos elementos similares aos campos limpos e campos sujos. Espacialmente contíguo aos campos limpos alagáveis, as áreas úmidas abertas mantêm intercâmbio constante de espécies que são ameaçadas (observ. pess. fora dos pontos de amostragem), sendo que várias foram sistematicamente registradas nos pontos localizados em ambos os ambientes (e.g., *Sporophila leucoptera*, *S. bouvreuil*, *S. palustris*, *Emberizoides ypiranganus*, e outras, ver Anexo I). Ainda assim, compartilha mais espécies com a área úmida fechada (50 espécies em comum), do que com o campo limpo alagável (36 espécies). As áreas úmidas também exibem características ambientais que as diferenciam das demais fisionomias, como o solo encharcado ou úmido ao longo de todo o ano. Nelas estão presentes espécies vegetais características que suportam a saturação hídrica, como licopódios e samambaias arborescentes (Tannus e Assis, 2004).

Quanto aos campos limpos “secos”, outro grupo coeso, os dendrogramas sugerem a proximidade de um ambiente de campo sujo. O campo sujo aberto (CS.L), o qual faz borda com o campo limpo, assemelha-se mais a este do que aos campos sujos, de acordo com os resultados. Em contraste, de acordo com a proposta do gradiente fisionômico cerrado *sensu lato* de Coutinho (1978), o

campo sujo pertenceria ao biocoro de formações savânicas, ainda que uma savana aberta ou campestre. Nesse artigo, o autor considera a existência de um gradiente e enumera cinco fisionomias principais. No presente trabalho, consideramos a existência de vários ambientes intermediários e, portanto, adicionamos mais tipos fisionômicos, detalhamento este que permitiu a obtenção do resultado em questão.

Os elementos estruturais do meio foram encontrados em proporções distintas entre os ambientes amostrados e, portanto, a participação de cada um na diferenciação dos ambientes, ou mesmo no agrupamento em conjuntos por similaridade, não foi homogênea. Ao contrário, apenas quatro variáveis ambientais foram responsáveis por 94.11% da variação encontrada entre os ambientes (tabela 2). Buscamos, pois, a compreensão da contribuição específica destas com a estruturação das assembleias de aves em cada ambiente. O resultado revelou que cada variável ambiental influencia com maior magnitude um agrupamento de ambientes distinto, mas que as assembleias que representam estes conjuntos estão estruturadas sob a influência simultânea de mais de uma variável (ver figura 4).

O agrupamento em fisionomias do gradiente proposto por Coutinho (1978), o qual se encontra em destaque na figura 4, permite visualizar que alguns grupos possuem elementos discrepantes, como o caso dos campos limpos. A porção alagável dos campos limpos (CL.A) se encontra muito suscetível à saturação hídrica do solo, e a estruturação de sua assembleia de aves foi muito influenciada pela magnitude desta variável ambiental, enquanto nas porções mais secas as assembleias são mais influenciadas pelo estrato de gramíneas. A maior parte dos ambientes savânicos teve suas assembleias mais influenciadas por dois

fatores, as gramíneas e os arbustos. O campo sujo limpo (CS.L), em concordância com os resultados de outras análises, se encontra mais próximo do campo limpo do que do campo sujo, principalmente pela influência da baixa quantidade de arbustos maiores que 1 m e menores que 2 m. De fato, sua diversidade estrutural está mais próxima dos campos limpos, resultado este que pode ser visualizado no mesmo gráfico onde adicionalmente inserimos o vetor correspondente a este índice (figura 4). Tal vetor também permite inferir que os elementos mais importantes, mas não necessariamente de alta dominância (este índice se revelou baixo), em ambientes com maior complexidade estrutural são as árvores (de 3 m a 6 m de altura) e os arbustos (de 1 m a 2 m de altura). O ambiente mais florestal de todos amostrados, o cerrado *sensu stricto*, aparece a uma distância relativamente alta dos demais ambientes também considerados de vegetação densa. As árvores de 3 m a 6 m de altura são as principais responsáveis por este resultado em vista da proporção em que ocorrem neste ambiente. As gramíneas também contribuíram com esta distância gráfica, porém, devido à sua comparativamente baixa proporção nos ambientes mais florestais.

As assembleias de aves das áreas úmidas (não pertencentes ao gradiente do cerrado *sensu lato*) se estruturam de maneira mais similar entre si principalmente em função de dois elementos ambientais, a saturação hídrica do solo e a presença de árvores. Contudo, a estruturação das assembleias de aves da área úmida aberta (AU.A) possui menor influência da presença de árvores do que na área úmida fechada (AU.F), e no gráfico ela se posiciona na direção do grupo dos campos. A contigüidade espacial com os campos alagáveis, a presença constante de gramíneas, e o intercâmbio de várias espécies, foram

apontadas anteriormente como explicações para essa similaridade (não tão grande, mas existente).

A não sobreposição de pontos, a forma como se agruparam em concordância com análises anteriores, somado à possibilidade de visualização da influência dos elementos ambientais mais importantes no estudo na figura 4, evidencia a existência de um gradiente ecológico real, o qual engloba pelo menos os ambientes amostrados e explica as diferenças na estruturação das assembleias de aves que estudamos.

Para a EEI, os resultados apresentados adicionam ainda mais padrões naturais à lista daqueles já estudados e catalogados nesta UC, os quais merecem muita atenção durante a gestão da área e durante as intervenções para o manejo. Afinal, em áreas de paisagens muito complexas existe a necessidade de conservação em escalas maiores, o que exige maior conhecimento integrado dos diferentes níveis de organização (escalas intermediárias e menores), para que suas partes possam ter chance de serem mantidas (Andren, 1994; Fischer et al., 2004).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHO, CJR. 1981. Small mammal populations of Brazilian cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. **Revista Brasileira de Biologia** (Brazilian Journal of Biology), 41(1): 223-230.
- ALHO, CRJ., PEREIRA, LA. e PAULA, AC. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammal populations in Cerrado biome of central Brazil. **Mammalia**, 50(4): 447-460.
- ANDREN, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat — a review. **Oikos** 71: 355–366.
- AYRES, M.; AYRES-JR., M.; AYRES, DL. e DOS-SANTOS, AS. 2007. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Sociedade Civil de Mamirauá, CNPq.
- BATALHA, MA., CIANCIARUSO, MV. e MOTTA-JUNIOR, JC. 2010. Consequences of Simulated Loss of Open Cerrado Areas to Bird Functional Diversity. **Natureza & Conservação**, 8(1):34-40.
- BAGNO, MA. e MARINHO-FILHO, J.. 2001. A avifauna do Distrito Federal: uso de ambientes abertos e florestais e ameaças, p. 495-528. *In*: RIBEIRO, F.; FONSECA, CEL. e SOUSA-SILVA, JC (Eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, Embrapa.
- BLOCK, WM. e BRENNAN, LA. 1993. The habitat concept in ornithology. **Current Ornithology**, 11: 35–91.
- BRASILEIRO, CA., SAWAYA, RJ., KIEFER, MC. e MARTINS, M., 2005. Anfíbios de um fragmento de Cerrado aberto do sudeste do Brasil. **Biota Neotropica** 5(2):1-17.
- BUZAS, MA. e HAYEK, LAC. 2005. On richness and evenness within and between communities. **Paleobiology** 31(2): 199-220.
- COUTINHO, LM. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1(1): 17-23.

- FISCHER, J.; LINDENMAYER, DB. e FAZEY, I. 2004. Appreciating ecological complexity: habitat contours as a conceptual landscape model. **Conservation Biology**, 18: 1245–1253.
- GREGORY, RD.; GIBBONS, DW. e DONALD, PF. 2004. Bird census and survey techniques. *In*: SUTHERLAND, WJ.; NEWTON, I. e GREEN, R.E. **Bird ecology and conservation: handbook of techniques**. Oxford University Press.
- HAMMER, Ø. 2011. **PAST, Paleontological Statistics: reference manual**. v.2.13.
- HAMMER, Ø.; HARPER, DAT e RYAN, PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9 pp. Disponível em <paleoelectronica.org/2001\_1/past/issue1\_01.htm> Accessed [13/12/2012].
- IUCN, 2011. **IUCN Red List of Threatened Species**, version: 2011.1. <http://www.iucnredlist.org>. (Acessado em: 20/09/2011).
- KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia**. Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- KRONKA, FJN.; NALON, MA.; MATSUKUMA, CK.; PAVÃO, M.; GUILLAUMON, JR.; CAVALLI, AC.; GIANNOTTI, E.; YWANE, MSS.; LIMA, LMPR.; MONTES, J.; DEL CALI, IH. e HAACK, PG. 1998. **Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente.
- LEE, P-Y. e ROTENBERRY, JT. 2005. Relationships between bird species and tree species assemblages in forested habitats of eastern North America. **Journal of Biogeography**, 32: 1139–1150.
- MACARTHUR, RH. e MACARTHUR, JW. 1961. On bird species diversity. **Ecology**, 42: 594–598.
- MAGURRAN, A. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Princeton University Press.
- MANLY, B.J.F. 2008. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. 3ª ed. Trad: Carmona, S.I. Porto Alegre: Bookman.

- MARES, M.A., ERNEST, K.A. E GETTINGER, D.D. 1986. Small mammal community structure and composition in the Cerrado Province of central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 2:289-300
- MOTTA-JUNIOR, JC; GRANZINOLLI, MAM. e DEVELEY, PF. 2008. Aves da estação ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 8(3): 207-227.
- OLIVEIRA-FILHO, AT e RATTER, JA. 2002. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. *In*: OLIVEIRA, PS. e MARQUIS, RJ (Eds.) 2002. **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press.
- ROTENBERRY, JT. 1985. The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? **Oecologia**, 67(2): 213-217.
- SÃO PAULO, 2009. **Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo: vertebrados**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.
- SERRA-FILHO, R.; CAVALLI, AC.; GUILLAUMON, JR.; CHIARINI, JV.; NOGUEIRA, FP. e IVANCKO, CMAM. 1997. **Cerrado: bases para conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- SILVA, JF., FARIÑAS, MR., FELFILI, JM. e KLINK, CA. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography** 33: 536–548.
- STOTZ, DF.; FITZPATRICK, JW.; PARKER III, TA. e MOSKOVITS, DK. 1996. **Neotropical Birds: Ecology and Conservation**. University of Chicago Press.
- TANNUS, JLS. e ASSIS, MA. 2004. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 27(3): 489-506.
- TERBORGH, J.; ROBINSON, SK.; PARKER, TA.; MUNN, CA. e PIERPONT, N. 1990. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. **Ecological Monographs** 60: 213–238.

- TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBORGER, K.; WICHMANN, MC.; SCHWAGER, M. e JELTSCH, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, 31: 79-92.
- TUBELIS, DP. e CAVALCANTI, RB. 2001. Community similarity and abundance of bird species in open habitats of a central brazilian cerrado. **Ornitologia Neotropical**, 12: 57–73.
- WIENS, JA. 1992. **The ecology of bird community**. Vol.2. Cambridge University Press, Cambridge.
- WILLIS, EO. 2004. Birds of a habitat spectrum in the Itirapina Savanna, São Paulo, Brazil (1982-2003). **Brazilian Journal of Biology** 64(4): 901-910.
- WILLSON, MF. 1974. Avian community organization and habitat structure. **Ecology** 55: 1017–1029.
- ZANCHETTA, D.; SILVA, CEF.; REIS, CM.; SILVA, DA.; LUCA, EF.; FERNANDES, FS.; LUTGENS, HD.; TANNUS, JLS.; PINHEIRO, LS.; MARTINS, MRC. e SAWAYA, R. 2006. **Plano de Manejo Integrado - Estações Ecológica e Experimental de Itirapina**. São Paulo: Instituto Florestal.
- ZAR, JH. 1999. **Biostatistical analysis**. 4th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

## **Capítulo 2**

**Análise da abundância de aves e ocupação dos ambientes da  
Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo**

## RESUMO

A heterogeneidade ambiental influencia diversos padrões ecológicos das comunidades biológicas, a começar pela presença e abundância de espécies que as compõem. Objetivamos analisar padrões de abundância, aspectos da ocupação de habitats e resposta de algumas aves a um gradiente ambiental na Estação Ecológica de Itirapina. Coletamos os dados da avifauna e elementos estruturais do meio em treze ambientes, de agosto de 2010 a julho de 2011. O modelo de distribuição da abundância das espécies pertencentes à comunidade de aves de toda a EEI indica haver muitas espécies raras, algumas intermediárias e poucas abundantes. Metade das espécies foi observada no máximo 17 vezes nos pontos de amostragem. Apenas 18.75% das espécies obtiveram 100 ou mais registros. Estas 30 espécies mais abundantes ocupam de forma diferenciada os ambientes amostrados. As famílias Thraupidae, Emberizidae e Tyrannidae possuem o maior número de espécies consideradas de abundância elevada, as quais se distribuem por todos os ambientes amostrados. As diferenças entre espécies da resposta ao gradiente de complexidade ambiental foram evidenciadas para três aves, *Sicalis luteola*, *Melanopareia torquata* e *Tangara cayana*. Cada uma revelou ocupar de forma mais eficiente uma porção do gradiente ambiental, exibindo diferentes níveis de tolerância de habitat. Tais diferenças sugerem que as respostas específicas podem influenciar a estruturação das assembleias (composição e abundância de aves).

**Palavras-chave:** avifauna, modelo de abundância, ocupação de habitat, gradiente estrutural, cerrado.

## ABSTRACT

The environmental heterogeneity influences may ecological patterns concerning biological communities, starting with the presence and abundance of species. We aimed to analyze the abundance pattern, aspects of habitat occupation by birds and their response to an environmental gradient in the Ecological Station of Itirapina. We collected bird and environmental data in thirteen environment types from August 2010 to July 2011. The abundance distribution model of the bird community in EEI indicates that there are many rare species, some intermediate, and few with high abundances. Half of all species was observed up to 17 times in the sampling points. Only 18.75% of species had a hundred or more encounters. These 30 most abundant species occupy differently the environmental types. Families Thraupidae, Emberizidae and Tyrannidae have the highest number of species considered of high abundance, which were spread overall studied sites. We found differences between species response to environmental complexity gradient for three birds, *Sicalis luteola*, *Melanopareia torquata* and *Tangara cayana*. Each one showed more efficiency in occupies a portion of the environmental gradient, exhibiting different levels of habitat tolerance. Such differences suggest that specific responses can influence the structure of the assemblages (composition and abundance of birds).

**Keywords:** birds, abundance model, habitat occupancy, structural gradient, cerrado.

## INTRODUÇÃO

Padrões observados em escalas ecológicas maiores, como assembleias e comunidades, são constituídos por respostas específicas de cada táxon (MacArthur e MacArthur, 1961). Dessa forma, a organização das assembleias também está sujeita à composição do *pool* regional de espécies, ao mesmo tempo que às proporções com que cada uma ocorre (Weiher e Keddy, 1999).

A estruturação das comunidades em ambientes heterogêneos pode ocorrer com grande diferenciação na ocupação dos diferentes tipos de habitat que ali existem por alguns grupos biológicos, como as aves (Tubelis e Cavalcanti, 2001). Além da composição, as diferenças na abundância com que determinados táxons ocorrem em vários tipos de habitats é outro resultado esperado em estudos sobre diversidade realizados em ambientes muito diversificados (Ricklefs, 2003).

A Estação Ecológica de Itirapina é ocupada por um mosaico de fisionomias de cerrado, reconhecidamente rico e diversificado (Motta-Jr et al., 2008). Por ser uma área de grande relevância para a conservação de aves (IBA – *Important Bird Area*), tem prioridade de conservação (Bencke et al., 2006). Objetivamos analisar os padrões de abundância de aves e os aspectos relacionados à ocupação dos diferentes ambientes presentes na EEI. Investigamos ainda a resposta de algumas aves a um gradiente ambiental.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo e coleta de dados*

A Estação Ecológica de Itirapina resguarda um mosaico de fisionomias de Cerrado e está localizada no centro do estado de São Paulo (Zanchetta e Diniz, 2006), na porção Sul da distribuição deste domínio, considerada a região mais ameaçada (Scariot et al., 2005). Os Capítulos 1 e 3 apresentam informações detalhadas sobre a EEI e região. Selecionamos treze ambientes para o presente estudo de acordo com a disponibilidade dos mesmos e respeitando as premissas da metodologia de coleta de dados.

De agosto de 2010 a julho de 2011 registramos as aves que fizeram uso de uma área circular de 0,8 ha, localizada dentro de um *buffer* de 2 ha ou 3 ha utilizado como zona tampão, onde coletamos dados ambientais. Três *buffers* foram demarcados em cada um dos treze ambientes selecionados. Eles se localizavam acima de 200 m de outros pontos, e a 200 m ou 100 m de outros ambientes para pontos em fisionomias centrais (*core*) ou bordas, respectivamente. Os dados sobre a avifauna foram coletados no início da manhã ou no final da tarde, em intervalos fixos de 15 min. Para os dados ambientais seguimos a metodologia exposta no Capítulo 1.

### *Análise de dados*

Um dos componentes da diversidade utilizado para analisar padrões ecológicos das comunidades é a abundância relativa das espécies (Magurran,

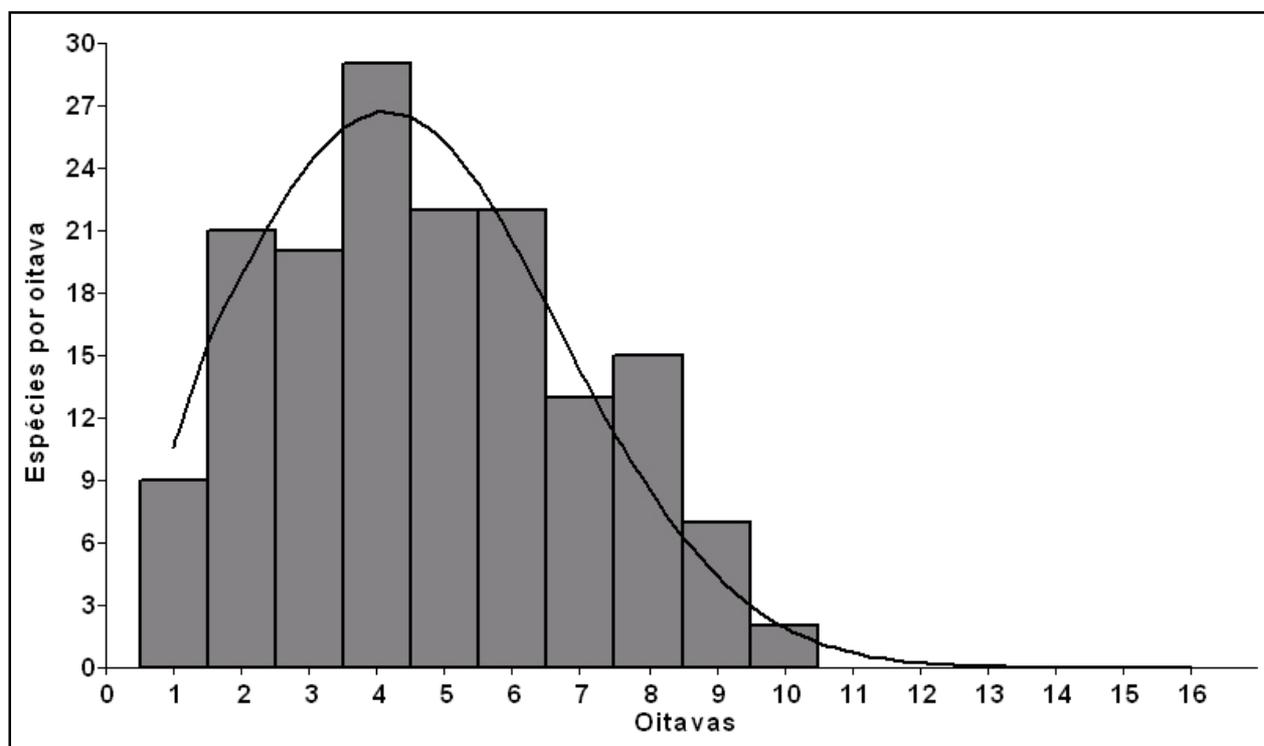
2004). Buscamos o melhor modelo de abundância que descreve a comunidade de aves da EEI, considerando todos os ambientes ao longo de doze meses, por meio do programa PAST (Hammer et al., 2001). Testamos modelos que utilizam classes de abundância (ou Whittaker *plots*), em unidades de escala logarítmicas (Hammer, 2011), que correspondem a: 1ª oitava (1 indivíduo registrado); 2ª oitava (2 – 3 indivíduos); 3ª (4 – 7); 4ª (8 – 15); 5ª (16 – 31); 6ª (32 – 63); 7ª (64 – 127); 8ª (128 – 255); 9ª (256 – 511); 10ª (512 até 745, valor que corresponde à espécie mais abundante deste estudo) (Krebs, 1999).

A análise SIMPER (*Similarity Percentage*) indica a contribuição de cada espécie com as diferenças observadas entre as assembleias (Hammer, 2011). Confeccionamos diagramas de eixos que representam a abundância de táxons ao longo de diferentes fisionomias (*Spindle diagram*). Utilizamos o programa PAST (Hammer et al., 2001) para ambos os procedimentos. Adicionamos aos gráficos de ocupação de ambientes o diagrama de perfil da vegetação do Capítulo 1.

Utilizamos o índice de diversidade de Shannon (Magurran, 1988; Zar, 1999) como descritor da complexidade estrutural dos ambientes, calculado a partir dos dados referentes às variáveis ambientais. Para a análise da resposta de algumas espécies à existência de um gradiente estrutural, utilizamos o modelo gaussiano de resposta (*Gaussian species packing*), procedimento realizado no programa PAST (Hammer et al., 2001; Hammer, 2011).

## RESULTADOS

O modelo de abundância de espécies que melhor descreve a comunidade de aves da EEI é o log-normal (figura 1). Isso indica que podemos encontrar nesta UC uma grande quantidade de espécies raras, algumas espécies de abundância baixa ou intermediária, e poucas espécies muito abundantes. De fato, somente 30 espécies (18.75% das 160 amostradas) obtiveram 100 ou mais registros individuais durante as coletas sistematizadas, na qual registramos ao todo 9727 indivíduos. A média de indivíduos por espécie foi de 60.79 ( $\pm 113.81$ ), em contraste com a mediana de 16.5.



**Figura 1.** Curva do rank de abundância de espécies (Whittaker plot), ajustada à distribuição log-normal.

Comparamos os dados das 30 aves mais abundantes, e das 30 aves que mais contribuíram com as diferenças entre os ambientes. São 27 as espécies que se encontram em ambos os grupos. De acordo com a análise SIMPER, as 30 primeiras espécies são responsáveis por 68.66% da diferença observada entre os ambientes, e a mesma quantidade de espécies contribuiu com 74.99% de todos os registros individuais (ver tabela 1).

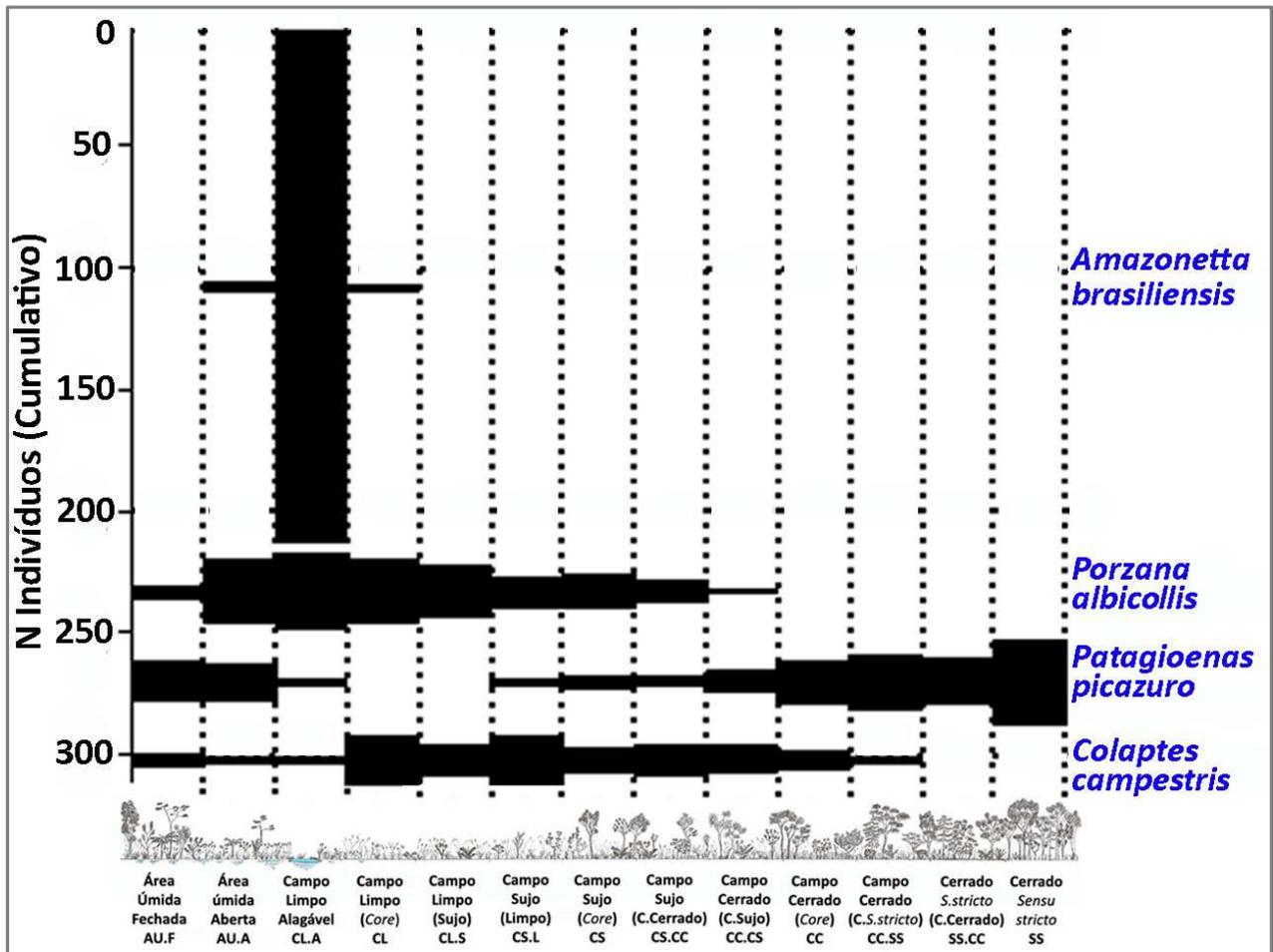
Selecionamos o grupo das 30 espécies mais abundantes na área de estudo para analisarmos seus padrões de distribuição e abundância em diferentes ambientes. Apenas quatro aves não-passeriformes pertencem a este grupo (figura 2). As outras 26 aves pertencem a famílias da ordem Passeriformes (ver figuras 3 a 7). As famílias com o maior número de representantes são Thraupidae (figura 5) e Emberizidae (figura 6), ambas com seis espécies.

Selecionamos três aves para verificar o modelo de resposta a um gradiente ecológico, no caso, a complexidade estrutural. O tipio, (*Sicalis luteola*) exibe uma resposta que indica preferência aos menores valores do índice de diversidade estrutural. O tapaculo-de-colarinho (*Melanopareia torquata*) responde melhor aos valores intermediários de diversidade estrutural, e sua tolerância dentro do gradiente é a maior das três espécies analisadas. A saíra-amarela (*Tangara cayana*) exibe o menor valor de tolerância, ao passo que seu modelo de abundância responde melhor aos ambientes complexos (ver figura 7).

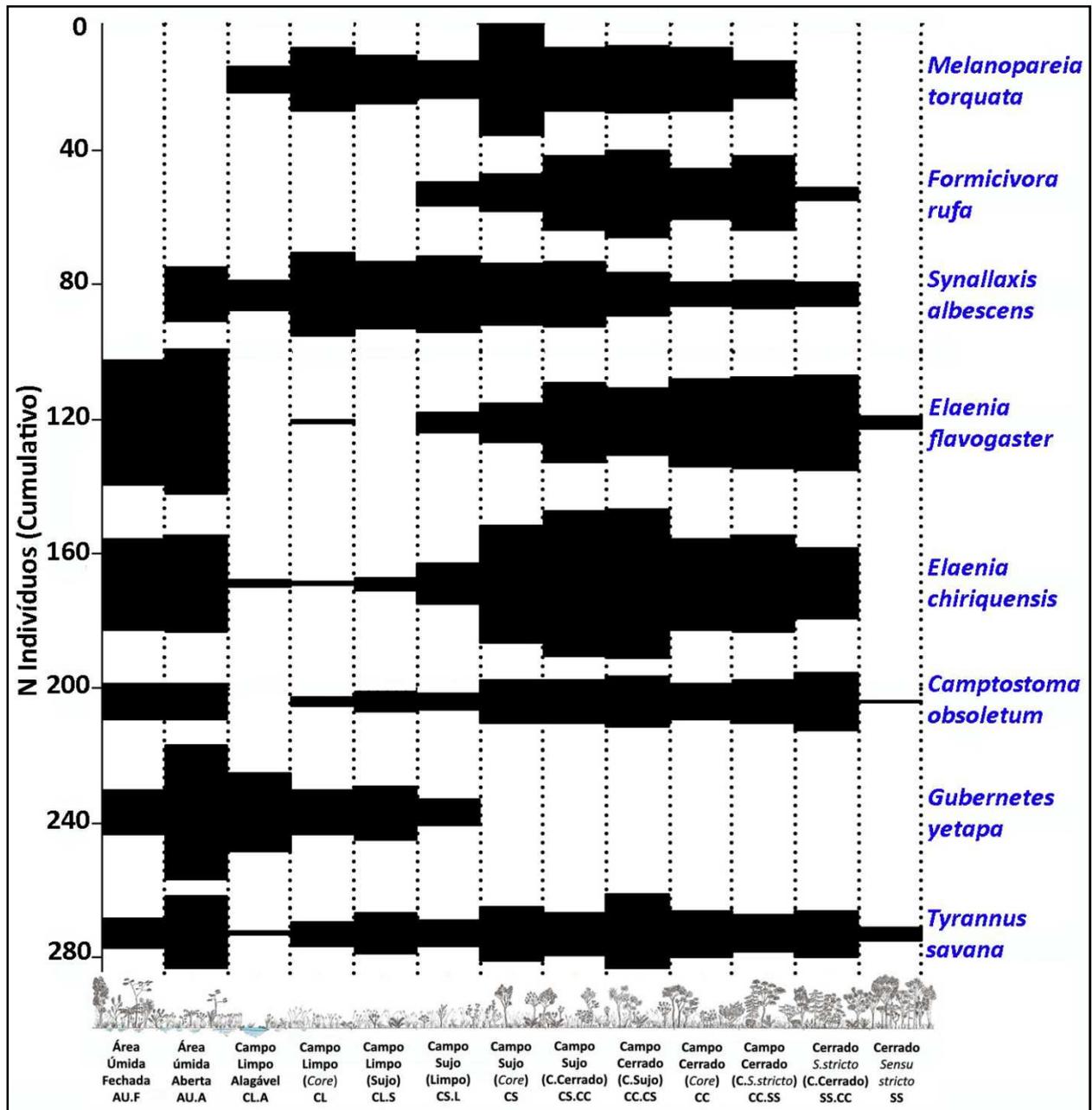
**Tabela 1.** Lista das aves de maior relevância no estudo de acordo com a análise SIMPER e com o Ranking de Abundância.

SIMPER: **Contrib** = contribuição de cada espécie, **Cumul %** = contribuição cumulativa em porcentagem; Abundância: **Abund total** = número de indivíduos registrados, **Cumul %** = percentual acumulado da somatória das abundâncias. **P** = posição que a espécie ocupa em cada análise. Espécies em destaque (negrito): não estão presentes no outro grupo, sendo seu posicionamento (**P**) acima da 30ª posição nele. Coluna em destaque: posicionamento **P** de acordo com a outra análise a título de comparação.

P	Espécie	SIMPER		P Rank Abund	P	Espécie	Abundância		P Simper
		Contrib	Cumul %				Abund total	Cumul %	
1	<i>Sicalis luteola</i>	6.895	10.68%	2	1	<i>Volatinia jacarina</i>	745	7.66%	3
2	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	2.578	14.67%	13	2	<i>Sicalis luteola</i>	707	14.93%	1
3	<i>Volatinia jacarina</i>	2.502	18.55%	1	3	<i>Saltatricula atricollis</i>	469	19.75%	5
4	<i>Emberizoides herbicola</i>	2.403	22.27%	4	4	<i>Emberizoides herbicola</i>	455	24.43%	4
5	<i>Saltatricula atricollis</i>	2.294	25.82%	3	5	<i>Ammodramus humeralis</i>	350	28.03%	6
6	<i>Ammodramus humeralis</i>	1.857	28.7%	5	6	<i>Mimus saturninus</i>	338	31.50%	12
7	<i>Lanio cucullatus</i>	1.767	31.43%	7	7	<i>Lanio cucullatus</i>	318	34.77%	7
8	<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	1.658	34%	18	8	<i>Zonotrichia capensis</i>	314	38.00%	10
9	<i>Tangara sayaca</i>	1.561	36.42%	10	9	<i>Elaenia chiriquensis</i>	274	40.81%	11
10	<i>Zonotrichia capensis</i>	1.445	38.65%	8	10	<i>Tangara sayaca</i>	250	43.38%	9
11	<i>Elaenia chiriquensis</i>	1.421	40.85%	9	11	<i>Elaenia flavogaster</i>	228	45.73%	13
12	<i>Mimus saturninus</i>	1.413	43.04%	6	12	<i>Cyanocorax cristatellus</i>	217	47.96%	15
13	<i>Elaenia flavogaster</i>	1.404	45.22%	11	13	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	215	50.17%	2
14	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	1.296	47.22%	25	14	<i>Sporophila caerulea</i>	179	52.01%	23
15	<i>Cyanocorax cristatellus</i>	1.249	49.16%	12	15	<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	176	53.82%	17
16	<i>Gubernetes yetapa</i>	1.048	50.78%	27	16	<i>Neothraupis fasciata</i>	176	55.63%	18
17	<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	1.025	52.37%	15	17	<i>Synallaxis albescens</i>	165	57.32%	26
18	<i>Neothraupis fasciata</i>	1.023	53.95%	16	18	<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	163	59.00%	8
19	<i>Tangara cayana</i>	0.9837	55.48%	22	19	<i>Melanopareia torquata</i>	154	60.58%	24
20	<i>Porzana albicollis</i>	0.958	56.96%	24	20	<b><i>Tyrannus savana</i></b>	154	62.17%	<b>32</b>
21	<i>Troglodytes musculus</i>	0.9463	58.42%	21	21	<i>Troglodytes musculus</i>	151	63.72%	21
22	<i>Patagioenas picazuro</i>	0.9111	59.84%	23	22	<i>Tangara cayana</i>	151	65.27%	19
23	<i>Sporophila caerulea</i>	0.8444	61.14%	14	23	<i>Patagioenas picazuro</i>	144	66.75%	22
24	<i>Melanopareia torquata</i>	0.8153	62.41%	19	24	<i>Porzana albicollis</i>	140	68.19%	20
25	<i>Formicivora rufa</i>	0.7861	63.62%	28	25	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	119	69.42%	14
26	<i>Synallaxis albescens</i>	0.7465	64.78%	17	26	<b><i>Camptostoma obsoletum</i></b>	117	70.62%	<b>34</b>
27	<b><i>Sicalis citrina</i></b>	0.7231	65.9%	<b>31</b>	27	<i>Gubernetes yetapa</i>	113	71.78%	16
28	<b><i>Sporophila bouvreuil</i></b>	0.6135	66.85%	<b>36</b>	28	<i>Formicivora rufa</i>	107	72.88%	25
29	<i>Colaptes campestris</i>	0.5901	67.76%	29	29	<i>Colaptes campestris</i>	105	73.96%	29
30	<b><i>Dendrocygna viduata</i></b>	0.5793	68.66%	<b>44</b>	30	<b><i>Cyclarhis gujanensis</i></b>	100	74.99%	<b>31</b>



**Figura 2.** Diagrama de abundância nos ambientes de aves de famílias não-passeriformes: marrecana-ananá (Anatidae), sanã-carijó (Rallidae), asa-branca (Columbidae) e pica-pau-do-campo (Picidae), respectivamente.



**Figura 3.** Diagrama de abundância de aves passeriformes nos ambientes. De cima para baixo: tapaculo-de-colarinho (Melanopareidae), papa-formiga-vermelho (Thamnophilidae), ui-pi (Furnariidae), e guaracava-de-barriga-amarela, chibum, risadinha, tesoura-do-brejo e tesourinha (Tyrannidae).

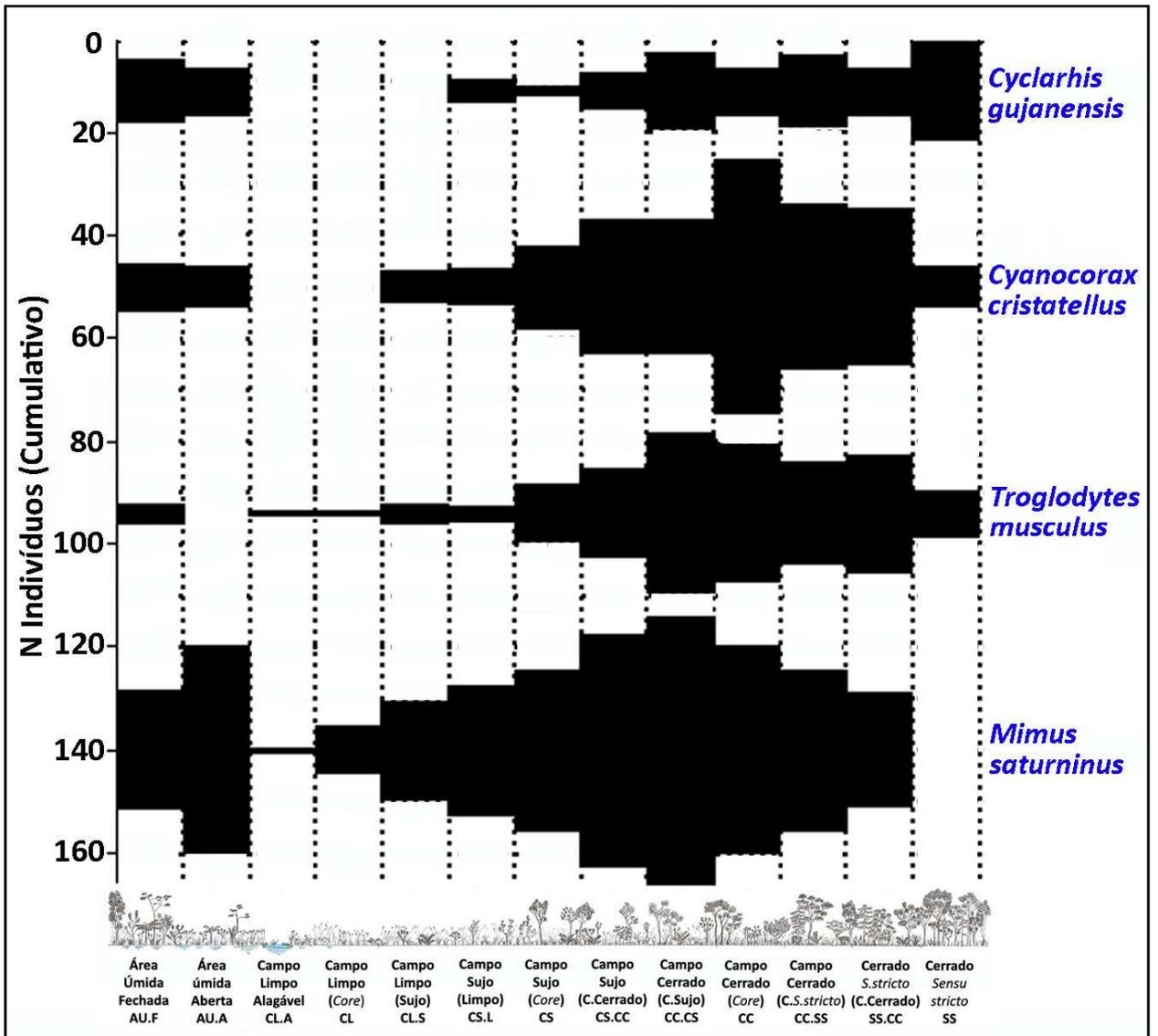
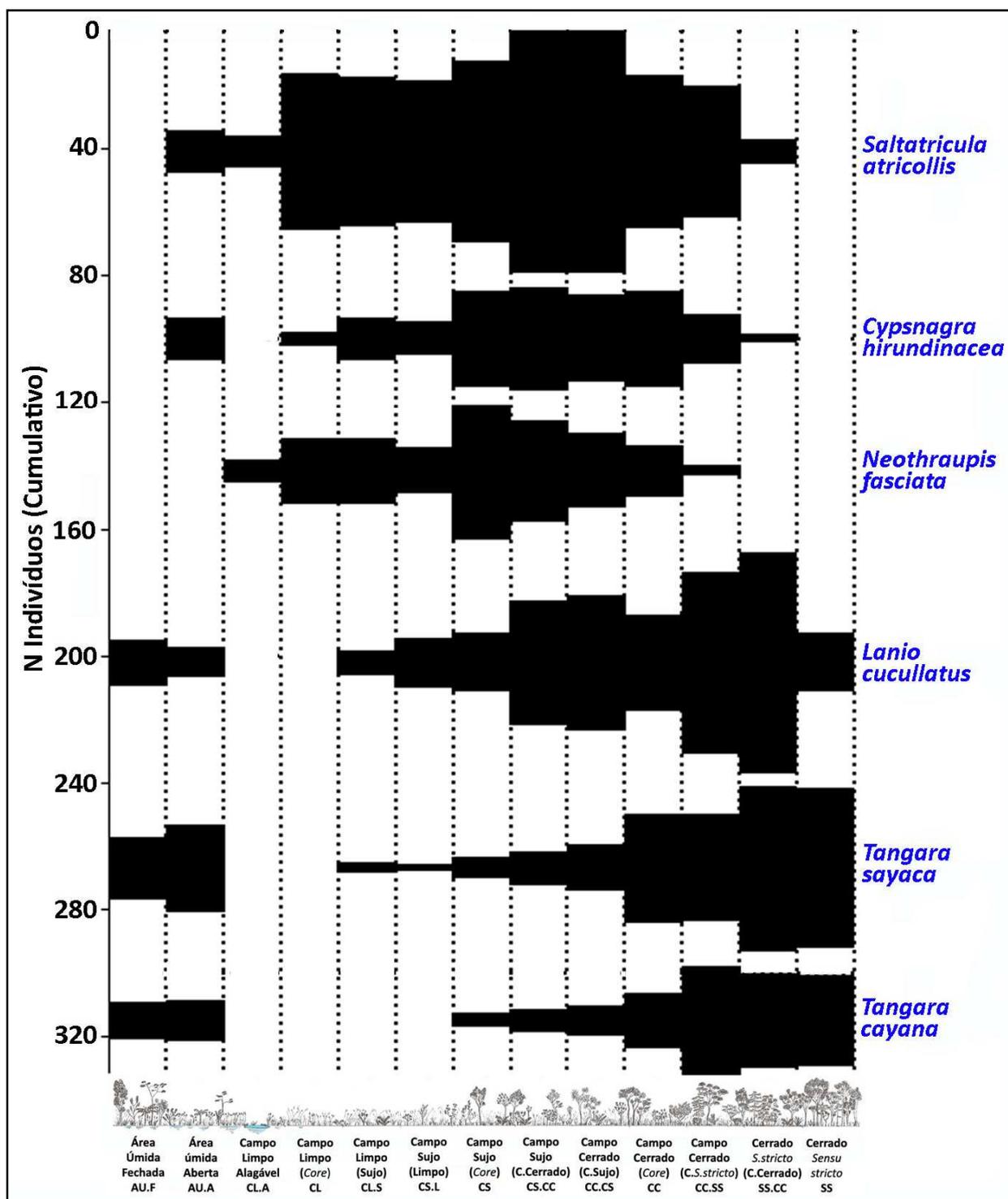


Figura 4. Diagrama de abundância de aves passeriformes nos ambientes. De cima para baixo: pitiguari (Vireonidae), gralha-do-campo (Corvidae), corruíra (Troglodytidae), e sabiá-do-campo (Mimidae).



**Figura 5.** Diagrama de abundância de aves passeriformes nos ambientes. Família Thraupidae. De cima para baixo: bico-de-pimenta, bandoleta, cigarra-do-campo, tico-tico-rei, sanhaçu-cinzento, saíra-amarela.

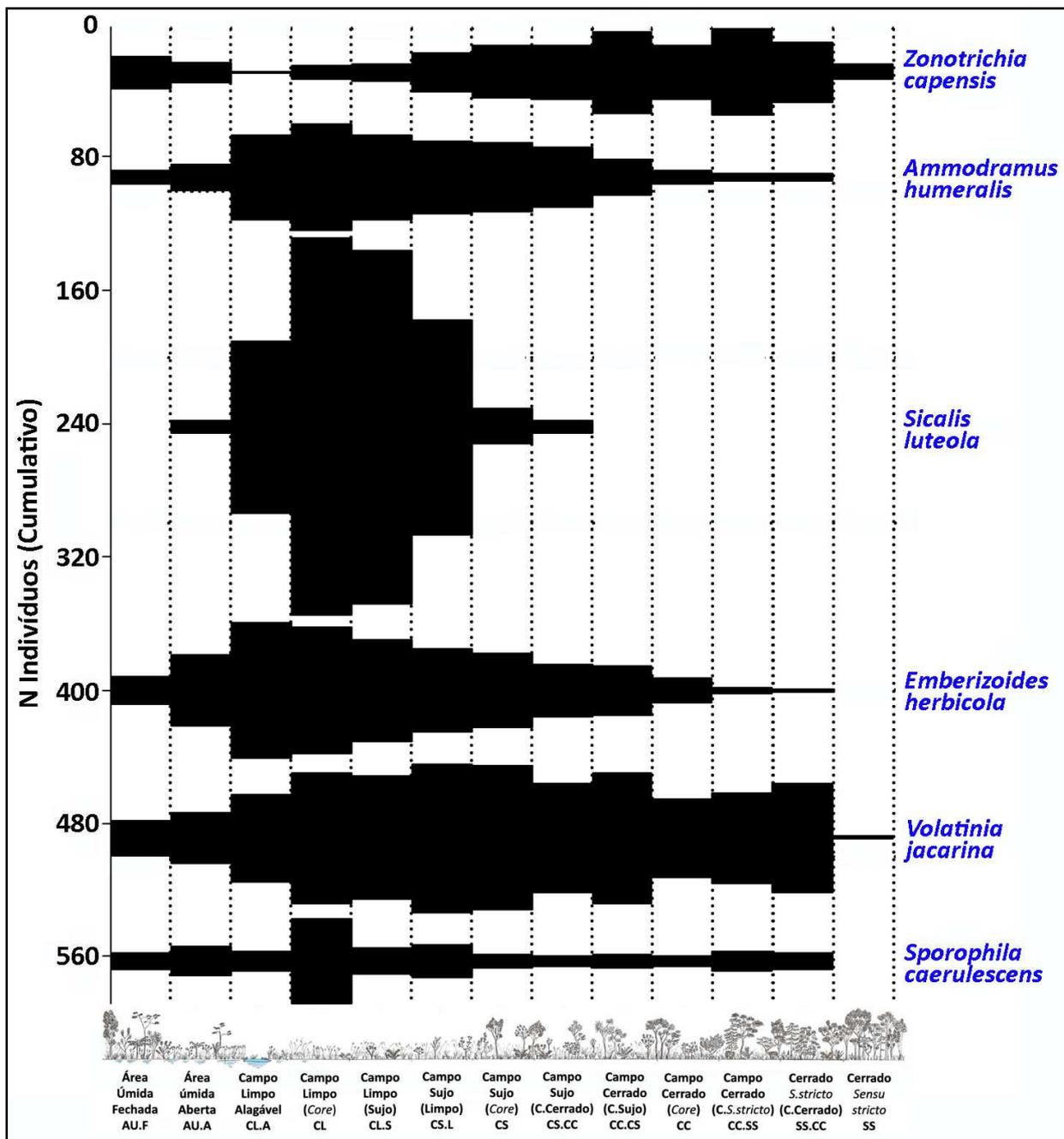


Figura 6. Diagrama de abundância de aves passeriformes nos ambientes. Família Emberizidae. De cima para baixo: tico-tico, tico-tico-do-campo, tipio, canário-do-campo, tiziu, coleirinho.

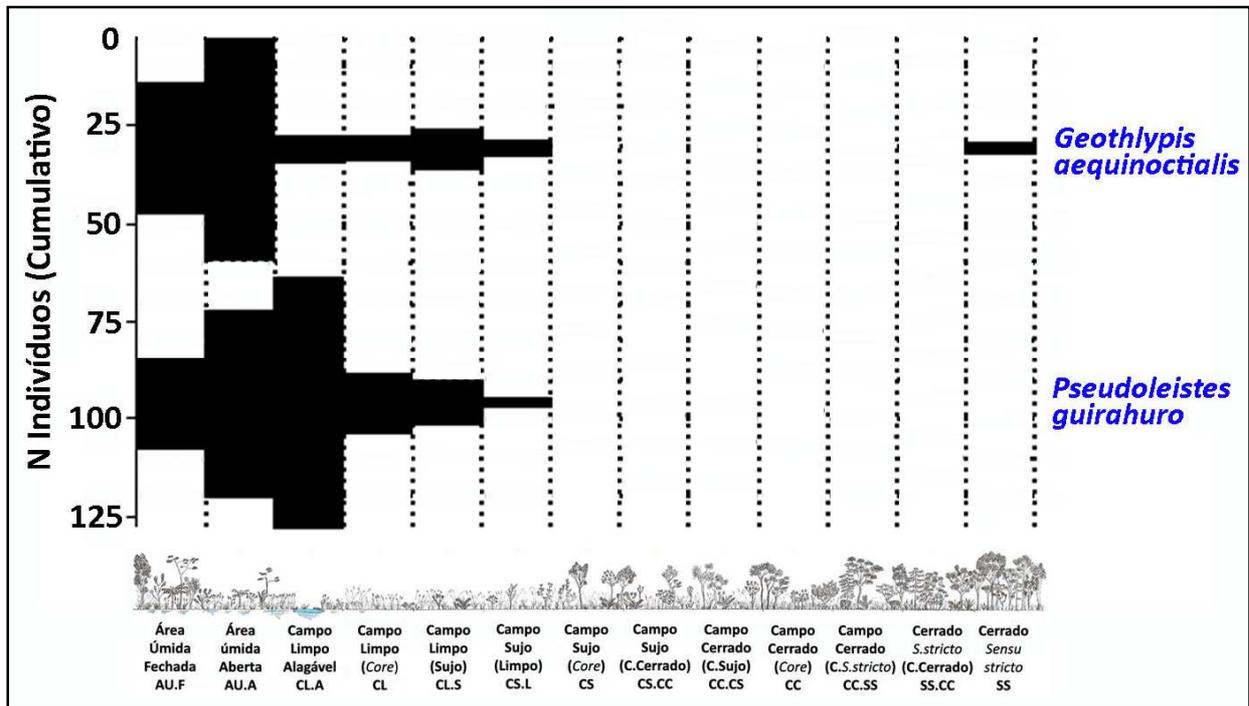
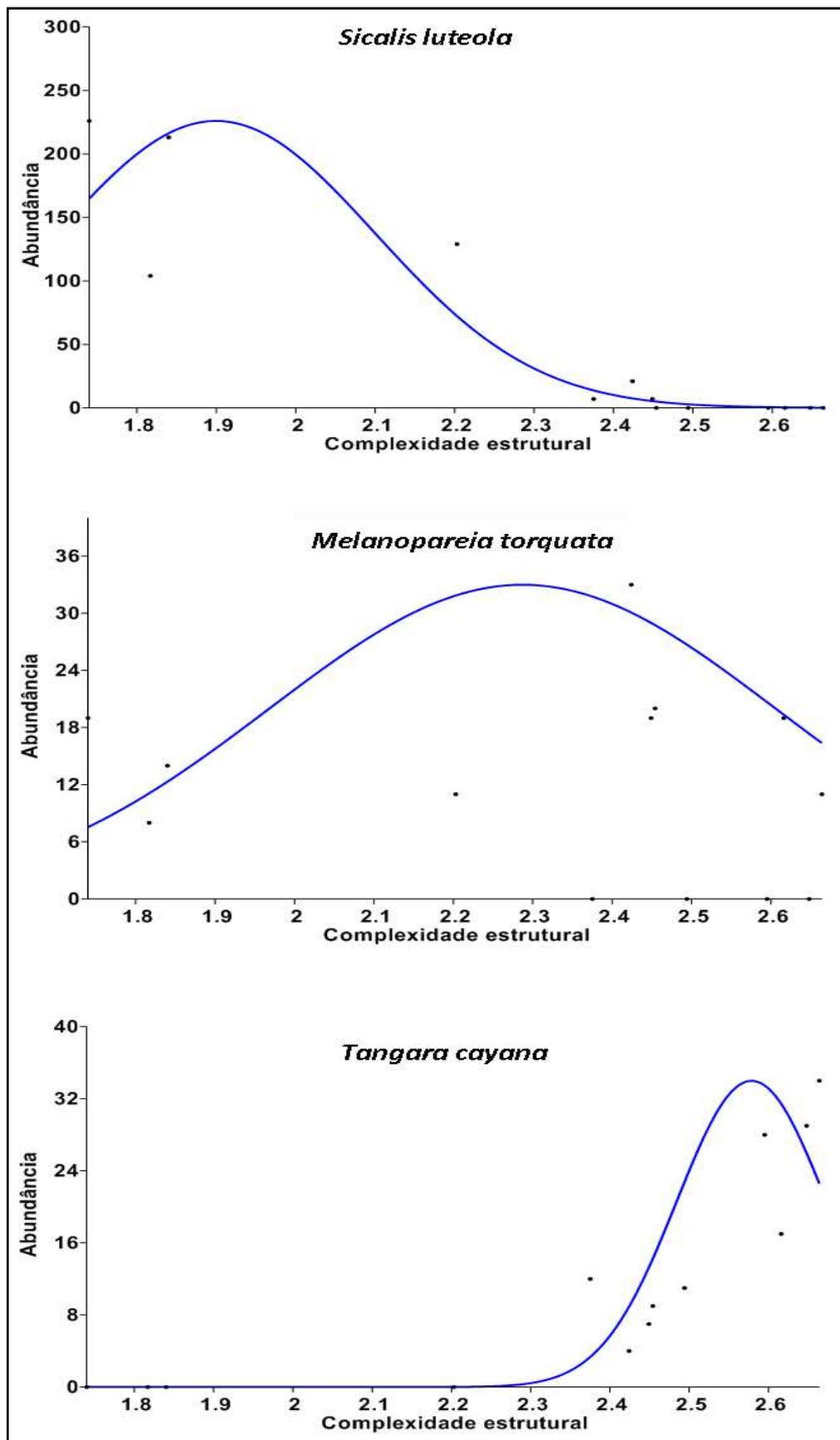


Figura 7. Diagrama de abundância de aves passeriformes nos ambientes. De cima para baixo: piacobra (Parulidae) e chopim-do-brejo (Icteridae).



**Figura 8.** Modelos de resposta de três aves ao gradiente de complexidade estrutural dos ambientes (valores de  $H'$  para elementos do meio).  
*Sicalis luteola* (ótimo = 1.89, tolerância  $\pm 0.20$ ); *Melanopareia torquata* (ótimo = 2.28, tolerância  $\pm 0.31$ ); *Tangara cayana* (ótimo = 2.58, tolerância =  $\pm 0.09$ ).

## DISCUSSÃO

O conjunto de todas as assembleias de aves da EEI exibe o modelo de distribuição de abundância mais encontrado em ecossistemas naturais (Krebs, 1999; Limpert et al., 2001). Sabemos agora que poucas são as espécies de maior representatividade numérica nos ambientes amostrados.

A espécie mais abundante, o tiziu (*Volatinia jacarina*) contribuiu com 7.66% do total de registros, e a segunda mais abundante, o tipio (*Sicalis luteola*) com 7.27%, ao passo que as nove espécies menos abundantes no estudo contribuíram cada uma com apenas 0.01%, equivalente a uma única observação em campo (ver Anexo I). Esse contraste exibido entre os valores, e a desproporção entre a quantidade de espécies que exibe cada grupo de valores (baixos, intermediários e altos) faz com que a média não seja representativa e o desvio padrão seja alto. Afinal, mais da metade das aves foram registradas menos de 17 vezes (mediana = 16.5), enquanto a outra metade obteve de 17 até 745 registros individuais.

Uma vez que intencionamos analisar a distribuição nos ambientes das espécies de maior relevância dentre as 160 registradas, fez-se necessário a seleção das mesmas. De dois critérios possíveis para fazer esta seleção, a soma da abundância das 30 espécies mais comuns foi percentualmente mais representativa do que a soma das contribuições específicas com as diferenças (ou dissimilaridades) observadas. Selecionamos, pois, o grupo das 30 aves com maior quantidade de registros para a análise de ocupação dos ambientes. Estas

espécies representam pouco menos do que 20% das aves da EEI, e obtiveram abundâncias maiores do que 1.03% (equivalente a 100 indivíduos) dos registros.

A marreca-ananaí, ou pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*), apesar de ter sido a segunda espécie que mais influenciou as diferenças entre as assembleias estudadas, ocupa a 13ª posição em termos de abundância (tabela 1). Tal fato pode ser explicado pela alta preferência de habitat (figura 2), sendo importante ao caracterizar uma assembleia específica como uma das espécies dominantes e assim diferenciá-la das demais. A sanã-carijó (*Porzana albicollis*) distribuiu-se por mais ambientes que a marreca-ananaí, mesmo apresentando abundância pouco maior no mesmo ambiente. A asa-branca (*Patagioenas picazuro*) não foi observada em áreas sem estrato arbóreo desenvolvido, a não ser no campo limpo alagável em virtude da disponibilidade de água em poças. Já o pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*) se distribuiu por todos os ambientes campestres ou savânicos abertos (figura 2).

Das 30 mais abundantes, a ordem Passeriformes contribuiu com 26 espécies pertencentes a 12 famílias. Espécies como o tesoura-do-brejo (*Gubernetes yetapa*) e chopim-do-brejo (*Pseudoleistes guirahuro*) apresentaram um padrão de distribuição e abundância similares, por habitarem os mesmos tipos de habitat (figuras 3 e 7, respectivamente). O pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*) ocupou os campos, campo alagável e áreas úmidas de forma semelhante às espécies anteriores, porém habita também o cerrado denso.

Algumas espécies foram encontradas somente em fisionomias abertas de campos e savanas, como o tapaculo-de-colarinho (*Melanopareia torquata*), o papa-formigas-vermelho (*Formicivora rufa*), bico-de-pimenta (*Saltatricula*

*atricollis*), bandoleta (*Cypsnagra hirundinacea*) e a cigarra-do-campo (*Neothraupis fasciata*) (figuras 3 e 5). Com exceção da *Formicivora rufa*, as outras quatro espécies são endêmicas do domínio do Cerrado e ao mesmo tempo se encontram em alguma categoria de ameaça (São Paulo, 2009; IUCN, 2011; ver Anexo I).

Existem espécies típicas do Cerrado que evitam áreas abertas, ao passo que outras evitam áreas densas, porém todas pertencem ao mosaico de fisionomias que caracteriza este domínio (Sigrist, 2010). Da mesma forma, verificamos que algumas das espécies mais abundantes parecem evitar áreas campestres abertas, como o pitiguari (*Cyclarhis gujanensis*) e a saíra-amarela (*Tangara cayana*) (figuras 4 e 5), enquanto outras evitam ambientes de maior complexidade estrutural, como o tipio (*Sicalis luteola*) e marreca-ananaí (*Amazonetta brasiliensis*) (figuras 6 e 3, respectivamente). Como esperávamos, uma boa parte das espécies mais abundantes ocuparam vários tipos de ambientes. É comum o uso de fisionomias distintas por aves no Cerrado (Tubelis et al., 2006), característica esta que pode estar relacionada à história evolutiva das espécies no contexto paleobiogeográfico deste domínio, sempre caracterizado por grande diversidade de ambientes e localização no continente que facilita a influência de outros domínios morfoclimáticos e fitogeográficos (Silva e Santos, 2005).

Percebemos pelos modelos de resposta ao gradiente estrutural que cada espécie pode contribuir de sua maneira para o contexto das assembleias. A presença local de espécies florestais cujo modelo de resposta exhibe seu ótimo em fisionomias multi-estratificadas, como a saíra-amarela (*Tangara cayana*), ao mesmo tempo que o tipio (*Sicalis luteola*), cuja resposta indicada pelo modelo

sugere que o mesmo prefere habitar os campos limpos, é um reflexo da reconhecida diversidade de habitats e mosaicos nas paisagens da EEI. Uma vez que cada espécie tem seus requisitos ecológicos como direcionadores da ocupação dos ambientes (MacArthur et al., 1966), e mesmo que desempenhem a mesma função ecológica, a sobreposição total de nicho concomitante à coexistência espaço-temporal é um evento raro ou não existente na maioria das comunidades biológicas (Alcock, 2005), os resultados encontrados em escalas macroecológicas (i.e., comunidade) são, geralmente, reflexo da somatória da mesma variável em escalas menores (i.e., espécies) (MacArthur e MacArthur, 1961). Dessa forma, o padrão de resposta ao gradiente (figura 8) exibido pelas espécies selecionadas contribuiu para os resultados verificados não apenas neste, mas também em outros capítulos, pois a organização das assembleias de aves, ou seja, a composição e abundância de espécies nos ambientes amostrados, é limitada pela resposta de cada espécie ao gradiente e os elementos que o caracterizam. Acreditamos, portanto, que os padrões observados para as assembleias de aves são um reflexo direto das respostas de cada espécie, e a abundância destas influencia a magnitude desta relação.

As famílias que possuem o maior número de aves na lista das mais abundantes (tabela 1) são Thraupidae e Emberizidae. Também são as famílias com o maior número de espécies ameaçadas registradas em todo o estudo, com quatro e seis espécies, respectivamente. A família Tyrannidae também possui quatro espécies em algum nível de ameaça (ver Anexo I). Todavia, somente três espécies ameaçadas configuram no grupo das mais abundantes: bico-de-pimenta (*Saltatricula atricollis*), bandoleta (*Cypsnagra hirundinacea*) e cigarra-do-campo (*Neothraupis fasciata*), e todas elas são membros da família Thraupidae.

Silva e Souza (2005) sugerem que os padrões de abundância das espécies de interesse (e.g., aves endêmicas) e sua variação ao longo de uma região sejam utilizados para a definição de áreas prioritárias para a conservação do Cerrado. Ainda existem espécies ameaçadas e endêmicas do Cerrado que exibem altas abundâncias na EEI, um provável indicador de estabilidade, mesmo que temporária, destas populações na área. A conservação da EEI faz-se necessária não apenas como tentativa de salvar espécies raras que correm o risco de serem localmente extintas, mas também para manter as populações ainda saudáveis de espécies também de interesse ecológico/conservacionista. Levando-se em conta o futuro incerto dos processos naturais em virtude da acelerada e intensa exploração e degradação dos recursos naturais (Swetnam et al., 1999), espécies que, apesar de não serem endêmicas ou ameaçadas, promovem serviços ambientais únicos ou de alta relevância ecossistêmica, ou mesmo exibem preferência (e não exclusividade) por determinados habitats, deveriam receber maior atenção dos ecólogos e outros pesquisadores (Nicholson e Possingham, 2006). Sugerimos estudos mais detalhados sobre todas as aves que utilizam áreas da Estação Ecológica de Itirapina, não apenas as ameaçadas ou raras. Provavelmente o valor conservacionista desta UC se tornará ainda mais alto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOCK, J. 2005. **Animal behavior: an evolutionary approach**. 8ª ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer.
- BENCKE, GA.; MAURICIO, GN.; DEVELEY, PF. e GOERCK, JM. 2006. **Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil. Parte I – Estado do Domínio da Mata Atlântica**. Editora SAVE Brasil.
- HAMMER, Ø. 2011. **PAST, Paleontological Statistics: reference manual**. v.2.13.
- HAMMER, Ø.; HARPER, DAT e RYAN, PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9 pp. Disponível em <[paleoelectronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://paleoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)> Accessed [13/12/2012].
- IUCN, 2011. **IUCN Red List of Threatened Species**, version: 2011.1. <http://www.iucnredlist.org>. (Acessado em: 20/09/2011).
- KREBS, CJ. 1999. **Ecological methodology**. 2ª Ed. Menlo Park, Benjamin/Cummings.
- LIMPERT, E.; STAHEL, WA. e ABBT, M. 2001. Log-normal distributions across the sciences: Keys and clues. **Bioscience** 51: 341-352.
- MACARTHUR, RH. e MACARTHUR, JW. 1961. On bird species diversity. **Ecology**, 42: 594–598.
- MACARTHUR, RH., RECHER, H. e CODY, M. 1966. On the relation between habitat selection and species diversity. **American Naturalist**, 100: 319-322.
- MAGURRAN, A. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Princeton University Press.
- MAGURRAN, AE. 2004. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing Company.

- MOTTA-JUNIOR, JC; GRANZINOLLI, MAM. e DEVELEY, PF. 2008. Aves da estação ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 8(3): 207-227.
- NICHOLSON, E. e POSSINGHAM, HP. 2006. Objectives for multiplespecies conservation planning. **Conservation Biology** 20:871–88.
- RICKLEFS, RE. 2003. **A Economia da Natureza** (5ª edição). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- SÃO PAULO. 2009. **Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo: vertebrados**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.
- SCARIOTI, A.; SOUSA-SILVA, JC. e FELFILI, JM. 2005. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).
- SIGRIST, T. 2010. **Iconografia das aves do Brasil: Bioma Cerrado**, vol.1 Vinhedo: Avis Brasilis.
- SILVA, JMC. e SANTOS, MPD. 2005. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. *In*: SCARIOTI, A.; SOUSA-SILVA, JC. e FELFILI, JM. (Org.) **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).
- SWETNAM, TW.; ALLEN, CD. e BETANCOURT, JL. 1999. Applied historical ecology: using the past to manage for the future. **Ecological Applications** 9: 1189–1206
- TUBELIS, DP. e CAVALCANTI, RB. 2001. Community similarity and abundance of bird species in open habitats of a central brazilian cerrado. **Ornitologia Neotropical**, 12: 57–73.
- TUBELIS, D.P.; COWLING, A. e DONNELLY, C. 2006. The role of mixed-species flocks in the use of adjacent savannas by forest birds in central Cerrado, Brazil. **Austral Ecology** 31: 38–45.
- WEIHER, E. e KEDDY, P. 1999. **Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats**. Cambridge University Press.

ZANCHETTA, D. e DINIZ, FV. 2006. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina (SP, Brasil). **Revista do Instituto Florestal**, 18: 1-14.

ZAR, JH. 1999. **Biostatistical analysis**. 4ªed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

## **Capítulo 3**

### **Estruturação das assembleias de aves em campos limpos secos e alagáveis na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo\***

## RESUMO

O campo limpo é uma fisionomia vegetal característica do domínio do Cerrado. Um dos últimos remanescentes destes ambientes no estado de São Paulo se localiza na Estação Ecológica de Itirapina, considerada uma área de grande importância para as aves (IBA). De agosto de 2010 a julho 2011 investigamos uma parte fundamental da comunidade biológica destas áreas: as assembléias de aves que utilizam os campos limpos predominantemente secos (CLS), e sazonalmente alagáveis (CLA). Em nosso estudo, focamos em aspectos da estrutura das assembléias e buscamos por relações entre as aves e as alterações no ambiente. Registramos 76 espécies, das quais 23.7% se encontram em algum *status* de ameaça. Alguns aspectos estruturais básicos das assembléias se assemelham entre os ambientes, como a diversidade de espécies e as tendências de aumento da riqueza ao longo do ano, enquanto outros se diferem, como a riqueza registrada mensalmente, menor no CLA. Ao considerarmos a dimensão temporal, notamos diferenças na estrutura ao longo dos meses, dentro e entre os ambientes. Quando divididas em guildas, a estruturação das assembléias também se distinguiu. Identificamos algumas correlações significativas entre a presença e abundância de algumas guildas e variáveis ambientais influenciadas pela precipitação. Alterações na disponibilidade de recursos e de micro-habitats podem ser fatores relevantes para a estruturação das assembléias estudadas.

**Palavras-chave:** avifauna, Cerrado, micro-habitat, recurso alimentar, sazonalidade.

## **ABSTRACT**

The grasslands are characteristic physiognomies of the Brazilian Cerrado domain. One of last remnants of these threatened environments in São Paulo state is located in Itirapina Ecological Station, considered an Important Bird Area (IBA). From August 2010 until July 2011, we investigated a fundamental piece of the biological community: bird assemblages that use seasonally flooded grasslands, and predominantly dry grasslands. In our study we focused on aspects of assemblage structure, and possible relations between birds and environmental changes. We recorded 76 species, of which 23.7% are threatened. Some basic aspects of assemblages were similar between environments, as the diversity descriptors, and the tendency of increase richness during the same periods; while others tended to distinguish, as absolute richness recorded monthly (lower in seasonally flooded grasslands). Considering time dimension in analyses, we noted differences in structure over time, inside and between environments. When birds were grouped into guilds, the structure of assemblages was also different. We identified significant correlations between the abundance of some guilds and the environmental variables. Changing in availability of resources and microhabitats can be relevant factors to the structure and organization of studied bird assemblages.

**Keywords:** avifauna, grasslands, microhabitat, food resource, seasonality.

## INTRODUÇÃO

Determinados fatores presentes nos ambientes ou habitats (e.g., condições, recursos e interações entre componentes bióticos) podem servir como filtros que definem quais das espécies do *pool* regional poderão estar presentes em escala local (Keddy, 1992; Cornwell et al., 2006). Frequentemente estes fatores são inconstantes no tempo e no espaço, e as variações exibidas podem causar mudanças em processos ecológicos ao nível de indivíduos, populações e comunidades (Begon et al., 2006; Yang et al., 2008; Flesch e Steidl, 2010).

As variações sazonais dos componentes climáticos, como o aumento da pluviosidade, por exemplo, podem criar pulsos de disponibilidade de recursos que permitem a ocupação do ambiente por novas espécies ou o aumento da abundância das espécies que já existiam (Yang et al., 2008). Chesson et al. (2004) enfatizam que a variação temporal da precipitação pode criar “oportunidades temporárias de nicho”. Em ecossistemas marcados por intensa sazonalidade climática, como os do Cerrado brasileiro, as alterações ambientais decorrentes podem ser observadas com frequência em grande escala (Sarmiento, 1983; Ratter et al., 1997; Becerra et al., 2009).

O Cerrado é o segundo maior domínio fitogeográfico e morfoclimático em extensão da América do Sul (Ab'Saber, 1977; Scariot et al., 2005), além de ser a savana mais ameaçada e mais biodiversa do mundo (Klink e Machado, 2005), apontada por Myers et al. (2000) como um dos 25 *hotspots* mundiais com prioridade de conservação. Esse domínio comporta formações florestais, savânicas e campestres, cada qual com diferentes tipos fisionômicos (Coutinho,

1978; Ribeiro e Walter, 1998; Batalha, 2011). Historicamente, os ecossistemas campestres configuram dentre os mais ameaçados em diversas regiões do mundo (Filgueiras, 2002; Alho, 2005), principalmente por causa da facilidade de uso e ocupação (Stotz *et al.*, 1996; Bond e Parr, 2010).

No estado de São Paulo, boa parte das espécies de aves do domínio do Cerrado que habitam áreas campestres resiste apenas na Estação Ecológica de Itirapina. Esta é a Unidade de Conservação mais importante para a proteção destas aves no estado (São Paulo, 2009) e a única IBA (*Important Bird Area*) não localizada na região litorânea, de acordo com Bencke *et al.* (2006).

Em vista disso, no presente estudo objetivamos descrever e identificar possíveis mudanças em aspectos estruturais das assembleias de aves que utilizam os campos limpos sujeitos a alterações ambientais sazonais na Estação Ecológica de Itirapina, diferenciando dois ambientes: campos limpos predominantemente secos e sazonalmente alagáveis. Buscamos também investigar possíveis relações entre a estruturação das assembléias em guildas com a sazonalidade da variação de recursos e micro-habitats.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

A Estação Ecológica de Itirapina (EEI), situada nos municípios de Brotas e Itirapina, estado de São Paulo (coordenadas: 22°11'S - 22°15'S; e 47°51'O - 47°57'O), ocupa uma área de aproximadamente 2300 ha e abriga todas as formações vegetais do gradiente de cerrado *sensu lato* (segundo classificação de Coutinho, 1978), e também florestas ripárias (matas galerias e florestas paludosas) e campos úmidos. Esta Unidade de Conservação (UC) destaca-se por resguardar um dos maiores remanescentes de fisionomias campestres do domínio do Cerrado no estado (Zanchetta et al., 2006) e ser considerada uma IBA (*Important Bird Area*), apontada como prioridade de conservação, segundo Bencke e colaboradores (2006), devido ao número de espécies ameaçadas e endêmicas.

O clima da região é Cwa (de acordo com a classificação de Köppen, 1948), caracterizado por estações secas (abril a setembro) e chuvosas (outubro a março) geralmente bem definidas (Brasileiro et al., 2005; Zanchetta et al., 2006). Durante a época chuvosa, o substrato das porções mais baixas do gradiente topográfico e/ou mais próximos do lençol freático está sujeito a saturação hídrica, podendo haver a formação de lagoas ou brejos temporários. Já na época seca, o solo arenoso (predomínio do Neossolo Quartzarênico) sofre um intenso e progressivo ressecamento até o início da estação chuvosa seguinte (Silva, 2005; Tannus et al., 2006).

Os ambientes de interesse em nosso estudo são áreas campestres sem a presença de estrato arbustivo-arbóreo, nas quais predominam espécies herbáceas, principalmente gramíneas. Eles ocupam uma área aproximada de 120 ha dentro dos limites da UC. Nestes campos limpos, pode-se notar a diferença entre dois ambientes distintos: os campos limpos predominantemente secos; e os campos limpos onde o solo encharca e/ou formam-se lagoas temporárias durante a estação chuvosa. Apesar da aparente similaridade estrutural entre os ambientes, reforçada pelo *continuum* de gramíneas em áreas espacialmente contíguas, existem diferenças florísticas relevantes. Os campos alagáveis aparentemente são dominados por gramíneas do gênero *Andropogon*, especialmente *A. bicornis* e *A. leucostachyus*, enquanto os campos limpos secos aparentam ser mais homogêneos quanto a distribuição da riqueza de espécies (obs. pess.). As gramíneas acima citadas foram registradas por Tannus (2007) em locais onde o solo varia de úmido a saturado (i.e., nos campos úmidos) na EEI.

De acordo com a definição proposta pela convenção de Ramsar de 1971 (Ramsar Convention Secretariat, 2011), as regiões alagáveis amostradas em nosso estudo são categorizadas como zonas úmidas (*wetlands*), mesmo que a saturação ou inundação pontual seja um evento temporário. No presente trabalho, demos preferência ao uso do termo “campo limpo alagável” (CLA) em detrimento de zona úmida ou campo limpo úmido, uma vez que o nome expressa sua principal característica. Quanto aos campos limpos predominantemente secos (CLS), não há ressalvas sobre a nomenclatura.

### *Procedimentos em campo*

Selecionamos três áreas circulares de aproximadamente 3 ha em cada um dos dois ambientes de interesse, totalizando 6 pontos de amostragem, para a coleta sistematizada dos dados ao longo de 12 meses (de agosto de 2010 a julho 2011). Estas áreas foram definidas a partir da investigação em campo das maiores manchas de fisionomias campestres da EEI. Nenhuma área escolhida localiza-se a menos de 200 m de distância de outra e, nenhum ponto de amostragem das aves se localiza a menos do que 100 m da outra fisionomia.

Cada área selecionada foi amostrada uma vez por mês. Durante intervalos fixos de 15 minutos, registramos as aves que fizeram uso do ambiente de interesse no início da manhã (do nascer do sol até pouco antes das 10 horas) ou final da tarde (a partir das 16 horas até pouco antes do pôr do sol), períodos de maior atividade deste grupo. Com a finalidade de evitar efeitos de outras fisionomias na amostragem, os registros da avifauna foram limitados a uma área circular de cerca de 50m ( $\pm 10$ m) de raio (correspondente a 0.8ha) situada na região mais central dos *buffers* de 3 ha. Registros auditivos eram contabilizados como pertencentes a um indivíduo, mesmo para espécies que reconhecidamente vivem em grupos, exceto quando mais de uma vocalização era percebida ao mesmo tempo. Utilizamos binóculos e gravadores para o registro da avifauna, e GPS para mapeamento e demarcações iniciais, e mensalmente para a localização dos pontos de amostragem dentro das áreas selecionadas. A ordem taxonômica, nomes científicos e populares das espécies de aves seguem o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos CBRO (2011).

Para caracterizar e monitorar as mudanças no ambiente, distribuímos aleatoriamente, uma vez por mês, 20 parcelas de 2 x 2 m nas três áreas (em qualquer região dos *buffers*) em cada um dos dois ambientes amostrados. Esta coleta de dados ambientais foi independente daquela realizada no estudo exposto no Capítulo 1. Selecionamos seis variáveis para monitoramento em campo: (1) a porcentagem cobertura por gramíneas (e outras herbáceas); (2) a porcentagem de solo exposto; (3) a presença de lâmina d'água (de pequenas poças até lagoas); (4) a presença de ovos de anfíbios; (5) a presença de girinos; e (6) a presença de larvas de insetos. As variáveis 1 e 2 foram medidas em porcentagem em cada parcela, mas o valor final obtido para cada ambiente corresponde à média de todas as 20 parcelas amostradas mensalmente. Para as outras 4 variáveis, levamos em conta a presença/ausência em cada parcela e o valor final corresponde a porcentagem em que a variável ocorre no total das parcelas. Utilizamos dados de precipitação mensal na região como uma variável comum aos dois ambientes, os quais foram coletados na estação climatológica do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA) EESC/USP, localizada a 2 km da EEI.

A definição das guildas às quais as espécies pertencem foi realizada de acordo com o conceito original deste tipo de agrupamento funcional ecológico, o qual é amplamente discutido por Simberloff e Dayan (1991). O conceito diz respeito ao agrupamento de espécies, sem considerar a relação taxonômica entre elas, de acordo com o uso dos recursos no ambiente. Utilizamos o tipo preferencial de alimento e o micro-habitat de forrageio como base para a distinção das guildas neste estudo. Determinamos os micro-habitats de forrageio de acordo com a literatura (Stoz et al., 1996; Sick, 1997; Sigrist, 2006, 2010) e também a

partir das observações em campo. A classificação das espécies em relação aos hábitos alimentares foi baseada em Motta-Jr (1990), Sick (1997) e Sigrist (2006, 2010) e complementada e/ou adaptada a partir de registros em campo.

### *Análise de dados*

Todos os conjuntos de dados e tratamentos tiveram sua normalidade verificada pelos testes de Shapiro-Wilk e Lilliefors por meio do programa estatístico BioEstat (Ayres et al., 2007). Quando confirmada a normalidade, testes paramétricos foram utilizados.

A diversidade ( $H'$ ) foi comparada por meio do teste t específico para o índice de diversidade de Shannon (Hammer et al., 2001; Magurran, 2004). Outros descritores da composição e abundância de espécies, como o índice de dominância (D) e equitabilidade (J) (Zar, 1999; Magurran, 2004), foram comparados por meio do método *bootstrap* (Hammer et al., 2001). A composição das assembléias (por espécies ou por guildas) foi comparada entre os ambientes, levando em consideração cada mês, pelo método multivariado NPMANOVA com a correção de Bonferroni, o qual lida com mudanças na estrutura das comunidades biológicas ao longo do tempo ou de gradientes ambientais (Clarke, 1993; Hammer et al., 2001). A contribuição de cada guilda para as mudanças observadas entre os ambientes ao longo do tempo foi obtida pelo método multivariado SIMPER (*Similarity Percentage*), o qual fornece a média de “dissimilaridade (ou diferença) geral observada” entre todos os tratamentos e amostras, por meio da análise de similaridade (ANOSIM) e índice de Bray-Curtis (Clarke, 1993). Por ser um método voltado para análise de comunidades, oferece

também a contribuição de cada espécie com as diferenças observadas entre e dentro das amostras. Estas análises foram realizadas no programa PAST (Hammer et al., 2001).

Comparamos a variação da riqueza de espécies, entre os ambientes e ao longo do tempo, pelo teste de análise de variância (ANOVA, dois critérios), sendo que as amostras mensais foram pareadas. Em adição, um teste *a posteriori* (teste t) comparando as médias destes mesmos dados foi executado. A análise de componentes principais (PCA) nos indicou os fatores ambientais cujas variações obtiveram maior significância relativa dentre as variáveis. Correlacionamos, por meio do coeficiente de correlação de Pearson (Ayres et al., 2007), o índice de diversidade, riqueza e precipitação, e por fim utilizamos uma matriz de correlação entre diversas amostras (seis variáveis ambientais *versus* 22 guildas), uma para cada ambiente. Eliminamos algumas correlações: (1) as derivadas de conjuntos de dados com menos que quatro amostras, e (2) quando uma guilda se correlacionava com mais de duas variáveis, desconsideramos aquelas com menor força. Estas análises foram realizadas no programa BioEstat (Ayres et al., 2007).

## RESULTADOS

Foram 76 as espécies de aves que utilizaram as áreas amostradas. No campo limpo predominantemente seco (CLS) registramos 56 aves, e no campo limpo sazonalmente alagável (CLA) 58 aves. Estavam presentes em ambos os ambientes 38 espécies (50% do total), enquanto 20 (26.3%) foram exclusivas do CLA, e 18 (23.7%) do CLS (tabela 1).

Não foi constatada diferença estatística significativa ao compararmos o índice de diversidade das assembléias, considerando todo o período amostrado (CLS  $H' = 3.04$ ; CLA  $H' = 3.02$ ;  $t = 0.231$ ,  $df = 1877.5$ ,  $P = 0.816$ ). Outros descritores, como a dominância (CLS  $D = 0.090$ ; CLA  $D = 0.085$ ; *bootstrap*  $P = 0.207$ ) e equitabilidade (CLS  $J = 0.762$ ; CLA  $J = 0.752$ ; *bootstrap*  $P = 0.425$ ) também não apresentaram diferenças.

Entretanto, usando dados qualitativos ao longo do tempo, verificamos que as assembléias dos ambientes são diferentes ( $F = 2.694$ ,  $P = 0.002$ ). Uma vez verificada a diferença temporal entre as assembléias, investigamos quais aspectos estruturais das assembléias foram mais influenciados e de que forma. A precipitação foi considerada a variável ambiental mais importante na caracterização das amostras e também como a precursora de outras mudanças no ambiente, medidas neste estudo. Ela foi apontada como o componente principal de mudança entre os fatores ambientais e configura como uma variável importante para ambos os ambientes, sendo responsável por 88.23% da variação registrada no CLS, e 85.83% no CLA. A precipitação também se correlacionou

positivamente com outras variáveis ambientais (água superficial, larvas de insetos, ovos de anfíbios e girinos).

**Tabela 1.** Lista das aves registradas nos campos limpos secos (CLS) e campos limpos alagáveis (CLA) da Estação Ecológica de Itirapina. Os valores correspondem à abundância relativa de cada espécie em cada ambiente. Os acrônimos das guildas podem ser consultados pela Tabela 2. O status de conservação de cada espécie está de acordo com a Lista Vermelha (LV) do estado de São Paulo (2009) e IUCN (2011), sendo NT: quase ameaçado, VU: vulnerável, EN: em perigo, CR: criticamente em perigo. Endemismo do domínio Cerrado (EC) de acordo com Silva (1997), Cavalcanti (1999), e Silva e Bates (2002). \*Aves que habitam formações campestres facultativamente (Vickery et al., 1999; Bagno e Marinho-Filho 2001), \*\*Aves fortemente associadas a formações campestres (Vickery et al., 1999; Bagno e Marinho-Filho, 2001; São Paulo 2009). Migração (<sup>M</sup>) segundo Sick (1997), Motta-Jr et al. (2008) e Willis (2004).

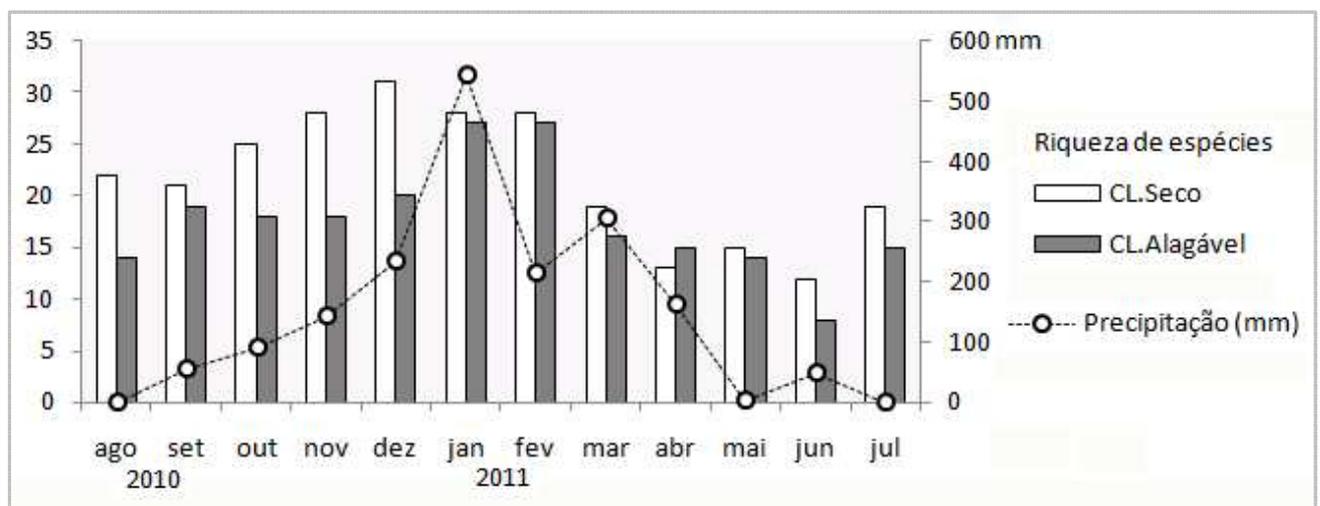
Família	Espécie	Guilda	CLS	CLA	Status LV/IUCN
Rheidae	<i>Rhea americana</i> *	T-Omn	0,003	-	CR/NT
Tinamidae	<i>Crypturellus parvirostris</i> *	T-Omn	0,004	-	-
	<i>Rhynchotus rufescens</i> **	T-Omn	0,016	0,008	VU
	<i>Nothura maculosa</i> **	T-Omn	0,002	-	-
Anhimidae	<i>Anhima cornuta</i>	AqT-FitOmn	-	0,002	CR
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	AqT-FitOmn	-	0,05	-
	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	AqT-FitOmn	0,002	0,218	-
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i> <sup>M</sup>	AqT-Car	-	0,019	NT
Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	AqT-Car	-	0,001	-
	<i>Ardea cocoi</i>	AqT-Car	-	0,004	-
	<i>Ardea alba</i>	AqT-Car	-	0,01	-
	<i>Syrigma sibilatrix</i> *	AqT-InsCar	-	0,019	-
	<i>Egretta thula</i>	AqT-InsCar	-	0,004	-
Threskiornithidae	<i>Theristicus caudatus</i> *	AqT-InsCar	-	0,021	-
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> *	T-Det	-	0,002	-
Falconidae	<i>Caracara plancus</i> *	T-CarDet	-	0,003	-
	<i>Milvago chimachima</i> *	T-CarDet	0,001	-	-
Rallidae	<i>Micropygia schomburgkii</i> *	T-Ins	0,001	-	CR
	<i>Aramides cajanea</i>	T-Omn	-	0,001	-
	<i>Amaurolimnas concolor</i>	T-Omn	-	0,001	-
	<i>Porzana albicollis</i> *	T-Omn	0,027	0,031	-
	<i>Pardirallus nigricans</i>	AqT-Omn	-	0,003	-
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i> *	T-InsCar	0,014	0,005	-
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> **	T-InsCar	-	0,041	-
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	AqT-Omn	-	0,01	-
Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i> *	T-Gra	-	0,003	-
	<i>Zenaida auriculata</i> *	T-Gra	0,015	-	-
Cuculidae	<i>Tapera naevia</i> *	HerT-InsCar	0,001	-	-
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i> **	T-InsCar	-	0,011	-
Trochilidae	<i>Eupetomena macroura</i>	H-Neclns	0,002	0,002	-
	<i>Colibri serrirostris</i>	H-Neclns	0,002	0,002	-
	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	H-Neclns	0,001	-	-
	<i>Hylocharis chrysura</i>	H-Neclns	0,003	-	-
Picidae	<i>Colaptes campestris</i> *	T-Ins	0,021	0,002	-
Melanopareiidae	<i>Melanopareia torquata</i> *	HerT-Ins	0,021	0,008	EN (EC)
Furnariidae	<i>Synallaxis frontalis</i>	H-Ins	0,001	-	-
	<i>Synallaxis albescens</i> *	H-Ins	0,027	0,009	NT
	<i>Synallaxis spixi</i>	H-Ins	0,004	0,002	-
Rynchocyclidae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	H-Ins	0,001	-	-

Tabela 1. Continuação...

Família	Espécie	Guilda	CLS	CLA	Status LV/IUCN
Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	H-Ins	0,003	-	-
	<i>Elaenia flavogaster</i>	HerAer-Ins	0,001	-	-
	<i>Elaenia chiriquensis</i> * <sup>M</sup>	HerAer-Ins	0,001	0,002	-
	<i>Culicivora caudacuta</i> **	H-Ins	0,005	0,004	CR/VU
	<i>Polystictus pectoralis</i> **	H-Ins	0,005	0,003	CR/NT
	<i>Serpophaga subcristata</i>	H-Ins	0,001	0,001	-
	<i>Tyrannus savana</i> * <sup>M</sup>	HerAer-Ins	0,008	0,001	-
	<i>Myiophobus fasciatus</i>	H-Ins	0,002	-	-
	<i>Gubernetes yetapa</i> *	HerAer-Ins	0,014	0,024	-
	<i>Alectrurus tricolor</i> ** <sup>M</sup>	H-Ins	0,016	0,004	CR/VU
	<i>Xolmis cinereus</i> * <sup>M</sup>	H-Ins	0,004	0,003	-
<i>Xolmis velatus</i> * <sup>M</sup>	H-Ins	-	0,001	-	
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> *	Aer-Ins	0,009	-	-
	<i>Alopochelidon fucata</i> *	Aer-Ins	0,014	0,015	-
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> * <sup>M</sup>	Aer-Ins	0,02	0,009	-
	<i>Tachycineta leucorrhoa</i> *	Aer-Ins	0,003	-	-
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	H-Ins	0,001	0,001	-
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	HerT-InsOmn	0,01	0,001	-
Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i> **	T-Ins	0,004	0,002	-
Thraupidae	<i>Saltatricula atricollis</i> *	HerT-Gra/Ins	0,053	0,01	VU (EC)
	<i>Cypsnagra hirundinacea</i> *	H-InsOmn	0,004	-	EN (EC)
	<i>Neothraupis fasciata</i> *	HerT-InsOmn	0,022	0,007	EN/NT(EC)
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i> *	HerT-Gra/Ins	0,009	0,001	-
	<i>Ammodramus humeralis</i> **	HerT-Gra/Ins	0,069	0,053	-
	<i>Sicalis citrina</i> *	HerT-Gra	0,022	0,008	NT
	<i>Sicalis luteola</i> ** <sup>M</sup>	HerT-Gra	0,245	0,108	-
	<i>Emberizoides herbicola</i> **	HerT-Gra/Ins	0,082	0,084	-
	<i>Emberizoides ypiranganus</i> **	H-GraIns	0,007	0,005	VU
	<i>Volatinia jacarina</i> *	HerT-Gra	0,086	0,055	-
	<i>Sporophila plumbea</i> ** <sup>M</sup>	H-Gra	0,01	0,002	EN
	<i>Sporophila caerulea</i> * <sup>M</sup>	H-Gra	0,055	0,012	-
	<i>Sporophila leucoptera</i> * <sup>M</sup>	H-Gra	0,002	0,005	-
	<i>Sporophila bouvreuil</i> ** <sup>M</sup>	H-Gra	0,012	0,006	VU
<i>Sporophila palustris</i> ** <sup>M</sup>	H-Gra	-	0,001	CR/EN	
Parulidae	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	H-Ins	0,007	0,007	-
Icteridae	<i>Pseudoleistes guirahuro</i> **	HerT-Gra/Ins	0,016	0,067	-
	<i>Molothrus bonariensis</i> *	HerT-Gra/Ins	0,007	-	-

Não obtivemos correlação significativa entre diversidade (H') e pluviosidade ao longo das estações em nenhum dos ambientes (CLS  $r = 0.476$ ,  $R^2 = 0.226$ ,  $P = 0.117$ ; CLA  $r = 0.263$ ,  $R^2 = 0.069$ ,  $P = 0.408$ ). Mas, a análise da riqueza indicou que o número de espécies observadas a cada mês nos CLAs se correlacionou positivamente com a pluviosidade, contudo essa tendência não foi significativa

nos CLSs (CLS  $r = 0.473$ ,  $R^2 = 0.224$ ,  $P = 0.12$ ; CLA  $r = 0.688$ ,  $R^2 = 0.472$ ,  $P = 0.013$ ). Mesmo assim, a riqueza amostrada mensalmente em ambas as áreas se correlacionou positivamente ( $r = 0.778$ ,  $R^2 = 0.606$ ,  $P = 0.003$ ). Quando comparada a variância da riqueza a partir do pareamento de amostras, verificamos diferenças significativas tanto entre as áreas ( $F = 12.898$ ,  $P = 0.0003$ ; i.e., a quantidade de registros não é a mesma entre os ambientes), quanto entre os meses ( $F = 7,613$ ,  $P = 0,0015$ ; i.e., dentro de cada ambiente existe variação mensal na quantidade de espécies amostradas). Um teste *post hoc* a este indicou que a média de espécies observadas é distinta ( $T = 3,591$ ,  $P = 0,0042$ ), sendo menor no CLA. As tendências da riqueza e da precipitação mensal estão expressas na figura 1.



**Figura 1.** Gráfico da riqueza de espécies por ambiente, e precipitação mensal.

As 76 aves registradas foram distribuídas em 22 guildas. Os campos limpos secos foram representados por 18 guildas e os campos alagáveis por 20. A quantidade de espécies presentes em cada guilda, em cada ambiente, está representada na tabela 2, assim como os respectivos acrônimos. Existem diferenças significativas entre a estruturação das guildas nas diferentes áreas ao longo do ano ( $F = 2.781$ ,  $P = 0.0038$ ). A diferença (ou dissimilaridade média geral) da contribuição de cada guilda entre os ambientes ao longo dos meses, em termos de espécies e indivíduos que as compõem, foi de 52.96%. Este valor é proporcionalmente decomposto para as guildas, indicando assim a contribuição de cada uma para a variação total (tabela 2). Finalmente, buscamos evidências de que as tendências de diminuição ou aumento da abundância das guildas se relacionam com as variações de alguns elementos ambientais, classificados em recursos alimentares e/ou micro-habitats. Os resultados estatisticamente significativos se encontram na tabela 3.

**Tabela 2.** Guildas e o respectivo número de espécies pertencentes a cada uma em todo o estudo, por ambiente, ou em ambos os ambientes. Apresentamos o acrônimo das guildas, utilizado no texto e em outras tabelas. Os valores da última coluna indicam a contribuição de cada guilda com a dissimilaridade geral (igual a 52.96%), obtido pelo procedimento SIMPER (*Similarity Percentage*).

Habitat de forrageio	Alimentação	Acrônimo	Número de espécies				SIMPER
			Total	Por ambiente			
				CLS	CLA	Ambos	
Aquático-Terrestre úmido	carnívoro	AqT-Car	4	0	4	0	1.36
	fitófago/onívoro	AqT-FitOmn	3	1	3	1	7.46
	insetívoro/carnívoro	AqT-InsCar	3	0	3	0	2.01
	onívoro	AqT-Omn	2	0	2	0	0.62
Terrestre	carnívoro/detritivo	T-CarDet	2	1	1	0	0.23
	detritívoro	T-Det	1	0	1	0	0.15
	granívoro	T-Gra	2	1	1	0	0.86
	insetívoro	T-Ins	3	3	2	2	1.36
	insetívoro/carnívoro	T-InsCar	3	1	3	1	2.35
	onívoro	T-Omn	7	5	4	2	1.89
Herbáceo-Terrestre	granívoro	HerT-Gra	3	3	3	3	13.93
	granívoro/insetívoro	HerT-Gra/Ins	6	6	5	5	5.78
	insetívoro	HerT-Ins	1	1	1	1	1.08
	insetívoro/carnívoro	HerT-InsCar	1	1	0	0	0.06
	insetívoro/onívoro	HerT-InsOmn	2	2	2	2	1.92
Herbáceo	granívoro	H-Gra	5	4	5	4	3.65
	granívoro/insetívoro	H-GraIns	1	1	1	1	0.46
	insetívoro	H-Ins	14	13	10	9	3.17
	insetívoro/onívoro	H-InsOmn	1	1	0	0	0.26
	nectarívoro/insetívoro	H-NecIns	4	4	2	2	0.57
Herbáceo-Aéreo	insetívoro	HerAer-Ins	4	4	3	3	1.18
Aéreo	insetívoro	Aer-Ins	4	4	2	2	2.61

**Tabela 3.** Correlações significativas entre as variáveis ambientais e as guildas para cada ambiente.

Ambiente/Variável ambiental		Guildas	Resultados das correlações
CLS	Cobertura por gramíneas	x HerT-InsOmn	$r = 0.66; R^2 = 0.43; P = 0.019$
		x H-Ins	$r = 0.59; R^2 = 0.35; P = 0.04$
CLS	Solo exposto	x T-Omn	$r = -0.58; R^2 = 0.34; P = 0.047$
CLA	Água superficial	x AqT-Car	$r = 0.60; R^2 = 0.40; P = 0.027$
		x AqT-InsCar	$r = 0.63; R^2 = 0.40; P = 0.027$
		x AqT-Omn	$r = 0.74; R^2 = 0.40; P = 0.027$
		x T-InsCar	$r = 0.65; R^2 = 0.40; P = 0.027$
		x T-Omn	$r = 0.61; R^2 = 0.40; P = 0.027$
CLA	Ovos de anfíbios	x T-Omn	$r = 0.65; R^2 = 0.42; P < 0.022$
CLA	Girinos	x AqT-InsCar	$r = 0.59; R^2 = 0.35; P < 0.04$
CLA	Larvas de insetos	x AqT-FitOmn	$r = 0.69; R^2 = 0.47; P < 0.013$
		x AqT-InsCar	$r = 0.62; R^2 = 0.39; P < 0.029$
		x AqT-Omn	$r = 0.72; R^2 = 0.52; P < 0.008$
		x T-InsCar	$r = 0.71; R^2 = 0.50; P < 0.01$

## DISCUSSÃO

Quase um terço (32.9%) das 231 espécies de aves registradas por Willis (2004) e Motta-Jr et al., (2008) para a Estação Ecológica de Itirapina foram encontradas nos campos limpos secos e alagáveis estudados. Muitas dessas espécies (18 aves, 23.7 % do total registrado em nosso estudo) encontram-se sob algum nível de ameaça de acordo com a lista da IUCN (2011) e/ou a lista vermelha do estado de São Paulo (2009). Adicionalmente, 15 espécies têm forte associação com as formações vegetais campestres e quatro são endêmicas do domínio do Cerrado (ver Anexo I).

De acordo com Motta-Jr et al. (2008), a presença do elevado número de espécies de interesse conservacionista (ameaçadas e/ou endêmicas) na região está ligada justamente ao predomínio de fisionomias campestres na área da EEI. Dessa forma, fica mais evidente a importância de se conservar estes habitats singulares para a avifauna local e, conseqüentemente, para a manutenção do patrimônio regional de espécies. Entretanto, há um agravante contra a preservação destas aves ameaçadas e/ou endêmicas: os ambientes campestres são habitats ameaçados em âmbito nacional (Olmos, 2005; Bond e Parr, 2010). No estado de São Paulo, onde 95% das áreas cobertas por formações campestres naturais foram destruídas nas últimas décadas (Bencke et al., 2006), a Estação Ecológica de Itirapina é um dos últimos remanescentes protegidos por lei que abrigam estes tipos fisionômicos (Zanchetta et al., 2006).

Apesar de aparentemente similares em termos visuais, enquanto elementos na escala de paisagem, em especial devido ao *continuum* do estrato

herbáceo, os tipos de campos limpos (CLSs e os CLAs) possuem características singulares que os diferenciam, não apenas no período de máximo pluviométrico. A estrutura, quando investigada em menor escala, indica haver diferenciação em termos de disponibilidade de microhabitats (e.g., solo exposto ou presença de lâmina d'água) e recursos. Dessa forma, ao considerarmos os dois como ambientes distintos, esperávamos encontrar também diferenças quanto à diversidade de aves. Contudo, o índice de diversidade não se mostrou significativamente distinto entre estes ecossistemas espacialmente contíguos, assim como a dominância e a equitabilidade. Este resultado se deve ao fato destes descritores de comunidade considerarem apenas a riqueza de espécies e abundância delas (Zar, 1999; Magurran, 2004), sendo que cada espécie é representada por um único valor absoluto. Então, se houve substituição de espécies entre os ambientes, e ao longo dos meses em cada um, isso significa que para o cálculo dos índices apenas trocou-se um determinado valor numérico por outro (o qual pode ser muito similar), e assim não se identifica a mudança qualitativa. Estas análises não foram sensíveis às mudanças qualitativas. Entretanto, estes descritores de diversidade mostraram que há muito em comum na forma como as assembléias do CLS e do CLA se estruturam em termos de proporção das espécies mais abundantes, intermediárias e raras. A falta de correlação significativa entre o  $H'$  registrado mensalmente nos dois ambientes e a pluviosidade, e a correlação positiva entre a diversidade de cada ambiente, reforçam a idéia da similaridade deste aspecto estrutural, uma vez que ambos ambientes exibem as mesmas tendências de diversidade ao longo do tempo.

A substituição de espécies ocorreu ao longo dos meses no CLS, mas foi mais evidente no CLA. A sazonalidade é uma característica marcante das

savanas neotropicais (Sarmiento, 1983). As variações temporais cíclicas do clima, principalmente as relacionadas à periodicidade das chuvas, foram acompanhadas por variações na estrutura das assembléias de aves estudadas. Este fato também foi observado nas comunidades vegetais presentes na EEI por Tannus (2007), que encontrou correlações significativas entre a porcentagem de cobertura, brotamento, floração e senescência de espécies vegetais com a pluviosidade, e concluiu que há uma grande variação na estrutura fisionômica dos campos entre períodos de seca e chuva.

Em nosso estudo, o aumento da riqueza de espécies no CLA se correlacionou com a pluviosidade. Acreditamos que a formação de determinados microhabitats (e.g., lagoas temporárias) possa explicar parte destes resultados uma vez que estes locais sustentam, mesmo que apenas por um determinado período do ano, espécies com exigências relacionadas à presença de água superficial, como as dependentes e semi-dependentes de ambientes aquáticos. Entretanto, não identificamos relação significativa no CLS. Neste ambiente houve um aumento na riqueza mensal registrada nos três meses anteriores ao início do máximo pluvioso de seis meses, que durante este estudo se iniciou em novembro de 2010 e terminou em abril de 2011 (ver figura 1). Provavelmente, a chegada de espécies migratórias nos meses de agosto e setembro pode ter contribuído para este resultado, apesar de que algumas espécies migratórias persistem na EEI mesmo nos meses mais secos. Neste estudo registramos indivíduos de algumas espécies tradicionalmente consideradas migratórias (e.g., *Elaenia chiriquensis*, *Alectrurus tricolor*) nos CLSs durante os meses mais secos (inverno) na EEI, fato também constatado por Reis (2011) em anos anteriores na mesma UC.

A riqueza entre as áreas se correlacionou positivamente, isto é, este aspecto estrutural das assembléias quando sofre mudanças, o faz de forma similar entre ambos os ecossistemas da mesma fisionomia. Contudo, a análise de variância revelou diferenças na riqueza tanto entre ambientes quanto ao longo do tempo. Isso indica que cada assembléia pode responder distintamente às mudanças ambientais na escala temporal (substituição de espécies ou guildas), mas manter uma similaridade em padrões de resposta específicos (proporção ou abundância relativa das espécies ou guildas). Encontramos também diferença significativa entre a quantidade média de espécies registradas mensalmente no CLS e CLA (teste complementar ao anterior). De forma inesperada, o CLA possui as menores médias de riqueza mensal, ao passo que conta com vinte espécies exclusivas e maior riqueza observada ao longo do ano (duas a mais que o CLS). Assim, torna-se ainda mais evidente que a substituição de espécies é um importante processo que caracteriza a maneira como se estruturam as assembléias dos campos limpos, e que ocorre de forma mais intensa nas áreas alagáveis.

Como sugerido na literatura, a estruturação das assembléias ou comunidades pode ser mais bem compreendida se abordada a partir de níveis de organização maiores (Brooks et al., 1998) como por exemplo as guildas, cujas respostas funcionais às variações ambientais são mais evidentes (Croonquist e Brooks, 1991; O'Connel et al., 2000). As correlações significativas obtidas entre guildas e variáveis ambientais podem não representar uma relação direta na natureza, mas ser fruto do acaso ou de correlações triplas, havendo uma possível terceira variável não considerada. Por isso tentamos embasar a discussão

confrontando todos os dados e resultados obtidos com os dados da literatura, além das observações pessoais em campo.

As guildas de aves aquáticas (aves insetívoro-carnívoras, fitófago-onívoras e onívoras), registradas nas lagoas temporárias do CLA, se correlacionaram positivamente com a presença de larvas de insetos e, insetívoro-carnívoras com a presença de girinos. Ambos, larvas de insetos e girinos (e até mesmo seus respectivos adultos), podem ser usados como recursos pelas aves que pertencem a estas guildas (Moojen et al., 1941; Telino Jr. et al., 2003). Existem registros na literatura de predação de anuros por aves (Crump e Vaira, 1991; Johansson, 2008; Silva e Giaretta, 2008), inclusive de algumas que podem comer anuros venenosos, como por exemplo, as aves da família Ardeidae (garças e socós) e Threskiornithidae, como a curicaca, *Theristicus caudatus* (Sick, 1997; França et al., 2004). Muitos estudos também afirmam que a emergência de insetos aquáticos influencia a presença e abundância de muitas aves e que estes são importantes recursos para elas (Gray, 1993; Power e Rainey, 2000; Murakami and Nakano, 2002; Iwata et al., 2003; Langcore et al., 2006). De acordo com Sick (1997), artrópodes são essenciais para aves aquáticas (e.g., aves da família Anatidae, os patos), especialmente no período reprodutivo. Analogamente, as larvas de insetos (ou adultos emergentes) também podem ser um recurso usado por aves terrestres insetívoras-carnívoras, e uma correlação significativa entre elas foi encontrada neste estudo.

A água superficial das lagoas temporárias pode ser utilizada pelas aves como um recurso e um habitat, às vezes simultaneamente, e, além disso, pode ter influência sobre a presença e abundância de outros recursos (presas da aves). A disponibilidade de ovos de anfíbios, girinos e larvas de insetos teve uma

correlação positiva com a precipitação mensal. Brasileiro et al. (2005) enfatiza a relação entre a presença de anfíbios e períodos chuvosos na EEI. O período reprodutivo destes animais, segundo a autora e seus colaboradores, é sempre limitado a esta época do ano, com exceção de uma única espécie que se reproduz ao longo de todo o ano. Muitas espécies de anuros registradas e descritas em seu estudo na EEI se reproduzem nas lagoas temporárias dos campos limpos (Brasileiro et al., 2005). Por este motivo, estes microhabitats podem representar uma fonte concentrada, porém efêmera, de recursos alimentares para algumas guildas de aves.

Aves que forrageiam no estrato herbáceo/terrestre e são insetívoro-onívoras se correlacionaram positivamente com o aumento da cobertura por gramíneas nos CLSs, seu microhabitat de forrageio. Aves terrestres onívoras se correlacionaram com ovos de anfíbios no CLA, provavelmente um recurso pontual para algumas destas aves.

Quanto aos microhabitats que analisamos, além da importância estrutural enquanto parte de uma fisionomia vegetal, faz-se necessário ressaltar o uso dos mesmos como recursos pelas aves (i.e., torna-se indisponível a outros indivíduos durante o uso, Alcock 2005). Ricklefs e Hainsworth (1968) mostram que uma espécie pode ser dependente de determinados microhabitats não para o forrageio, mas sim para regulação térmica como resposta a temperaturas e insolação elevadas. Tanto a cobertura pelo estrato herbáceo (majoritariamente gramíneas) quanto a presença de água superficial podem atuar como fatores decisivos para o uso de determinada área em detrimento de outras (e.g., solo exposto) em vista de suas condições favoráveis a algumas espécies ou guildas em determinados períodos do ciclo das chuvas ou mesmo em um ciclo diário. Um

exemplo disto é o uso de buracos e galerias de mamíferos da EEI por um pequeno pássaro de áreas campestres também registrado por nós, a *Melanopareia torquata*, provavelmente em busca de refúgio contra as condições climáticas da região, onde a amplitude da temperatura diária varia de 13°C a 20°C no verão, em média (Kanegae e Reis, 2011).

Quando as lagoas temporárias se formam no CLA, também se formam comunidades que podemos denominar de climáticas transitórias (Ricklefs, 2003), pois há sucessão de ocupação por espécies de aves e suas respectivas abundâncias, de acordo com o nível de alagamento/ressecamento destas lagoas e disponibilidade de outros recursos originados ou distribuídos principalmente nelas. Tais comunidades que ocorrem em lagoas temporárias também podem ser chamadas de ‘comunidades discretas’, as quais existem somente durante o período em que as condições necessárias para sua estruturação estejam disponíveis (Wilbur, 1997). Também identificamos alguns *tradeoffs* nas assembléias de aves. Enquanto algumas guildas aquáticas ampliaram sua riqueza de espécies nos campos alagados, outras guildas reduziram o número de espécies (ver tabela 1), e algumas até desapareceram (e.g., aves do estrato herbáceo e solo, ou terrestres insetívoro-carnívoras, como a coruja-buraqueira *Athene cunicularia*). Aves aquáticas permaneceram nos CLAs apenas durante o período de alagamento, como o cabeça-seca (*Mycteria americana*), registrado pela primeira vez na EEI e observado somente dentro das lagoas temporárias. Apenas uma espécie pertencente às guildas aquáticas, a marreca pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*), foi registrada em CLS. Insetívoros do estrato herbáceo reduziram sua abundância nos CLAs durante o período chuvoso, como o galito (*Alectrurus tricolor*) e o uí-pi (*Synallaxis albescens*). Algumas aves raras e

ameaçadas, como a ema (*Rhea americana*) e maxalalagá (*Micropygia schomburgkii*) apenas apareceram no CLS, e outras como a anhuma (*Anhima cornuta*) e o caboclinho-de-papo-branco (*Sporophila palustris*) foram registradas somente nos CLAs (tabela 1).

O presente trabalho demonstrou que a sazonalidade, evidenciada por alterações em elementos do ambiente, pode ter efeitos sobre as assembléias de aves que habitam os campos limpos da EEI ao longo do tempo, contribuindo com as variações na riqueza e abundância de espécies e de guildas de aves. Ao mesmo tempo, se evidenciou a importância dos campos limpos secos e alagáveis para as aves de interesse conservacionista e igualmente para a manutenção do patrimônio de espécies regional.

Buscar compreender como determinada comunidade biológica se estrutura, a partir de suas assembléias, permeia a necessidade de conservação das áreas naturais. Em um contexto no qual as mudanças são constantes, a capacidade de se prever alterações em grupos ecológicos característicos de ecossistemas ameaçados pode resultar na ampliação da eficiência de ações interventivas a favor da conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, AN. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfologia**, vol.53 p.1-23
- ALCOCK, J. 2005. **Animal behavior: an evolutionary approach**. 8ª ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer.
- ALHO, CJR. 2005. Desafios para a conservação do Cerrado face às atuais tendências de uso e ocupação. *In*: Scarioti, A., Sousa-Silva, JC. e Felfili, JM. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).
- AYRES, M., AYRES JR., M., AYRES, DL. e SANTOS, AS. 2007. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Sociedade Civil de Mamirauá, CNPq.
- BAGNO, MA. e MARINHO-FILHO, J. 2001. A avifauna do Distrito Federal: uso de ambientes abertos e florestais e ameaças. *In*: Ribeiro, J.F., Fonseca, CEL. e Sousa-Silva, JC. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. EMBRAPA, Platina, p. 495-528.
- BATALHA, MA. 2011. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotropica**, 11(1): 1-4.
- BECERRA, JAB., SHIMABUKURO, YD. e ALVALÁ, RCS. 2009. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de Cerrado da Amazônia legal, usando índices espectrais de vegetação. **Revista Brasileira de Meteorologia** 24(2): 125-134.
- BEGON, M., TOWNSEND, CR. e HARPER, JL. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems** 4<sup>th</sup> Ed. Oxford: Blackwell Publishing.
- BENCKE, GA., MAURICIO, GN., DEVELEY, PF. e GOERCK, JM. 2006. **Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil. Parte I – Estados do Domínio da Mata Atlântica**. Editora SAVE Brasil.
- BOND, JW. e PARR, CL. 2010. Beyond the forest edge: Ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. **Biological Conservation** 143: 2395-2404.

- BRASILEIRO, CA., SAWAYA, R.J., KIEFER, MC. e MARTINS, M. 2005. Anfíbios de um fragmento de Cerrado aberto do sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, vol.5 no.2 p.1-17
- BROOKS, RP., O'CONNELL TJ., WARDROP, DH. e JACKSON, LE. 1998. Towards a regional index of biological integrity: the example of forested riparian systems. **Environmental Monitoring and Assessment**, 51: 131–143.
- CAVALCANTI, RB. 1999. Bird species richness and conservation in the cerrado region of central Brazil. **Studies in Avian Biology** 19: 244-249.
- CAVALCANTI, RB., VICKERY, PD. e HERKERT, JR. 1999. Bird species richness and conservation in the Cerrado region of Central Brazil. Ecology and conservation of grassland birds of the Western Hemisphere. **Studies in Avian Biology**, 19: 244–249.
- CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos) 2011. **Listas das aves do Brasil**. <http://www.cbro.org.br> (acesso em 10/09/2010).
- CHESSON, P., GEBAUER, RLE., SCHWINNING, S., HUNTLY, N., WIEGAND, K., ERNEST, MSK., SHER, A., NOVOPLANSKY, A. e WELTZIN, JF. 2004. Resource pulses, species interactions, and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. **Oecologia** 141: 236–253.
- CLARKE, KR. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, 18: 117-143.
- COUTINHO, LM. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1(1): 17-23.
- CORNWELL, WK., SCHWILK, DW. e ACKERLY, DD., 2006. Trait-based test for habitat filtering: convex hull volume. **Ecology**, 87: 1465-1471.
- CROONQUIST, MJ. e BROOKS, RP. 1991. Use of avian and mammalian guilds as indicators of cumulative impacts in riparian-wetland areas. **Environmental Management**, 15: 701–714.
- CRUMP, ML. e VAIRA, M. 1991. Vulnerability of *Pleurodema Borelli* tadpoles to an avian predator: effect of body size and density. **Herpetologica**, 47(3): 316-321.

- FILGUEIRAS, TS. 2002. Herbaceous Plant Communities. *In*: OLIVEIRA, PS. e MARQUIS, RJ. **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press.
- FLESCH, AD. e STEIDL, RJ. 2010. Importance of environmental and spatial gradients on patterns and consequences of resource selection. **Ecological Applications**, 20(4): 1021–1039.
- FRANÇA, LF., FACURE, KG. e GIARETTA, AA. 2004. Trophic and special niche of two large sized species of *Leptodactylus* (Anura) in southeastern Brazil. **Studies of Neotropical Fauna and environment**, 39: 243-248.
- GRAY LJ. 1993. Response of insectivorous birds to emerging aquatic insects in riparian habitats of a tallgrass prairie stream. **American Midland Naturalist**, 129: 288–300.
- HAMMER, Ø.; HARPER, DAT e RYAN, PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9 pp. Disponível em <paleoelectronica.org/2001\_1/past/issue1\_01.htm> Accessed [13/12/2012].
- IUCN, 2011. **IUCN Red List of Threatened Species**, version: 2011.1. <http://www.iucnredlist.org>. (Acessado em: 20/09/2011).
- IWATA, T., NAKANO, S. e MURAKAMI, M. 2003. Stream meanders increase insectivorous bird abundance in riparian deciduous forests. **Ecography**, 26: 325–337.
- JOHANSSON, P. 2008. **Marshes and swamps: a wetland web of life**. United State: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- KANEGAE, MF. e REIS, MG. 2011. Use of burrows by *Melanopareia torquata*, Collared Crescentchest (Melanopareidae) in the Cerrado of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia** 19(3): 398-401.
- KEDDY, PA. 1992. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science**, 3(2): 157-164.
- KLINK, C.A. e MACHADO, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, 19: 707–713.

- KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia**. Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- LANGCORE, JR., MCAULEY, DG., PENDELTON, GW., BENNATTI, CR., MINGO, TM. e STROMBORG, KL. 2006. Macroinvertebrate abundance, water chemistry, and wetland characteristics affect use of wetlands by avian species in Maine. **Hydrobiologia** 567: 143-167.
- MANLY, BJF. 2008. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. 3ª ed. Trad: Carmona, S.I. Porto Alegre: Bookman.
- MAGURRAN, AE. 2004. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing Company.
- MOOJEN, J., CARVALHO, JC. e LOPES, HS. 1941. Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 36(3): 405-444.
- MOTTA-JR, JC. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. **Ararajuba**, 1:65-71.
- MOTTA-JUNIOR, JC., GRANZINOLLI, MAM. e DEVELEY, PF. 2008. Aves da estação ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, 8(3): 207-227.
- MURAKAMI, M. e NAKANO, S. 2002. Indirect effect of aquatic insect emergence on a terrestrial insect population through by birds predation. **Ecology Letters**, 5: 333-337.
- MYERS, N., MITTERMEIER, RA., MITTERMEIER, CG., FONSECA GAB. e KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858.
- O'CONNEL, TJ., JACKSON, LE. e BROOKS, RP. 2000. Bird guilds as indicators of ecological condition in the central Appalachians. **Ecological Applications**, 10(6):1706–1721.
- OLMOS, F. 2005. Aves ameaçadas, prioridades e políticas de conservação no Brasil. **Natureza & Conservação**, 3(1): 21-42.

- POWER, ME. e RAINEY, WE. 2000. Food webs and resource sheds: towards spatially delimiting trophic interactions. In: HUTCHINGS, M.J., JOHN, EA e STEWART, AJA. **The ecological consequences of environmental heterogeneity**. Cambridge, Blackwell Science.
- RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. 2011. **The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)**, 5th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.
- RATTER, JA., RIBEIRO, JF. e BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, vol..80 p-223-230.
- REIS, MG. 2011. **Ecologia de bandos mistos de aves na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo**. São Carlos: UFSCar. Dissertação de mestrado.
- RIBEIRO, JF. e WALTER, BMT. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, SM. e ALMEIDA, SP. (Eds). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa/CPAC: Brasília, p.89-166.
- RICKLEFS, RE. 2003. **A Economia da Natureza** (5° edição). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- RICKLEFS, RE. e HAINSWORTH, FR. 1968. Temperature Dependent Behavior of the Cactus Wren. **Ecology**, 49(2): 227-233.
- SÃO PAULO. 2009. **Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo: vertebrados**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.
- SARMIENTO, G. 1983. The savannas of Tropical America. In: BOURLIERE, F. (Ed.) **Ecosystems of the world: Tropical Savannas**. Amsterdam: Elsevier.
- SCARIOTI, A., SOUSA-SILVA, JC. e FELFILI, JM. 2005. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).
- SICK, H. 1997. **Ornitologia Brasileira**. Edição revista e ampliada por PACHECO, JF. 2001. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira.

- SIGRIST, T. 2006. **Aves do Brasil: uma visão artística**. 2<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Editora Avis Brasilis.
- SIGRIST, T. 2010. **Iconografia das aves do Brasil: Bioma Cerrado**, vol.1 Vinhedo: Avis Brasilis.
- SILVA, JMC. 1997. Endemic bird species and conservation in the Cerrado region, South America. **Biodiversity and Conservation**, 6: 435–450.
- SILVA, JMC. e BATES, JM. 2002. Biogeographic patterns and conservation in South American cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience**, 52: 225-233.
- SILVA, DA. 2005. Levantamento do meio físico das Estações Ecológica e Experimental de Itirapina, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, 17(1): 113-128.
- SILVA, WR. e GIARETTA, AA. 2008. Further notes on the natural history of the South American pepper frog, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) (Anura, Leptodactylidae). **Brazilian Journal of Biology**, 68(2): 403-407.
- SIMBERLOFF, D. e DAYAN, T. 1991. The Guild concept and the structure of ecological communities. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, 22: 115-143.
- STOTZ, DF., FITZPATRICK JW., PARKER III, TA. e MOSKOVITS, DK. 1996. **Neotropical Birds: Ecology and Conservation**. University of Chicago Press.
- TANNUS, JLS., ASSIS, MA., e MORELLATO, PC. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina – SP. **Biota Neotropica**, 6(3): 1-27.
- TANNUS, JLS. 2007. **Estudo da vegetação dos campos úmidos de cerrado: aspectos florísticos e ecológicos**. São Paulo: Universidade de São Paulo. Tese de doutorado.
- TELINO JR., WR, AZEVEDO JR., SM. e NEVES, RML. 2003. Biologia e censo de *Porphyrola martinica*, *Gallinula chloropus* e *Jacana jacana* em Dois Irmãos, Pernambuco, Brasil. **Lundiana**, 4(1): 43-49.

- VICKERY, PD., TUBARO, PL., SILVA, JMC., PETERJOHN, BG., HERKERT, JR. e CAVALCANTI, RB. 1999. Conservation of grassland birds in the western hemisphere. **Studies in Avian Biology**, 19: 2-26.
- WILBUR, HM. 1997. Experimental ecology of food webs: complex systems in temporary ponds. **Ecology**, 78: 2279–2302.
- WILLIS, EO. 2004. Birds of a habitat spectrum in the Itirapina Savanna, São Paulo, Brazil (1982-2003). **Brazilian Journal of Biology**, 64: 901-910.
- YANG, LH., BASTOW, JL., SPENCE, KO. e WRIGHT, AN. 2008. What we can learn from resource pulses? **Ecology**, 89(3): 631-634.
- ZANCHETTA, D., SILVA, CEF., REIS, CM., SILVA, DA., LUCA, EF., FERNANDES, FS., LUTGENS, HD., TANNUS, JLS., PINHEIRO, LS., MARTINS, MRC. e SAWAYA, R. 2006. **Plano de Manejo Integrado - Estações Ecológica e Experimental de Itirapina**. São Paulo: Instituto Florestal.
- ZAR, JH. 1999. **Biostatistical analysis**. 4ªed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

**Anexo I.** Lista de aves registradas nos pontos de amostragem na Estação Ecológica de Itirapina. **Status:** o status de conservação de cada espécie está de acordo com a Lista Vermelha (LV) do estado de São Paulo (2009) e da IUCN (2011), sendo NT: quase ameaçado, VU: vulnerável, EN: em perigo, CR: criticamente em perigo. A análise SIMPER indica a contribuição de cada espécie, em pontos percentuais, com o total da diferença observada entre os ambientes amostrados (dissimilaridade de 64.57%). Os demais valores representam a abundância percentual relativa das aves em cada ambiente, cujos acrônimos são encontrados no Capítulo 1.

Família/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Rheidae</b>															
<i>Rhea americana</i>	CR/NT	0.052	-	-	-	0.031	0.010	-	0.021	-	-	-	-	-	-
<b>Tinamidae</b>															
<i>Crypturellus parvirostris</i>	-	0.184	-	0.010	-	0.041	0.021	-	-	0.031	0.051	0.072	0.031	0.031	0.051
<i>Rynchotus rufescens</i>	VU/-	0.372	-	0.082	0.082	0.154	0.082	0.072	0.062	0.041	0.010	0.031	0.010	-	-
<i>Nothura maculosa</i>	-	0.041	-	0.010	-	0.021	0.010	-	-	0.010	-	-	-	-	-
<b>Anhimidae</b>															
<i>Anhima cornuta</i>	CR/-	0.048	0.021	-	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Anatidae</b>															
<i>Dendrocygna viduata</i>	-	0.579	-	-	0.493	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	-	2.578	-	0.031	2.159	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ciconiidae</b>															
<i>Mycteria americana</i>	NT/-	0.217	-	-	0.185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ardeidae</b>															
<i>Tigrisoma lineatum</i>	-	0.012	-	-	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ardea cocoi</i>	-	0.048	-	-	0.041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ardea alba</i>	-	0.121	-	-	0.103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syrigma sibilatrix</i>	-	0.238	-	0.021	0.185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo I. Continuação...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Ardeidae</b>															
<i>Egretta thula</i>	-	0.048	-	-	0.041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Threskiornithidae</b>															
<i>Theristicus caudatus</i>	-	0.269	-	-	0.206	-	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cathartidae</b>															
<i>Coragyps atratus</i>	-	0.036	-	-	0.021	-	-	-	-	-	-	-	0.021	-	-
<b>Accipitridae</b>															
<i>Heterospizias meridionalis</i>	-	0.016	-	-	-	-	-	-	0.010	-	0.010	-	-	-	-
<i>Rupornis magnirostris</i>	-	0.148	0.010	-	-	-	-	-	-	-	0.031	0.031	0.051	0.041	0.041
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	-	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	-	-	-	-
<b>Falconidae</b>															
<i>Caracara plancus</i>	-	0.207	0.051	0.051	0.031	-	-	-	0.021	0.010	0.021	0.031	0.082	0.041	-
<i>Milvago chimachima</i>	-	0.092	0.021	0.041	-	0.010	-	-	-	-	0.021	-	-	0.021	-
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	-	0.052	0.010	0.010	-	-	-	-	0.031	-	-	0.010	0.010	-	-
<i>Falco femoralis</i>	-	0.112	-	-	-	-	-	-	0.051	-	0.021	0.041	0.021	0.010	-
<b>Rallidae</b>															
<i>Micropygia schomburgkii</i>	CR/-	0.020	-	0.010	-	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aramides cajanea</i>	-	0.052	0.031	-	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amaurolimnas concolor</i>	-	0.012	-	-	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Porzana albicollis</i>	-	0.958	0.051	0.257	0.308	0.257	0.216	0.123	0.134	0.082	0.010	-	-	-	-
<i>Pardirallus nigricans</i>	-	0.036	-	-	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo I. Continuação...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Cariamidae</b>															
<i>Cariama cristata</i>	-	0.313	-	0.031	0.051	0.134	0.072	0.082	0.072	0.082	0.031	0.051	0.041	0.010	-
<b>Charadriidae</b>															
<i>Vanellus chilensis</i>	-	0.491	-	-	0.401	-	-	0.021	-	-	-	-	-	-	-
<b>Scolopacidae</b>															
<i>Gallinago undulata</i>	-	0.024	-	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Jacanidae</b>															
<i>Jacana jacana</i>	-	0.121	-	-	0.103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Columbidae</b>															
<i>Columbina talpacoti</i>	-	0.262	0.093	-	-	-	-	-	0.041	-	0.093	0.062	0.010	0.051	-
<i>Patagioenas picazuro</i>	-	0.911	0.164	0.144	0.031	-	-	0.021	0.051	0.041	0.093	0.175	0.226	0.185	0.350
<i>Patagioenas cayennensis</i>	-	0.110	0.010	0.021	-	-	-	-	-	-	0.010	-	0.010	0.041	0.041
<i>Zenaida auriculata</i>	-	0.427	0.144	0.123	-	0.144	0.051	0.041	0.041	0.041	0.041	0.072	-	0.041	-
<i>Leptotila verreauxi</i>	-	0.315	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031	0.185
<b>Psittacidae</b>															
<i>Aratinga leucophthalma</i>	-	0.145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.093
<i>Brotogeris chiriri</i>	-	0.147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.154	-	0.031	-
<b>Cuculidae</b>															
<i>Piaya cayana</i>	-	0.108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.010	0.021	0.051
<i>Crotophaga ani</i>	-	0.538	0.216	0.164	-	-	-	0.072	-	-	-	-	-	-	-

Anexo I. Continuação...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Cuculidae</b>															
<i>Guira guira</i>	-	0.098	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	-	0.062	0.041	-
<i>Tapera naevia</i>	-	0.371	0.154	0.041	-	0.010	0.062	0.062	0.134	0.072	0.072	0.062	0.031	0.031	-
<b>Strigidae</b>															
<i>Megascops choliba</i>	-	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010
<i>Athene cunicularia</i>	-	0.181	-	-	0.113	-	-	-	0.082	-	-	-	-	-	-
<b>Caprimulgidae</b>															
<i>Hydropsalis albicollis</i>	-	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	-	-	0.010
<i>Hydropsalis parvula</i>	-	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	-	-	-	-
<b>Trochilidae</b>															
<i>Phaethornis pretrei</i>	-	0.092	0.010	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.010	0.021	0.010	0.041
<i>Eupetomena macroura</i>	-	0.244	0.082	0.031	0.021	0.021	0.021	0.010	0.082	0.031	0.072	0.113	0.051	0.051	0.041
<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	-	0.041	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010
<i>Florisuga fusca</i>	-	0.043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.021
<i>Colibri serrirostris</i>	-	0.176	-	-	0.021	0.021	0.041	0.031	0.062	0.051	0.062	0.010	-	0.010	-
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	-	0.118	-	-	-	0.010	-	-	0.021	-	0.021	0.031	-	0.031	0.041
<i>Hylocharis chrysura</i>	-	0.162	-	0.010	-	0.031	-	-	-	0.041	0.041	0.072	0.031	0.021	-
<i>Amazilia versicolor</i>	-	0.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.010
<i>Amazilia lactea</i>	-	0.067	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.010	-	0.031	0.021
<b>Bucconidae</b>															
<i>Nystalus chacuru</i>	-	0.501	-	0.041	-	-	-	0.072	0.164	0.144	0.134	0.154	0.051	-	-

Anexo I. Continuação...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Picidae</b>															
<i>Picumnus albosquamatus</i>	-	0.283	0.113	0.031	-	-	-	0.010	0.021	0.041	0.031	0.041	0.041	0.072	0.062
<i>Melanerpes candidus</i>	-	0.252	0.031	0.072	-	-	-	0.062	-	0.031	-	-	0.103	0.082	-
<i>Veniliornis passerinus</i>	-	0.092	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.051
<i>Veniliornis mixtus</i>	CR/-	0.016	-	-	-	-	-	-	0.021	-	-	-	-	-	-
<i>Colaptes melanochloros</i>	-	0.081	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051
<i>Colaptes campestris</i>	-	0.590	0.041	0.031	0.021	0.195	0.134	0.206	0.103	0.123	0.113	0.082	0.031	-	-
<i>Dryocopus lineatus</i>	-	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.010	-
<b>Thamnophilidae</b>															
<i>Formicivora rufa</i>	-	0.786	-	-	-	-	-	0.072	0.113	0.226	0.267	0.154	0.226	0.041	-
<i>Thamnophilus doliatus</i>	-	0.368	0.082	0.103	-	-	-	-	0.051	0.082	0.051	0.072	0.103	0.103	0.041
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	-	0.054	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021
<i>Thamnophilus torquatus</i>	NT/-	0.199	0.093	0.062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	-	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	-
<i>Thamnophilus caeruleus</i>	-	0.267	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.154
<i>Taraba major</i>	-	0.041	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	-
<b>Melanopareiidae</b>															
<i>Melanopareia torquata</i>	EN/-	0.815	-	-	0.082	0.195	0.144	0.113	0.339	0.195	0.206	0.195	0.113	-	-
<b>Dendrocolaptidae</b>															
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	-	0.198	-	-	-	-	-	-	0.051	0.072	0.051	0.031	0.041	0.010	-

Anexo I. Continuação...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Furnariidae</b>															
<i>Furnarius rufus</i>	-	0.089	0.041	-	-	-	-	-	-	0.010	-	0.021	0.031	-	-
<i>Synallaxis frontalis</i>	-	0.250	0.021	0.041	-	0.010	-	-	0.021	0.051	0.051	0.031	0.103	0.041	0.072
<i>Synallaxis albescens</i>	NT/-	0.747	-	0.164	0.093	0.257	0.206	0.236	0.185	0.195	0.134	0.072	0.082	0.072	-
<i>Synallaxis spixi</i>	-	0.188	0.051	0.062	0.021	0.041	-	-	0.021	0.031	0.031	0.041	0.062	0.031	-
<b>Pipridae</b>															
<i>Antilophia galeata</i>	NT/-	0.129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.082
<b>Rhynchocyclidae</b>															
<i>Todirostrum cinereum</i>	-	0.076	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.031	0.031
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	-	0.135	-	-	-	0.010	-	-	0.051	-	0.051	0.021	0.031	0.021	-
<b>Tyrannidae</b>															
<i>Camptostoma obsoletum</i>	-	0.520	0.103	0.113	-	0.031	0.062	0.051	0.134	0.134	0.154	0.103	0.134	0.175	0.010
<i>Elaenia flavogaster</i>	-	1.404	0.380	0.442	-	0.010	-	0.062	0.123	0.247	0.206	0.267	0.278	0.288	0.041
<i>Elaenia mesoleuca</i>	-	0.081	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031	-	-	0.041
<i>Elaenia cristata</i>	EN/-	0.055	-	-	-	-	-	-	0.021	0.021	0.010	0.021	-	-	-
<i>Elaenia chiriquensis</i>	-	1.421	0.278	0.298	0.021	0.010	0.041	0.123	0.360	0.442	0.452	0.278	0.298	0.216	-
<i>Elaenia obscura</i>	-	0.097	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031	0.051
<i>Culicivora caudacuta</i>	CR/VU	0.140	-	-	0.041	0.051	0.031	0.021	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polystictus pectoralis</i>	CR/NT	0.101	-	-	0.031	0.051	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Serpophaga subcristata</i>	-	0.157	0.062	0.041	0.010	0.010	0.041	-	0.010	0.021	0.010	0.010	-	0.021	-

Anexo I. Continuação...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Tyrannidae</b>															
<i>Myiarchus swainsoni</i>	-	0.038	-	-	-	-	-	-	0.010	-	-	0.010	0.010	0.010	0.010
<i>Myiarchus ferox</i>	-	0.252	0.051	0.041	-	-	-	-	0.051	0.072	0.093	0.051	0.051	0.051	0.041
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	-	0.105	-	-	-	-	-	-	-	0.041	0.010	0.051	0.021	0.010	-
<i>Pitangus sulphuratus</i>	-	0.406	0.144	0.041	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.021	0.082	0.123
<i>Myiodynastes maculatus</i>	-	0.047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.041	0.010
<i>Megarynchus pitangua</i>	-	0.253	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.144
<i>Tyrannus albogularis</i>	-	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.010	-	-
<i>Tyrannus melancholicus</i>	-	0.291	0.072	0.051	-	-	0.010	-	0.031	0.051	0.093	0.062	0.051	0.103	0.031
<i>Tyrannus savana</i>	-	0.546	0.093	0.226	0.010	0.072	0.123	0.082	0.164	0.134	0.236	0.144	0.113	0.144	0.041
<i>Empidonomus varius</i>	-	0.138	0.041	-	-	-	-	-	-	0.010	0.021	-	0.021	-	0.051
<i>Myiophobus fasciatus</i>	-	0.126	0.010	0.010	-	0.021	0.021	0.031	-	0.051	0.041	0.031	0.010	0.031	-
<i>Arundinicola leucocephala</i>	-	0.014	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gubernetes yetapa</i>	-	1.048	0.134	0.411	0.236	0.134	0.164	0.082	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alectrurus tricolor</i>	CR/VU	0.261	-	0.010	0.041	0.154	0.062	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lathrothricus euleri</i>	-	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021
<i>Xolmis cinereus</i>	-	0.149	0.010	0.031	0.031	0.041	0.062	0.021	0.062	0.041	0.031	0.021	0.021	-	-
<i>Xolmis velatus</i>	-	0.056	0.010	0.010	0.010	-	0.021	0.010	0.031	0.010	0.010	-	0.010	-	-
<b>Vireonidae</b>															
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	-	0.554	0.123	0.093	-	-	-	0.041	0.021	0.072	0.154	0.093	0.144	0.093	0.195
<i>Vireo olivaceus</i>	-	0.122	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.062

Anexo I. Continuação...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Vireonidae</b>															
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	-	0.184	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.082
<b>Corvidae</b>															
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	-	1.249	0.093	0.082	-	-	0.062	0.072	0.164	0.267	0.267	0.504	0.329	0.308	0.082
<i>Cyanocorax chrysops</i>	-	0.205	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.123
<b>Hirundinidae</b>															
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	-	0.082	-	-	-	0.082	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alopochelidon fucata</i>	-	0.483	-	0.031	0.144	0.134	0.103	0.103	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	-	0.367	-	0.021	0.093	0.185	0.082	-	0.041	-	-	-	-	-	-
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	-	0.031	-	-	-	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Troglodytidae</b>															
<i>Troglodytes musculus</i>	-	0.946	0.041	-	0.010	0.010	0.041	0.031	0.113	0.175	0.319	0.278	0.206	0.236	0.093
<b>Turdidae</b>															
<i>Turdus leucomelas</i>	-	0.508	0.093	0.021	-	-	-	-	-	-	0.041	0.051	0.072	0.093	0.216
<i>Turdus amaurochalinus</i>	-	0.370	0.113	0.031	-	-	-	-	0.021	0.082	0.051	0.134	0.041	0.082	0.062
<b>Mimidae</b>															
<i>Mimus saturninus</i>	-	1.413	0.236	0.411	0.010	0.093	0.195	0.257	0.319	0.463	0.535	0.411	0.319	0.226	-
<b>Motacillidae</b>															
<i>Anthus lutescens</i>	-	0.062	-	-	0.021	0.041	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo I. Continuação ...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Coerebidae</b>															
<i>Coereba flaveola</i>	-	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021
<b>Thraupidae</b>															
<i>Saltator similis</i>	-	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	-
<i>Saltatricula atricollis</i>	VU/-	2.294	-	0.134	0.103	0.504	0.483	0.463	0.586	0.781	0.781	0.493	0.422	0.072	-
<i>Nemosia pileata</i>	-	0.162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031	0.031	0.082
<i>Thlypopsis sordida</i>	-	0.197	0.062	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051
<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	EN/-	1.025	-	0.134	-	0.041	0.134	0.103	0.308	0.329	0.278	0.308	0.154	0.021	-
<i>Ramphocelus carbo</i>	-	0.065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.041
<i>Lanio cucullatus</i>	-	1.767	0.144	0.093	-	-	0.072	0.154	0.185	0.401	0.432	0.308	0.586	0.709	0.185
<i>Tangara sayaca</i>	-	1.561	0.195	0.278	-	-	0.031	0.021	0.062	0.103	0.144	0.350	0.339	0.535	0.514
<i>Tangara palmarum</i>	-	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	-
<i>Tangara cayana</i>	-	0.984	0.113	0.123	-	-	-	-	0.041	0.072	0.093	0.175	0.350	0.298	0.288
<i>Neothraupis fasciata</i>	EN/NT	1.023	-	-	0.072	0.206	0.206	0.144	0.432	0.319	0.236	0.164	0.031	-	-
<i>Schistochlamys melanopsis</i>	EN/-	0.052	0.021	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	-	0.348	0.031	0.113	-	-	-	-	0.031	-	0.010	0.021	0.103	0.164	-
<i>Dacnis cayana</i>	-	0.247	0.021	0.031	-	-	-	-	-	-	0.031	0.021	0.051	0.051	0.103
<i>Conirostrum speciosum</i>	-	0.095	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.021	0.021	0.041
<b>Emberizidae</b>															
<i>Zonotrichia capensis</i>	-	1.445	0.195	0.123	0.010	0.082	0.103	0.236	0.319	0.329	0.504	0.329	0.535	0.370	0.093
<i>Ammodramus humeralis</i>	-	1.857	0.093	0.164	0.524	0.658	0.514	0.442	0.432	0.370	0.226	0.082	0.051	0.041	-

Anexo I. Continuação ...

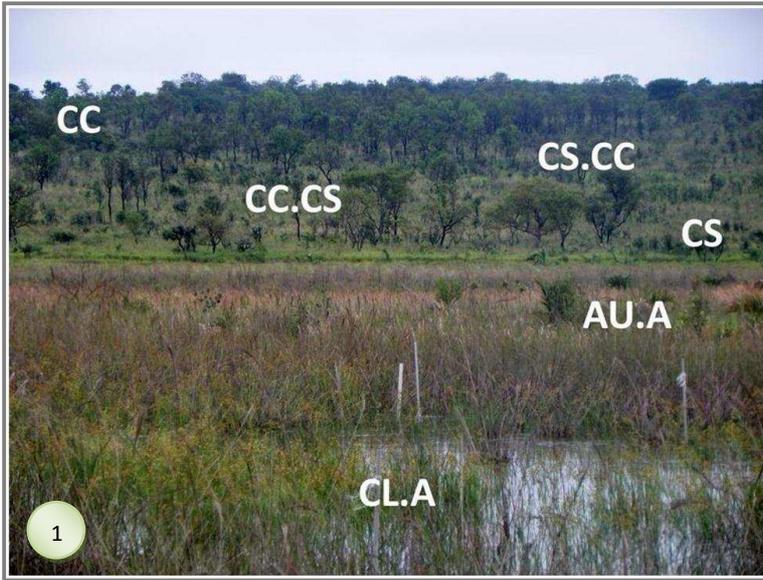
Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Emberizidae</b>															
<i>Sicalis citrina</i>	NT/-	0.723	-	0.319	0.082	0.206	0.072	0.093	0.021	-	-	-	-	-	-
<i>Sicalis flaveola</i>	-	0.022	-	-	-	-	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sicalis luteola</i>	-	6.895	-	0.072	1.069	2.323	2.190	1.326	0.216	0.072	-	-	-	-	-
<i>Emberizoides herbicola</i>	-	2.403	0.164	0.442	0.833	0.781	0.627	0.514	0.463	0.329	0.308	0.154	0.041	0.021	-
<i>Emberizoides ypiranganus</i>	VU/-	0.160	-	0.041	0.051	0.062	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Volatinia jacarina</i>	-	2.502	0.216	0.308	0.545	0.812	0.761	0.915	0.894	0.668	0.812	0.483	0.555	0.668	0.021
<i>Sporophila plumbea</i>	EN/-	0.209	-	0.010	0.021	0.093	0.062	0.031	0.021	-	-	-	-	-	-
<i>Sporophila lineola</i>	-	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	-
<i>Sporophila caerulescens</i>	-	0.844	0.103	0.185	0.123	0.524	0.154	0.195	0.093	0.072	0.093	0.072	0.123	0.103	-
<i>Sporophila leucoptera</i>	-	0.233	0.031	0.113	0.051	0.021	-	0.010	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sporophila bouvreuil</i>	VU/-	0.614	-	0.113	0.062	0.113	0.185	0.185	0.021	-	-	-	-	-	-
<i>Sporophila palustris</i>	CR/EN	0.034	-	0.021	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sporophila cinnamomea</i>	CR/VU	0.012	-	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arremon flavirostris</i>	-	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021
<b>Cardinalidae</b>															
<i>Piranga flava</i>	-	0.190	0.062	0.041	-	-	-	-	-	-	-	-	0.041	-	0.051
<b>Parulidae</b>															
<i>Parula pitiaiyumi</i>	-	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	-	1.296	0.339	0.576	0.072	0.062	0.103	0.041	-	-	-	-	-	-	0.031
<i>Basileuterus hypoleucus</i>	-	0.113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.072

Anexo I. Continuação ...

Familia/Espécie	Status LV/IUCN	SIM PER	AU.F	AU.A	CL.A	CL	CL.S	CS.L	CS	CS.CC	CC.CS	CC	CC.SS	SS.CC	SS
<b>Parulidae</b>															
<i>Basileuterus flaveolus</i>	-	0.517	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031	0.319
<i>Basileuterus leucophrys</i>	EN/-	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010
<b>Icteridae</b>															
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	-	1.658	0.236	0.493	0.658	0.154	0.113	0.021	-	-	-	-	-	-	-
<i>Molothrus bonariensis</i>	-	0.086	-	-	-	0.062	-	0.021	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fringillidae</b>															
<i>Euphonia chlorotica</i>	-	0.125	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031	0.010	0.051

**Anexo II. Contribuições visuais.**

Todas as fotos: © Fieker, C.Z. e Reis, M.G.



**[CERRADO]**

Um mosaico de fisionomias distintas, com complexidade e estruturação próprias.

Em algumas áreas é possível encontrar paisagens onde um gradiente de fisionomias pode ser percebido (figuras 1 e 2).



Área Úmida Fechada	Área úmida Aberta	Campo Limpo Alagável	Campo Limpo (Core)	Campo Limpo (Sujo)	Campo Sujo (Limpo)	Campo Sujo (Core)	Campo Sujo (C.Cerrado)	Campo Cerrado (C.Sujo)	Campo Cerrado (Core)	Campo Cerrado (C.S.stricto)	Cerrado S.stricto	Cerrado Sensu stricto
--------------------	-------------------	----------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------	------------------------	------------------------	----------------------	-----------------------------	-------------------	-----------------------



## Anexo II. Continuação...



### [PROCEDIMENTOS EM CAMPO]

- Coleta de variáveis ambientais em parcelas (figura 3).
- Coleta de dados da avifauna (figura 4).
- Esquema de como foram estabelecidos as áreas de amostragem (figura 5).



## Anexo II. Continuação...



### [VARIÁVEIS AMBIENTAIS]

- Desovas de anfíbios (figura 6).
- Grande quantidade de girinos na estação chuvosa (figura 7).
- Buracos de mamíferos, ocupados por girinos ao final do período chuvoso (figura 8).
- Presença de cupinzeiros (figura 9).
- Solo exposto com tapete algálico no CL.A, característica que auxiliou a marcação de pontos em áreas que alagam no período chuvoso (figura 10).

Anexo II. Continuação...



[ÁREAS ÚMIDAS]

- AU.A (figura 11) e AU.F (figura 12)
- Tesoura-do-brejo – *Gubernetes yetapa* (figura 13)
- Bando misto de aves (*Mimus saturninus*, *Pseudoleistes guirahuro* e *G. yetapa*) sobre uma samambaia arborescente, planta característica das áreas úmidas (figura 14).



## Anexo II. Continuação...



### [CAMPO LIMPO ALAGÁVEL CL.A]

- CL.A na estação chuvosa: lagoa temporária formada (figura 15).
- CL.A na estação seca (figura 16)
- Aves aquáticas se estabelecem nas lagoas temporárias, como *Mycteria americana* e *Amazonetta brasiliensis* (figura 17).
- Durante a estação seca, corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*) ocupam a mesma área (Figura 18).



Anexo II. Continuação...



[CAMPO LIMPO]

- CL (figura 19) e CL.S (figura 20).
- Galito ou aviãozinho – *Alectrurus tricolor*, macho (figura 21) e fêmea (Figura 22).
- Caboclinho – *Sporophila bouvreuil* (figuras 23a e 23b).
- Pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*) utilizando um cupinzeiro (figura 24).
- Papa-moscas-acanelado – *Polystictus pectoralis* (figura 25).



Anexo II. Continuação...



[CAMPO SUJO]

-CS.L (figura 26), CS (figura 28) e CS.CC (figura 27).

-Tapaculo-de-colarinho ou meia-lua-docerrado – *Melanopareia torquata* (figura 29).

-Cigarrinha-do-campo – *Neothraupis fasciata* (figura 30).

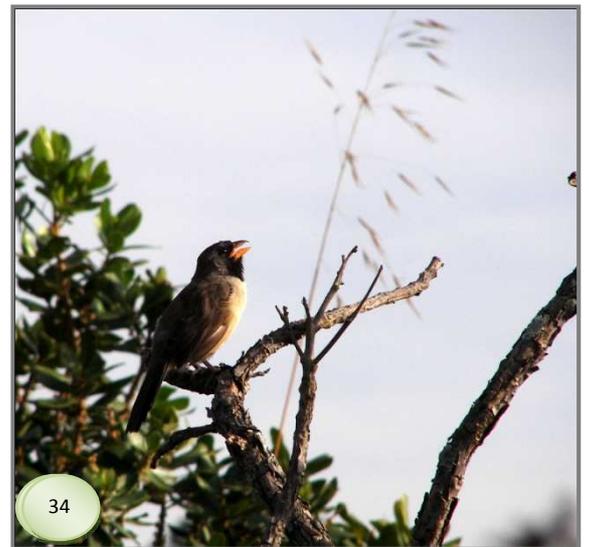
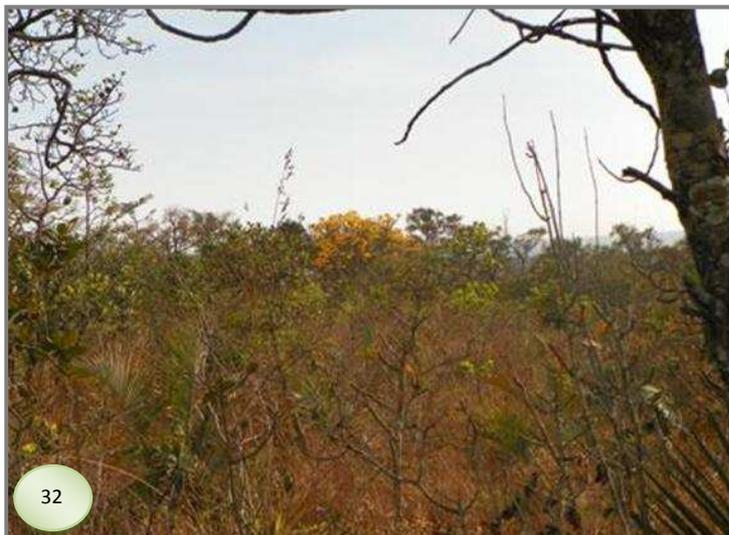


Anexo II. Continuação...



[CAMPO CERRADO]

- CC.S (figura 31), CC (figura 32) e CC.SS (figura 33).
- Bico-de-pimenta – *Saltatricula atricollis* (figura 34).
- Bandoleta – *Cypsnagra hirundinacea* (figura 35).
- João-bobo – *Nystalus chachuru* (figura 36).



## Anexo II. Continuação...



### [CERRADO *SENSU STRICTO*]

- SS.CC (figura 37) e SS (figura 39).
- Gradiente (de baixo para cima): CC.SS, SS.CC e SS (figura 38).
- Canário-do-mato – *Basileuterus flaveolus* (figura 40).
- Peitica – *Empidonomus varius* e Sai-azul – *Dacnis cayana* (figura 41).
- Saira-amarela – *Tangara cayana* (figura 42).



Anexo II. Continuação...



[AVES DA EEI]

- Novo registro para a EEI: cabeça-seca – *Mycteria americana* (figura 43).
- Canário-do-campo – *Emberizoides herbicola* (figura 44).
- Sanã-carijó - *Porzana albicollis* (figura 45).
- Sabiá-do-campo – *Mimus saturninus* (figura 46).



Anexo II. Continuação...



[AVES DA EEI]

- Novo registro para a EEI: choca-do-planalto – *Thamnophilus pelzelni* (figura 47).
- Tiziu – *Volatinia jacarina* (figura 48).
- Beija-flor-de-orelha-violeta - *Colibri serrirostris* (figura 49).
- Tesourinha – *Tyrannus savana* (figura 50).
- Gavião-caboclo - *Heterospizias meridionalis* (figura 51).

- Tipio – *Sicalis luteola* (figura 52).
- Andorinha-morena – *Alopochelidon fucata* (figura 53).
- Pé-vermelho – *Amazonetta brasiliensis* (figura 54)



Anexo II. Continuação...



[AVES DA EEI]

- Grupo de Tipios – *Sicalis luteola* (figura 55).
- Suiriri – *Tyrannus melancholicus* (figura 56).
- Coleirinho – *Sporophila caerulescens* (figura 57).

Anexo II. Continuação...



[AVES DA EEI]

- Primavera – *Xolmis cinereus* (figura 58).
- Tico-tico – *Zonotrichia capensis* (figura 59).
- Papa-formiga-vermelho – *Formicivora rufa* macho (figura 60) e fêmea (figura 61).
- Coruja-buraqueira – *Athene cunicularia* (figura 62).
- Tico-tico-do-campo - *Ammodramus humeralis* (figura 63).

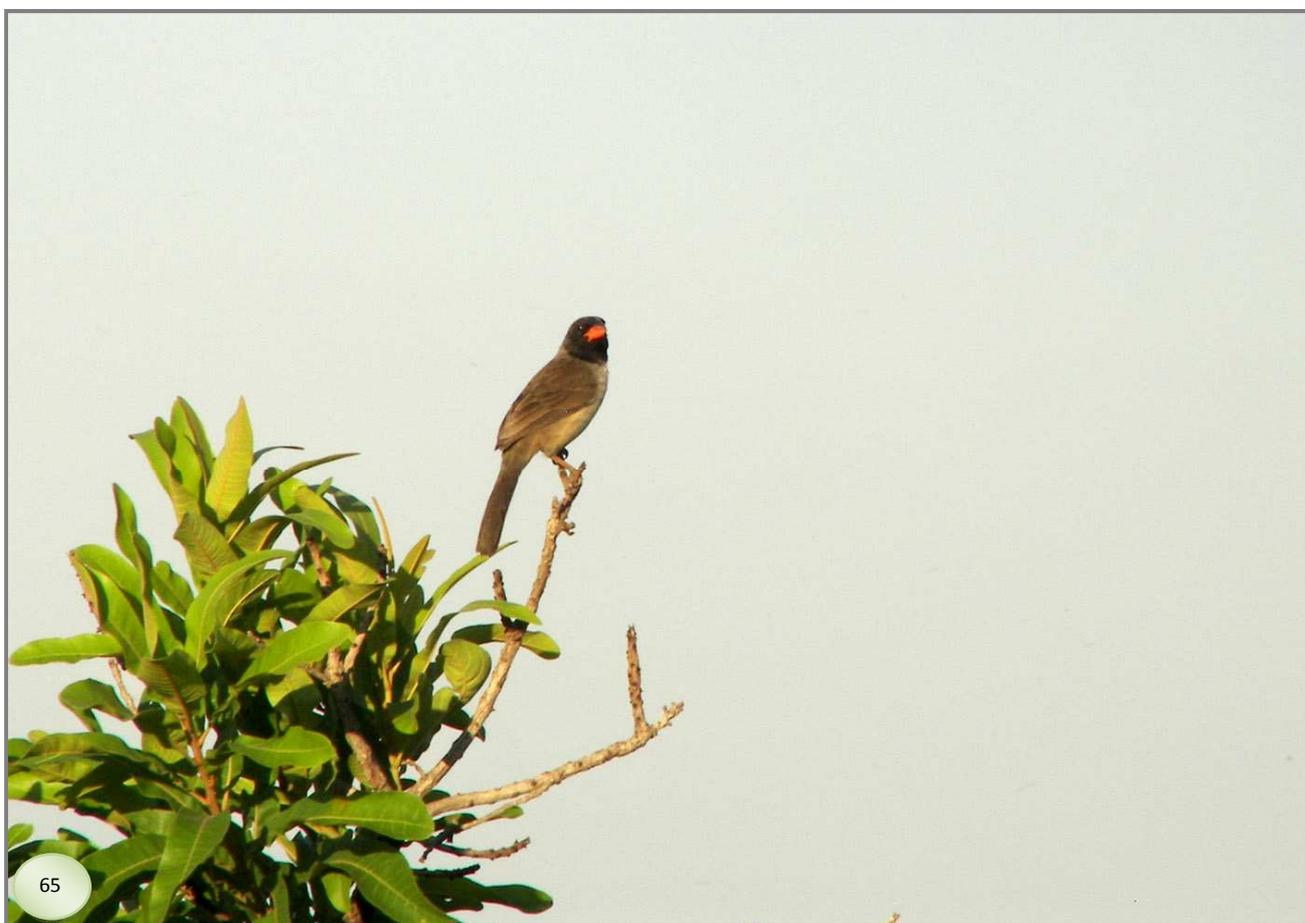


Anexo II. Continuação...



[AVES DA EEI]

- Tico-tico-rei – *Lanio (Coriphospingus) cucullatus* (figura 64)
- Bico-de-pimenta – *Saltatriculla atricollis* (figura 65).



**Anexo II. Continuação...**



**[TRINGA SOLITARIA]**

Fotografia feita após o período de amostragem considerado para este trabalho, em um dos pontos que continuará sendo monitorado.

Data: 27 de janeiro de 2012.

Último registro da espécie para a EEI data de 1986, por Edwin O. Willis (Willis, 2004).