

Caracterização da diversidade de espécies de aves em paisagens agrícolas: estudo de caso nas culturas de cana-de-açúcar, laranja, eucalipto e em pastagens



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 79

Caracterização da diversidade de espécies de aves em paisagens agrícolas: estudo de caso nas culturas de cana-de-açúcar, laranja, eucalipto e em pastagens

Fabio Enrique Torresan

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão
CEP 13070-115 Campinas, SP
Telefone: (19) 3211 6200
Fax: (19) 3211 6222
www.cnpm.embrapa.br
sac@cnpm.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Cristina Criscuolo*

Secretária-Executiva: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Bibiana Teixeira de Almeida, Daniel de Castro Victoria, Davi de Oliveira Custódio, Graziella Galinari, Luciane Dourado, Vera Viana dos Santos*

Supervisão editorial: *Cristina Criscuolo*

Revisão de texto: *Bibiana Teixeira de Almeida*

Normalização bibliográfica: *Vera Viana dos Santos*

Tratamento de ilustrações e editoração eletrônica: *Shirley Soares da Silva*

Ilustração da capa (Reprodução da tela em óleo "Campo de trigo com corvos" de Vicent van Gogh, 1890) e na publicação: *Fabio Enrique Torresan* (autor).

1ª edição

1ª impressão (2010): versão digital.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Monitoramento por Satélite

Torresan, Fabio Enrique

Caracterização da diversidade de espécies de aves em paisagens agrícolas: estudo de caso nas culturas de cana-de-açúcar, laranja, eucalipto e em pastagens / Fabio Enrique Torresan. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

43 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 79).
ISSN 0103-78110.

1. Avifauna. 2. Biodiversidade. 3. Ecologia. I. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). II. Título. III. Série.

CDD 598.25098

© Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010

Autor

Fabio Enrique Torresan

Ecólogo, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais,
Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite
torresan@cnpm.embrapa.br

Sumário

Introdução	6
Revisão bibliográfica	8
Objetivos	10
Metodologia	11
Preparação do material de apoio para as campanhas de campo	11
Estruturação do banco de dados georreferenciados.....	12
Análise dos resultados	12
Resultados e Discussão	14
Caracterização da área de estudo	14
Aspectos socioeconômicos	14
Aspectos físicos	14
Áreas protegidas	19
Uso e ocupação das terras	20
Caracterização dos pontos amostrais.....	21
Caracterização da avifauna	23
Frequência de ocorrência	23
Curva de acúmulo de espécies.....	27
Riqueza e composição de espécies nas culturas amostradas	27
Cana-de-açúcar	29
Citricultura	Erro! Indicador não definido.
Pastagens	32
Silvicultura.....	34
Índice de diversidade de Shannon	36
Índice de similaridade de Jaccard.....	38
Categorias tróficas.....	38
Conclusões	40
Referências	41

Figuras

Figura 1. Localização da área de estudo no Estado de São Paulo e Unidades de gerenciamento de recursos hídricos. Fonte: editado por meio da compilação das seguintes cartas topográficas digitais do IBGE: Descalvado (SF-23-V-C-IV-4, 1971), Corumbataí (SF-23-Y-A-I-2, 1971), São Carlos (SF-23-Y-A-I-1, 1971), Ibaté (SF-23-V-C-IV-3, 1971), Porto Pulador (SF-23-V-C-IV-1, 1971) e Luís Antônio (SF-23-V-C-IV-2, 1971).	15
Figura 2. Serrote de Descalvado.	16
Figura 3. Detalhe da Serra do Atalaia, com cultivo de cana-de-açúcar em primeiro plano.	17
Figura 4. Morro do Camelo (esquerda) e Morro do Cuscuzeiro (direita).	17
Figura 5. Salto do Pântano.	18
Figura 6. Vista da gleba Maravilha, Parque Estadual de Vassununga, às margens do Rio Mogi-Guaçu.	19
Figura 7. Distribuição percentual das classes de uso e cobertura das terras na área de estudo.	20
Figura 8. Localização dos pontos amostrais.	22
Figura 9. Distribuição da frequência de ocorrência relativa (%) das espécies registradas em campo.	26
Figura 10. Riqueza acumulada de espécies, incluindo espécies observadas e espécies calculadas por meio do estimador <i>bootstrap</i> (média de 1.000 aleatorizações).	27
Figura 11. Abundância e riqueza de espécies de acordo com as culturas amostradas.	28
Figura 12. Seriema (<i>Cariama cristata</i>) em canavial, no momento da colheita de cana (observar trabalhador no canto superior direito).	29
Figura 13. Distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na cultura de cana-de-açúcar.	30
Figura 14. Exemplo de cultura de laranja no Município de Descalvado. Erro! Indicador não definido.	
Figura 15. Distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na citricultura.	31
Figura 16. Garça-vaqueira (<i>Bubulcus ibis</i>), espécie exclusiva e muito frequente nas pastagens da área de estudo.	32
Figura 17. Distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas nas pastagens.	33
Figura 18. Distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na silvicultura.	35
Figura 19. Índice de Shannon para cada cultura e para a área total de estudo.	36
Figura 20. Comparação da variação da diversidade mínima, máxima e observada nas diferentes culturas amostradas.	37
Figura 21. Distribuição da abundância em termos de categoria trófica e cultura.	39
Figura 22. Distribuição da riqueza de espécies em termos de categoria trófica e cultura.	39

Caracterização da diversidade de espécies de aves em paisagens agrícolas: estudo de caso nas culturas de cana-de-açúcar, laranja, eucalipto e em pastagens

Fabio Enrique Torresan

Introdução

Historicamente, a expansão de atividades agropecuárias sobre áreas naturais é considerada uma das principais ameaças à biodiversidade. Desmatamentos, uso do fogo, superpastoreio, monocultura, mecanização intensiva e uso indiscriminado de agrotóxicos diminuem a diversidade da flora e da fauna (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2003).

Por outro lado, muitas áreas consideradas de grande valor para a conservação da biodiversidade estão inseridas em um mosaico de fragmentos de remanescentes naturais intercalados em uma matriz predominantemente constituída por áreas agrícolas, onde muitas espécies da fauna silvestre encontram recursos necessários para sua sobrevivência enquanto outras não conseguem adaptar-se e acabam sofrendo ameaças até serem regionalmente extintas.

A incorporação de conceitos e tecnologias inovadoras na agropecuária, como a agricultura orgânica, a redução e eliminação de agrotóxicos e do uso do fogo, além da manutenção de remanescentes de fragmentos florestais nativos são práticas que poderiam favorecer o incremento da biodiversidade local e, conseqüentemente, a sustentabilidade ambiental das atividades agrícolas.

Penteado (2006) ressalta que, devido à redução drástica das áreas naturais em todo o mundo desde o fim do século 19 e à atual configuração da paisagem em um mosaico de áreas naturais e ambientes criados pelo homem, os inventários de vida silvestre e os programas de conservação atuais devem considerar não somente os ecossistemas prístinos, mas também os agroecossistemas que, de alguma forma, são parte integrante de alguma dimensão do nicho ecológico da fauna.

Vieira et al. (2003) consideram que, em paisagens onde o processo de fragmentação encontra-se em estágio avançado, com poucos fragmentos imersos em uma paisagem inóspita, espera-se que as populações animais dos fragmentos estejam isoladas e, conseqüentemente, mais suscetíveis à extinção. Porém, mais frequentemente, a conectividade entre fragmentos e o isolamento das populações remanescentes são variáveis e dependem de dois fatores básicos: a distância entre os fragmentos e a qualidade dos habitats do entorno (matriz). Se, por outro lado, a paisagem ainda tiver uma fração considerável de habitat original, a distância entre os fragmentos será menor e uma gama maior de espécies será capaz de atravessar a matriz e colonizar outros fragmentos. Habitats menos alterados e, portanto, mais semelhantes ao habitat original, podem abrigar um número maior de espécies, facilitando o fluxo entre as populações dos remanescentes.

As atividades econômicas desenvolvidas no entorno dos fragmentos têm impactos diferenciados sobre as comunidades silvestres. Diferentes culturas agrícolas ou até diferentes medidas de manejo de uma mesma cultura (orgânica, convencional, plantio direto, uso do fogo) podem representar diferentes graus de permeabilidade entre os fragmentos naturais e exercem grande influência sobre a comunidade de vertebrados.

Espécies que originalmente só estariam presentes em florestas contínuas acabam por invadir essas áreas de entorno, para movimentação ou procura por recursos potenciais próximos, tornando-se, assim, espécies comuns aos ambientes modificados (CHIARELLO, 2000; GASCON et al., 1999).

A matriz que circunda um fragmento influencia a dinâmica e a composição desse fragmento, pois se relaciona diretamente com a intensidade e penetração dos efeitos de borda, apresentando, em geral, menor probabilidade de ocorrência de espécies silvestres. A resistência que um indivíduo encontra para transpor a matriz e deslocar-se de um fragmento a outro depende principalmente do tipo de cobertura de solo existente na referida matriz (LAURENCE, 1999). Para Chiarello (2000) e Gascon et al. (1999), o tipo de vegetação da matriz atua como um filtro seletivo na movimentação das espécies pela paisagem.

A diversidade ainda presente em paisagens fragmentadas, aliada aos impactos negativos de fatores como o isolamento e o efeito de borda, indicam a importância de técnicas de manejo para que as chances de persistência das espécies animais nessas paisagens aumentem. Entretanto, existe uma grande lacuna de conhecimento sobre como as espécies silvestres utilizam os recursos dessas paisagens, o que acaba dificultando a definição de técnicas de manejo adequadas.

Nesse contexto, a realização de estudos para avaliar a situação da biodiversidade em paisagens agrícolas é de fundamental importância para identificar mecanismos e práticas inovadoras para a promoção da sustentabilidade na agricultura. Levantamentos de indicadores de biodiversidade em áreas agrícolas são escassos e geralmente limitados a invertebrados e microrganismos do solo. Entretanto, estudos recentes indicam a importância dos vertebrados para o diagnóstico da biodiversidade e qualidade ambiental, situação em que as aves são muito utilizadas como indicadores biológicos por serem relativamente bem conhecidas (SILVA, 1998). Para Machado (1995), o grupo das aves tem sido cada vez mais utilizado como indicador de mudanças ambientais de uma região, sejam essas mudanças de caráter natural ou antrópico. Os principais aspectos que permitem a utilização das aves como indicadores do estado de conservação de uma área são: a, as aves são um grupo bastante conhecido, de taxonomia estável, o que facilita a identificação em campo mesmo sem a manipulação dos indivíduos; b, trata-se de um grupo de fácil observação em campo, o que possibilita a coleta de um volume adequado de dados mesmo em levantamentos de curta duração; c, algumas espécies de aves apresentam estreita relação com o tipo de ambiente e seu estado de conservação, fato esse que permite a realização de inferências sobre a situação de outros grupos de espécies ou outros grupos faunísticos.

Devido às interações das aves com a estrutura da vegetação, a presença de algumas espécies e ausência de outras pode indicar se uma área está bem conservada ou não. Grandes frugívoros geralmente tendem a desaparecer de áreas com alto grau de desmatamento e influência antrópica, que sofreram alterações profundas na sua flora e que não mais dispõem de grande quantidade e diversidade de frutos em todos os meses do ano. Ao mesmo tempo, espécies que vivem predominantemente em áreas abertas

são beneficiadas pelo desmatamento e podem “invadir” áreas que originalmente não eram de sua ocorrência (ALMEIDA, 2002).

Sendo assim, a escassez de conhecimentos sobre este tema motivou a proposição da presente pesquisa, que tem como objetivo geral contribuir para gerar informações sobre como algumas espécies de aves ocupam uma paisagem caracterizada por uma matriz agrícola com fragmentos remanescentes de vegetação natural.

Revisão bibliográfica

A presente pesquisa foi realizada nos municípios de Descalvado e Analândia, na região nordeste do Estado de São Paulo e, apesar da grande quantidade de bancos de dados bibliográficos consultados, não foi encontrado nenhum registro de publicação sobre levantamentos e caracterização de avifauna realizados nesses municípios.

O trabalho sobre avifauna realizado em área mais próxima à área de estudo é a tese de Almeida (2002), que caracterizou a estrutura das comunidades de aves da Estação Ecológica de Jataí e seu entorno. Essa unidade de conservação está localizada às margens do Rio Mogi-Guaçu, no Município de Luís Antônio, limítrofe ao Município de Descalvado.

Nesse estudo, Almeida (2002) avaliou a avifauna de quatro áreas caracterizadas por mata ciliar e cerradão: Estação Ecológica de Jataí/Estação Experimental de Luís Antônio (EEJ/EELA), Oitocentos Alqueires (OIT), fragmento da Fazenda Umuarama (UMU) e fragmento da Fazenda Nossa Senhora da Aparecida (NSA). Por meio do método de amostragem por pontos, foram registradas 211 espécies na EEJ/EELA, 55 espécies no OIT, 41 na UMU e 62 na NSA. Quanto à diversidade de espécies, a EEJ/EELA apresentou índice de 3,81; no OIT, o índice foi de 3,31; e, nos fragmentos, os índices obtidos foram 3,63 (UMU) e 3,45 (NSA).

Entre as espécies menos abundantes encontradas nas quatro áreas estão pequenos frugívoros e nectarívoros, representados principalmente pelas famílias Thraupidae e Trochilidae, e insetívoros, representados pelas famílias Picidae e Dendrocolaptidae. A autora considera que, apesar da baixa densidade dessas espécies, a presença de alguns frugívoros como *Penelope superciliaris* e *Trogon surrucura* pode indicar que a área de estudo ainda está relativamente bem conservada.

Algumas espécies foram consideradas como de interesse especial para a conservação, e é recomendável a realização estudos futuros voltados para abundância e densidade de suas populações, deslocamentos, genética e comportamento. A autora ressalta também a necessidade de monitoramento e acompanhamento dessas espécies ao longo dos anos, por meio de observações regulares e censos populacionais anuais.

Deve-se destacar que a tese de Almeida (2002) foi realizada em uma unidade de conservação e em fragmentos do seu entorno, e não em culturas agrícolas, como é o caso do presente trabalho. A ausência de registros bibliográficos revela o ineditismo e a importância da presente pesquisa como forma de gerar conhecimentos sobre a diversidade de avifauna nos diferentes agroecossistemas da região estudada, conhecimentos esses que, em um futuro próximo, poderão subsidiar a adoção de medidas de manejo para promover a sustentabilidade das atividades agrícolas.

Em Itirapina, município vizinho a Analândia, destaca-se o trabalho de Willis (2004) que, durante o período de 1982 a 2003, registrou 231 espécies de aves em um planalto arenoso, em uma área que forma um "espectro de habitat" natural, que passou de campos secos ou úmidos a arbustivo (campo-cerrado) com brejos, arbustos e mata de galeria baixa. Subtraídas as 12 espécies que passavam voando e as 56 espécies que pareciam vagantes ou visitantes acidentais, 163 espécies foram consideradas regulares (incluindo 14 que se centralizavam em zonas modificadas pelo homem). Pelo menos 69 das espécies observadas nas matas de galeria são regionalmente comuns nesses locais. As 81 espécies dos campos incluem várias aves raras e, portanto, são importantes, apesar da baixa biodiversidade em relação às áreas de mata regional. Sete espécies raras desapareceram ao longo dos anos e algumas outras espécies estão tornando-se raras.

O trabalho de Willis (2004) destaca-se pelo longo período de levantamentos (mais de 20 anos), e o autor ressaltou a necessidade de "gerenciamento ativo, de grandes áreas e de corredores, embora muitas aves de áreas abertas possam voar longas distâncias para fragmentos de habitats mutáveis".

Outra publicação do mesmo autor (WILLIS, 2006), em pesquisa também realizada no Município de Itirapina, mostra o resultado de 23 anos de levantamento de aves em dois fragmentos isolados de campos de cerrados que ao longo do tempo foram desenvolvendo uma vegetação moderadamente densa, que se aproxima da fisionomia de cerrado. O estudo relata que, durante esse período, essas áreas foram perdendo permanentemente várias aves raras e ganhando espécies de mata. Relata, ainda, que os pica-paus e algumas aves que nidificam em buracos parecem desaparecer durante o crescimento das árvores. Algumas aves de áreas com herbáceas desapareceram com os pastos, mas a cana-de-açúcar reduziu ainda mais o número desses animais. Mesmo as espécies que se movimentam muito desapareceram com o crescimento da vegetação nos fragmentos protegidos de cerrado, de forma que "as metapopulações" podem não sobreviver com o tempo.

A pesquisa bibliográfica registrou um estudo que, apesar de ter sido realizado no norte do Estado do Rio de Janeiro, avalia a composição de avifauna em quatro fragmentos florestais inseridos em uma área de cultivo de cana-de-açúcar. O estudo foi realizado por Piratelli et al. (2005) por meio de capturas com redes ornitológicas, registros visuais e auditivos e análise de fezes. Quarenta e quatro espécies foram registradas e agrupadas em oito guildas tróficas (insetívoros, granívoros, carnívoros, frugívoros, piscívoros, nectarívoros, onívoros e detritívoros). Essas espécies foram também subdivididas em guildas mais específicas, associadas a seus habitats.

Algumas espécies apenas sobrevoaram os fragmentos, como *Egretta thula*, enquanto outras foram consideradas residentes, como *Manacus manacus*. Outras espécies, como *Amazona amazonica*, somente utilizaram os fragmentos para repouso noturno. Espécies pequenas de sub-bosque provavelmente não se deslocaram entre fragmentos, dada a distância relativamente grande entre eles. Predadores como *Rupornis magnirostris* utilizaram tanto os fragmentos quanto as áreas abertas e canaviais em seu entorno. Esses fragmentos estão em situação crítica e abrigam principalmente espécies generalistas e/ou especialistas de bordas, porém ainda são utilizados de alguma forma por espécies de interesse ecológico, como *Rhynchocyclus olivaceus* e *Amazona amazonica*.

Chiarello (2000) realizou o levantamento da fauna de mamíferos e aves em um fragmento de mata mesófila semidecídua com cerca de 150 ha de área localizado na zona de agricultura intensiva da região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo. Foram registradas 20 espécies de mamíferos (exceto quirópteros e pequenos mamíferos), incluindo espécies ameaçadas ou raras na região, como a onça-parda (*Puma concolor*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*). O macaco-prego (*Cebus apella*) e o sagui-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*) foram encontrados com muita frequência, o que indica altas densidades populacionais desses primatas no fragmento de estudo. Em relação à avifauna, foram registradas 49 espécies, a maioria típica de áreas abertas ou bordas de mata. Foram confirmadas, no entanto, algumas espécies que estão tornando-se raras na região, como o pato-do-mato (*Cairina moschata*) e o tucanuçu (*Ramphastos toco*). Os resultados demonstraram que fragmentos florestais desse porte representam refúgios de fauna nativa em uma região dominada quase que exclusivamente pela monocultura da cana-de-açúcar.

Marsden et al. (2001) compararam a diversidade e abundância de aves entre fragmentos florestais, uma reserva florestal protegida e uma área de plantio de eucalipto. No plantio de eucalipto, foram registradas apenas oito espécies, e os autores atribuem esse resultado à intensiva limpeza do sub-bosque que é feita nessa área. A diversidade de espécies nos fragmentos florestais foi significativamente menor que na reserva florestal protegida. Vinte espécies foram consideradas comuns nos fragmentos, enquanto 19 espécies foram consideradas frequentes na reserva florestal, mas raras ou ausentes nos fragmentos.

Dário et al. (2002) estudaram três fragmentos de vegetação natural e uma área de plantio de eucaliptos adjacente com o objetivo de analisar os grupos de aves afetados pela fragmentação florestal e avaliar os impactos causados pela fragmentação e pelo isolamento dessas áreas. Por meio do levantamento da avifauna pelo método de observações por pontos fixos, foram registradas 113 espécies de aves distribuídas em 27 famílias e 13 ordens. O estudo concluiu que a composição de espécies foi afetada pela fragmentação e redução da área de vegetação natural. A quantidade e a diversidade de aves apresentaram relação direta com o tamanho dos fragmentos e a estrutura da vegetação, e inversa com o grau de isolamento.

Penteado (2006) avaliou a diversidade de avifauna da Bacia do Rio Passa-Cinco e registrou 224 espécies de aves, indicando que as florestas nativas apresentaram maior riqueza de espécies (164) enquanto as pastagens apresentaram maior abundância de indivíduos. Os fragmentos de floresta nativa apresentaram 70% do total de espécies registradas nos agroecossistemas, com somente três espécies consideradas mais comuns (registradas em mais de 70% das amostragens).

Objetivos

A pesquisa realizada teve o objetivo geral de identificar e caracterizar a diversidade de espécies de aves em paisagens agrícolas com ocupação predominante de culturas de cana-de-açúcar, laranja, eucalipto e em pastagens, por meio da comparação de índices de diversidade e similaridade (composição, riqueza e abundância de espécies).

Metodologia

Foram realizadas cinco campanhas de campo entre os meses de outubro, novembro e dezembro de 2007 e em fevereiro e março de 2008. Cada campanha durou cerca de cinco dias e os períodos de levantamento foram concentrados durante as horas iniciais do período matutino e as horas finais do período vespertino.

Para a identificação das espécies em campo foi adotado o método de amostragem por pontos (BLONDEL et al., 1981; VIELLIARD; SILVA, 1990), considerado bastante eficiente em amostragem de comunidades de aves e de fácil implementação nos neotrópicos, já tendo sido amplamente utilizado por diversos autores, entre eles Almeida (2002), Cândido Júnior (1991), Dário et al. (2002), Neves (2005), Penteado (2006), Pozza (2002) e Ribon (1997).

Cada ponto de amostragem foi observado durante 30 min para identificação visual das espécies. Ao final das campanhas de campo, foram levantados 208 pontos de amostragem, distribuídos equitativamente entre as diferentes classes de uso agrícola mais representativas da área de estudo. As espécies foram identificadas com auxílio dos seguintes guias de campo: Andrade (1992), Dunning (1987), Frisch (2005), Schauensee e Phelps Júnior (1981), Sick (2001), Sigrist (2007).

Foram amostrados 52 pontos nas seguintes culturas: cana-de-açúcar, citricultura, pastagens e silvicultura (eucalipto). Ao fim dos levantamentos, o esforço amostral correspondeu a um total de 104 horas de observação, ou 26 horas para cada cultura.

Preparação do material de apoio para as campanhas de campo

Para auxiliar no deslocamento em campo e na seleção dos pontos amostrais, três produtos cartográficos abrangendo a área de estudo foram elaborados usando o conjunto de aplicativos ArcGIS:

- mapa base em escala 1:50.000 contendo planos de informação de limites municipais, malha viária, hidrografia e topografia (curvas de nível, equidistância de 20 m), editado por meio da compilação das seguintes cartas topográficas digitais do IBGE: Descalvado (SF-23-V-C-IV-4, 1971), Corumbataí (SF-23-Y-A-I-2, 1971), São Carlos (SF-23-Y-A-I-1, 1971), Ibaté (SF-23-V-C-IV-3, 1971), Porto Pulador (SF-23-V-C-IV-1, 1971) e Luís Antônio (SF-23-V-C-IV-2, 1971);
- carta-imagem em escala 1:75.000, elaborada a partir da composição colorida das bandas 3, 2 e 1, do satélite Landsat 5 TM, de 5 de setembro de 2006, órbita/ponto 220/075;
- carta de uso e ocupação do solo, em escala 1:100.000, editada por meio da compilação da base de dados do projeto "Uso e cobertura das terras na região nordeste do Estado de São Paulo" (interpretação de imagens Landsat 7 ETM+ dos anos de 2002/2003).

Estruturação do banco de dados georreferenciados

Com o objetivo de armazenar e facilitar a análise das informações coletadas em campo, um banco de dados foi estruturado a partir de uma planilha eletrônica na qual cada linha corresponde a um ponto de amostragem e cada coluna corresponde a um campo de informação.

Como cada ponto amostral foi georreferenciado em campo com auxílio de GPS e as informações de latitude e longitude de cada ponto foram inseridas no banco de dados, o banco pôde ser facilmente vinculado ao SIG ArcGIS por meio da função *Data Management Tools/Layers and Table Views/Make XY Event Layer*.

Análise dos resultados

A partir dos registros obtidos em campo, o número de espécies encontradas foi utilizado como medida da riqueza de espécies em cada classe de uso, e o número de registros de cada espécie dividido pelo número de pontos de amostragem foi utilizado como índice de frequência relativa. O cálculo de índices quantitativos de diversidade biológica permite fazer comparações rápidas e sujeitas a comprovação estatística entre a diversidade de diferentes habitats ou da diversidade de um mesmo habitat ao longo do tempo.

Foram calculados os índices de diversidade alfa e beta. A diversidade alfa corresponde à riqueza de espécies de uma determinada comunidade considerada homogênea, e a diversidade beta representa o grau de variação da composição de espécies entre diferentes comunidades de uma mesma paisagem (WHITTAKER, 1972).

Como forma de quantificar a biodiversidade dos vários táxons encontrados (diversidade alfa), foi calculado o índice de diversidade de Shannon, originado da teoria da informação (SHANNON; WEAVER, 1949), cujo uso como medida da diversidade foi proposto inicialmente por Margalef (1957, 1958), usando a função $H' = -\sum p_i \ln p_i$, onde $p_i = n_i/N$; n_i é o número de registros da espécie i ; N é o número total de registros.

O índice de Shannon assume que os indivíduos são coletados aleatoriamente de uma grande e infinita população, assumindo, também, que todas as espécies estão representadas na amostra. Por ser muito robusto, esse índice pode ser usado em comparações usando as variâncias (medida de tendência central que informa a variação em torno da média) obtidas durante o cálculo do valor do índice (H') por testes t de Student. O índice tem seus valores distribuídos entre zero, quando existe somente uma espécie, e o logaritmo do número total de espécies, quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos (MAGURRAN, 1988).

Para provar a hipótese nula de que existe diferença significativa de biodiversidade entre os diferentes habitats ou classes de uso, foi seguido o procedimento proposto por Hutcheson (1970) citado por Moreno (2001), com uso da estatística t .

Martins e Santos (1999) afirmaram que, quando é usado o índice de Shannon, perdem-se todas as informações sobre a estrutura de abundância da comunidade. Porém, quando várias comunidades são comparadas, é possível ter uma idéia da variação simultânea desse índice, da riqueza e da equabilidade entre as comunidades, por meio da comparação gráfica da variação entre a diversidade máxima, a diversidade mínima e

a diversidade calculada. A diversidade máxima ($H'_{\text{máx}}$) ocorreria quando todas as espécies fossem igualmente abundantes, ou seja, $H'_{\text{máx}} = \ln S$ (PIELOU, 1975, 1977), onde S é o número total de espécies. A diversidade mínima ocorreria quando $S - 1$ espécies tivessem apenas um indivíduo cada uma e a espécie restante tivesse os indivíduos restantes: $N - (S - 1) = N + 1 - S$.

A suficiência amostral foi analisada por meio de curvas de acúmulo de espécies registradas para cada cultura e para a totalidade das culturas, como uma função do esforço medido em pontos cumulativos de amostragem. Essas curvas foram ajustadas com o uso do estimador não paramétrico *bootstrap*, com aleatorizações das amostras e procedimento de rarefação (COLWELL; CODDINGTON, 1994) utilizando o pacote estatístico EstimateS 8.0.0 (COLWELL, 2006). O procedimento de rarefação permite fazer comparações do número de espécies entre comunidades quando o tamanho da amostra não é igual e calcular o número esperado de espécies de cada amostra se todas as amostras fossem reduzidas a um tamanho padrão. As curvas de ordenação de espécies são utilizadas para detectar padrões de espécies raras e abundantes em cada ambiente.

A diversidade beta foi avaliada por meio do índice de similaridade de Jaccard, expresso pela função $lj = \frac{c}{a+b-c}$, onde: a é o número de espécies presentes no habitat A; b é o número de espécies presentes no habitat B; c é o número de espécies presentes em ambos os habitats.

Os valores desse índice distribuem-se entre zero (quando não existem espécies comuns entre os habitats) e um (quando os habitats têm a mesma composição de espécies).

Também foi avaliada a distribuição das espécies em termos de categorias tróficas, já que o alimento, de forma geral, é um recurso limitante relacionado ao modo como as espécies utilizam o habitat.

Resultados e Discussão

Caracterização da área de estudo

A área de estudo abrange os municípios de Descalvado e Analândia, localizados na região nordeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Trata-se de uma região de agricultura intensiva e que, ao mesmo tempo, destaca-se por sua grande importância ambiental, representada pela presença de remanescentes de vegetação natural de cerrado e de floresta estacional semidecidual, além de relevos testemunhos (*cuestas*) de grande beleza cênica.

Aspectos socioeconômicos

Segundo o Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2010), o Município de Analândia tinha 3.582 habitantes em 2000 e uma população estimada de cerca de 4.166 habitantes em 2007, com área territorial de 327 km². As principais atividades econômicas são o turismo, a mineração de areia, a avicultura, a agricultura – principalmente laranja e cana-de-açúcar – e a pecuária. O município foi elevado à categoria de estância climática devido às suas características geológicas e geomorfológicas únicas. Analândia é um dos 15 municípios paulistas considerados estâncias climáticas pelo Estado de São Paulo, por cumprirem determinados pré-requisitos definidos por lei estadual (Estado de São Paulo, 2010). Tal *status* garante a esses municípios uma verba maior por parte do estado para a promoção do turismo regional.

Com uma área de 755,23 km², Descalvado tinha 28.921 habitantes em 2000 e uma população estimada em cerca de 29.533 habitantes para 2007. A base da economia municipal é a agropecuária, e as atividades de maior destaque são a avicultura, as culturas de laranja e cana-de-açúcar e a pecuária. O setor secundário contribui significativamente para a geração de renda do município e é composto por um parque industrial considerado ainda jovem, com empresas instaladas a partir da década de 1980. Predominam as atividades de extração de areia, produção de álcool e açúcar e de produtos alimentícios.

Os municípios de Descalvado e Analândia têm recebido destaque por seu grande potencial de exploração mineral de areia industrial. As três maiores jazidas do Estado de São Paulo, e também a maior do país, estão inseridas na área estudada.

Aspectos físicos

Baseado na classificação de Köppen, Köffler (1993) descreveu o clima na região como do tipo Cwa – subtropical, de inverno seco, verão quente e chuvoso – e com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C.

No Município de Descalvado, as temperaturas mínimas ocorrem no mês de julho, com média em torno de 18,1 °C. As máximas ocorrem no mês de fevereiro, com médias em torno de 24,2 °C, o que resulta em uma temperatura média anual de 21,7 °C. A precipitação total anual chega a valores médios em torno de 1.348 mm. O período chuvoso abrange os meses de outubro a março, com ocorrência de deficiência hídrica entre os meses de abril até o fim de setembro.

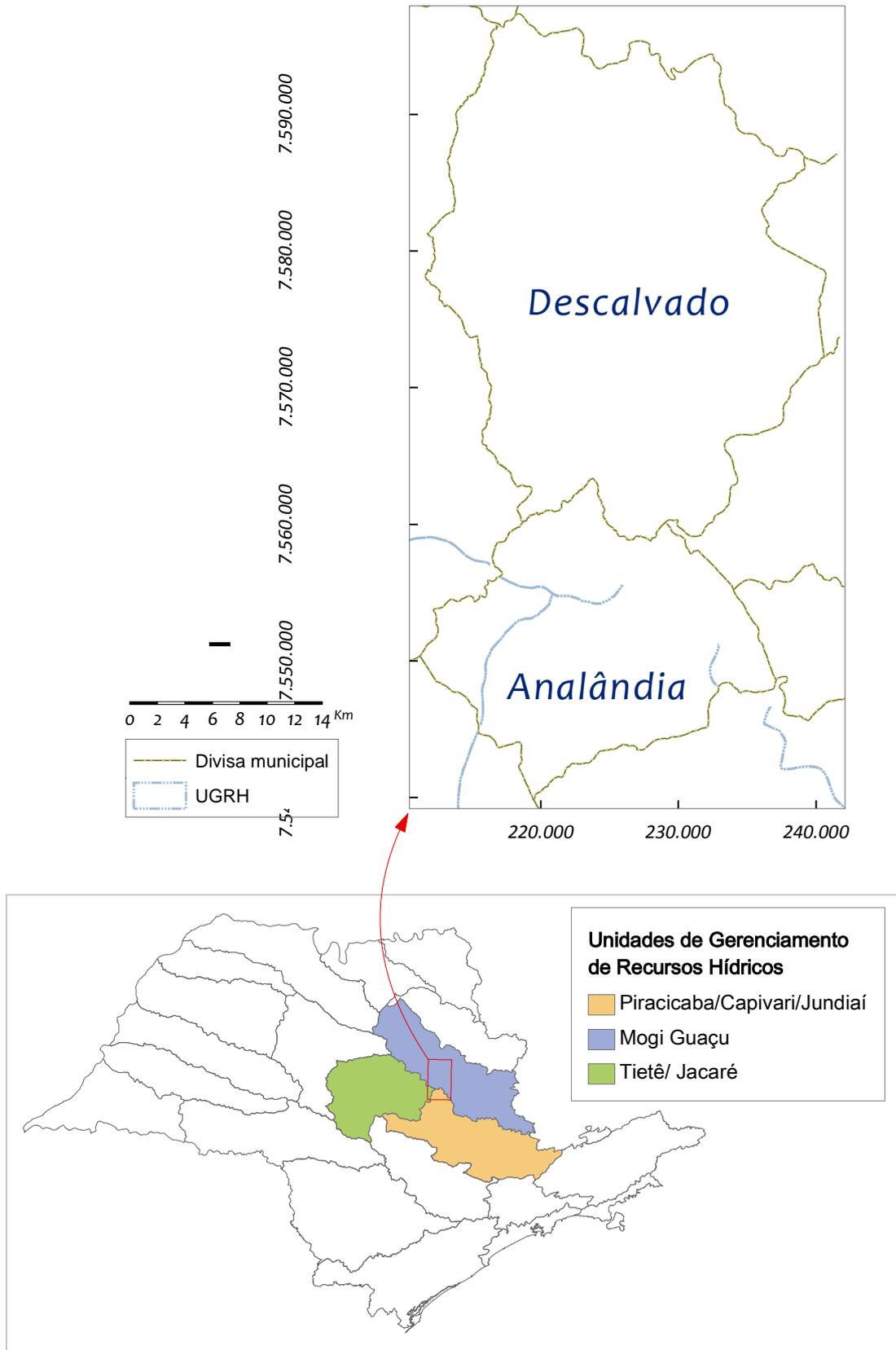


Figura 1. Localização da área de estudo no Estado de São Paulo e Unidades de gerenciamento de recursos hídricos. Fonte: editado por meio da compilação das seguintes cartas topográficas digitais do IBGE: Descalvado (SF-23-V-C-IV-4, 1971), Corumbataí (SF-23-Y-A-I-2, 1971), São Carlos (SF-23-Y-A-I-1, 1971), Ibaté (SF-23-V-C-IV-3, 1971), Porto Pulador (SF-23-V-C-IV-1, 1971) e Luís Antônio (SF-23-V-C-IV-2, 1971).

No Município de Analândia, os valores de temperatura e precipitação são ligeiramente inferiores aos do Município de Descalvado. As temperaturas mínimas também ocorrem no mês de julho, com média em torno de 17,7 °C. As máximas também ocorrem no mês de fevereiro, com médias em torno de 23,9 °C, o que resulta em uma temperatura média anual de 21,3 °C. A precipitação total anual chega a valores médios em torno de 1.254 mm. O período chuvoso abrange os meses de novembro a março, e há ocorrência de deficiência hídrica nos meses de abril até o fim de outubro.

Quanto ao relevo, a área de estudo apresenta grande variação altimétrica no sentido norte-sul, o que propicia a ocorrência de uma grande diversidade de habitats, bem como a manutenção de remanescentes de vegetação natural nas áreas de declividade acentuada, situação que favorece a fauna silvestre.

As variações altimétricas situam-se entre a mínima de 550 m e máximas que ultrapassam os 1.050 m. As áreas de maior altitude ocorrem no topo dos relevos em forma de *cuestas*, como o Serrote de Descalvado (Figura 2), a Serra do Cuscuzeiro e a Serra do Atalaia (Figura 3). As áreas de menor altitude ocorrem nas várzeas do Ribeirão do Pântano, Rio Bonito, Rio Corumbataí e Rio Mogi-Guaçu.

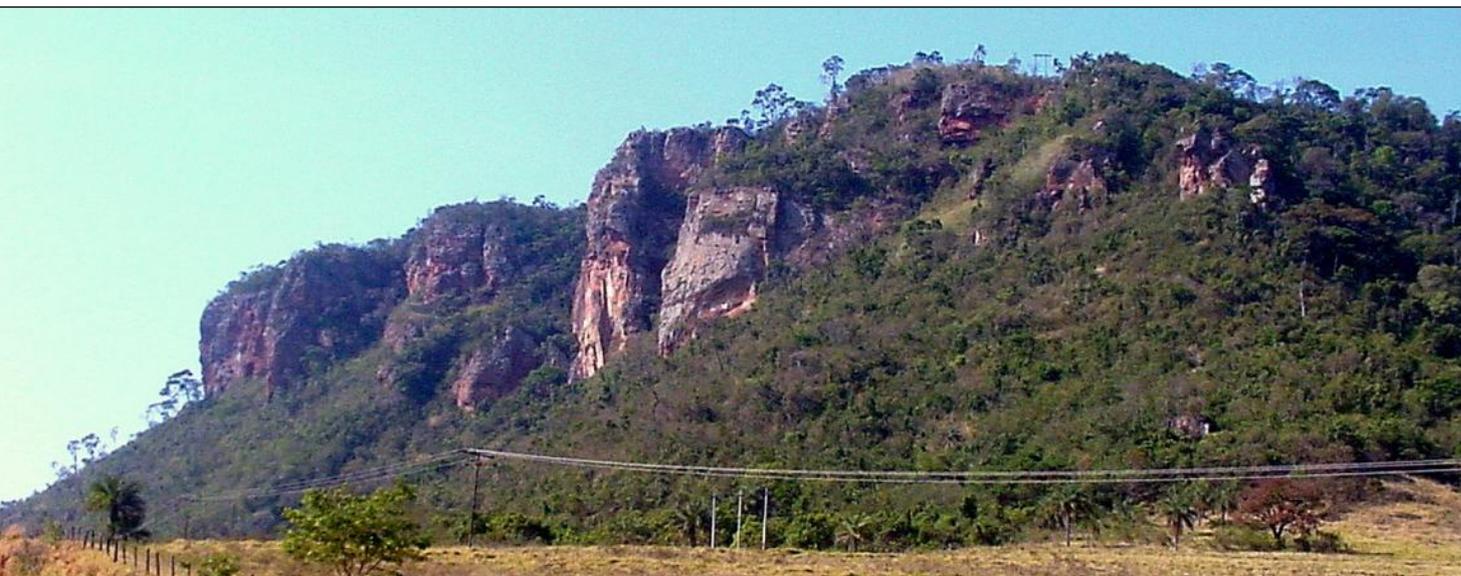


Figura 2. Serrote de Descalvado.

A Serra do Cuscuzeiro constitui um divisor de águas de três unidades de gerenciamento de recursos hídricos (UGRH): as bacias dos rios Mogi-Guaçu, Piracicaba/Capivari/Jundiá e Tietê/Jacaré. O Rio Corumbataí nasce na região da Serra do Cuscuzeiro, a 1.058 m de altitude. Após 110 km de percurso, passando por oito municípios, chega-se à sua foz no Rio Piracicaba, a aproximadamente 470 m de altitude.

Segundo Nardy (1999), os morros do Camelo e do Cuscuzeiro (Figura 4) são pontos de grande beleza cênica que identificam o Município de Analândia. O Morro do Cuscuzeiro recebe muitos visitantes, principalmente com o interesse de escalar as inúmeras vias de montanhismo que ali se encontram. O Morro do Camelo é menos explorado turisticamente, mas novas vias de montanhismo vêm sendo abertas em suas encostas, além de haver nele concentração de acampamentos improvisados.



Figura 3. Detalhe da Serra do Atalaia, com cultivo de cana-de-açúcar em primeiro plano.



Figura 4. Morro do Camelo (esquerda) e Morro do Cuzuzeiro (direita).

Outros pontos de interesse cênico-paisagístico são representados pelas cachoeiras e quedas d'água da região, com destaque, no Município de Analândia, para o Salto Major Levy, o Saltinho, a Ponte Amarela, a Cachoeira da Bocaina e a Cachoeira do Sítio Fonte Limpa; no Município de Descalvado, destaca-se o Salto do Pântano (Figura 5) – cachoeira localizada no Ribeirão do Pântano e com cerca de 50 m de queda d'água – e o Salto do Gasoso, de menor porte e visitação turística.



Figura 5. Salto do Pântano.

Áreas protegidas

A área de estudo tem parte de suas terras inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Corumbataí-Botucatu-Tejupá (Perímetro Corumbataí) e na Área de Proteção Ambiental Municipal de Descalvado, além do Parque Municipal de Analândia.

A APA de Corumbataí foi criada pelo Decreto Estadual nº 20.960, de 8 de junho de 1983, com o objetivo principal de proteção das *cuestas* e dos rios que cortam a região, onde existem ainda outros biótopos de igual importância (MORAES, 1985). O Município de Analândia tem 69% de sua área total localizada dentro dos limites desta APA, que abrange 15 municípios do Estado de São Paulo. A criação da APA de Corumbataí foi motivada, em grande parte, pela presença das *cuestas* arenito-basálticas, cuja existência confere características ambientais específicas à paisagem por apresentar-se como área de contato entre a Depressão Periférica e o Planalto Arenito-Basáltico.

Oliveira (1995) propôs a criação de uma APA em Descalvado, o que ocorreu em junho de 1996 por meio da Lei nº 1.600. A APA tem área total de cerca de 40.000 ha e abrange as porções sul e central do município. Os seus limites foram traçados com base nas bacias dos dois principais rios que cortam o município. O Ribeirão do Pântano, que tem suas nascentes protegidas pela APA Estadual de Corumbataí, foi incluído em toda a extensão contida no município, até desembocar no Rio Mogi-Guaçu. A Bacia do Rio Bonito foi incluída nas áreas de abrangência das nascentes e do curso médio do rio. A APA proposta atinge apenas a área rural, tendo sido excluídas tanto a zona urbana quanto a área onde se localizam indústrias e mineradoras de areia de grande porte, por apresentarem graus de alteração antrópica que dificultam a implantação de programas de conservação ambiental.

Destaca-se também o Parque Estadual de Vassununga que, apesar de estar situado no Município de Santa Rita do Passa Quatro, tem uma de suas glebas às margens do Rio Mogi-Guaçu, limite norte da área de estudo. Este Parque tem área total de 2.069 ha, porém está dividido em seis glebas distintas. A gleba Pé-de-Gigante é a única composta por fisionomias de cerrado, desde campo cerrado até cerrado, e uma pequena área composta por floresta estacional semidecidual. As demais glebas – Praxedes e Maravilha (Figura 6), Capetinga Leste, Capetinga Oeste e Capão da Várzea – são compostas por floresta estacional semidecidual (KORMAN, 2003).

Esta unidade de conservação, sob a administração do Instituto Florestal (SMA), abriga alta diversidade de espécies da fauna e flora silvestres, incluindo os mais belos exemplares de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) e várias espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção, como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e a onça-parda (*Puma concolor*).



Figura 6. Vista da gleba Maravilha, Parque Estadual de Vassununga, às margens do Rio Mogi-Guaçu.

Uso e ocupação das terras

Para caracterização do uso e ocupação das terras da área de estudo, foi utilizada inicialmente a carta editada por meio da compilação da base de dados do projeto Uso e Cobertura das Terras na Região Nordeste do Estado de São Paulo (interpretação de imagens Landsat 7 ETM+ dos anos de 2002/2003).

Entretanto, houve necessidade de atualização dessa carta a partir de observações de campo, o que resultou em uma carta de uso e cobertura das terras atualizada a partir da digitalização de polígonos de uso conhecido sobre uma imagem do satélite Landsat 5 TM de 2006. A Tabela 1 e a Figura 7 sintetizam os resultados obtidos.

Tabela 1. Áreas das classes de uso e cobertura das terras nos municípios de Descalvado e Analândia.

	Analândia		Descalvado		Total	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Cana-de-açúcar	3.652,21	11,18	42.605,51	56,36	46.257,72	42,73
Citricultura	4.464,36	13,67	8.653,59	11,45	13.117,95	12,12
Pastagens	10.879,24	33,31	873,93	1,16	11.753,17	10,86
Silvicultura	2.876,69	8,81	1.128,80	1,49	4.005,49	3,70
Culturas anuais	386,82	1,18	946,65	1,25	1.333,47	1,23
Outros usos	502,91	1,54	465,20	0,62	968,11	0,89
Vegetação ripária	3.914,30	11,98	10.147,24	13,42	14.061,54	12,99
Remanescentes de vegetação	5.506,52	16,86	9.294,25	12,29	14.800,77	13,67
Área urbana	288,00	0,88	829,75	1,10	1.117,75	1,03
Corpos d'água	44,54	0,14	459,13	0,61	503,67	0,47
Mineração	147,54	0,45	196,94	0,26	344,48	0,32
Total	32.663,13	100	75.600,99	100	108.264,12	100

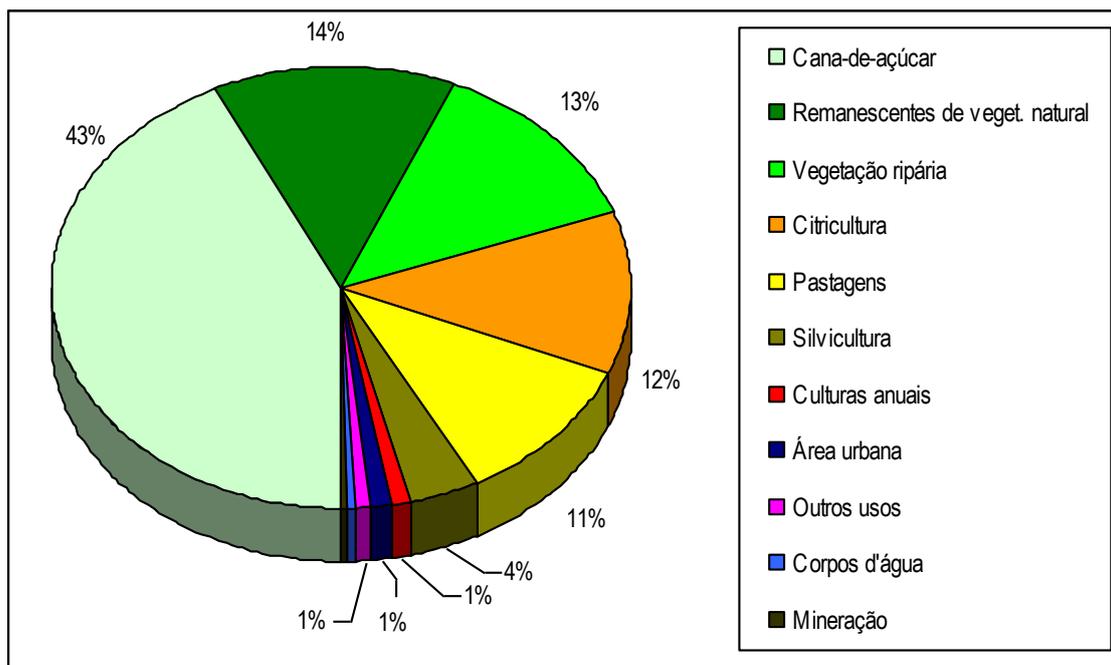


Figura 7. Distribuição percentual das classes de uso e cobertura das terras na área de estudo.

Os resultados indicam que o uso agrícola predominante na área de estudo é a cultura de cana-de-açúcar, seguida pela citricultura e pelas pastagens. Os remanescentes de vegetação natural e vegetação ripária ocupam 26% da área de estudo e muitos deles ainda são mantidos por ocorrerem em áreas de declividade acentuada, junto às encostas do relevo de *cuestas*, o que acaba inviabilizando a sua ocupação, e também pela própria legislação ambiental, que classifica essas áreas como de preservação permanente.

Observa-se uma diferenciação entre os dois municípios em termos de proporção das classes de uso e cobertura das terras. Enquanto em Descalvado o uso predominante é a cultura de cana-de-açúcar (53,36% da área do município), em Analândia predominam as pastagens (33,31%) e a citricultura (13,67%), enquanto a cultura canavieira limita-se a 11,18% da área do município.

Caracterização dos pontos amostrais

Ao longo de cinco campanhas de campo, foram amostrados 208 pontos distribuídos equitativamente entre quatro classes de uso do solo (52 pontos em cada classe, ver Tabela 2): canaviais, citricultura, pastagem e silvicultura.

Tabela 2. Distribuição dos pontos amostrais de acordo com os meses e culturas.

Campanha/mês	Canavial	Citricultura	Pastagem	Silvicultura	Total
Outubro	14	7	10	9	40
Novembro	6	13	10	11	40
Dezembro	10	10	10	10	40
Fevereiro	12	12	12	12	48
Março	10	10	10	10	40
Total	52	52	52	52	208

As coordenadas geográficas de cada ponto amostral foram gravadas em GPS e os dados colhidos em campo foram digitalizados em uma planilha eletrônica no formato Microsoft Excel, onde cada linha da planilha corresponde a um ponto de amostragem e cada coluna corresponde a um campo de informação do protocolo de coleta. Dessa forma, o banco de dados pôde ser facilmente vinculado ao SIG ArcGIS por meio da função *Data Management Tools/Layers and Table Views/Make XY Event Layer*. Os pontos amostrais podem ser visualizados nos documentos cartográficos produzidos: mapa base, carta-imagem e carta de uso e ocupação do solo.

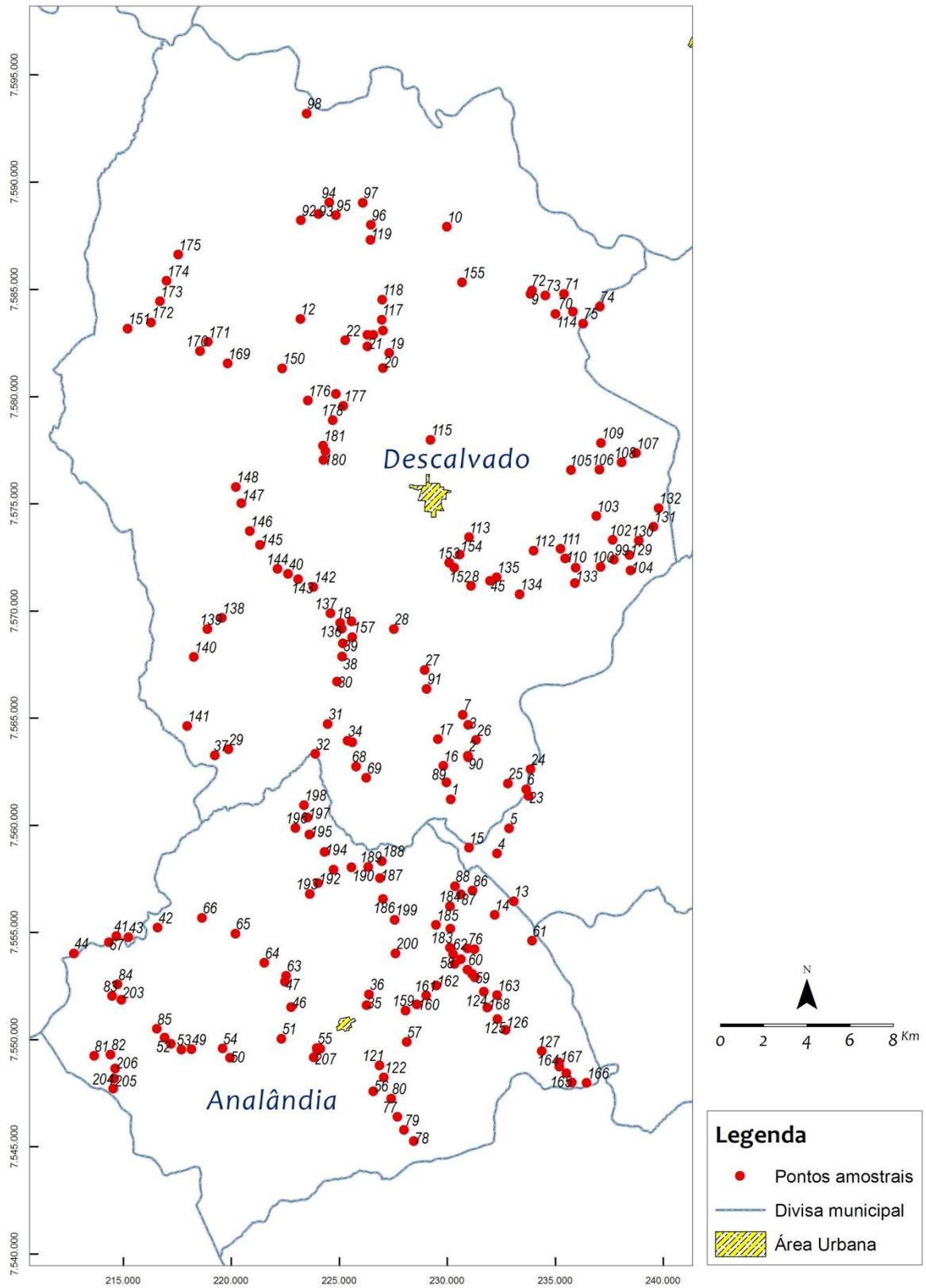


Figura 8. Localização dos pontos amostrais.

Quanto às condições climáticas durante os levantamentos de campo, as temperaturas variaram entre a mínima de 15 °C e a máxima de 36 °C, com média em torno de 2 °C. Quanto à altitude, os pontos amostrais distribuíram-se entre 550 m e 1.012 m, o que resulta em um desnível superior a 460 m. Apesar dessa grande variação altimétrica, de modo geral as culturas agrícolas da área de estudo estão implantadas em áreas de declividades suaves (entre 0% e 5%).

Caracterização da avifauna

Ao fim das cinco campanhas de campo, em um total de 1.133 registros, foram identificadas 58 espécies distribuídas em 28 famílias e 13 ordens. Do total de espécies registradas, 58,62% (34 espécies) são Passeriformes, distribuídas em 12 famílias. Entre os Passeriformes, a família Tyrannidae é a que apresentou maior riqueza de espécies (10 espécies) e maior abundância (171 registros), seguida pela família Emberizidae (8 espécies, 166 registros).

Entre os não Passeriformes, os Falconiformes e os Cuculiformes apresentaram maior riqueza de espécies (quatro espécies para cada ordem), seguidos pelos Columbiformes/Columbidae (com três espécies). Columbiformes/Columbidae e Cuculiformes/Cuculidae foram as ordens e famílias que apresentaram maior abundância entre os não Passeriformes, com 126 e 87 registros, respectivamente. A Tabela 3 apresenta a lista de espécies registradas em campo de acordo com a classificação taxonômica do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2008), incluindo sua abundância (nº de registros) para cada cultura amostrada.

Frequência de ocorrência

A frequência de ocorrência de cada espécie foi calculada a partir do número de registros de uma determinada espécie em função do número total de pontos de amostragem. A Figura 9 mostra a distribuição da frequência de ocorrência relativa de cada espécie. A partir da frequência de ocorrência, as espécies foram agrupadas nas seguintes categorias:

- a) Muito frequentes (registradas em mais de 15% dos pontos): *Columbina talpacoti*, *Mimus saturninus*, *Guira guira*, *Cariama cristata*, *Patagioenas picazuro*, *Ammodramus humeralis*, *Zonotrichia capensis*, *Cyanocorax cristatellus*, *Troglodytes musculus*, *Pitangus sulphuratus*, *Tyrannus melancholicus*;
- b) Frequentes (registradas entre 10% e 14,99% dos pontos): *Colaptes campestris*, *Vanellus chilensis*, *Crotophaga ani*, *Furnarius rufus*, *Pseudoleistes guirahuro*, *Sporophila caerulescens*, *Athene cunicularia*, *Coereba flaveola*, *Rupornis magnirostris*, *Bubulcus ibis*, *Tyrannus savana*, *Caracara plancus*, *Progne tapera*, *Thraupis sayaca*, *Myiarchus ferox*;
- c) Medianamente frequentes (registradas entre 5% e 9,99% dos pontos): *Volatinia jacarina*, *Zenaida auriculata*, *Elaenia flavogaster*, *Hirundinea ferruginea*, *Gnorimopsar chopi*, *Euphonia chlorotica*, *Emberizoides herbicola*, *Coragyps atratus*, *Riparia riparia*, *Todirostrum cinereum*;
- d) Pouco frequentes (registradas entre 1% e 4,99% dos pontos): *Tangara cayana*, *Xolmis cinereus*, *Carduelis magellanica*, *Brotogeris chiriri*, *Heterospizias meridionalis*, *Ramphastos toco*, *Sicalis flaveola*, *Tapera naevia*, *Crypturellus parvirostris*, *Turdus rufiventris*; e,
- e) Raras (registradas em menos de 1% dos pontos, com apenas uma ou duas ocorrências): *Colonia colonus*, *Coryphospingus cucullatus*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Sporophila maximiliani*, *Sturnella superciliaris*, *Aramides cajanea*, *Dendrocygna viduata*, *Parabuteo unicinctus*, *Piaya cayana*, *Pulsatrix perspicillata*, *Pyrocephalus rubinus*, *Theristicus caudatus*.

Tabela 3. Lista de espécies da avifauna identificadas nas cinco campanhas de campo (de outubro de 2007 a março de 2009), de acordo com as culturas amostradas.

ORDEM	Família	Espécie	Nome popular	Culturas				Total
				Canavial	Citricultura	Pastagem	Silvicultura	
TINAMIFORMES				1	2	0	0	3
	Tinamidae			1	2	0	0	3
		<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	inhambu-chororó	1	2	0	0	3
ANSERIFORMES				0	0	1	0	1
	Anatidae			0	0	1	0	1
		<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	0	0	1	0	1
CICONIIFORMES				0	0	27	0	27
	Ardeidae			0	0	26	0	26
		<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça-vaqueira	0	0	26	0	26
	Threskiornithidae			0	0	1	0	1
		<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca	0	0	1	0	1
CATHARTIFORMES				1	1	6	3	11
	Cathartidae			1	1	6	3	11
		<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-de-cabeça-preta	1	1	6	3	11
FALCONIFORMES				11	9	25	12	57
	Accipitridae			9	6	13	6	34
		<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo	3	0	1	2	6
		<i>Parabuteo unicinctus</i> (Temminck, 1824)	gavião-asa-de-telha	0	0	1	0	1
		<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	6	6	11	4	27
	Falconidae			2	3	12	6	23
		<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	caracará	2	3	12	6	23
GRUIFORMES				5	15	12	19	51
	Rallidae			0	1	0	0	1
		<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	0	1	0	0	1
CARIAMIFORMES				5	14	12	19	50
	Cariamidae			5	14	12	19	50
		<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766)	seriema	5	14	12	19	50
CHARADIIFORMES				0	0	32	0	32
	Charadriidae			0	0	32	0	32
		<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	0	0	32	0	32
COLUMBIFORMES				33	25	28	40	126
	Columbidae			33	25	28	40	126
		<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa	14	18	15	10	57
		<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	pombão	13	6	9	21	49
		<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	pomba-de-bando	6	1	4	9	20
PSCITACIFORMES				1	0	3	2	6
	Pscittacidae			1	0	3	2	6
		<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	1	0	3	2	6
CUCULIFORMES				25	21	25	16	87
	Cuculidae			25	21	25	16	87
		<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	anu-preto	10	4	13	4	31
		<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	13	15	11	12	51
		<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	1	0	0	0	1
		<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci	1	2	1	0	4
STRIGIFORMES				12	0	15	2	29
	Strigidae			12	0	15	2	29
		<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	12	0	14	2	28
		<i>Pulsatrix perspicillata</i> (Latham, 1790)	murucututu	0	0	1	0	1
PICIFORMES				3	8	18	7	36
	Ramphastidae			1	0	3	0	4
		<i>Ramphastos toco</i> (Statius Muller, 1776)	tucanuçu	1	0	3	0	4
	Picidae			2	8	15	7	32
		<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	2	8	15	7	32

Continua...

Tabela 3. Continuação.

ORDEM	Culturas						
	Família						
	Espécie	Nome popular	Canavial	Citricultura	Pastagem	Silvicultura	Total
PASSERIFORMES			176	221	86	184	667
Furnariidae			4	13	9	5	31
	<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	4	13	9	5	31
Tyrannidae			43	50	20	58	171
	<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)	viuvinha	2	0	0	0	2
	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	garavaca-de-barriga-amarela	2	2	0	12	16
	<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, 1788)	gibão-de-couro	9	0	0	6	15
	<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira	3	8	0	10	21
	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	2	14	10	10	36
	<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	príncipe	0	0	1	0	1
	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	2	6	0	3	11
	<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	suiriri	7	13	0	15	35
	<i>Tyrannus savana</i> (Vieillot, 1808)	tesourinha	14	4	6	0	24
	<i>Xolmis cinereus</i> (Vieillot, 1816)	primavera	2	3	3	2	10
Corvidae			10	7	0	22	39
	<i>Cyanocorax cristatellus</i> (Temminck, 1823)	gralha-do-campo	10	7	0	22	39
Hirundinidae			15	4	17	0	36
	<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	11	4	8	0	23
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-pequena-de-casa	0	0	2	0	2
	<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	andorinha-do-barranco	4	0	7	0	11
Troglodytidae			4	16	4	14	38
	<i>Troglodytes musculus</i> (Naumann, 1823)	corruíra	4	16	4	14	38
Turdidae			0	3	0	0	3
	<i>Turdus rufiventris</i> (Vieillot, 1818)	sabiá-laranjeira	0	3	0	0	3
Mimidae			19	16	5	14	54
	<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	19	16	5	14	54
Coerebidae			1	15	0	11	27
	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	1	15	0	11	27
Thraupidae			7	15	2	9	33
	<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela	2	4	0	4	10
	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento	5	11	2	5	23
Emberizidae			37	67	19	43	166
	<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	15	18	6	9	48
	<i>Lanio cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-rei	0	0	0	2	2
	<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	canário-do-campo	0	10	0	2	12
	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra	0	3	1	0	4
	<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho	7	14	0	9	30
	<i>Sporophila maximiliani</i> (Cabanis, 1851)	bicudo	0	1	0	1	2
	<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	4	7	2	7	20
	<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1766)	tico-tico	11	14	10	13	48
Icteridae			23	11	10	3	47
	<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	graúna	3	5	3	3	14
	<i>Pseudoleistes guirahuro</i> (Vieillot, 1819)	chopim-do-brejo	20	6	5	0	31
	<i>Sturnella supercilialis</i> (Bonaparte, 1850)	polícia-inglesa-do-sul	0	0	2	0	2
Fringillidae			13	4	0	5	22
	<i>Sporagra magellanica</i> (Vieillot, 1805)	pintassilgo	8	1	0	0	9
	<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	5	3	0	5	13
Abundância			268	302	278	285	1.133
Riqueza			43	40	39	36	58

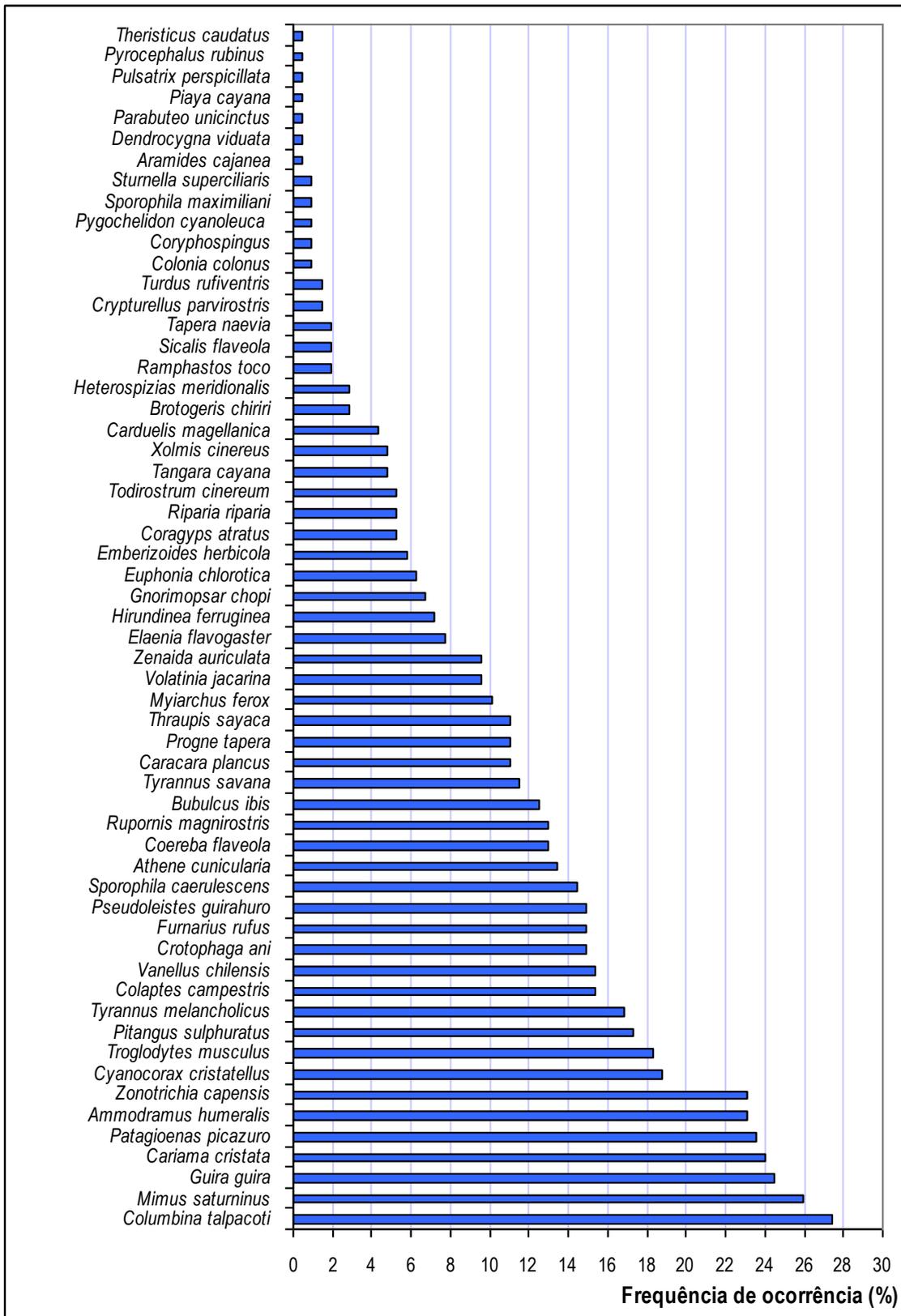


Figura 9. Distribuição da frequência de ocorrência relativa (%) das espécies registradas em campo.

Curva de acúmulo de espécies

A suficiência amostral foi analisada por meio da curva de acúmulo de espécies registradas para a área de estudo, como uma função do esforço medido em pontos cumulativos de amostragem. Essa curva foi ajustada com o uso do estimador não paramétrico *bootstrap*, com 1.000 aleatorizações das amostras e procedimento de rarefação (COLWELL; CODDINGTON, 1994) utilizando o pacote estatístico EstimateS 8.0.0 (COLWELL, 2006).

O procedimento de rarefação permite fazer comparações do número de espécies entre comunidades quando o tamanho da amostra não é igual e calcular o número esperado de espécies de cada amostra se todas as amostras fossem reduzidas a um tamanho padrão. A curva de riqueza acumulada é apresentada na Figura 10 e mostra que, ao fim das cinco campanhas de campo, já havia a tendência à estabilização, sendo que não foi registrada nenhuma espécie nova na última campanha. Entretanto, novas espécies poderão ser encontradas se forem realizadas novas campanhas que abranjam outro período do ano (outono e inverno) ou que utilizem outra metodologia, como o uso de redes de neblina.

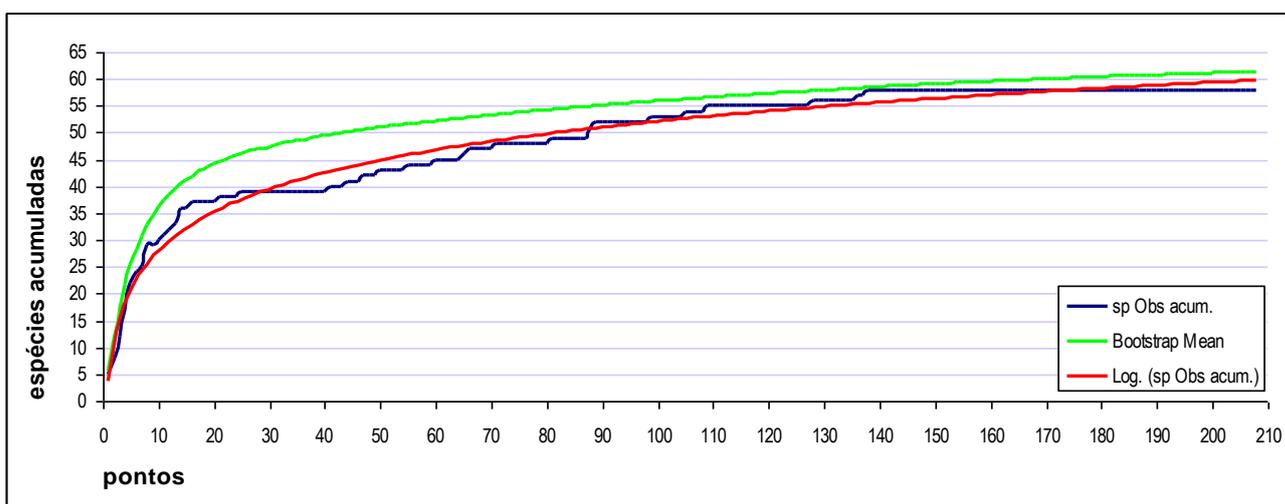


Figura 10. Riqueza acumulada de espécies, incluindo espécies observadas e espécies calculadas por meio do estimador *bootstrap* (média de 1.000 aleatorizações).

Riqueza e composição de espécies nas culturas amostradas

Das 58 espécies registradas, 20 ocorreram em todas as culturas amostradas. As pastagens apresentaram maior número de espécies exclusivas (espécie registrada apenas nessa classe de uso): *Bubulcus ibis*, *Dendrocygna viduata*, *Parabuteo unicinctus*, *Pulsatrix perspicillata*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Pyrocephalus rubinus*, *Sturnella superciliaris* e *Vanellus chilensis*. Na citricultura, foram registradas duas espécies exclusivas: *Aramides cajanea* e *Turdus rufiventris*. Nos canaviais, também foram registradas apenas duas espécies exclusivas: *Colonia colonus* e *Piaya cayana*. Na silvicultura, ocorreu apenas uma espécie exclusiva: *Coryphospingus cucullatus*.

A cultura que apresentou maior riqueza de espécies foi a cana-de-açúcar, seguida pela citricultura, pastagem e silvicultura. A citricultura apresentou maior abundância, seguida pela silvicultura, pastagem e cana-de-açúcar. A Figura 11 sintetiza os resultados encontrados de acordo com as classes de culturas amostradas, incluindo abundância (nº de registros) e riqueza (nº de espécies).

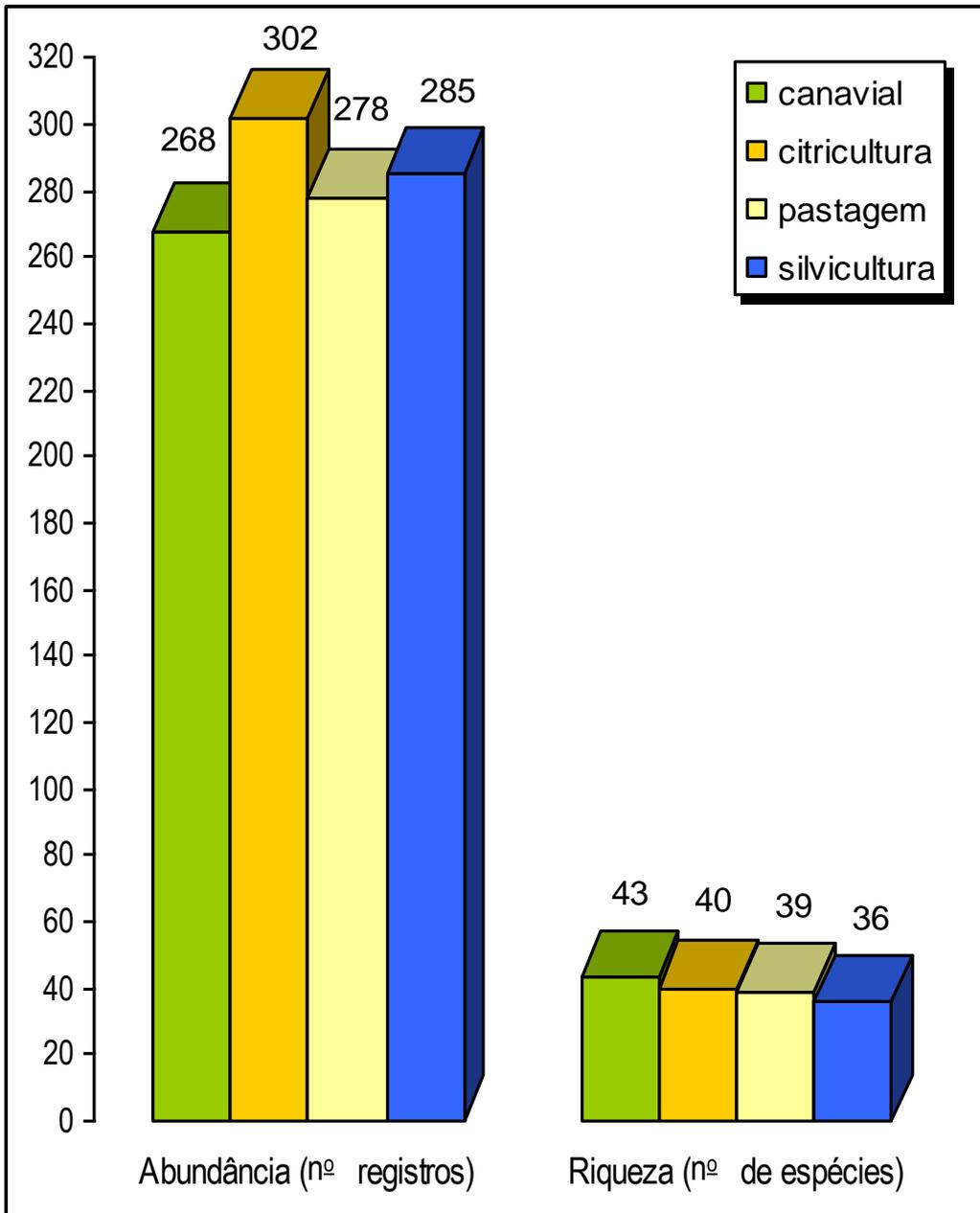


Figura 11. Abundância e riqueza de espécies de acordo com as culturas amostradas.

Cana-de-açúcar

Para a cana-de-açúcar (Figura 12), de um total de 52 pontos amostrais foram obtidos 268 registros distribuídos entre 43 espécies pertencentes a 22 famílias e 10 ordens. A espécie com maior frequência de ocorrência foi *Pseudoleistes guirahuro*, registrada em mais de 38% dos pontos amostrais (20 pontos), seguida por *Mimus saturninus*, *Ammodramus humeralis*, *Columbina talpacoti* e *Tyrannus savana*. As espécies menos frequentes foram *Brotogeris chiriri*, *Coereba flaveola*, *Coragyps atratus*, *Crypturellus parvirostris*, *Playa cayana*, *Ramphastos toco* e *Tapera naevia*, todas com apenas um registro. A Figura 13 mostra a distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na cultura de cana-de-açúcar.



Figura 12. Seriema (*Cariama cristata*) em canavial, no momento da colheita de cana (observar trabalhador no canto superior direito).

A pesquisa bibliográfica identificou um estudo que, apesar de ter sido realizado no norte do Estado do Rio de Janeiro, avalia a composição de avifauna em quatro fragmentos florestais inseridos em uma área de cultivo de cana-de-açúcar. O estudo foi desenvolvido por Piratelli et al. (2005) e usou capturas com redes ornitológicas, registros visuais e auditivos e análise de fezes. Apesar de ter sido realizado com metodologia diferente da utilizada no presente projeto e de ter incluído levantamentos em fragmentos florestais, o estudo registrou 44 espécies de aves, valor bastante próximo ao encontrado para as culturas de cana do presente projeto e inferior ao encontrado para a área total de Analândia e Descalvado (58 espécies).

Penteado (2006) registrou 52 espécies em culturas de cana-de-açúcar na Bacia do Rio Passa-Cinco (Corumbataí, SP), onde comparou a diversidade de avifauna de fragmentos florestais, culturas de eucalipto, pastagens e monocultura de cana-de-açúcar. Seus resultados indicaram os canaviais como os ambientes com menor riqueza e abundância de espécies, com 21% do total. Deve-se ressaltar que o trabalho da autora abrangeu um período de amostragem bastante superior ao do presente projeto (seis campanhas na estação chuvosa e cinco na estação seca), fato que deve ter colaborado para a identificação de maior número de espécies.

Uma das hipóteses para explicar a grande quantidade de espécies na cultura de cana-de-açúcar em relação às outras culturas seria a grande extensão territorial que a cana ocupa na área de estudo (43% da área total). Assim existiria maior probabilidade de mais espécies serem encontradas, mesmo que estivessem somente se deslocando entre outras culturas ou habitats que se encontram "ilhados" em um verdadeiro "mar de cana".

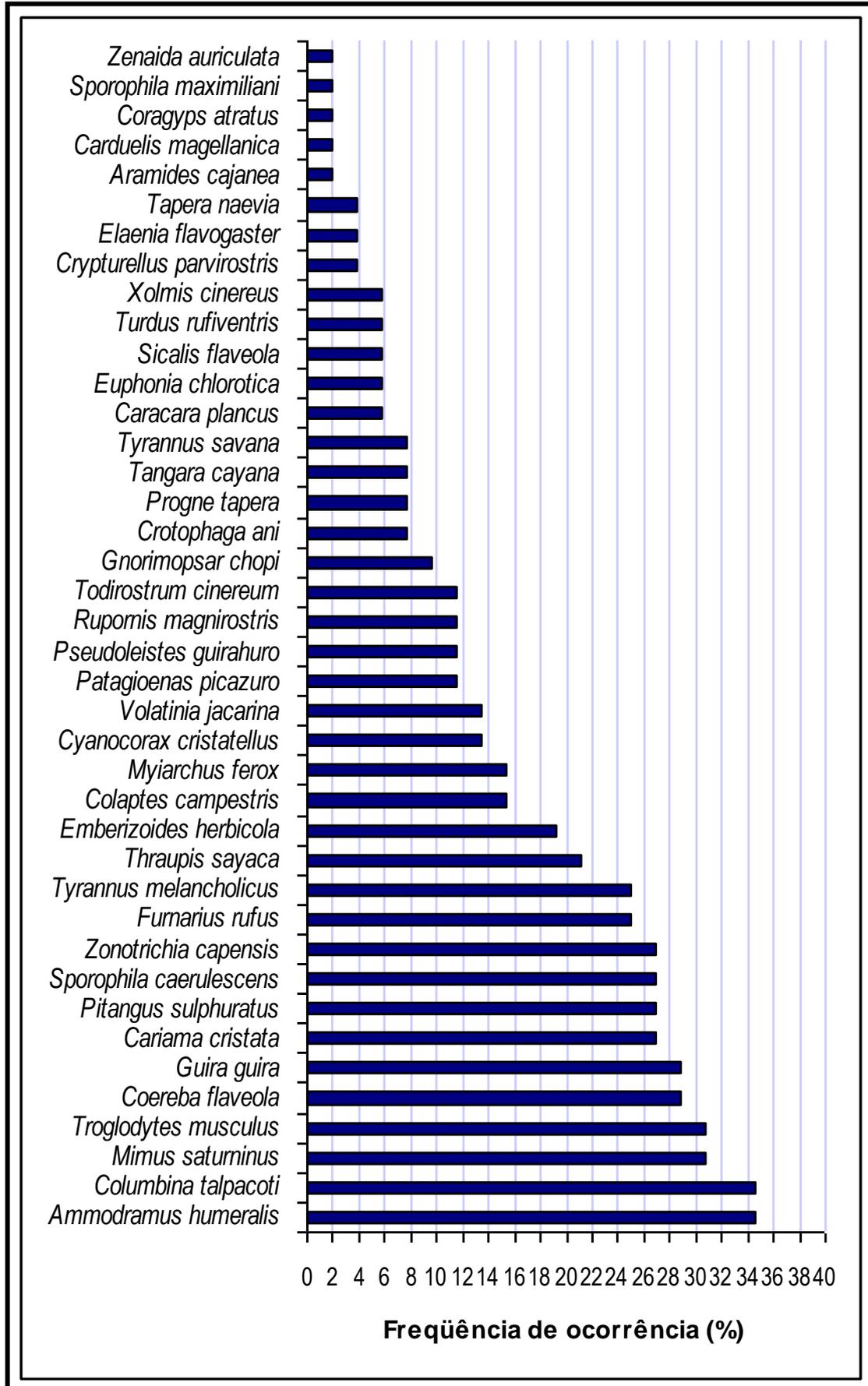


Figura 13. Distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na cultura de cana-de-açúcar.

Citricultura

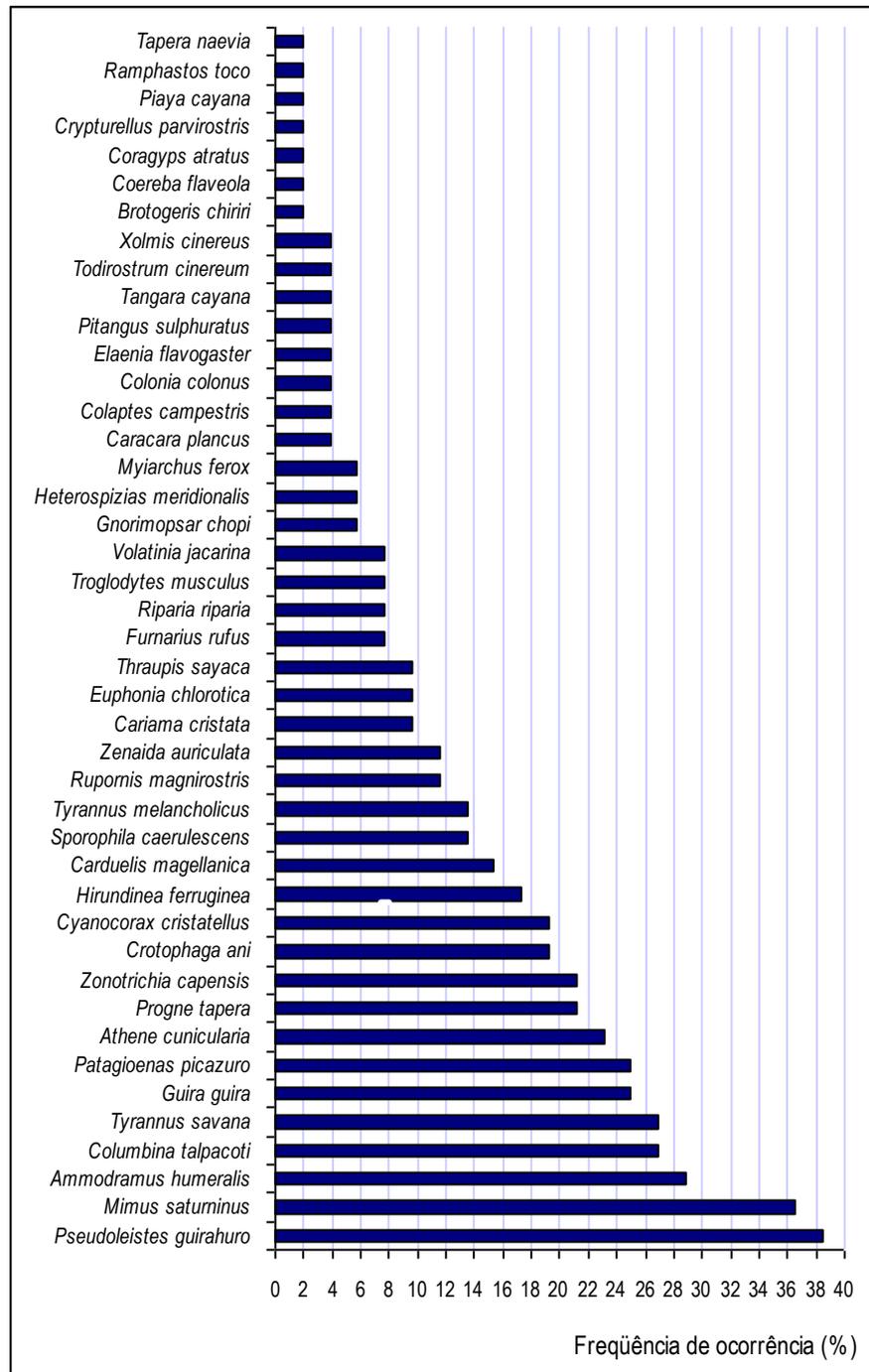
Para a citricultura (Figura 14), de um total de 52 pontos amostrais foram obtidos 302 registros distribuídos entre 40 espécies pertencentes a 21 famílias e 8 ordens. As espécies com maior frequência de ocorrência na citricultura foram *Ammodramus humeralis* e *Columbina talpacoti* (ambas registradas em 34% dos pontos), seguidas por *Mimus saturninus* e *Troglodytes musculus* (ambos registrados em 30% dos pontos).



Figura 14. Exemplo de cultura de laranja no Município de Descalvado.

As espécies menos frequentes foram *Aramides cajanea*, *Carduelis magellanica*, *Coragyps atratus*, *Sporophila maximiliani* e *Zenaida auriculata*, todas com apenas um registro. A Figura 15 mostra a distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na citricultura. A pesquisa bibliográfica não encontrou nenhum trabalho sobre levantamento de avifauna neste tipo de cultura.

Figura 15. Distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na citricultura.



Pastagens

Para as pastagens, de um total de 52 pontos amostrais foram obtidos 278 registros distribuídos entre 39 espécies pertencentes a 22 famílias e 12 ordens. A distribuição da frequência de ocorrência das espécies nas pastagens apresentou uma situação bastante singular: duas espécies ocorreram em mais de 50% dos pontos amostrais – *Vanellus chilensis* (61%) e *Bubulcus ibis* (50%). Além da alta frequência, estas espécies foram encontradas somente nesta classe de uso e, portanto, foram consideradas espécies exclusivas e que demonstram grande predileção e especialização por este tipo de habitat (Figura 16).



Figura 16. Garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), espécie exclusiva e muito frequente nas pastagens da área de estudo.

As espécies menos frequentes foram *Dendrocygna viduata*, *Heterospizias meridionalis*, *Parabuteo unicinctus*, *Pulsatrix perspicillata*, *Pyrocephalus rubinus*, *Sicalis flaveola*, *Tapera naevia* e *Theristicus caudatus*, todas com apenas um registro. A Figura 17 mostra a distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas nas pastagens.

Para as pastagens, Penteado (2006) registrou 112 espécies de aves, 14 delas consideradas espécies exclusivas deste ambiente. A autora considera que as pastagens apresentaram maior abundância de indivíduos por constituírem-se na matriz do agroecossistema da área de estudo e, também, por apresentarem elementos diversos de vegetação original, além de apresentarem espécies que vivem em bandos intraespecíficos e espécies associadas à presença de gado (*Crotophaga ani*, *Guira guira*, *Colaptes campestris*, *Melanerpes candidus*, *Pseudoleistes guirahuro*, *Aratinga leucophthalma*, *Vanellus chilensis* e *Bubulcus ibis*).

A autora ressalta que a extensão e a conectividade das áreas de pastagens podem ser características relevantes que explicam a abundância de aves nestes ambientes. As pastagens, mais diversas do que outros ambientes implantados, apresentam elementos arbóreo/arbustivos típicos da vegetação original (floresta e cerrado) que contribuem para a complexidade estrutural do habitat. As pastagens com fortes características de cerrado ainda constituem ambientes adequados para espécies típicas desse habitat.

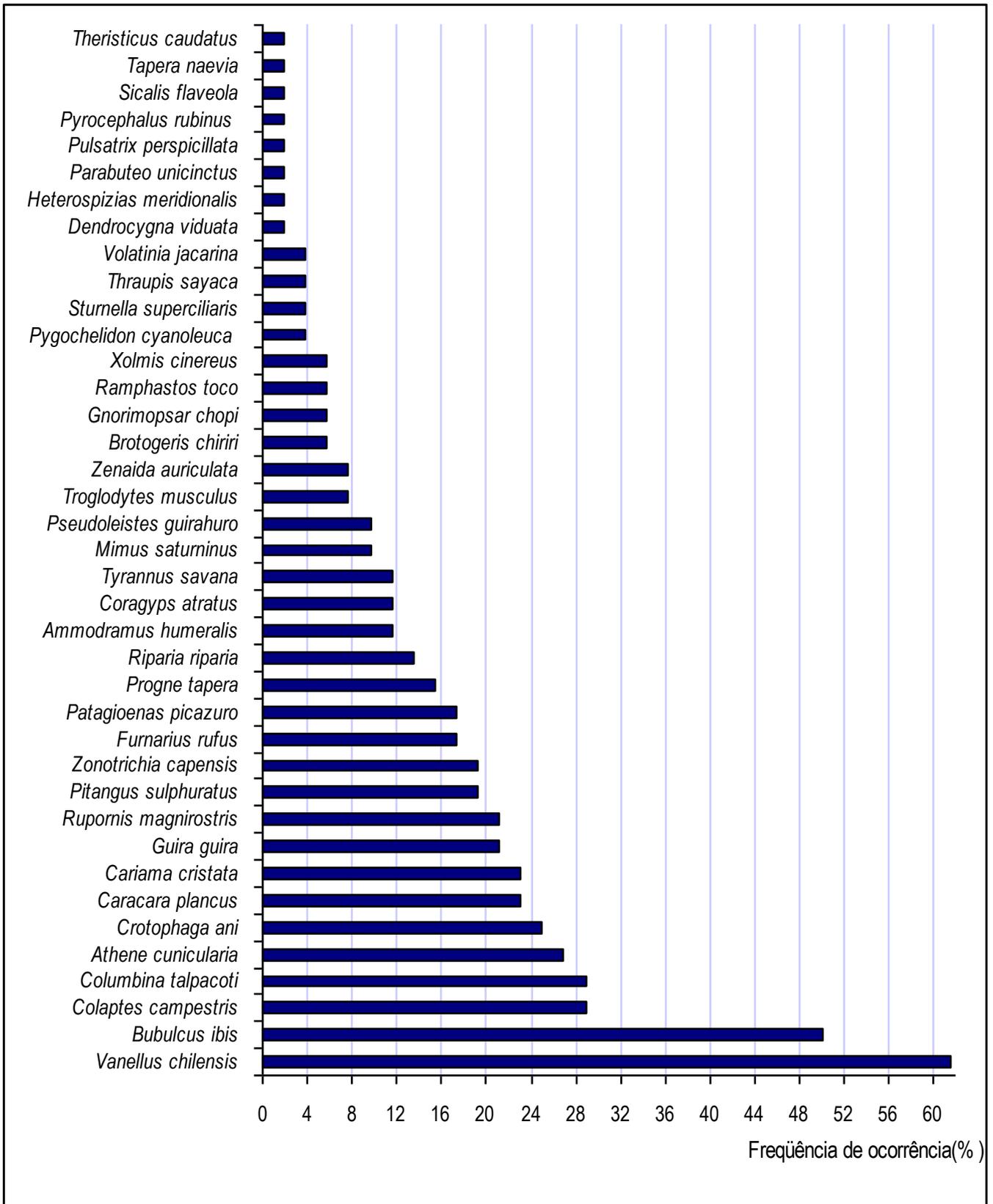


Figura 17. Distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas nas pastagens.

Silvicultura

Para as áreas de silvicultura, de um total de 52 pontos amostrais foram obtidos 285 registros distribuídos entre 36 espécies pertencentes a 19 famílias e 9 ordens. As espécies com maior frequência de ocorrência foram *Cyanocorax cristatellus*, *Patagioenas picazuro* e *Cariama cristata* (registradas em 42%, 40% e 36% dos pontos, respectivamente), seguidas por *Tyrannus melancholicus*, *Mimus saturninus* e *Troglodytes musculus*. A espécie menos frequente foi *Sporophila maximiliani*, com apenas um registro. A Figura 18 mostra a distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na silvicultura.

No presente projeto, a silvicultura apresentou o menor valor de riqueza de espécies, com apenas uma espécie exclusiva. Ao contrário dos canaviais, as áreas cultivadas com eucalipto ocupam apenas 3,7% da extensão territorial da área de estudo, o que implicaria menor probabilidade de serem encontradas mais espécies.

Dário et al. (2002) estudaram a avifauna em área localizada na Serra do Mar, no Município de Paraibuna, SP, comparando três fragmentos de Floresta Ombrófila Densa e uma área de plantios de eucaliptos adjacente. Foram registradas apenas 42 espécies na cultura de eucalipto, nenhuma delas exclusiva.

Os autores comentam que a diferença na quantidade de espécies entre os fragmentos florestais e o plantio de eucaliptos deve-se ao fato de a floresta proporcionar uma grande quantidade de nichos, que abrigam uma diversidade de habitantes nos diferentes níveis da estratificação e têm efeito direto na diversidade de aves.

Afirmam, também, que, no plantio de eucaliptos, destacam-se as espécies que apresentam boa adaptação aos ambientes antropizados, como *Tyrannus melancholicus*, *Pitangus sulphuratus* e *Sporophila caerulea*. No entanto, espécies tipicamente florestais e que tiveram alta frequência nos fragmentos não foram observadas, o que leva à conclusão de que tal fato demonstra que o plantio de eucaliptos, mesmo com o sub-bosque bem desenvolvido, constitui-se numa barreira para as espécies da avifauna, principalmente as florestais. Das 113 espécies observadas, 71 não foram registradas no plantio de eucaliptos.

Outro estudo que avaliou a avifauna de monocultura de eucaliptos é o de Marsden et al. (2001), que comparou a diversidade e abundância de aves entre a Reserva Florestal de Sooretama (Linhares, ES), 31 fragmentos florestais e uma cultura de eucaliptos com mais de 30 anos. Com um esforço amostral de 25 pontos de amostragem, foram registradas, na cultura de eucaliptos, somente oito espécies com abundância de 50 indivíduos, nenhuma delas exclusiva. Os autores atribuem essa pobreza de espécies à limpeza intensiva do sub-bosque, que é realizada periodicamente na cultura amostrada.

Esses valores são bastante inferiores aos registrados no presente projeto (36 espécies). Por outro lado, Penteadó (2006) conseguiu registrar valores bastante superiores, e identificou 104 espécies em cultivos de eucalipto na Bacia do Rio Passa-Cinco (Corumbataí, SP).

A autora ressalta que os eucaliptais, apesar de constituírem ambientes florestais, apresentaram menor riqueza de espécies e, também, menor abundância de indivíduos quando comparados com fragmentos naturais. Atribui como causa provável desse fato a baixa complexidade estrutural (poucos substratos específicos para forrageamento e nidificação), o que pode ser observado principalmente em áreas nucleares de plantios extensos e com manejo periódico de sub-bosque.

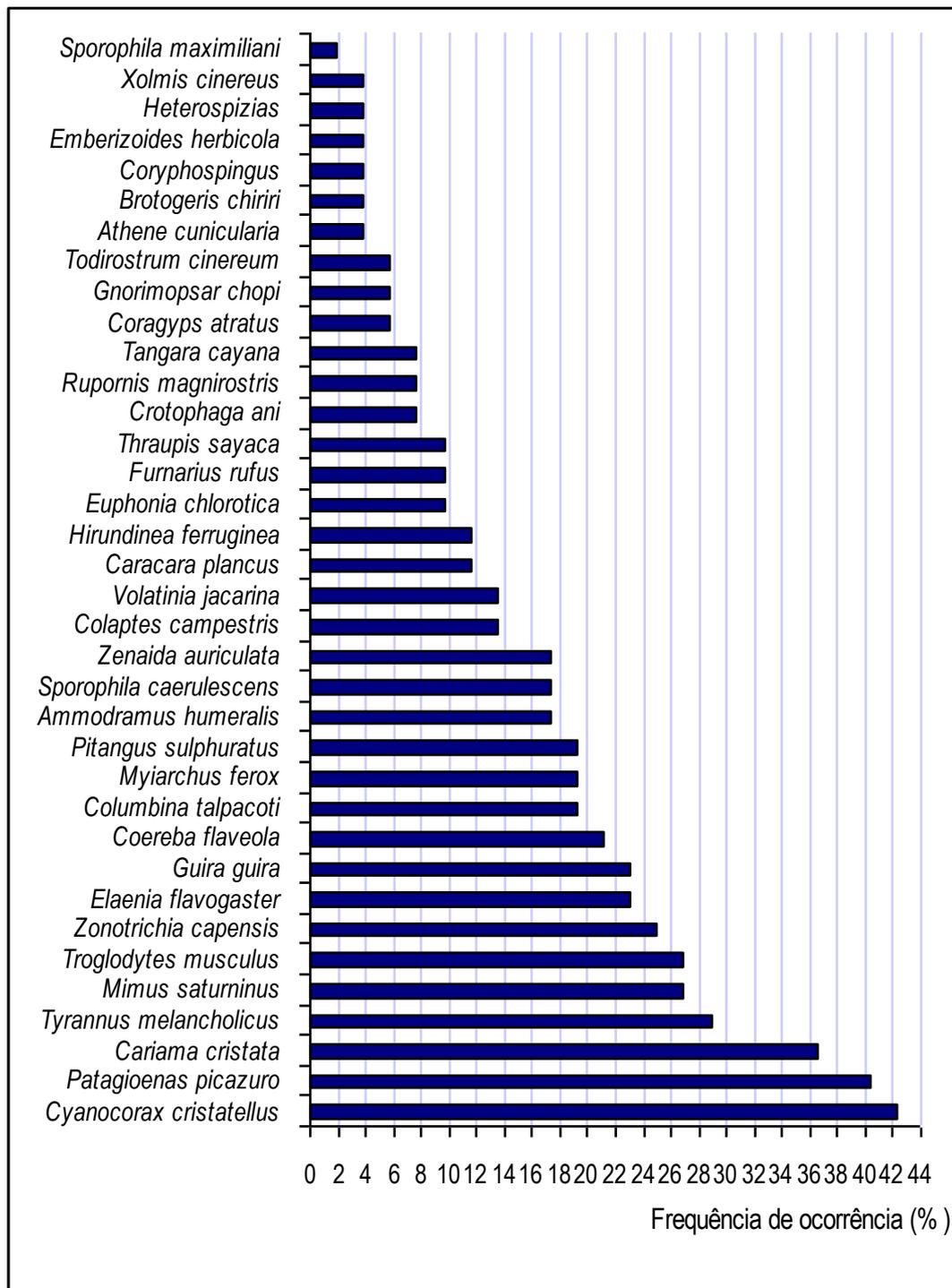


Figura 18. Distribuição da frequência de ocorrência das espécies registradas na silvicultura.

Índice de diversidade de Shannon

O índice de Shannon foi calculado para cada cultura separadamente e para a área de estudo como um todo, a qual obteve um valor de 3,73. Entre as culturas, a que obteve o maior valor foi a de cana-de-açúcar (3,43), seguida por citricultura (3,2), pastagens (3,07) e silvicultura (2,80). A Figura 19 sintetiza os resultados obtidos.

Comparando-se os resultados do índice de Shannon com aqueles encontrados por Penteadó (2006), verifica-se que a autora registrou índices bastante superiores para silvicultura e pastagem (4,2 e 4,1, respectivamente) e bastante inferiores para as culturas de cana-de-açúcar (2,9).

Da bibliografia pesquisada e citada anteriormente, o trabalho de Penteadó (2006) é o único que calculou o índice de Shannon para as culturas consideradas no presente projeto, porém faltam dados para outras comparações. Não foram encontrados dados sobre a diversidade de avifauna na citricultura.

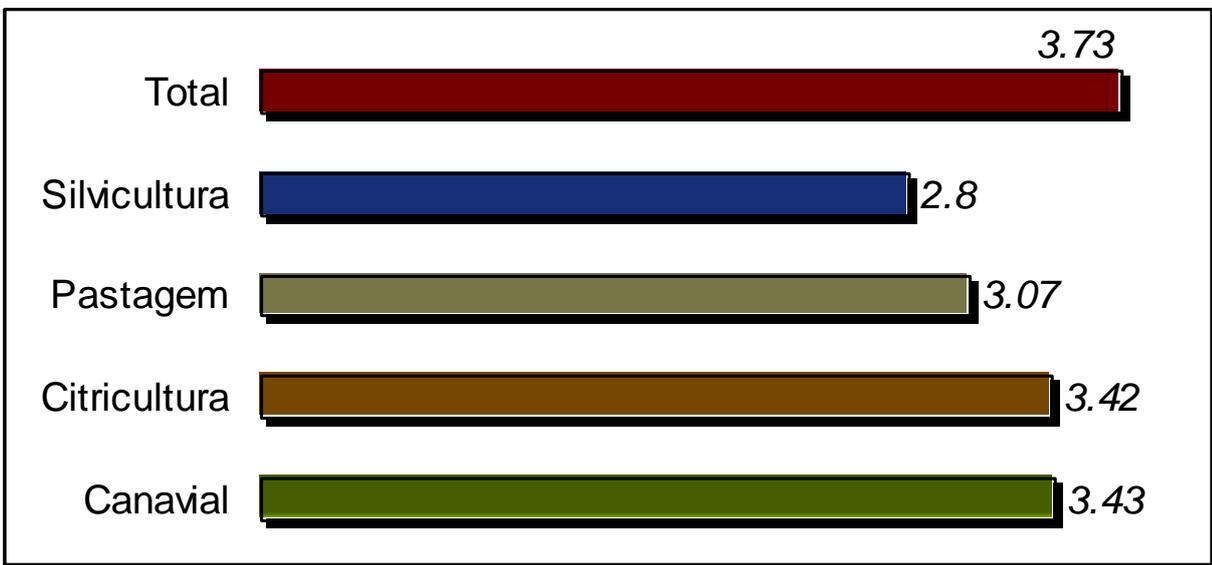


Figura 19. Índice de Shannon para cada cultura e para a área total de estudo.

A aplicação da estatística *t*, por meio do procedimento proposto por Hutcheson (1970) citado por Moreno (2001), mostrou que não existe diferença significativa entre os valores do índice de Shannon para o canavial e para a citricultura. Para a comparação entre as outras classes (canavial x pastagem, canavial x silvicultura, citricultura x pastagem, citricultura x silvicultura, pastagem x silvicultura), o teste *t* mostrou que existe diferença significativa entre essas culturas quanto ao índice de Shannon.

A Figura 20 sintetiza os resultados obtidos para o cálculo dos índices de diversidade mínima (H'_{\min}) e máxima (H'_{\max}), comparadas com a diversidade observada (H'_{obs}) nas diferentes culturas amostradas. A citricultura foi a classe de uso que apresentou valor de diversidade observada mais próximo da diversidade máxima e mais distante da diversidade mínima. Por outro lado, a silvicultura foi a classe de uso que apresentou valor de diversidade observada mais próximo da diversidade mínima e mais distante da diversidade máxima.

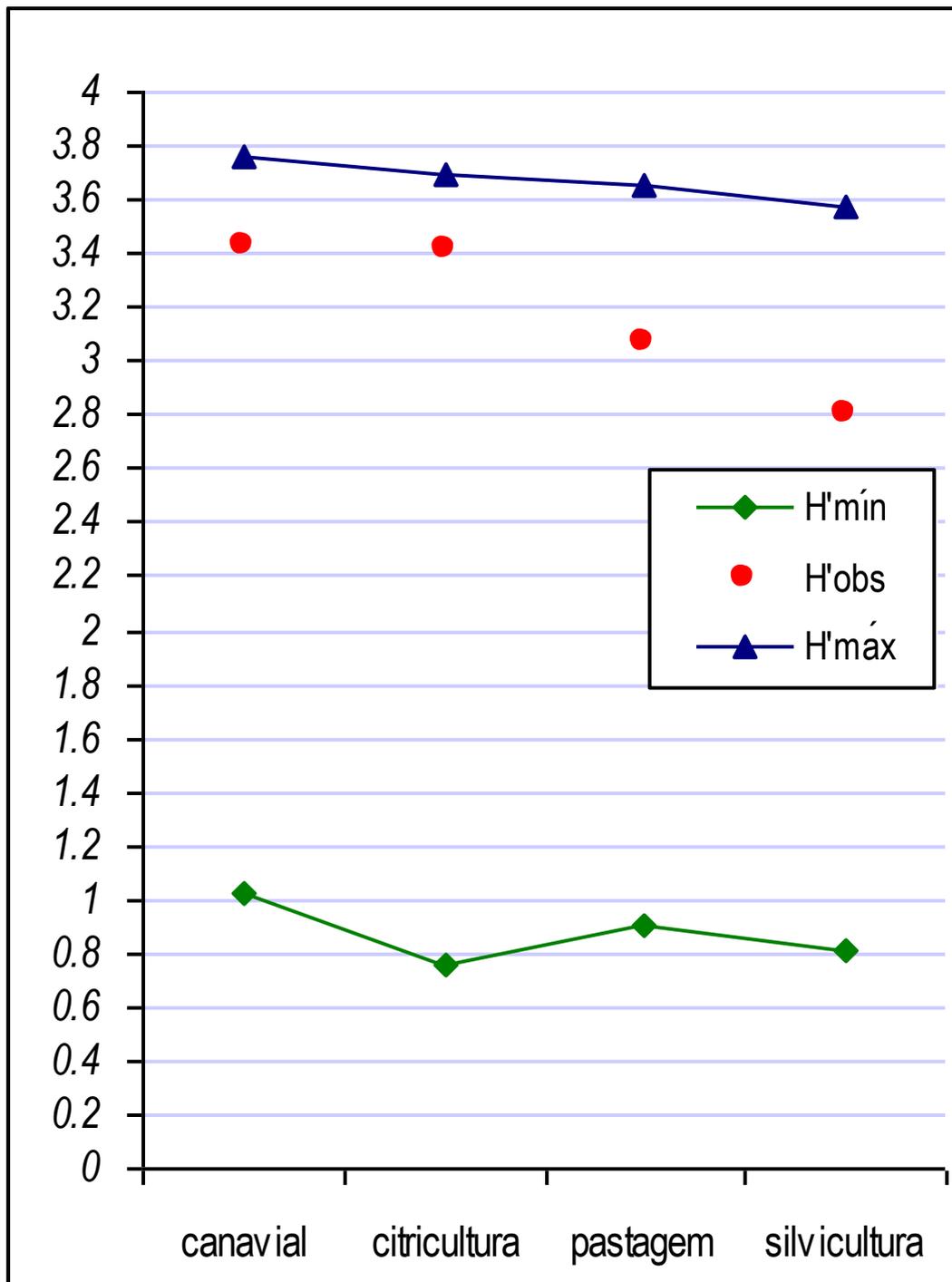


Figura 20. Comparação da variação da diversidade mínima, máxima e observada nas diferentes culturas amostradas.

Índice de similaridade de Jaccard

Para avaliar a semelhança na composição de espécies entre as culturas inventariadas, foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard, considerando o número de espécies exclusivas para cada cultura e o número de espécies comuns entre elas. Este índice distribui-se entre zero (quando não existem espécies comuns entre os habitats) e um (quando os habitats têm a mesma composição de espécies). Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados do índice de similaridade de Jaccard.

	Canavial	Citricultura	Pastagem	Silvicultura
Canavial	1,00			
Citricultura	0,73	1,00		
Pastagem	0,55	0,46	1,00	
Silvicultura	0,72	0,69	0,44	1,00

Os resultados indicam que as culturas que compartilham maior número de espécies entre si são os canaviais e as áreas de citricultura, com 35 espécies comuns. Por outro lado, as pastagens e a silvicultura apresentam o menor índice de similaridade, com bastante diferença na composição de espécies e apenas 23 espécies comuns.

Categorias tróficas

A Tabela 5 sintetiza os resultados obtidos na classificação das espécies por categorias tróficas e sua distribuição nas diferentes culturas amostradas, considerando abundância (nº de registros) e riqueza (nº de espécies).

Tabela 5. Categorias tróficas das espécies registradas nas diferentes culturas, incluindo: A, abundância (nº de registros) e R, riqueza (nº de espécies).

	Carnívoro		Granívoro		Herbívoro		Insetívoro		Onívoro	
	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
Canavial	30	7	83	8	10	4	82	14	63	11
Citricultura	24	4	71	10	41	4	77	10	89	12
Pastagem	50	9	46	7	9	4	131	12	42	7
Silvicultura	32	6	70	7	25	6	62	8	96	9
Total	136	10	270	10	85	7	352	18	290	14

De forma geral, verifica-se que, na área de estudo como um todo, ocorre a predominância de insetívoros, tanto em termos de abundância quanto em termos de riqueza de espécies; em seguida predominam os onívoros. Os granívoros, apesar de apresentarem abundância bastante representativa, encontram-se limitados a poucas espécies (dez espécies).

Em termos de abundância, as pastagens apresentaram predominância de espécies insetívoras e carnívoras. Os onívoros apresentaram maior abundância nas áreas de silvicultura e citricultura. Nos canaviais, granívoros e insetívoros ocorreram com abundâncias equivalentes. Os herbívoros apresentaram maior abundância nas áreas de citricultura. A Figura 21 sintetiza os resultados encontrados.

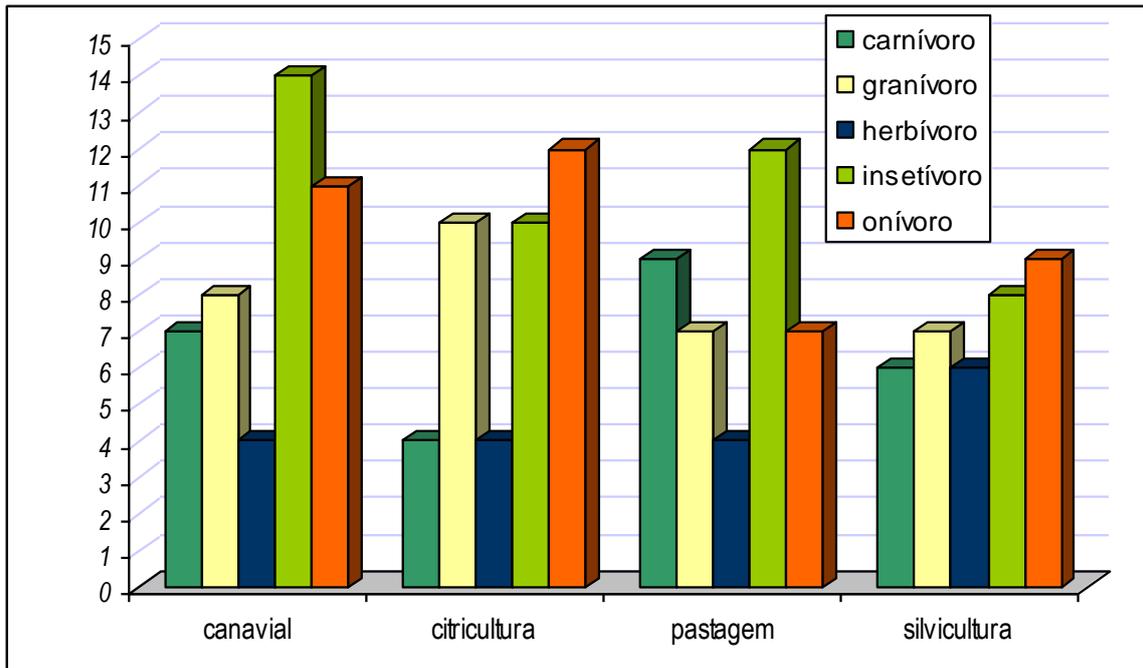


Figura 21. Distribuição da abundância em termos de categoria trófica e cultura.

Em termos de riqueza de espécies, os canaviais apresentaram maior número de espécies insetívoras, seguidas pelas onívoras. Nas áreas de citricultura, a maior riqueza de espécies ocorreu entre os onívoros, seguidos pelos granívoros e insetívoros, com riquezas equivalentes. As pastagens apresentaram maior riqueza de insetívoros e carnívoros.

Na citricultura, as diversas categorias tróficas distribuíram-se com riquezas bastante equilibradas, com predominância das espécies onívoras. A Figura 22 sintetiza os resultados encontrados.

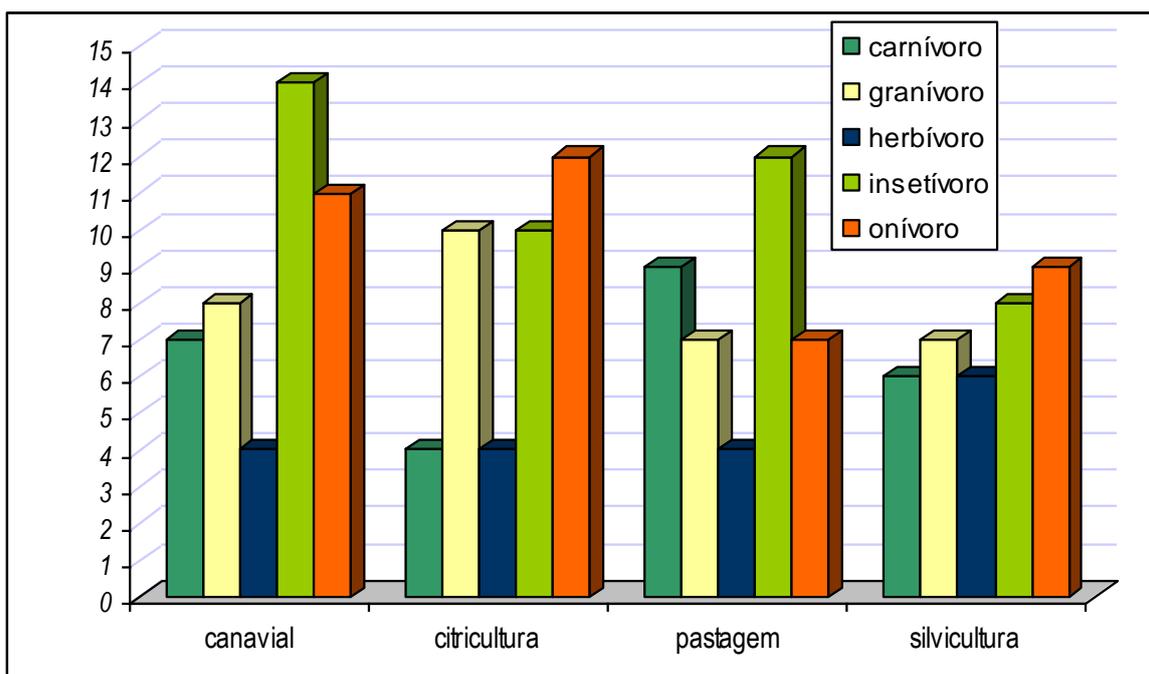


Figura 22. Distribuição da riqueza de espécies em termos de categoria trófica e cultura.

Conclusões

O presente trabalho traça um perfil da diversidade de avifauna na paisagem agrícola que abrange os municípios de Descalvado e Analândia, duas cidades vizinhas localizadas na região nordeste do Estado de São Paulo e que se caracterizam pelo predomínio de atividades agropecuárias intensivas em um mosaico de paisagens diversificadas e formas de relevo que favoreceram a conservação de remanescentes bastante significativos de vegetação natural.

Este estudo não pretende esgotar o assunto, mas sim contribuir com informações sobre um tema que ainda hoje apresenta muitas lacunas de conhecimento: a diversidade de vertebrados em agroecossistemas.

A limitação de tempo disponível para a realização da pesquisa é um fator que deve ser levado em consideração, já que a realização das campanhas de campo limitou-se ao período de outubro de 2007 a março de 2008. Novas campanhas em outra época do ano poderão registrar novas espécies.

Outra limitação refere-se à metodologia adotada, já que a utilização de outros métodos (como o uso de redes de neblina) também poderia contribuir para ampliar o número de espécies registradas. Por outro lado, o método de observação por pontos mostrou-se bastante eficiente e relativamente rápido, não implicou altos custos envolvidos na compra de material e não implicou problemas burocráticos para a obtenção de licença de coleta junto aos órgãos ambientais.

A área de estudo revelou-se um grande laboratório para estudos da diversidade de vertebrados em agroecossistemas, e recomenda-se o incentivo à execução de novas pesquisas sobre o tema que abranjam períodos de amostragens de campo mais longos, adoção de outras metodologias para registro e identificação das espécies e consideração de outras categorias taxonômicas nos levantamentos (répteis, anfíbios e mamíferos).

A execução deste tipo de pesquisa em outras áreas poderá ampliar o conjunto de informações disponíveis sobre a biodiversidade de vertebrados em agroecossistemas e, assim, fornecer subsídios para a sugestão de práticas de manejo que favoreçam tanto a fauna silvestre quanto a sustentabilidade das atividades agropecuárias. Os resultados encontrados permitem concordar com as afirmações de Penteadó (2006), de que:

os mosaicos agrícolas fornecem uma variedade de habitats para um grande número de espécies de aves que tanto utilizam ambientes distintos como se movimentam entre manchas próximas ou distantes, fazendo uso diferencial de recursos disponíveis, conforme suas características ecológicas, capacidade de dispersão, movimentos migratórios locais e regionais e densidade populacional. Parece existir, no entanto, um grupo de espécies de aves natural e dependente de uso de paisagens agrícolas (...) que se beneficia da heterogeneidade de habitats e das interações da matriz agrícola com áreas naturais e semi-naturais.

Referências

- ALMEIDA, M. E. de C. **Estrutura de comunidades de aves em áreas de cerrado da região nordeste do Estado de São Paulo**. 2002. 134 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- ANDRADE, M. A. de. **Aves silvestres de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CIPA, 1992. 176 p.
- BLONDEL, J.; FERRY, C.; FRONCHOT, B. Point counts with unlimited distance. In: RALPH, C. J.; SCOTT, J. M. (Ed.). **Estimating numbers of terrestrial birds: studies in avian biology**. Kansas: Allen Press, 1981. cap. 8. p. 414-420.
- CÂNDIDO JÚNIOR, J. F. **Efeito da borda sobre a composição da avifauna em mata residual em Rio Claro**. 1991. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- CHIARELLO, A. G. Conservation value of a native forest fragment in a region of extensive agriculture. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 237-247, 2000.
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating the number of classes via sample coverage. **Journal of the American Statistical Association**, v. 87, p. 210-217, 1994.
- COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut: Connecticut, 2006. Version 8.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Listas das aves do Brasil**. Versão 16/8/2007. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 03 abr. 2008.
- DÁRIO, F. R.; VINCENZO, M. C. V.; ALMEIDA, A. F. Avifauna em fragmentos da Mata Atlântica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 989-996, 2002.
- DUNNING, J. S. **South American Birds: a photographic aid to identification**. Newtown Square: Harrowwd Books, 1987. 351 p.
- ESTADO DE SÃO PAULO. **Estâncias Climáticas**. Disponível em: <<http://www.analandialegal.com.br/clima.html>>. Acesso em: 23 dez. 2010.
- FRISCH, J. D. **Aves brasileiras e plantas que as atraem**. 3. ed. São Paulo: Dalgas Ecoltec, 2005. 480 p.
- GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD JÚNIOR, R. O.; MALCOLM, J. R.; STOUFFER, P. C.; VASCONCELOS, H. L.; LAURANCE, W. F.; ZIMMERMAN, B.; TOCHER, M.; BORGES, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, Essex, v. 91, n. 2/3, p. 223-229, dec. 1999.
- IBGE. **Cidades**: Analândia, SP. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=350200#>>. Acesso em: 23 dez. 2010.
- KOFFLER, N. F. Uso das terras da Bacia do Rio Corumbataí em 1990. **Geografia**, v. 1, n. 18, p. 135-150, abr. 1993.
- KORMAN, V. **Proposta de interligação das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 2003. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LAURANCE, W. F. Introduction and synthesis. **Biological Conservation**, Essex, v. 91, p. 101-107, 1999.

MACHADO, R. B. **Padrão de fragmentação da Mata Atlântica em três municípios da Bacia do Rio Doce (Minas Gerais) e suas conseqüências para a avifauna**. 1995. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurements**. London: Croom Helm, 1988. 179 p.

MARGALEF, R. Information theory in ecology. **General Systems**, v. 3, p. 36-71, 1958.

MARGALEF, R. La teoría de la información en ecología. **Memórias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona**, v. 32, p. 373-449, may. 1957.

MARSDEN, S. J.; WHIFFIN, M.; GALETTI, M. Bird diversity and abundance in forest fragments and Eucalyptus plantations around an Atlantic forest reserve, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Netherlands, v. 10, p.737-751, 2001.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Revista Holos**, v. 1, edição especial, p. 236-267, 1999.

MORAES, A. T. C. **Biótopos na Área de Proteção Ambiental das Cuestas de São Pedro e Analândia**. 1985. 180 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Zaragoza: M&T: Manuales y Tesis SEA, 2001. v. 1. 84 p. Disponível em: <<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/mt1.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2007.

NARDY, R. M. de C. **Caracterização ambiental de áreas cênicas como subsídio para o desenvolvimento e planejamento das atividades turísticas: o caso do município de Analândia, SP**. 1999. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

NEVES, R. M. de L. **Estudo da avifauna em quatro fragmentos de Mata Atlântica no Estado de Pernambuco, Brasil**. 2005. 107 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

OLIVEIRA, H. H. de. **Proposta de criação e caracterização da Área de Proteção Ambiental de Descalvado, SP**. 1995. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP.

PENTEADO, M. **Distribuição e abundância de aves em relação ao uso da terra na Bacia do Rio Passa-Cinco, Estado de São Paulo, Brasil**. 2006. 131 f. Tese (Doutorado Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: Wiley, 1975.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York: Wiley, 1977.

PIRATELLI, A.; ANDRADE, V. A.; LIMA FILHO, M. Aves de fragmentos florestais em área de cultivo de cana-de-açúcar no Sudeste do Brasil. **Iheringia: Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 95, n. 2, p. 217-222, jun. 2005.

POZZA, D. D. **Composição da avifauna da estação ecológica de São Carlos (Brotas, SP) e reserva ambiental da Fazenda Santa Cecília (Patrocínio Paulista, SP)**. 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. de (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2003. 510 p.

RIBON, R. Avaliação da amostragem por pontos em fragmentos de Mata Atlântica na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 4., 1997, Belo Horizonte, **Resumos...** Belo Horizonte: UFMG, 1997. 69 p.

SCHAUENSEE, R. M.; PHELPS JÚNIOR, W. H. **A guide to the birds of Venezuela**. Princeton: Princeton University, 1978. 424 p.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 117 p.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. 3. ed. Curitiba: INISUL: SBO, 2001. 836 p.

SIGRIST, T. **Guia de Campo: aves do Brasil oriental**. São Paulo: Avis Brasilis, 2007. 448 p.

SILVA, W. R. Bases para o diagnóstico e o monitoramento da biodiversidade de espécies de aves no Estado de São Paulo. In: CASTRO, R. M. C. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. São Paulo: Fapesp, 1998. p.41-50. (v. 6: vertebrados)

VIELLIARD, J.; SILVA, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANILHADORES DE AVES, 4., 1990, Recife. **Anais...** Recife: UFRPe, 1990. v.4. p.117-151.

VIEIRA, M. V.; de FARIA, D. M.; FERNANDEZ, F. A. dos S.; FERRARI, S. F.; FREITAS, S. R.; GASPAR, D. de A.; de MOURA, R. T.; OLIFIERS, N.; de OLIVEIRA, P. P.; PARDINI, R.; PIRES, A. S.; RAVETTA, A.; de MELLO, M. A. R.; RUIZ, C. R.; SETZ, E. Z. F. Mamíferos. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. de (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2003. p. 125-151.

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, v. 21, n. 2/3, p. 213-251, 1972.

WILLIS, E. O. Birds of a habitat spectrum in the Itirapina Savanna, São Paulo, Brazil (1982-2003). **Brazilian Journal Biology**, v. 64, n. 4, p. 901-910, nov. 2004.

WILLIS, E. O. Protected Cerrado fragments grow up and lose even metapopulational birds in central São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 66, n. 3, p. 829-837, aug. 2006.



Monitoramento por Satélite

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

