UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
Departamento de Ecologia

Uso do hábitat da corujinha-do-mato
***Megascops choliba* e da coruja-buraqueira**
***Athene cunicularia* (Strigiformes: Strigidae)**
em remanescentes de cerrado da região
central do Estado de São Paulo.

Ana Claudia Rocha Braga

São Paulo
Agosto de 2006

Ana Claudia Rocha Braga

Uso do hábitat da corujinha-do-mato
***Megascops choliba* e da coruja-buraqueira**
***Athene cunicularia* (Strigiformes: Strigidae)**
em remanescentes de cerrado da região
central do Estado de São Paulo.

São Paulo

2006

Ana Claudia Rocha Braga

Uso do hábitat da corujinha-do-mato
***Megascops choliba* e da coruja-buraqueira**
***Athene cunicularia* (Strigiformes: Strigidae)**
em remanescentes de cerrado da região
central do Estado de São Paulo.

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade de São Paulo,
para a obtenção de Título de Mestre em
Ciências, na Área de Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Motta-Junior.

São Paulo

2006

Braga, Ana Claudia Rocha

Uso do hábitat da corujinha-do-mato
Megascops choliba e da coruja-buraqueira
Athene cunicularia (Strigiformes: Strigidae) em
remanescentes de cerrado da região central do
Estado de São Paulo.

Número de páginas

Dissertação (Mestrado) - Instituto de
Biociências da Universidade de São Paulo.
Departamento de Ecologia.

1. Uso do habitat 2. *Megascops choliba*
3. *Athene cunicularia* I. Universidade de São
Paulo. Instituto de Biociências. Departamento
de Ecologia.

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof. Dr. José Carlos Motta-Junior
Orientador

Aos meus pais, Anna Lúcia R.
Braga e Francisco Vicente Braga, e
ao meu irmão, Maurício R. Braga
pelo constante apoio.

Agradecimentos

Apenas conseguir completar essa fase do meu crescimento profissional e pessoal graças a muitas pessoas. Tentarei aqui agradecer a todos que me ajudaram, mas infelizmente não sinto ser capaz de lembrar de todos, então já me desculpo aos que deixei de fora por puro esquecimento. Agradeço em especial:

Ao Prof. Dr. José Carlos Motta Junior pela paciência, compreensão e orientação.

À FAPESP pela bolsa concedida (processo nº 03/10404-0), pelo apoio financeiro (Projeto Temático 00/12339-2) e, ainda ao CNPq (processo 470621/2003-6), também pelo auxílio financeiro.

Aos colegas do Instituto Florestal que me possibilitaram desenvolver o trabalho de campo na área da Estação Ecológica de Itirapina. À Dona Isabel, ao Chico, aos outros funcionários que me fogem seus nomes. Ainda do Instituto Florestal tenho que agradecer especialmente o amigo Gilson Gianeze, que me salvou das enrascadas noturnas e diurnas no cerrado, que me forneceu mel e momentos de descontração nas campanhas de campo. Ensinando-me sobre as mais diversas coisas, de mecânica de Jeeps e Brasília aos animais e plantas do cerrado.

Aos professores e amigos Renata Pardini, Ricardo Pinto da Rocha, Alexandre Adalardo de Oliveira, Waldir Mantovani, Roberto M. Shimizu, Marco Batalha, Marcio R. C. Martins e Sérgio Tadeu Meirelles que me ajudaram com as mais diversas dúvidas.

Ao colega e amigo Marco Antonio Granzinolli, pelas discussões produtivas e improdutivas dentro e fora do laboratório, pela descontração de cada dia de trabalho e principalmente pela companhia e paciência.

À Paki Roncero e Norberto L. Hülle que me ajudaram com as imagens da área de estudo.

Ao Hilton M. Oyamaguchi, Cinthia A. Brasileiro, Tiago M. Castellar, Alexandre M. Tozetti e Sylene del Carlo que me fizeram companhia e muitas vezes me ajudaram nas mais diversas questões no campo e fora dele.

À Érika Hasui e a Laura Naxra pela ajuda e companhia no aprendizado das análises matemáticas.

Ao Darius Tubelis por ler e corrigir meu artigo utilizado no exame de qualificação.

Ao amigo Pedro Ferreira Develey pelo seu entusiasmo que me serviu como exemplo e incentivo.

À Maria Tereza Chiaroni Thome pela amizade, cuidado e companheirismo de campo, a qual tornou dias difíceis no inferno ocre em dias de diversão. Além é claro dos inúmeros cafés, sem os quais seria impossível continuar a jornada.

À Simone B. Vosgueritchian e Catarina Jacovak pela amizade tranqüila e divertida, que também me ajudaram no campo com sua leveza de viver.

Aos amigos e ajudantes de campo que tornaram o trabalho de campo menos solitário e mais divertido, Márcio Constantino Vicente, Pedro K. Gonçalves e José Mario B. Ghellere. Essenciais...

Agradeço aos amigos ornitólogos, Renato Gaban Lima, Guilherme Brito (Lama), Marcelo Awade, Carlos Candia Gallardo (Kiwi), e aos não ornitólogos Dante Pavan, Maurício Moria e Daniel Munari por muitas coisas que até fica difícil dizer. Pelo companheirismo nos congressos, pelas discussões, pela amizade, pelo carinho, pelo dia a dia e assim vai.

Aos amigos Maria Beatriz N. Ribeiro (Bia) e Adriano Jerozolinski (Pingo) por me acolherem em sua casa durante um congresso científico.

Ao amigo Alexandre C. Martensen que me ajudou nas análises matemáticas e nos momentos finais desse processo, além da amizade e carinho.

À amiga de longe Gabriela Zunquim que deu “pitacos” muito importantes num dia que passou pelo sudeste.

À companheira Cristina Tófoli que iniciou essa jornada ao meu lado.

À outra amiga distante, Juliana Griesse, por me ajudar no campo, pelas conversas e por compartilhar comigo o amor pelo mar de Ubatuba.

Aos meus pais, meu irmão por me apoiarem, terem paciência e me possibilitarem esse aprendizado.

Aos veículos que me conduziram pelo cerrado, afinal de contas sem eles seria impossível fazer o trabalho, Gemada (Jeep Willis), Brasuca (Brasília) e Oiá (moto).

Sou grata também a Ubatuba por ser tão linda e receptiva, e me fornecer dias de paz importantíssimos para a escrita deste trabalho. E é claro a Florisbela minha companheira de toda hora.

Finalmente, não posso deixar de mencionar as coisas que aprendi e continuo aprendendo com a amiga Tatiana Possato. Não poderia deixá-la de fora, já que tenho tanto a agradecer-lá. Aprendi muito sobre a ciência com ela, embora ainda nova no ramo já exalasse um amor inacreditável por tudo isso. Mesmo sendo de outra área, me ensinou a amar esse modo de viver e ver a vida. Mostrou-me perseverança e disciplina, que são tão necessários neste caminho, principalmente num país onde a ciência está longe de ser uma prioridade. Sem falar do seu companheirismo, amizade, cuidado e carinho que tanto me fazem falta. Sua ausência tornou esse final de jornada muito mais longo e duro do que normalmente é. No entanto, continuo aprendendo sobre a ciência e a vida com ela.

Índice

Resumo	01
Abstract	03
Introdução geral	05
Área de estudo	11
Referencias Bibliográficas	19
Capitulo 1. Influência de variáveis ambientais na atividade vocal da corujinha-do-mato (<i>Megascops choliba</i>) e da coruja-buraqueira (<i>Athene cunicularia</i>) (Aves: Strigiformes) em um cerrado paulista.	23
Resumo	24
Abstract	25
1. Introdução	27
2. Materias e métodos	31
2.1 Playback	31
2.2 Fatores ambientais	33
2.3 Análises estatísticas	34
3. Resultados	35
3.1 Variáveis climáticas	35
3.2 Fase da lua	36
4. Discussão	38
4.1 Temperatura	38
4.2 Umidade relativa do ar	38
4.3 Velocidade máxima do vento	39
4.4 Fase da Lua	40
4.5 Métodos	41
5. Conclusão	43
6. Referencias Bibliográficas	44
Capitulo 2. Uso do hábitat da corujinha-do-mato (<i>Megascops choliba</i>) e da coruja-buraqueira (<i>Athene cunicularia</i>) em remanescentes de cerrado da região central do Estado de São Paulo.	48
Resumo	49
Abstract	50

1. Introdução	51
2. Materiais e métodos	55
2.1 Abundância de presas	55
2.2 Estrutura da vegetação	56
2.3 Análises estatísticas e matemáticas	57
2.3.1. Estrutura da vegetação	57
2.3.2. Uso do habitat	58
2.3.3. Seleção de modelos	58
2.3.4. Relações ecológicas entre <i>A. cunicularia</i> e <i>M. choliba</i>	62
Amplitude de nicho	62
Sobreposição de uso de habitat	62
3. Resultados	63
3.1. <i>Playback</i>	63
3.2. Abundância de presas	63
3.3. Estrutura da vegetação	63
3.4. Uso do habitat	65
<i>Athene cunicularia</i>	66
<i>Megascops choliba</i>	68
3.5. Seleção de modelos	70
<i>Athene cunicularia</i>	70
<i>Megascops choliba</i>	71
3.6. Relações ecológicas entre <i>A.cunicularia</i> e <i>M. choliba</i>	72
Amplitude de nicho	72
Sobreposição de uso do habitat	73
4. Discussão	74
4.1. Biomassa de presas	74
4.2. Estrutura da vegetação e Uso do habitat	76
<i>Athene cunicularia</i>	77
<i>Megascops choliba</i>	78
4.3 Amplitude de nicho	81
4.4 Sobreposição de uso do habitat	81
5. Conclusão	83
6. Referências Bibliográficas	84
Anexo	91
6. Referências Bibliográficas	84

Resumo

O cerrado é a maior, mais rica e provavelmente a mais ameaçada savana tropical do mundo. No entanto, grande parte de sua área foi ocupada por empreendimentos de agropecuária, nos quais não foram respeitados princípios básicos de conservação, sendo que cada grupo ou táxon reage de forma diferente a mudanças ambientais desse tipo. As aves de rapina, como os Falconiformes e os Strigiformes, são especialmente prejudicadas, pois são considerados predadores de topo de muitas teias alimentares. Porém, para saber como essas aves são afetadas pelas mudanças ambientais causadas pela ação do homem é necessário entender quais fatores são relevantes na "escolha" do ambiente de determinada espécie e assim compreender a razão de uma possível seletividade de hábitat. Sendo assim, o presente estudo observou características ecológicas de duas espécies de corujas comuns e bem distribuídas no Brasil, *Megascops choliba* e *Athene cunicularia*. Dentre os objetivos estão analisar a metodologia de estudo dessas aves de rapina, com possíveis efeitos na detecção de contatos e verificar o uso de hábitat, em diferentes fisionomias de cerrado, por parte das duas espécies de corujas. O estudo foi realizado na região da Estação Ecológica de Itirapina, no interior do estado de São Paulo. Para contatar as corujas foram realizados experimentos de *playback* em pontos de amostragem distribuídos em quatro fisionomias (neste estudo consideradas habitats) de cerrado. A atividade vocal de *M. choliba* variou conforme a temperatura e a umidade relativa. Esta espécie respondeu mais ao *playback* em condições de temperatura e umidade relativa altas. *Athene cunicularia* mostrou variar sua atividade vocal conforme a fase da lua e a intensidade do vento. Indivíduos desta espécie respondem mais intensamente ao *playback* em noites de lua cheia e menos em noites com ventos mais fortes. As duas espécies de corujas se distribuem diferentemente entre as fisionomias de cerrado. *Athene cunicularia* distribui-se distintamente entre fisionomias fechadas e abertas ($H_{k-w} = 9,976$; $p = 0,0188$), utilizando mais frequentemente as os campos limpo e sujo. *Megascops choliba* também se distribui diferentemente entre as fisionomias de cerrado ($H_{k-w} = 10,88$; $p =$

0,0137), utilizando preferencialmente o campo cerrado e o cerrado *s.s.*. Segundo os modelos tidos como os melhores, pela seleção de modelos feita através do AIC (Aikake's Information Criterion), a variável com maior poder explicativo é o número de arbóreas para as duas espécies. *Megascops choliba* e *A. cunicularia* se segregam ecologicamente, havendo partição divergente de recursos espaciais, devido a seus requisitos para nidificação e forrageamento. Ocorre sobreposição intermediária no uso do habitat entre ambas espécies ($\mathbf{O} = 0,466$). Já quanto a amplitude de nicho espacial (uso de habitat) *M. choliba* foi generalista ($\mathbf{B}_{st} = 0,753$) e *A. cunicularia* intermediária ($\mathbf{B}_{st} = 0,453$). Sendo assim, estas espécies divergem na seleção de habitat, se distribuindo diferentemente entre as fisionomias de cerrado de acordo com o número de arbóreas. Este estudo sugere, ainda, a importância de se levar em consideração as variáveis climáticas em estudos com o uso de vocalizações de aves de rapina noturnas, servindo também de subsídio para pesquisas futuras sobre censo dessas aves.

Abstract

The Cerrado biome is the largest, richest and perhaps the most threatened tropical savannah of the world. However, most part of its natural areas has been transformed on agrosystems and pastures where basic principles of conservation weren't respected. Each biological group or taxa are affected on different ways by this change. Birds of prey are particularly affected because of its position in trophic webs, as they are top predators. To understand how these birds are affected by change caused by human land use, it is necessary to understand which factors are important for habitat selection, and then understand the species-habitat relationship. Thus, we observed ecological aspects of two widespread and common owls on Brazil: Tropical Screech-Owls (*Megascops choliba*) and Burrowing Owl (*Athene cunicularia*). The main objectives of this study included an analysis of methodological aspects of studying these owls species through playback and observe their habitat use. The study was conducted in the Estação Ecológica de Itirapina, State of São Paulo, Brazil. For doing it, we used playback experiments to detect these owls on four different cerrado physiognomies. Vocal activities of Tropical Screech-owls were more detected in conditions of higher temperature and humidity. On the other hand, the *Athene cunicularia* answered more to playback in lower wind speed conditions and/or at full moon nights. The Burrowing Owl explored more frequently open physiognomies of cerrado, as *campo limpo* and *campo sujo* ($H_{k-w} = 9.976$; $p = 0.0188$). Conversely, *Megascops choliba* is more often found on *campo cerrado*, avoiding *campo limpo* ($H_{k-w} = 10.88$; $p = 0.0137$). According to Akaike's Information Criterion (AIC) selection model, the most important variable to explain the distribution of both species in cerrado is the number of trees. There was ecological segregation between *Megascops choliba* and *A. cunicularia*. The spatial niche was intermediately segregated (Pianka's niche overlap measure $O = 0.466$), according their different needs for nesting and foraging. Additionally, these owls displayed broader (*M. choliba* $B_{st} = 0.753$) or intermediate (*A. cunicularia* $B_{st} = 0.453$) spatial niche breadths. On this sense,

these owls have different needs on habitat selection, and their different distributions in cerrado were related more intrinsically to the number of trees present on each physiognomy, which is related to their nesting and foraging requirements. Additionally, this study suggests, the importance to consider the influence of weather conditions on broadcast survey techniques for nocturnal raptors, which may be considered in further studies on census of these birds.

Introdução geral

O cerrado é a maior, mais rica e possivelmente mais ameaçada savana tropical do mundo (Silva e Bates 2002). Além disso, foi tido por Myers *et. al.* (2000), como um dos mais importantes “hotspots”, ou seja, áreas com muitas espécies endêmicas e que atualmente possuem apenas 30% da cobertura vegetal original. No entanto, restam apenas 20% da área original de cerrado, e somente 1,2% está protegida dentro de unidades de conservação (Mittermeier *et. al.* 2000, Myers *et. al.* 2000).

Grande parte da área de cerrado foi transformada em plantações em que não foram respeitados princípios básicos de conservação, sendo freqüentes problemas como erosão e a deterioração de cursos de água (Silva e Bates 2002). No Estado de São Paulo o cerrado ocupava originalmente cerca de 14 % de seu território, mas em 1992 restavam apenas 1,17 % desse total (Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo 1997). Atualmente restam apenas poucos fragmentos de cerrado maiores que 500 ha, conforme dados constantes no projeto “Viabilidade de conservação de remanescentes de cerrado *latu sensu* no Estado de São Paulo” desenvolvido pelo Programa Biota/FAPESP. (FAPESP 1999).

O processo de fragmentação inclui a perda de hábitat, redução do tamanho e isolamento dessas áreas o que influencia de forma negativa a fauna, havendo uma tendência a diminuir a biodiversidade local (Wilcox e Murphy 1985). Cada grupo ou táxon reage de forma diferente a mudanças ambientais como essa. Sabe-se que o processo de fragmentação vem prejudicando diversos integrantes da avifauna (Willis 1979, Del Hoyo *et. al.* 1999, Primack e Rodrigues 2001), principalmente as aves de rapina, como os Falconiformes e os Strigiformes (Thiollay 1989). Considerados predadores de topo de cadeia alimentar e, portanto, mais sensíveis a mudanças ambientais do que outras aves que ocupam posições inferiores nessa cadeia (Terborgh 1976). Algumas espécies, inclusive, foram ditas indicadoras de áreas

manejadas, como o caso de *Strix varia* em algumas florestas nacionais americanas (McGarigal e Fraser 1984,1985).

Para saber como essas aves são afetadas pelas mudanças ambientais causadas pela ação do homem é necessário entender quais fatores são relevantes na “escolha” do ambiente de determinada espécie e assim compreender a razão de uma possível seletividade de hábitat (Ganey e Balda 1994).

Alguns autores comparam áreas com diferentes características no ambiente conforme a presença de Strigiformes. Como McGarigal e Fraser (1984) que estudaram o uso de áreas com matas em diferentes níveis de desenvolvimento por *Bubo virginianus* e *Strix varia*. Ou ainda, Forsman *et. al.* (1977) e Ganey e Balda (1994) que fizeram um estudo semelhante ao anterior com *Strix occidentalis*, e Pardeick *et. al.* (1996) com *Otus nudapes*. Em todos esses trabalhos os autores relacionaram os seus resultados com a história natural da espécie em questão, ou seja, com quesitos determinantes para a sobrevivência e permanência da espécie no local. Como nidificação e alimentação e não apenas características da vegetação. Um outro recurso importante a ser analisado é disponibilidade de alimento, visto que é crucial para a sobrevivência de todos os animais. Sua distribuição e abundância influenciam muito a estruturação das comunidades, devido às interações das espécies coexistentes que partilham o mesmo recurso (Wiens 1989, Andrew e Christensen 2001, Granzinolli 2003).

As Strigiformes estão amplamente distribuídos pelo mundo, sendo que cerca de 80% delas estão nos trópicos. No entanto, grande parte da bibliografia referente ao grupo trata de espécies da região temperada (Clark *et al.* 1978, Del Hoyo *et al.*, 1999). Isso se deve parcialmente ao caráter críptico das espécies pertencentes a este grupo. São na maioria de hábitos noturnos, e sendo assim, a metodologia mais utilizada para censos é o *playback* (Smith 1987). No entanto, alguns fatores ambientais parecem influenciar a responsividade destes animais ao *playback*. Segundo Smith (1987), fatores como clima, época do ano, fases da lua e outros podem afetar o resultado do censo, dificultando o estudo destes animais. Contudo, esses

padrões não são totalmente esclarecidos na literatura, havendo variações de acordo com as diferentes espécies. Como o estudo de Clark e Anderson (1997), onde apenas uma das três espécies de corujas estudadas apresentou diferença na frequência de vocalizações conforme a fase lunar. Sendo assim, é necessário acrescentar informações sobre o grupo na região tropical, bem como desenvolver e melhorar os métodos de estudo dos Strigiformes. Sabendo desta necessidade, este trabalho visa acrescentar informações sobre o grupo e métodos de estudo associados a ele. Para isso, duas espécies comuns no cerrado brasileiro foram estudadas, sendo elas *Megascops* (= *Otus*) *choliba* e *Athene* (= *Speotyto*) *cunicularia*.

O gênero *Megascops* engloba as espécies do novo mundo antes pertencentes ao gênero *Otus* (exceto *O. flammulatus*). Esta divisão é proveniente de recentes análises que notaram diferenças genéticas e vocais em espécies de *Otus* (König *et. al* 1999). Assim sendo, dois grandes grupos foram formados. Um do novo mundo, em que o gênero passou a ser *Megascops*, e outro do velho mundo que permaneceu como *Otus* (Banks *et. al.* 2003). As corujas do gênero *Megascops* são relativamente pequenas (König *et. al* 1999), têm hábitos noturnos e se alimentam principalmente de insetos. A espécie brasileira mais comum de acordo com Sick (1997), a corujinha-do-mato (*Megascops choliba*), pertencente atualmente a esse novo gênero (Figura 2). Esta espécie é encontrada da Costa Rica até o norte da Argentina, abrangendo grande parte da América do Sul ao leste dos Andes (Sick 1997, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et.al.*1999). Embora comum, e vivendo inclusive dentro de áreas urbanizadas, *M. choliba* é de difícil visualização (Sick 1997). Em ambiente não antropizado é encontrada em savanas com algumas árvores, mata de galeria, clareiras e bordas de mata, áreas semi-abertas, matas secundárias (Del Hoyo *et al.*, 1999) e áreas abertas e semi-abertas com árvores escassas, de acordo com König *et al.* (1999). Segundo Gehlbach (1994), *M. asio*, espécie da América do Norte similar a *M. choliba*, utiliza cavidades em troncos de árvores para nidificar e entocar-se. *Megascops choliba* alimenta-se de invertebrados, principalmente

de insetos, aranhas e formigas, e eventualmente consome pequenos vertebrados (Del Hoyo *et al.* 1999, König *et al.* 1999, Motta-Junior 2002).

O gênero *Athene* possui quatro espécies (König *et al.*, 1999) de corujas pequenas, que se alimentam principalmente de insetos e outros invertebrados. São amplamente distribuídas, e costumam fazer seus ninhos em buracos no chão com galerias no subsolo (Burton 1992). No continente americano o gênero é representado por *A. cunicularia*, ocorrendo do Canadá até a Terra do Fogo e em quase todo o Brasil, exceto na Floresta Amazônica e Mata Atlântica (Haug *et al.* 1993, Sick 1997, Del Hoyo *et al.* 1999, König *et al.* 1999).

A coruja-buraqueira (*A. cunicularia*) (Figura 2) é uma ave de rapina bastante comum que está expandindo sua ocupação frente à destruição de ambientes florestais, devido ao fato de habitarem ambientes secos e abertos com poucas árvores, como savanas, desertos e campinas (Sick 1997). Algumas vezes inserida no gênero monotípico *Speotyto*, mas recentemente estudos mais aprofundados recolocaram-na como uma espécie de *Athene* (Haug *et al.* 1993, Hume 1997, König *et al.* 1999, Del Hoyo, *et al.* 1999). Utiliza para nidificar e abrigar-se tocas abandonadas por mamíferos como tatus (Coulombe 1971, Green e Anthony 1989, Haug *et al.* 1993, Sick 1997, Del Hoyo *et al.* 1999, König *et al.* 1999). A associação de *A. cunicularia* com mamíferos que cavam tocas pode indicar a dependência da coruja para com estes mamíferos quanto à nidificação (Coulombe 1971, Rodriguez-Estrella e Ortega-Rubio 1993).

A coruja-buraqueira alimenta-se, assim como *M. choliba*, principalmente de invertebrados, mas eventualmente de pequenos vertebrados como roedores, répteis e anfíbios (Haug *et al.* 1993, Del Hoyo *et al.* 1999, König *et al.* 1999), os quais podem tornar-se a quando se analisa a dieta em termos de biomassa bruta ingerida (Motta-Junior e Bueno 2004).

Embora *M. choliba* seja uma espécie comum e com ampla distribuição, existem poucas informações sobre sua ecologia, história natural, reprodução (Thomas 1977, Smith 1983) e ainda sobre sua dieta (Motta-Junior 2002). König *et al.* (1999) comentam a necessidade de estudos mais detalhados para

esta espécie. Assim como a espécie anterior, *A. cunicularia* também é comum e com ampla distribuição, mas a maioria dos estudos referentes a ela foi realizada em regiões temperadas (Clark *et al.* 1978, Del Hoyo *et al.* 1999). Dentre os poucos trabalhos publicados no Brasil a respeito desta espécie destacam-se alguns sobre dieta (Silva-Porto e Cerqueira 1990, Soares *et al.* 1992, Motta-Junior e Bueno 2004), e sobre comportamento de caça (Martins e Egler 1990).

Ambas as espécies ocorrem em simpatria em boa parte do Brasil, incluindo os cerrados remanescentes do interior paulista.

Visto a escassez de estudos sobre tais espécies na região neotropical, ainda num bioma ameaçado como o cerrado. O presente estudo teve como objetivos:

1. Verificar se variáveis climáticas e a fase lunar influenciam na resposta ao *playback* de *M. choliba* e *A. cunicularia*, afetando a detecção de cada espécie.

2. Verificar o uso de habitat (fisionomias de cerrado) em cada espécie de coruja na área de estudo

3. Verificar se ocorre uso diferencial de habitats entre as espécies de corujas.

4. Modelar a importância de aspectos da estrutura da vegetação e da abundância de presas sobre a abundância de *Megascops choliba* e *Athene cunicularia* nas diversas fisionomias de cerrado.

O primeiro item relaciona-se com a metodologia de estudo dessas aves de rapina. Possíveis efeitos na detecção de contatos, assim como diferenças na atividade devido à fase lunar, permitirão melhores ajustes ou correções nos dados para a análise final, servindo também de subsídio para pesquisas futuras sobre censo dessas aves.

Os três últimos itens referem-se ao uso de hábitat por parte das duas espécies de corujas. Sua resposta fornecerá subsídios para estimarmos possíveis alterações nas populações dessas corujas frente à modificações/distúrbios nas fisionomias de cerrado.

Figura 1: *Megascops choliba* (corujinha-do-mato). **A** – Forma acinzentada **B** – Forma ferruginea. © Ana C. R. Braga.

Figura 2: *Athene cunicularia* (Coruja-buraqueira). **A** – Juvenil/subadulto © Ana C. R. Braga. **B** – Adulta © José Carlos Motta-Junior.

Área de Estudo

Este estudo foi realizado na Estação Ecológica de Itirapina (EEI) do Instituto Florestal do Estado de São Paulo (22°07'a 22°17'S; 47°46' a 47°56'W) e seus arredores (Figura 5). A EEI localiza-se entre os municípios de Itirapina e Brotas, a 230 km da capital do Estado (Figura 1).

A área total da reserva é de aproximadamente 2.300 ha (Gianotti 1988) e possui uma das últimas áreas de campos e campos cerrados remanescentes do Estado de São Paulo. A porção de vegetação natural da região inclui: campo limpo, campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto* segundo Coutinho (1978), além de banhados e matas de galeria ao longo de cursos d'água (Mantovani 1987, Gianotti 1978). No entanto, ao redor da estação existem áreas de cerrado alteradas, por serem utilizadas como áreas agrícolas, pastagens e plantações de *Pinus spp.* e eucalipto, e ainda uma represa, a chamada Represa do Lobo.

Foram utilizados mais dois fragmentos com cerrado natural preservado. As duas áreas possuem principalmente cerrado *s.s.* com manchas de campo cerrado e cerradão (Fapesp 1999). Uma delas fica dentro da Fazenda São José, com 266 ha, localizada no município de Itirapina a 3.000 m em linha reta da Estação Ecológica de Itirapina (Emerique, 2002). Este fragmento é rodeado de áreas de cerrado alteradas utilizadas para pastagens (Figuras 4 e 5). A outra área utilizada fica dentro da Estação Experimental de Itirapina, associada à EEI, também, pertencente ao Instituto Florestal. Este fragmento possui aproximadamente 126 ha e fica no município de Itirapina a 2.300m em linha reta da borda da EEI. Este fragmento é rodeado de áreas de cerrado utilizadas para plantações de *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* (Figuras 4 e 5). A altitude máxima encontrada na região onde foi conduzido o estudo varia entre 705 - 750 m (SEMA 1997).

O clima da região é do tipo Cwa segundo a classificação de Köppen e mesotérmico de inverno seco (Veiga 1975 *apud* Gianotti 1988). Dados de precipitação e temperatura foram disponibilizados pela Fazenda Siriema,

Ripasa S. A. Celulose e Papel, Brotas SP, que possui um posto meteorológico localizado a aproximadamente 10 km da Estação Ecológica de Itirapina. A Figura 11 mostra a variação na pluviosidade e temperatura durante o período de julho de 2004 a junho de 2005. A precipitação média anual é de 1.376 mm, com uma estação seca entre abril e setembro (32 a 88 mm mensais) e uma estação chuvosa entre outubro e março (117 a 257 mm mensais; DAEE Posto D4-014, Itirapina, SP). As temperaturas médias mensais oscilam entre 16,2 e 20,1°C na estação seca, e 19,5 e 22,3°C na estação úmida (Gianotti 1988).

Estrutural e fisionomicamente as formas de vegetação (fisionomias) que constituem o cerrado apresentam enorme diversidade (Coutinho 1978). Podendo ser considerado um complexo de formações oerádicas formando um ecótono de vegetação, que varia desde uma formação campestre (campo limpo) até uma formação florestal (cerradão), tendo como intermédio as suas formas savânicas de campo sujo, campo cerrado, cerrado *s.s.* (Figura 10). As formas savânicas podem apresentar uma ampla gama de características fisionômicas e estruturais intermediárias, podendo se aproximar do ótimo campestre e do ótimo florestal dependendo das condições ecológicas locais. Havendo um aumento na área basal das espécies lenhosas na porcentagem de cobertura das copas das fisionomias mais abertas de campos limpo e sujo para as fisionomias mais fechadas de cerrado *s.s.* e cerradão. Variando de quase zero nos campos limpo e sujo até quase 100% nos cerradões mais fechados (Coutinho 1978).

Figura 3. Localização do município de Itirapina – SP, onde está a Estação Ecológica de Itirapina, dentro do domínio do cerrado no Brasil.

Figura 4. Imagem de satélite da região da Itirapina (LANDSAT/TM) de 1999. A área delimitada em branco corresponde a Estação Ecológica de Itirapina e os outros fragmentos de cerrado estão delimitados em preto: aquele ao norte está dentro da Fazenda São José, o mais ao sul está inserido na Estação Experimental de Itirapina em meio aos talhões de *Pinus* spp. A Represa do Lobo encontra-se no centro da imagem.

Figura 5. Mapa de uso e cobertura do solo da área da E.E.I. e do seu entorno. As áreas delimitadas em preto correspondem a Estação Ecológica de Itirapina e os outros fragmentos utilizados: o mais a cima está dentro da Fazenda São José, o mais abaixo está inserido na Estação Experimental de Itirapina. Esta figura foi adaptada de uma figura cedida por Marco Antonio Granzinolli e Hilton M. Oyamaguchi.

Fisionomias de cerrado utilizadas no estudo

Figura 6. Campo limpo. © Ana C. R. Braga.

Figura 7. Campo sujo. © J. C. Motta-Junior

Figura 8. Campo cerrado. © J. C. Motta-Junior

Figura 9. Cerrado *sensu stricto*. © Márcio Martins

Figura 10. Representação esquemática das fisionomias de cerrado. Adaptado de Coutinho (1978).

Figura 11. Variação na pluviosidade nas estações seca e chuvosa e na temperatura (máxima e mínima). Durante o período de julho de 2004 a junho de 2005. Os meses com asterisco foram aqueles de amostragem.

Referências Bibliográficas

- Andrew e Christensen 2001. Optimal diet theory: when does it work and when and why does it fail? *Anim. Behavior* 61:379-390.
- Banks, R. C., Cicero, C., Dunn, J. L., Kratter, A. W., Rasmussen, P. C., Remsen, Jr., V. J., Risinf, J. D. e Stotz, D. 2003. Forty-fourth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of north American birds. *The Auk* 120(3): 923-931.
- Burton, J. A., ed. 1992. Owls of the world: their evolution, structure and ecology. Peter Lowe/Eurobook. Dover, 208pp.
- Clark, K. A. e Anderson, S. 1997. Temporal, climatic and lunar factor affecting owl vocalizations of Western Wyoming. *J. Raptor Res.* 31(4): 358-363.
- Clark, R. J., Smith, D. G. e Kelso, L. H. 1978. *Working bibliography of owls of the world*. National Wildlife Federation, Sci.Tech.Ser.1. Washington, D.C.
- Coulombe, H. N. 1971. Behavior and population ecology of the Burrowing Owl, *Speotyto cunicularia*, in Imperial Valley of California. *Condor* 73:162-176.
- Coutinho, L. M. 1978. O conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*. 1: 17-23.
- Del Hoyo, J., A. Elliot e J. Sargatal. 1999. *Handbook of the Birds of the World. Barn Owls to Hummingbirds*. Vol. 5. Lynx Edicions. Barcelona.
- FAPESP. 1999. BIOTA/FAPESP – The biodiversity virtual institute. Web: www.biota.org.br
- Emerique, S. D. C. 2002. *Ecologia reprodutiva de Erythroxylum suberosum st. Hill: distília vs. especialização de funções reprodutivas*. Tese de mestrado. Universidade de São Paulo.
- Forsman, E. D., Meslow, E. C., e Strub M. T. 1977. Spotted Owl abundance in young versus old-growth forest. *Wildl. Soc. Bull.* 5:43-47.
- Ganey, J. L. e Balda, R. P. 1994. Habitat selection by Mexican Spotted Owls in northern Arizona. *Auk* 111:162-169

- Gehlbach, F. R. 1994. The Eastern Screech Owl: life story, ecology and behavior in the suburbs and countryside. Texas A&M. College Station.
- Gianotti, E. 1988. *Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina (SP)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 222 pp.
- Granzinolli, M. A. M. 2003. *Ecologia alimentar do gavião-de-rabo-branco Buteo albicaudatus (Falconiformes: Accipitridae) no município de Juiz de Fora, sudeste do estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 135p.
- Green, G. A. e Anthony, R. G. 1989. Nesting success and habitat relationships of Burrowing Owl in the Columbi Basin, Oregon. *Condor* 91:347-354.
- Haug, E. A., Millsap B. A. e Martell, M. S. 1993. Burrowing Owl. *The birds of North America*, 61:1-20.
- Hume, R. e Boyer, T. 1997. *Owls of the world*. Parkgate Books Ltd. London. 192pp.
- König, C., Weick, F. e Becking J. 1999. *Owls, a guide to the owls of the world*. Yale University press, New Haven and London.
- Mantovani, W. 1987. *Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo sub-arbustivo do cerrado na reserva biológica de Guaçu e Itirapina*. Tese de doutorado. Universidade estadual de Campinas. 203pp.
- Martins, M. e Egler, S. G., 1990. Comportamento de caça de um casal de corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), na região de Campinas, São Paulo, SP. *Rev. Brasil. Biol.* 50:579-584.
- McGarigal, K. e Fraser J. D. 1984. The effect of forest age on owl distribution in southwestern Virginia. *J. Wildl. Manage.* 48(4):1393-1398.
- McGarigal, K. e Fraser J. D. 1985. Barred Owl responses to record vocalizations. *The Condor* 87: 552-553.
- Mittermeier R. A, Myers N. e Mittermier C. G. 2000. Hotpots: Earth's Biologically Richest and Most endaraged Terrestrial ecorigions. Mexico City:CEMEX.

- Motta-Junior, J. C. 2002. Diet of breeding tropical Screech-owl (*Otus choliba*) in southeastern Brazil. *J. Raptor Res.* 36(4): 332-334.
- Motta-Junior, J. C. e Bueno, A. A. 2004. Trophic ecology of the Burrowing Owl in Southeast Brazil. In: Chancellor, R. e B. U. Meyburg (eds.). *Raptors Worldwide. Working World Group of Birds of Prey and Owls/MME-BirdLife Hungary, Berlin-Budapest.* pp. 763-775.
- Myers N., Mettimeier R. A, Mettimeier C. G, Fonseca G. A. B. e Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Pardeick, K. L., Meyers, M. e Pagán, M. 1996. Surveys of Puerto Rican Screech-owl populations in large-track and fragmented forest habitats. *Wilson Bull.* 108(4): 776-782.
- Primack, R. B. e Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Londrina, E. Rodrigues.
- Rodriguez-Estrella, R. e Ortega-Rubio, A. 1993. Nest site characteristics and reproductive success of burrowing owls (Strigiformes: Strigidae) in Durango, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 41(1):143-148.
- Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. 1997. *Cerrado: Bases para conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do Estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, SP, Brasil.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro.
- Silva, J. M. C. e Bates, J. M. 2002. Biogeographic Patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical Savanna Hotspot. *BioScience* 52(3):225-233.
- Silva-Porto, F. e Cerqueira, R. 1990. Seasonal variation in the diet of the burrowing owl *Athene cunicularia* in a restinga of Rio de Janeiro State. *Ciência e Cultura* 42(12): 1182-1186.
- Smith, D. G. 1987. Owl census techniques. In: Nero, R. N., Clark, R. J., Knapton, R.J. e Hamre, R.H. (eds.) *Biology and conservation of northern forest owls*. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Gen. Technical Report RM-142. p.304-307.
- Smith, S. M. 1983. *Otus choliba*. Em: D. H. Janzen (eds.), *Costa Rica natural history*. Univ. of Chicago Press, Chicago, IL USA. p. 592-593

- Soares, M. Schiefler, A. F. e Ximenez, A. 1992. Hábitos alimentares de *Athene cunicularia* (Molina, 1782) (Aves: Strigidae) na restinga da praia da Joaquina, Santa Catarina, SC. *Biotemas* 5:85-89.
- Terborgh, J. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science* 193:1029-1030.
- Thomas, B.T. 1977. Tropical Screech owl nest defense and nestling growth rate. *Wilson Bull.* 89:609-612.
- Thiollay, J. M. 1989. Area requirements for the conservation of rain forest raptors and game birds in French Guiana. *Conservation Biology* 3(2):128-137.
- Wiens, J. A. 1989. *The Ecology of bird communities*. Vol1: Foundations and patterns. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Wilcox, B. A. e Murphy, D. D. 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction- *Am. Nat.* 125:879-887.
- Willis, E. O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zool. S. Paulo* 33(1): 1-25.

Influência de variáveis ambientais na atividade vocal da corujinha-do-mato (*Megascops choliba*) e da coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) (Aves: Strigiformes) em um cerrado paulista.

Resumo

Estudos vêm sendo feitos à procura de um método confiável para se contar aves de rapina. Visto que os métodos aplicados a outros grupos, em geral, não são eficientes para estas aves. Para se estudar Strigiformes, que são aves crípticas, utiliza-se muito o método do *playback* (uso de vocalizações gravadas, que são tocadas no campo para incitar a resposta das espécies que se deseja estudar). A resposta ao *playback* pelas diversas espécies pode variar conforme algumas variáveis ambientais. No entanto, essas diferenças nas respostas parecem variar não só geograficamente, mas também entre as espécies. Dessa maneira são necessários mais estudos para o desenvolvimento de um método de estudo adequado. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência do vento, da temperatura, da luminosidade da lua e da umidade relativa do ar na resposta da corujinha-do-mato (*Megascops choliba*) e da coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) a *playbacks* de suas respectivas vocalizações, em um cerrado paulista. O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Itirapina, um fragmento de cerrado preservado no interior do estado de São Paulo. Utilizou-se o modelo de Regressão Linear Múltipla/Modelo Generalizado Múltiplo para fazer as análises com dois índices de atividade dessas corujas: número de indivíduos detectados (vocal e/ou visualmente) e presença/ausência de resposta ao *playback*. A atividade vocal de *M. choliba* variou conforme a temperatura e a umidade relativa. Esta espécie respondeu mais ao *playback* em condições de temperatura e umidade relativa altas. *Athene cunicularia* mostrou variar sua atividade vocal conforme a fase da lua e a intensidade do vento. Indivíduos desta espécie respondem mais intensamente ao *playback* em noites de lua cheia e menos em noites com ventos mais fortes. Este estudo sugere a importância de se levar em consideração as variáveis climáticas em estudos com o uso de vocalizações de aves de rapina noturnas. Idealmente, ao se propor a fazer um censo de corujas, o pesquisador deveria proceder previamente a uma avaliação ou estudo piloto de possíveis efeitos de variáveis climáticas para a(s) espécie(s) de coruja(s).

Palavras-chave: Cerrado, condições climáticas, corujas, *playback*, fases da lua, vocalizações, Brasil.

Abstract

Influence of climatic conditions and moon phase on vocal activity of Tropical Screech-Owl and Burrowing Owl in a savannah in southeast Brazil. Some researches have been conducted to find a reliable method of censusing raptors, as techniques usually employed for studies of other bird groups are often unsuitable for them. Raptors have some characteristics that make them difficult to study in the field; they occur at low densities, tend to have large home ranges and often inhabit inaccessible areas. Owls are even more difficult to study as they are raptors with nocturnal habits. Thus, broadcast surveys are one of the most widely used techniques to study Strigiformes. Factors, such as wind speed, temperature, moon phase and humidity influence the response of owls to playback. This study analyzes the variation in vocal activities of Tropical Screech-Owl (*Megascops choliba*) and Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) related to these environmental conditions, on a Brazilian savannah at the Ecological Station of Itirapina, State of São Paulo, Brazil. Two indices of owl activity were measured through playback of their vocalizations in 16 survey points: number of individuals detected (vocal response and/or visual detection) and presence/absence of owl response. Generalized linear models were used to analyze owl responses to these climatic factors. G-tests were performed to evaluate lunar phase influences on owl calling activities. Vocal activities of Tropical Screech-Owls were more detected in conditions of higher temperature and humidity. Whereas the Burrowing Owl answered more to playback in lower wind speed conditions and/or at nights with full moon. This study suggests how important is to consider the influence of weather conditions on broadcast survey techniques. Ideally, before any serious attempt of censusing owls, the researcher should do preliminary assessments of the influence of weather conditions on the responsiveness of each species to playbacks of conspecifics.

Key words: Cerrado, climate, playback, lunar phase, owls, vocalizations, Brazil.

1. Introdução

Estudos vêm sendo feitos a procura de um método adequado para se contar aves de rapina, visto que os métodos aplicados a outras aves, em geral, não são eficientes para este grupo (Fuller e Mosher 1981). Os rapinantes não são fáceis de estudar no campo, pois normalmente ocorrem em baixa densidade, apresentam grandes áreas vida, têm capacidade de deslocamento rápido e habitam muitas vezes locais de difícil acesso (Craighead e Craighead 1969, Fuller e Mosher 1981, Takats e Holroyd 1997). Um dos métodos mais utilizados em estudos envolvendo contagens é o *playback* - uso de vocalizações gravadas, que são tocadas no campo para incitar a resposta das espécies que se deseja estudar. Este método é bastante utilizado para se fazer o censo de aves, especialmente quando se trata de espécies que possuem características que dificultam sua detecção, como é o caso das aves de rapina (Johnson *et. al.* 1981).

Dentro desse grupo as Strigiformes são notavelmente mais difíceis de estudar por apresentarem particularidades adicionais que dificultam sua detecção. Em sua maioria são noturnas, além de habitualmente empoleirar-se em locais muito escondidos durante o dia (Smith 1987, 1988) e fazer seus ninhos em sítios de difícil acesso aos observadores (McGarigal e Fraser 1985). Sendo assim, é mais fácil detectá-las por meio de suas vocalizações do que por visualização (Smith 1983). Apesar disso, além de *playback* outros métodos são utilizados para a contagem dessas aves, como transectos percorridos a pé ou com veículos e a procura sistemática de ninhos e poleiros durante o dia em uma determinada área (Craighead e Craghead 1956, Smith 1987). Contudo, tais métodos são aplicados a espécies conspícuas e são mais eficientes em locais de vegetação aberta (Smith 1987). Em geral, estes métodos demandam muito tempo e não são muito confiáveis (Smith 1987, McGarigal e Frase 1985). Conway e Simon (2003) compararam alguns desses métodos e constataram que o mais eficiente para amostrar o maior número de indivíduos de *Athene cunicularia* é a contagem de ponto por meio de vocalizações espontâneas. Que se torna ainda melhor quando o *playback* é

utilizado (Johnson *et. al.* 1981, MacGarigal e Fraser 1985, Gerhardt 1991, Haug e Didiuk 1993, Enríquez-Rocha e Rangel-Salazar 2001).

Sendo assim, as vocalizações são amplamente utilizadas nos estudos de Strigiformes, incluindo contagens e localização de indivíduos, identificação das espécies e, ainda, estudos sobre ecologia e comportamento (Gerhardt 1991, Clark e Anderson 1997). Um método muito utilizado é a contagem de vocalizações espontâneas ao longo de transectos ou em pontos fixos (Smith 1987, Haug e Didiuk 1993, Rodríguez-Estella e Ortega-Rubio 1993, Conway e Simon 2003). No entanto, numerosos autores demonstraram que o uso de *playback* aumenta a detecção das corujas, (Johnson *et. al.* 1981, McGarigal e Fraser 1985, Gerhardt 1991, Haug e Didiuk 1993, Proudfoot e Beason 1996, Enríquez-Rocha e Rangel-Salazar 2001, Conway e Simon 2003). A imitação de vocalizações é um método de estudo de Strigiformes utilizado desde o século 18 (Foster 1965) e tem sido muito utilizado nos últimos 30 anos através do *playback* (Johnson *et. al.* 1981, Fuller e Mosher 1981, McGarigal e Fraser 1985, Smith 1987, Ganey 1990, Proudfoot e Beason 1996). Este método faz uso da tendência apresentada por muitas espécies de corujas de defender territórios (Foster 1965, Takats e Holroyd 1997).

A resposta ao *playback* pelas diversas espécies de corujas pode ser influenciada por variáveis ambientais. Logo o uso do *playback* pode não apenas detectar as corujas, mas também servir como um meio de se avaliar a atividade dessas aves. Variações na atividade em função de variações nas condições ambientais ou climáticas são refletidas na responsividade ao *playback*. Por exemplo, Gerhardt (1991) encontrou um efeito significativo e negativo do vento na resposta ao *playback* por *Ciccaba virgata*; Morrell *et. al.* (1991) observaram diferenças significativas na resposta de *Bubo virginianus* ao *playback* em relação a diversas variáveis ambientais, como vento, fase lunar e temperatura; Clark e Anderson (1997), estudaram *Asio otus*, *Aegolius funereus* e *A. accadicus* na América do Norte e encontraram diferenças na resposta em função da época do ano, luminosidade da lua, horário e temperatura; na Costa Rica Enríquez-Rocha e Rangel-Salazar (2001) observaram que *Aegolius acadicus*, *Aegolius funereus* e *Megascops*

kennicottii respondem mais ao *playback* em noites com maior luminosidade lunar.

Porém, esses estudos utilizaram formas diferentes de avaliar a atividade vocal das espécies em questão. Clark e Anderson (1997) utilizaram o número de indivíduos respondendo ao *playback*, Ganey (1990) examinou o número de respostas em um determinado período, enquanto Currie *et. al.* (2004) verificaram a presença e ausência das espécies. Assim sendo, os diferentes resultados encontrados podem ser um artifício do método aplicado a cada estudo (Seavy 2004) e provavelmente não são comparáveis. Variações nas respostas decorrentes de mudanças nas condições climáticas e ambientais podem também variar geograficamente e entre as espécies (Enriquez-Rocha e Rangel-Salazar 2001).

Tais informações são raras em corujas neotropicais. *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) e *Megascops choliba* (corujinha-do-mato) são corujas de pequeno porte que apresentam ampla distribuição geográfica (Sick 1997). A primeira ocorre praticamente em todo o continente americano e habita ambientes secos e abertos com poucas árvores, como savanas, desertos e campinas (König *et. al.* 1999, Del Hoyo *et. al.* 1999). Embora *A. cunicularia* seja uma espécie muito comum e de fácil visualização, a maioria dos estudos referentes a esta espécie foi realizada em regiões temperadas (Clark *et. al.* 1978, Del Hoyo *et. al.* 1999). *Megascops choliba* ocorre em quase toda a América do Sul e em todo o Brasil, além de parte da América Central (Sick 1997, König *et. al.* 1999, Del Hoyo *et. al.* 1999). Apesar de comum e vivendo inclusive dentro de áreas urbanizadas esta espécie é de difícil visualização (Sick 1997). Em ambiente não antropizado *M. choliba* pode ser encontrada em savanas com algumas árvores, áreas semi-abertas, clareiras e bordas de matas (incluindo mastas de galeria e matas secundárias) (Del Hoyo *et. al.* 1999). Tanto *M. choliba* como *A. cunicularia* aparecem no cerrado paulista. Na Estação Ecológica de Itirapina, *M. choliba* habita mais freqüentemente áreas de campo cerrado e cerrado *sensu stricto*, enquanto que *A. cunicularia* parece preferir as fisionomias mais abertas, ou seja, campos limpo e sujo (Vide capítulos 2 e 3).

Informações sobre a atividade vocal de corujas relacionada com as variáveis ambientais se fazem necessárias para o desenvolvimento de um método confiável, com o qual seja possível a realização de levantamentos populacionais (Forsman 1983, Pardeick *et. al.* 1996), comparações entre populações de diferentes localidades, implementação de programas de monitoramento (Conway e Simon 2003) e investigações sobre o comportamento dessas aves (Ritchison *et. al.* 1988). Para tanto, é necessário que exista um método padronizado de forma a ter grande capacidade de detecção, e com pouca variação na probabilidade de detecção (Conway e Simon 2003). As corujas neotropicais têm sido pouco estudadas (Borges *et. al.* 2004), o que se reflete nos raros estudos sobre seu comportamento vocal encontrados na literatura. Existe pouca ou nenhuma informação sobre a influência de variáveis ambientais na resposta ao *playback* por *M. choliba* e *A. cunicularia*, especialmente no cerrado.

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de fatores ambientais na vocalização de *M. choliba* e de *A. cunicularia* através de um experimento de *playback* em cerrado no sudeste do Brasil. O estudo também visou comparar dois tipos de resposta das aves ao *playback*. Os resultados foram discutidos em forma de padronização de métodos e de acordo com a ecologia das espécies.

2. Material e métodos

2.1 *Playback*

As campanhas de campo foram realizadas durante a estação reprodutiva, período no qual as corujas estão mais responsivas ao *playback* (Bosakowski 1987, Ritchison *et. al.* 1988, Gerhardt 1991, Clark e Anderson 1997). Portanto, o estudo concentrou-se nos meses de julho a dezembro de 2004, coincidindo com o final da estação seca e início da chuvosa. Seguindo recomendações de diversos autores (McGarigal e Fraser 1984, Mosher *et. al.* 1990, Gerhardt 1991, Currie *et. al.* 2004, Seavy 2004), não foram feitas observações em noites com qualquer nível de precipitação chuvosa, pois há uma inibição na atividade vocal das corujas sob tal condição.

As observações tiveram início 30 min após o pôr do sol, prolongando-se aproximadamente por 3 h, por ser este o horário de maior atividade das corujas (Smith 1987, Clark e Anderson 1997). As campanhas de campo contaram com cinco noites e foram realizadas nos períodos de lua cheia e lua nova. Tiveram início, respectivamente, no terceiro dia precedente a data de lua cheia e de lua nova, se estendendo até o segundo dia após a data de cada fase de lua. A ordem em que se visitou cada ponto variou dentro dos dias de observação de maneira sistemática, de modo a alternar o horário de observação nos diversos pontos, evitando possíveis vícios da amostragem sistemática quanto em relação a uma variação periódica (Krebs 1999).

Foram distribuídos sistematicamente 16 pontos de amostragem por toda área de estudo (Figura 1), com distância mínima entre si de 500m para evitar duplicações de contagens e garantir a independência estatística dos dados coletados (Takats *et. al.* 2001, Currie *et. al.* 2004).

Figura 1. Pontos de amostragem, distribuídos nas diferentes fisionomias de cerrado, onde CL representa os pontos dentro do campo limpo; CS representa os pontos dentro do campo sujo; CC representa os pontos dentro do campo cerrado e C representa os pontos dentro do cerrado *sensu stricto*. A área delimitada de amarelo corresponde a Estação Ecológica de Itirapina e os outros fragmentos em vermelho: o de cima está dentro da Fazenda São José, o de baixo está inserido na Estação Experimental de Itirapina. Imagem de satélite LANDSAT/TM de 1999.

Em cada um desses pontos foi feito o *playback* com o uso de um gravador cassete acoplado a uma caixa acústica amplificada. Foram utilizados vários tipos de chamados e vocalizações das duas espécies, o que poderia ajudar a aumentar a detecção (Conway e Simon 2003). Utilizamos vocalizações previamente gravadas na própria área de estudo e também vocalizações de outras localidades para fazer o *playback*, com o fim de evitar o efeito chamado de “dear enemy” [Fisher (1958) *apud* Lovell e Lein (2004)], quando um animal territorial tem a tendência de ser mais agressivo em relação a animais desconhecidos, com territórios distantes, do que aos seus vizinhos (Lovell e Lein 2004). Sendo assim, poderia haver uma resposta

diferencial a gravações realizadas na área de estudo quando comparadas à resposta de gravações de outras localidades, o que procuramos evitar.

As gravações das vocalizações foram tocadas em ordem crescente de tamanho das espécies, para que não houvesse a inibição da espécie menor devido à “presença” da espécie maior (Marshall 1939, Bondrup-Nielsen 1984 *apud* Smith 1987). A sequência usada em cada ponto foi: 3 min de espera, 2 min de *playback* de *M. choliba*, 2 min de escuta, 2 min de *playback* de *A. cunicularia*, 2 min de escuta e mais 3 min finais. Sendo, os primeiros 3 min utilizados para esperar passar o distúrbio da chegada do observador, e os 3 finais para possíveis contatos tardios de ambas as espécies. Assim sendo, a unidade amostral considerada é cada período de aproximadamente 15 min enquanto se fez o *playback* em cada um dos pontos espalhados pela área de estudo. Durante tal período anotou-se o número de indivíduos presentes de cada espécie (*M. choliba* ou *A. cunicularia*), sendo detectados por contatos auditivos e/ou visuais (adaptado de Mosher *et. al.* 1990 e Motta-Junior 1996). Para tanto, foi utilizado um farolete para detectar indivíduos que se aproximavam sem vocalizar. Strigiformes tendem a não ser afetadas e até facilmente se acostumam à luz de farolete (Edwin O. Willis e J.C. Motta-Junior, com. pessoal). O volume utilizado na caixa amplificada para o *playback* foi aquele audível ao ouvido humano a 200 m de distância. Esse procedimento tem sido utilizado por alguns pesquisadores como Pardeick *et. al.* (1996) e Currie *et. al.* (2004).

2.2 Fatores ambientais

Em cada ponto, durante os 15 min, três variáveis climáticas foram medidas por meio do uso do aparelho Kestrel-3000 Pocket Weather Meter/NK. Estas variáveis foram: temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar média (%) e a velocidade máxima do vento (km/h). A fase da lua foi também registrada em cada noite de amostragem.

2.3 Análises estatísticas

As variáveis ambientais foram consideradas em relação a dois índices de atividade das duas espécies de corujas respondendo ao *playback*: 1) o número de corujas de cada espécie, 2) a presença ou ausência da espécie. Nesse último caso os dados são binários, onde 1 representa presença de resposta e 0 representa ausência de resposta.

Utilizou-se uma Regressão Linear Múltipla, Modelo Generalizado Linear (GLM) para analisar influências da temperatura, umidade relativa e velocidade máxima do vento na atividade vocal de cada uma das espécies de coruja. No caso da presença da espécie, onde a variável dependente é binária, utilizou-se o modelo com distribuição binomial, Regressão Logística Múltipla, Modelo Generalizado Linear/ Modelo Logit (GLZ - logit). Esses procedimentos foram feitos com auxílio do programa SYSTAT 9.0 para Windows e adaptados de Seavy (2004).

Para avaliar o efeito da fase lunar foram realizados testes G, utilizando os dois índices de atividade vocal das corujas. Para tanto utilizamos o programa BioEstat 3.0. Em todos os testes estatísticos considerou-se significância com $p < 0,05$.

Para realizar a análise para a coruja-buraqueira, utilizou-se apenas os dados coletados nas fisionomias mais abertas (campo limpo e campo sujo), e para a análise de *M. choliba* utilizou-se apenas os dados coletados nas fisionomias mais fechadas (campo cerrado e cerrado *s.s*), tendo em vista que estas respectivas fisionomias foram as mais exploradas por cada espécie (veja Cap. 2), além de tratar de fisionomias mais homogêneas para cada espécie, minimizando assim possíveis efeitos não desejáveis devido a diferença da propagação de ondas sonoras em vegetações com distintas densidades.

3. Resultados

Foram feitos *playbacks* em 224 pontos para cada espécie. *Megascops choliba* respondeu a 46% dos *playbacks*, enquanto que *A. cunicularia* respondeu a 18% deles. A maioria (72%) das respostas de *M. choliba* ao *playback* foi registrada nas fisionomias mais fechadas (campo cerrado e cerrado *s.s.*), e 90% das respostas de *A. cunicularia* foram registradas nos campos limpo e sujo.

3.1 Variáveis climáticas

O índice referente à atividade de *M. choliba* mais sensível às variáveis climáticas foi o número indivíduos, quando comparado à presença ou não de resposta, ou da espécie (Tabela 1). Quando analisamos a atividade vocal utilizando o número de indivíduos observamos que as variáveis, temperatura e umidade relativa do ar, influenciaram positivamente a resposta ao *playback* por tal espécie. Portanto, o número de indivíduos de *M. choliba* detectados foi maior quando a umidade relativa e a temperatura estavam altas. A influência destas variáveis climáticas na atividade de *M. choliba* foi menos percebida quando a atividade dessa coruja foi medida pela presença ou não de resposta. Não havendo relação significativa com nenhuma das variáveis medidas (Tabela 1).

Tabela 1. Valores dos estimadores de β (B), dos testes t e seus respectivos valores de p ($t(p)$) das regressões feitas para avaliar a relação entre as variáveis climáticas: temperatura, velocidade máxima do vento e umidade relativa ar; e a atividade vocal de *M. choliba*. Medida através de dois índices, presença e ausência de resposta e número de indivíduos detectados.

Variáveis climáticas	Presença/ausência (GLZ-logit)		Número de indivíduos (GLM)	
	B	$t(p)$	B	$t(p)$
Temperatura (°C)	0,05	1,21 (0,23)	0,04	2,26 (0,03)
Velocidade máxima do vento (km/h)	0,09	0,26 (0,80)	0,00	0,03 (0,98)
Umidade relativa do ar (%)	0,02	1,24 (0,22)	0,01	2,24 (0,03)

Para *A. cunicularia*, os dois índices de atividade apresentaram o mesmo resultado. Tanto o número de indivíduos detectados quanto a presença/ausência de resposta mostraram que *A. cunicularia* diminui sua responsividade ao *playback* em noites com vento mais forte, não havendo relação significativa com nenhuma das demais variáveis medidas (Tabela 2).

Tabela 2. Valores dos estimadores de β (B), dos testes t e seus respectivos valores de p ($t(p)$) das regressões feitas para avaliar a relação entre as variáveis climáticas: temperatura, velocidade máxima do vento e umidade relativa do ar; e a atividade vocal de *A. cunicularia*. Medida através de dois índices, presença e ausência de resposta e número de indivíduos detectados.

Variáveis Climáticas	Presença/ausência (GLZ-logit)		Número de indivíduos (GLM)	
	B	$t(p)$	B	$t(p)$
Temperatura (°C)	0,07	1,49 (0,14)	0,01	1,10 (0,27)
Velocidade máxima do vento (km/h)	-0,91	-2,03 (0,04)	-0,23	-2,12 (0,04)
Umidade relativa do ar (%)	-0,02	-1,39 (0,16)	-0,01	-1,24 (0,22)

3.2 Fase da lua

Os dois índices de atividade vocal mostraram que *M. choliba* responderam ao *playback* da mesma maneira nas duas fases da lua. Sendo assim, o número de indivíduos observado não difere do esperado (Teste-G (Yates) = 0,213; $p = 0,644$). O mesmo acontece para presença e ausência de resposta (Teste-G (Yates) = 0,167; $p = 0,683$) (Figura 2).

Figura 2. Respostas ao playback de *M. choliba* segundo a fase lunar para os dois índices de atividade vocal.

Os dois índices de atividade mostraram que as corujas-buraqueiras modificam seu padrão de resposta ao *playback* conforme a fase da lua. Nas noites de lua cheia responderam mais ao *playback* do que o esperado (Teste-G(Yates) = 9,942; $p = 0,002$). O mesmo acontece com presença e ausência (Teste-G(Yates) = 4,129; $p = 0,042$) (Figura 3).

Figura 3. Respostas ao playback de *A. cunicularia* segundo a fase lunar para os dois índices de atividade vocal.

4. Discussão

4.1 Temperatura

O número de indivíduos detectados de *M. choliba* foi maior em temperaturas mais elevadas. Similarmente, em alguns estudos foram encontradas relações positivas com a temperatura, onde havia mais resposta de *Aegolius accadius* e *Megascops asio* ao *playback* quando as temperaturas eram mais altas (Smith 1987, Clark e Anderson 1997). No entanto, outros estudos mostram que existem espécies que não variam sua atividade de acordo com a temperatura, respondendo ao *playback* sem alterações como *Asio otus* e *Aegolius funereus* nos Estados Unidos (Clark e Anderson 1997), e *A. cunicularia* no presente estudo. Estes estudos corroboram com os resultados encontrados quando analisamos a influência da temperatura na presença/ausência de resposta ao *playback*.

Baixas temperaturas tendem a diminuir a atividade das aves em geral (Robbins 1981). Este autor, na América do Norte, notou que aves que se alimentam de insetos voadores tendem a diminuir sua atividade em temperaturas mais baixas, pois suas presas ficam mais escassas ou inativas. Invertebrados, especialmente insetos são itens principais da dieta de *M. choliba* (Del Hoyo *et al.* 1999, König *et al.* 1999, Motta-Junior 2002) que costuma forragear nas copas das árvores, muitas vezes capturando presas em vôo (Del Hoyo *et al.* 1999; König *et al.* 1999). Por outro lado, *Athene cunicularia* forrageia principalmente em locais abertos capturando suas presas no chão (Thomsen 1971), e não apresentou mudanças em sua atividade vocal de acordo com a temperatura. Assim, essas diferenças no modo de forragear podem explicar parcialmente a maior atividade de *M. choliba* em noites mais quentes e a não mudança na atividade de *A. cunicularia* de acordo com a temperatura.

4.2 Umidade relativa do ar

Outra variável que teve influência apenas no número de indivíduos de *M. choliba*, e não na presença/ausência de resposta, foi a umidade relativa do

ar. A relação foi positiva, ou seja, conforme a umidade aumentou, maior foi a atividade de *M. choliba*. A umidade relativa tem influência diretamente proporcional na atividade dos insetos (Delinger 1980), e como já dito, esta espécie costuma capturar insetos em vôo. Por outro lado, *A. cunicularia* não modificou seu padrão de atividade de acordo com esta variável climática. Novamente, o modo de forrageamento poderia estar influenciando as diferenças nos resultados encontrados para as duas espécies.

É interessante ressaltar que não se conduziu o estudo durante precipitação, mesmo sendo de baixa intensidade, pois essa condição climática inibe a resposta ao *playback* pelas corujas (McGarigal e Fraser 1984, Mosher *et. al.* 1990, Gerhardt 1991, Morrell *et. al.* 1991, Takats e Holroyd 1997, Seavy 2004).

4.3 Velocidade máxima do vento

Athene cunicularia mostrou variar sua atividade de maneira inversa em relação as variações na velocidade máxima do vento pelos dois índices de atividade. Alguns estudos obtiveram resultados parecidos para outras espécies de corujas na América do Norte. Como *Ciccaba* (= *Strix*) *virgata* (Gerhardt 1991), *Micrathene whitneyi*, *O. kennicottii* (Hardy e Morrison 2000), *Bubo virginianus* (Morell *et. al.* 1991) e *Strix woodfordii* (Seavy 2004) que responderam menos ao *playback* em noites de mais vento. Segundo alguns autores (Smith 1987, Morrell *et. al.* 1991, Gerhardt 1991, Takats e Holroyd 1997) esse resultado pode ser explicado devido à diminuição da capacidade dos observadores ouvirem as vocalizações em condições de ventos mais fortes. Entretanto, nem todas as espécies parecem variar sua resposta ao *playback* de acordo com as condições de vento, como visto no caso de *M. choliba*.

Apesar de ainda não sabermos ao certo se a atividade das corujas é realmente inibida pelo vento ou não (Gerhardt 1991), alguns autores indicam esta tendência. Como o trabalho de Fisher *et al.* (2004), que demonstraram que esta espécie de coruja diminui a intensidade de defesa do ninho em condições de mais vento. Ou ainda, segundo Smith (1987), o vento pode vir

a atrapalhar suas atividades como voar e forragear, o que acarretaria uma diminuição no nível de atividade. Portanto, algumas características específicas inerentes a cada espécie de coruja podem estar ligadas a esta resposta diferencial a variável ambiental vento, e não somente a capacidade de detectar a resposta das corujas pelos observadores.

Outro fator que pode influenciar os resultados em relação ao vento é o habitat aonde se conduz o experimento. Em ambientes mais abertos, com menor cobertura vegetal, a influência do vento tende a ser maior e pode ser mais facilmente percebida. Por outro lado, em locais com maior densidade vegetal o vento tende a ser menor, ou ser menos percebido. Sendo assim, *A. cunicularia* estaria mais exposta a variações nas condições de vento. Por outro lado, *M. choliba* estaria menos exposta a tais variações, devido às fisionomias mais fechadas que habita. Assim, *M. choliba* não se mostrou sensível a tal variável climática enquanto *A. cunicularia* sim.

4.4 Fase da lua

Os dois índices de atividade de *A. cunicularia* mostram que esta espécie respondeu mais ao *playback* em noites de lua cheia. Na literatura outros estudos demonstraram resultados parecidos em relação à lua (Sará e Zanca 1989, Armstrong 1973 *apud* Morrell *et. al.*1991, Takats e Holroyd 1997, Hardy e Morrison 2000, Enríquez-Rocha e Rangel-Salazar 2001, Seavy 2004). Mas, ao contrário disso, algumas espécies respondem mais em noites escuras, de lua nova, como *Strix occidentalis* (Ganey 1990) e *Strix aluco* (Sará e Zanca 1989). Outras não modificam seu padrão de resposta de acordo com as variáveis ambientais, como *Otus asio* (Smith 1987, Carpenter 1987 *apud* Enríquez-Rocha e Rangel-Salazar 2001) e a própria *M. choliba* no presente estudo.

Como *A. cunicularia* habita preferencialmente fisionomias mais abertas (vide capítulos 2 e 3) estaria, como acontece com as condições de vento, mais exposta a variações na luminosidade lunar, incluindo-se aqui a conseqüente melhora na detecção visual de insetos no solo exposto. Ao contrário de *M. choliba*, que está mais presente nas fisionomias com maior

cobertura arbórea (vide capítulos 2 e 3), o efeito da variação na luminosidade lunar poderia ser menos sentido. Sendo assim, *A. cunicularia* mostrou-se sensível a mudanças na fase da lua, respondendo mais ao *playback* na lua cheia. Enquanto *M. choliba* não modificou seu padrão de resposta.

A variável ambiental fase da lua deveria refletir a influência da luminosidade da lua na atividade das corujas. No entanto, neste estudo não pudemos medir a luminosidade de fato. Esta seria uma variável contínua, onde diferentes valores de luminosidades fossem conseguidos de acordo com a fase da lua e também com a quantidade de nuvens no céu em cada noite de amostragem. Como é o caso do estudo realizado na Costa Rica por Enríquez-Rocha e Rangel-Salazar (2001).

Como visto, a influência das variáveis climáticas varia de espécie para espécie e ainda, pode variar dentro da mesma espécie, como é o caso de *Megascops kennicottii*. No deserto do Arizona, Hardy e Morrison (2000) não encontraram uma correlação significativa da resposta ao *playback* desta espécie em relação à fase lunar, enquanto que Enríquez-Rocha e Rangel-Salazar (2001) estudando a mesma espécie na Costa Rica, na reserva de La Selva observaram que havia mais resposta nas noites de lua cheia. Essas variações podem ser geográficas (climas diferentes), ou podem resultar das diferenças dos habitats onde se deram tais estudos.

4.5 Métodos

As variações nos resultados encontrados também podem ocorrer devido aos métodos aplicados. Neste estudo, vemos resultados diferentes conforme o índice de atividade das corujas relacionado ao *playback*. Quando a atividade de *M. choliba* foi medida pela presença ou não de resposta não houve nenhuma relação significativa com as variáveis ambientais. Portanto, esta espécie não foi sensível a estas variáveis, ao contrário do encontrado quando usamos o número de indivíduos detectados. No caso de *A. cunicularia* os resultados não se modificaram de acordo com o índice utilizado. O número de indivíduos e presença/ausência de resposta demonstraram que esta espécie foi sensível às variações no vento e na fase lunar.

No caso de *M. choliba* o índice mais sensível às variáveis ambientais foi o número de indivíduos detectados. Segundo Seavy (2004), se utilizarmos tal índice poderemos obter grande poder estatístico para perceber as relações entre a atividade de Strigiformes e variáveis ambientais. Concordando com Seavy (2004), acreditamos que estudos que analisam os resultados de diferentes índices podem nos ajudar a entender melhor essas relações.

Sendo que presença/ausência apresenta informação de forma limitada, como menor resolução e, portanto seu resultado será menos preciso. Por isso, indicamos o uso do número de indivíduos como índice de atividade vocal, concordando com Seavy (2004).

5. Conclusão

Características específicas como modos de forrageamento, habitat e hábitos devem influenciar os padrões de resposta ao *playback*. Entretanto, ainda nos faltam muitas informações sobre as diversas espécies de corujas, principalmente na região neotropical.

Megascops choliba e *A. cunicularia* se mostraram bastantes responsivas ao *playback*. Este método, portanto, é uma maneira eficiente de contá-las. Como visto, a atividade vocal dessas espécies pode ser influenciada por variáveis climáticas. Portanto, sugerimos que para maior eficiência de estudos utilizando o *playback* com *M. choliba* deve-se considerar condições de temperatura e umidade relativa, enquanto estudos com *A. cunicularia* devem fazer o *playback* apenas nas noites que precedam ou incluam a lua cheia. Ainda, sugerimos que não se realizem estudos durante noites com ventos fortes. Tendo em vista a área estudada, essas recomendações teriam maior validade principalmente em campos limpos e sujos.

Concordando com Seavy (2004) sugerimos que o número de indivíduos respondendo ao *playback* deve ser a informação coletada por resultar num maior poder estatístico do que apenas a presença/ausência das corujas.

Este estudo sugere que para qualquer censo mais rigoroso de Strigiformes o pesquisador deveria preliminarmente averiguar se a responsividade das espécies de interesse são ou não afetadas por variáveis ambientais, como temperatura, vento, umidade e fase lunar. E ainda, sugerimos o uso do número de indivíduos respondendo ao *playback* como índice de atividade vocal.

6. Referências Bibliográficas

- Anderson, S. H. 1981. Correlating habitat variables and birds. *Studies in Avian Biology* 6: 538-542.
- Borges, S. H., Henriques, L. M. e Carvalhaes, A. 2004. Density and habitat use by owls in two Amazonian forest types. *Journal of Field Ornithology* 75(2): 176-182.
- Bosakowski, T. 1987. Census of Barred Owls and Spotted Owls. 307-308p. Em: Nero, R. N., Clark, R. J., Knapton, R.J. e Hamre, R.H. (eds.) *Biology and conservation of northern forest owls*. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Gen. Technical Report RM-142. Winiipeg.
- Clark K. A. e Andeson S. 1997. Temporal, climatic and lunar factor affecting owl vocalizations of Western Wyoming. *Journal of Raptor Research* 31(4): 358-363.
- Conway, C. J. e Simon, J. C. 2003. Comparison of detection probability associated with burrowing owl survey methods. *Journal of Wildlife Management* 67(3): 501-511.
- Coutinho, L. M. 1978. O conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 1: 17-23.
- Craighead, J. J. e Craighead, F.C., Jr. 1969. *Hawks, owls and wildlife*. New York, NY. Dover Publications, Inc. 443p.
- Currie, D.; Fanchette, R.; Millett, J.; Hoareau, C. e Shah N. 2004. The distribution and population of the Seychelles (Bare-legged) Scops Owl *Otus insularis* on Mahé: consequences for conservation. *Ibis* 146: 27-37.
- Del Hoyo, J.; A. Elliot e Sargatal J. 1999. *Handbook of the Birds of the World. Barn Owls to Hummingbirds*. Vol. 5. Barcelona, Lynx Edicions.
- Delinger, D. L. 1980. Seasonal and annual variation on insect abundance in the Nairobi National Park. *Biotropica* 12:100-106.
- Enriquez-Rocha, P. L. e Rangel-Salazar, J. L. 2001. Owl occurrence and calling behavior in a tropical rain forest. *Journal of Raptor Research* 35(2): 107-114.

- Fisher, J. R., Poulin, R. G., Todd, L. D. e Brigham, R. M. 2004. Nest stage, wind speed, and air temperature affect the nest defence behaviours of burrowing owls. *Canadian Journal of Zoology* 83:707-713.
- Foster, M. 1965. An Early reference to the technique of owl calling. *Auk* 82(4): 651-653
- Fuller M. R. e Mosher, J. A. 1981. Methods of detecting and counting raptors: a review. *Studies in Avian Biology* 6:235-246.
- Ganey, J. L. 1990. Callign behavior of spotted owls in Northern Arizona. *The condor* 92:485-490.
- Gerhardt, R. P. 1991. Response of Mottled Owls to broadcast of conspecific call. *Journal of Field Ornithology* 62(2): 239-244.
- Gianotti, E. 1988. *Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina (SP)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 222 pp.
- Hardy, P. C. e Morrison, M. L. 2000. Factores affecting the detection of elf owls and western screech owls. *Wildlife Society Bulletin* 29(2):333-342.
- Haug, E. A. e Didiuk, A. B. 1993. Use of recorded calls to detect Burrowing Owls. *Journal of Field Ornithology* 64(2):188-194.
- Jonhson, R. R.; Brown, B. T.; Haight, L. T. e Simpson, J. M. 1981. "playback" recording as a special avian censusing technique. *Studies in Avian Biology* 6:68-75.
- Krebs C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Second edition Benjamin/Cummings. Menlo Park.
- König C.; Weick, F. e Becking J. 1999. *Owls, a guide to the owls of the world*. Yale University press, New Haven and London.
- Lovell, S. F. e Lein, M. R. 2004. Nieghbor-Stranger discrimination by song in a suboscine bird, the alder flycatcher, *Empidonas alnorum*. *Behavior Ecology* 15(5): 799-804.
- Mantovani, W. 1987. *Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo sub-arbustivo do cerrado na reserva biológica de Guaçu e Itirapina*. Tese de doutorado. Universidade estadual de Campinas. 203p.

- Marshall, J. T. Jr. 1939. Territorial behavior of the Flammulated Screech owl. *The Condor* 41:71-78.
- McGarigal, K. e Fraser J. D. 1985. Barred Owl responses to record vocalizations. *The Condor*. 87: 552-553.
- Morrell, T. E.; Yahner, R. H. e Harkness, W. L. 1991. Factors affecting detection of Great Horned Owls By using broadcast vocalizations *Wildlife Society Bull.* 19:481-488.
- Mosher, J. A.; Fuller, M. R. e Kopeny, M. 1990. Surveying woodland raptors by broadcast of conspecific vocalizations. *Journal of Field Ornithology*. 64(4): 453-461.
- Motta-Junior, J. C. 1996. *Ecologia alimentar de corujas (Aves, Strigiformes) na região central do Estado de São Paulo: biomassa, sazonalidade e seletividade de suas presas*. São Carlos, UFSCar (Tese de Doutorado).
- Motta-Junior, J. C. 2002. Diet of breeding tropical Screech-owl (*Otus choliba*) in southeastern Brazil. *Journal of Raptor Research*. 36(4): 332-334.
- Pardeick, K. L.; Meyers, M. e Pagén, M. 1996. Surveys of Puerto Rican Screech-owl populations in large-track and fragmented forest habitats. *Wilson Bull.* 108(4): 776-782.
- Proudfoot, G. A. e Beason, S. L. 1996. Responsiveness of cactus ferruginous pygmy-owls to broadcasted conspecific calls. *Wildlife Society Bulletin*. 24(2): 294-297.
- Robbins, C. S. 1981. Bird activity levels related to weather. *Studies in Avian Biology*. 6: 301-310.
- Sará, M. e Zanca, L. 1989. Considerazioni sul censimento degli strigiformi. *Rivista Italiana di Ornitologia*. 59(1-2):3-16.
- Seavy, N. E. 2004. Environmental correlates of African Wood-Owl calling activity in Kinbale National Park, Uganda. *Journal of Raptor Research*. 38(3): 208-213.
- Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. 1997. *Cerrado: Bases para conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do Estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, SP, Brasil.

- Smith, D. G. 1987. Owl census techniques. 304-307p. *Em*: Nero, R. N., Clark, R. J., Knapton, R.J. e Hamre, R.H. (eds.) *Biology and conservation of northern forest owls*. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Gen. Technical Report RM-142. Winiipeg.
- Smith, D. G. 1988. A review of methods to locate, monitor and census owls of the southeast. 228-237p. *Em*: *Proceedings of the Southeast Raptor Management Symposium and Workshop*. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia.
- Smith, S. M. 1983. *Otus choliba*. *Em*: D. H. Janzen [eds.], Costa Rica natural history. Univ. of Chicago Press, Chicago, IL USA. p. 592-593
- Takats, D. L. e Holrosyd G.L. 1997. Owl broadcast surveys in the Foothill Model Forest, Alberta, Canadá. *Em*: Duncan, J. R., Johnson, D. H., Nicholls, T. H., eds. *Biology and Conservation of Owls of the North Hemisphere*. Second international Symposium. Winnipeg, Manitoba, Canadá.
- Takats, D. L., Francis, C. M., Holroyd, G. L., Duncan, J. R., Mazur, K. M., Cannings, R. J., Harris, W. e Holt, D. 2001. *Guidelines for nocturnal owl monitoring in North America*. Beaverhill Bird Observatory and Bird Studies Canada. Edmonton, Alberta, 23 p.
- Terborgh, J. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science* 193:1029-1030.
- Thomsen, L. 1971. Behavior ecology of Burrowing Owls on the Oakland Municipal Airport. *Condor* 73:177-192.

Capítulo 2

Uso do hábitat pela corujinha-do-mato (*Megascops choliba*) e pela coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) em remanescentes de cerrado da região central do Estado de São Paulo.

Resumo

Conhecimentos sobre a relação espécie-habitat vêm sendo cada vez mais importantes para a conservação, à medida que podem contribuir no planejamento de áreas de preservação. Sendo assim, este estudo observou a distribuição de *Megascops choliba* e *Athene cunicularia* num cerrado do interior paulista relacionando-a com características do habitat, com o objetivo de verificar uma possível seletividade de habitat. Para tanto, analisamos a quantidade de contatos obtidos por meio de *playback* em relação a características estruturais da vegetação e níveis diferenciais de oferta de presas em cada fisionomia de cerrado. As duas espécies de corujas se distribuem diferentemente entre as fisionomias de cerrado. *Athene cunicularia* distribui-se distintamente entre fisionomias fechadas e abertas ($H_{k-w} = 9,976$; $p = 0,0188$), utilizando mais frequentemente as fisionomias abertas. *Megascops choliba* também se distribui diferentemente entre as fisionomias de cerrado ($H_{k-w} = 10,88$; $p = 0,0137$), contudo, utilizando preferencialmente as fisionomias mais fechadas. Segundo os modelos tidos como os melhores, pela seleção de modelos feita através do AIC (Aikake's Information Criterion), para explicar essa distribuição diferencial das corujas nas diversas fisionomias de cerrado, a variável com maior poder explicativo é o número de arbóreas para as duas espécies. Sendo que o melhor modelo para cada espécie apresentou apenas essa variável. Portanto, o uso preferencial por essas espécies de algumas fisionomias, ou a escolha de hábitat, é baseada no número de arbóreas presentes nesses ambientes, seguindo suas necessidades de nidificação e forrageamento. *Megascops choliba* e *A. cunicularia* se segregam ecologicamente, havendo partição divergente de recursos espaciais, devido a seus requisitos para nidificação e forrageamento. Ocorreu sobreposição intermediária no uso do habitat entre ambas espécies ($O = 0,466$) sendo elas generalista (*M. choliba* $B_{st} = 0,753$) e intermediária (*A. cunicularia* $B_{st} = 0,453$) quanto ao uso de habitat. Sendo assim, estas espécies divergem, mesmo que moderadamente, na seleção de habitat.

Palavras-chave: *Athene cunicularia*, cerrado, *Megascops choliba*, seleção de habitat, uso do habitat.

Abstract

Habitat use of Tropical Screech Owl (*Megascops choliba*) and Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) on patches of cerrado in state of São Paulo, Brazil.

Studies on species-habitat relationship has helped a lot on planning biological reserves. On this way, this work observed the distribution of Tropical Screech Owl and Burrowing Owl on different physiognomic types of cerrado in south-east Brazil. Additionally, on a finer analysis, the presence/absence and number of contacts of owls were related with habitat characteristics, as vegetation structure and prey abundance. Besides habitat use, this study was aimed to explores habitat selection and overlap by these owl species. For doing it, we used number of contacts of these owls by broadcasting playbacks in several point counts as an index of habitat use. *Athene cunicularia* explored more frequently open physiognomies of cerrado as *campo limpo* and *campo sujo* ($H_{k-w} = 9.976$; $p = 0.0188$). On the other hand, *Megascops choliba* is more often found on *campo cerrado*, avoiding *campo limpo* ($H_{k-w} = 10.88$; $p = 0.0137$). According to Aikake's Information Criterion (AIC) selection model, the most important variable to explain the distribution of both species in cerrado is the number of trees. The best models for each owl species included only this variable. So, the different distributions of these owls on cerrado were related more intrinsically to the number of trees present on each physiognomy, which is related to their nesting and foraging requirements. There was ecological segregation between *Megascops choliba* and *A. cunicularia*. The spatial niche was intermediately segregated (Pianka's niche overlap measure $O = 0.466$) according their different needs for nesting and foraging. Additionally, these owls displayed broader (*M. choliba* $B_{st} = 0.753$) or intermediate (*A. cunicularia* $B_{st} = 0.453$) spatial niche breadths. In this way, these owls have, at least moderately, different needs on habitat selection.

Key words: Burrowing owl, Cerrado, savannah, habitat use, habitat selection, Tropical Screech-owl.

1. Introdução

Conhecimentos sobre a relação espécie-habitat vêm sendo cada vez mais importantes para a conservação, à medida que podem contribuir no planejamento de áreas de preservação. Tais informações fornecem subsídios para o embasamento de decisões que visam preservar a biodiversidade (Wiens e Rotenberry 1981), sendo, segundo Wiens e Rotenberry (1981), o primeiro passo para possibilitar o manejo inteligente dessas áreas e populações.

Segundo Kavanagh (2002), as corujas têm ajudado muito no planejamento para conservação de florestas públicas na Austrália, visto sua posição na cadeia trófica e, conseqüentemente, seu potencial como indicadores da biodiversidade em ecossistemas florestais. Para saber como esses animais são afetados pelas mudanças ambientais causadas pela ação do homem e identificar seu potencial como indicadores, é necessário entender quais fatores são relevantes na “escolha” do ambiente e, assim, compreender a razão de uma possível seletividade de hábitat (Ganey e Balda 1994).

Inúmeros fatores podem influenciar na seleção de habitat por uma determinada espécie, como estrutura da vegetação, florística, recursos alimentares, topografia, microclima e a presença de outras espécies (Wiens 1989). As relações intra e interespecíficas, assim como, fatores populacionais podem influenciar fortemente a ocupação de uma determinada área (Wiens 1989). As interações são importantes na co-evolução de estratégias de seleção de habitat entre espécies relacionadas, sendo, determinantes na regulação populacional e na estrutura da comunidade (Wiens 1989, Morris 2003). Esta é moldada pelas interações das espécies coexistentes que partilham o mesmo recurso (Wiens 1989, Andrew e Christensen 2001, Granzinolli 2003).

Dada a importância dos estudos de habitat para o entendimento de processos ecológicos e evolutivos (Wiens e Rotenberry 1981), diversos trabalhos combinam o censo de aves com característica do ambiente (Block

et. al. 1987, Wiens e Rotenberry 1981, Wiens 1989, Westphal *et. al.* 2003, Borges *et. al.* 2004). Assim, assumem que as características do ambiente observadas e correlacionadas com a presença de certa espécie de ave são aquelas mais importantes para tal espécie (Block *et. al.* 1987). Alguns autores fizeram estudos nesse sentido utilizando Strigiformes. McGarigal e Fraser (1984) estudaram o uso de áreas com matas em diferentes níveis de desenvolvimento por *Bubo virginianus* e *Strix varia*. Ganey e Balda (1994) e Forsman *et. al.* (1977) fizeram um estudo semelhante ao anterior com *Strix occidentalis*, e Pardeick *et. al.* (1996) com *Megascops nudapes*. Nestes trabalhos os autores relacionaram os resultados com a história natural da espécie em questão, ou seja, com quesitos determinantes para a sobrevivência e permanência da espécie no local, como nidificação e alimentação e, não apenas com características da vegetação.

Um fator importante a ser considerado na relação espécie-habitat é a disponibilidade de recurso alimentar, pois sua distribuição, abundância e/ou densidade, também tem papel fundamental na estruturação de comunidades. Afinal de contas, o alimento é um recurso de extrema importância para todos os animais, e a forma como os animais partilham este recurso influencia a dinâmica populacional e a evolução das espécies coexistentes (Krebs e Davies 1993, Wiens 1989, Wolda 1990, Hutto 1990, Smith e Rotenberry 1990, Andrew e Christensen 2001, Granzinoli 2003). Strigiformes são predadores de topo e segundo alguns modelos de predador-presa haveria uma relação direta entre a densidade de presas e a distribuição de predadores (MacArthur e Pianka 1966). Portanto, uma variação em suas presas seria facilmente sentida pelos predadores.

Por exemplo, Wendland (1984) estudou a influência de diferenças sazonais de presas no sucesso reprodutivo de *Strix aluco*. Gleason e Johnson (1985) observaram a diminuição de indivíduos de *Athene cunicularia* em uma população devido ao decréscimo populacional de presas. Carey *et. al.* (1992) e Ward Jr. *et. al.* (1998) encontraram uma dependência de *Strix occidentalis* em relação a fragmentos de floresta madura, também devido a presença de sua principal presa. Carey e Peeler (1995) estudaram a variação no tamanho

da área de forrageamento dessa mesma espécie de acordo com parâmetros relativos à presença de suas presas. No entanto, outras características no ambiente, além da abundância de presas, podem influenciar na distribuição e no sucesso de predação por aves de rapina (Southern e Lowe 1968, Wekeley 1978, Baker e Brooks 1981, Stinson *et al.* 1981, Berchard 1982), o que torna a relação predador-presa mais complexa.

A corujinha-do-mato, *Megascops choliba*, e a coruja buraqueira, *Athene cunicularia* são espécies de ampla distribuição e comuns no Brasil (Sick 1997). No entanto, ainda há pouca informação sobre estas espécies na região tropical, como dados quantitativos sobre o uso do habitat (Borges *et al.* 2004). As duas espécies são de pequeno porte (*A. cunicularia* 120-250g, *M. choliba* 97-134g) e se alimentam principalmente de invertebrados (Sick 1997, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et al.* 1999), sendo importantes itens os insetos e artrópodes (Thomas 1977, Jaksic e Marti 1981, Smith 1983, Plumpton e Lutz 1993, Silva *et al.* 1995, Wiley 1998, Motta-Junior 2002, Motta-Junior e Bueno 2004). A corujinha-do-mato habita savanas com algumas árvores, clareiras e bordas de mata, dentre as quais matas de galeria e matas secundárias. Por outro lado, a coruja-buraqueira habita ambientes secos e abertos com poucas árvores, como savanas, desertos e campinas (Sick 1997, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et al.* 1999).

Este estudo teve como objetivo analisar a distribuição de *Megascops choliba* e *Athene cunicularia* num cerrado do interior paulista, e verificar a influência de características do habitat neste processo. Para tanto analisamos a quantidade de contatos, das duas espécies, obtidos por meio de *playback* em diversos pontos de amostragem em relação às presas e características da estrutura da vegetação.

Um fator importante a ser considerado é que as espécies estudadas são potencialmente competidoras por se alimentarem preferencialmente de invertebrados (Haug *et al.*, 1993; Del Hoyo *et al.*, 1999; König *et al.*, 1999). Portanto, analisamos os resultados visando discutir essa relação e também, os quesitos do habitat necessários para a permanência e sobrevivência de tais espécies no local. Assim, procuramos acrescentar informações sobre essas

espécies que são pouco estudadas na região tropical, e ainda, inseridas em um bioma tão ameaçado como é o cerrado.

2. Materiais e métodos

Playback – Veja página 31 no capítulo 1.

2.1. Abundância de presas

Para inventariar e quantificar a abundância relativa das principais presas de *M. choliba* e *A. cunicularia* foram dispostas armadilhas de solo ou *pitfalls* (Wolda 1990, Hutto 1990, Plumpton e Lutz, 1993). Ao redor de cada ponto aonde se conduziu o *playback* foram colocadas três armadilhas deste tipo, dispostas sistematicamente em linha com distância de 20 m uma da outra.

As armadilhas consistiam de potes plásticos de 750 ml, com abertura de 11 cm de diâmetro, 11 cm de profundidade; enterradas ao nível do solo e contendo uma pequena quantidade de álcool 70%. Cada armadilha foi tampada parcialmente, sendo a tampa fixada no solo com ajuda de espetos de madeira normalmente utilizados para churrasco, o que ajuda diminuir a evaporação do álcool e ainda protege da chuva (Hutto 1990). (figura 1)

Figura 1. *Pitfall* ou armadilha de queda.

Os *pitfalls* permaneceram abertos durante três dias e duas noites em três campanhas simultâneas aos *playbacks*, entre setembro e novembro de 2004. O material coletado foi triado e separado em ordens e morfoespécies. A identificação do material foi feita com o auxílio de bibliografia especializada

(Borror 1988, McGavin 2000) e coleção de referência do Laboratório de Ecologia de Aves. As amostras foram secas em estufa a 40 °C durante 48 h e pesadas com auxílio de uma balança para quantificar a biomassa. Assim, foram obtidos dados em relação aos invertebrados de solo, nos diferentes pontos de amostragem.

2.2 Estrutura da vegetação

Ao redor de cada ponto onde se realizaram os *playbacks*, em áreas circulares com raio de 200m, foi feita uma análise mais detalhada do hábitat. Para tanto, foram utilizados três transectos de 2x50 m. A localização destes dentro da área circular foi escolhida de maneira sistemática. Para definir o direcionamento dos transectos, sorteou-se um ângulo, que seria a direção de um deles, os outros dois tiveram suas direções dadas pela soma e pela subtração de 120 graus deste primeiro ângulo. Sendo, o primeiro transecto colocado a 10 m do ponto central, e os outros dois a 70 m e 130 m deste mesmo ponto (Figura 2). Desta maneira, tentamos amostrar a heterogeneidade de cada uma das áreas (Goldsmith & Harrison 1976). As arbóreas que entraram na contagem tinham diâmetro do caule na altura da base (3 cm do solo) maior do que 3 cm ($DAS \geq 3$ cm).

Figura 2: Desenho esquemático mostrando a distribuição dos transectos ao redor dos pontos onde se realizou experimentos com *playback*.

Nestes transectos foram tomadas as seguintes medidas:

- Número de arbóreas;
- Altura de cada árvore (m);
- Diâmetro na altura do solo das arbóreas com DAS ≥ 3 cm;
- Número de tocas de tatus (Mammalia, Dasypodidae) no chão.

Algumas dessas variáveis foram adaptadas de Ganey e Balda (1994). Essas características da estrutura da vegetação foram escolhidas de acordo com necessidades ecológicas das duas espécies de coruja a serem estudadas.

2.3 Análises estatísticas e matemáticas

2.3.1. Estrutura da vegetação

Foi feita uma análise de agrupamento para observar a relação entre os diferentes pontos de amostragem colocados nas quatro fisionomias cerrado. Assim, foi possível observar as diferenças e/ou semelhanças dos pontos dentro de cada fisionomia, de acordo com a estrutura da vegetação. Utilizamos a distancia euclidiana como índice de similaridade e o agrupamento foi feito através do UPGMA. Essas fisionomias de cerrado compõem um gradiente estrutural que varia de um ambiente completamente aberto, como o campo limpo, até um ambiente florestal como o cerrado *sensu stricto* e o cerrado (Coutinho 1978). As variáveis utilizadas foram originadas daquelas observadas nos transectos ao redor de cada ponto de amostragem:

- **PASm** – média do perímetro das arbóreas na altura do solo;
- **PASt** - soma do perímetro das arbóreas na altura do solo;
- **hm** – média da altura das árvores;
- **ht**- soma da altura das árvores;
- **narb** – número de arbóreas;
- **ntocas** – número de tocas de tatu.

A análise de agrupamento foi feita com o auxílio do pacote estatístico MVSP 3.13n, para Windows.

2.3.2. Uso do habitat

Foram realizados testes – G de independência (Ayres *et. al.* 2003) com a finalidade de observar se existe uso preferencial de alguma fisionomia pelas espécies de corujas. Fato que seria refletido por uma diferença significativa estatisticamente no número de contatos observado em relação ao esperado nas diferentes fisionomias de cerrado. Este procedimento foi realizado com ajuda do programa BioEstat 3.0.

Ainda para verificar se há distribuição diferencial das corujas nas diferentes fisionomias de cerrado, foram realizados dois testes de Kruskal-Wallis, um para cada espécie de coruja. Onde os “tratamentos” considerados foram as quatro fisionomias de cerrado: campo limpo, campo sujo, campo cerrado e cerrado *s.s.* Este teste é equivalente á ANOVA pra dados não-paramétricos e é comumente chamado de análise de variância por ranqueamento, pois o teste organiza os dados em postos e baseia-se na média deles. O Kruskal-Wallis foi utilizado, pois os dados não possuem normalidade e nem homogeneidade de variâncias, sendo esse teste robusto para casos como este (Zar 1984). Para avaliar entre quais tratamentos existem diferenças significativas, foi realizado um teste *a posteriori*, o teste de Mann-Whitney com correção de Bonferroni (*e.g.*, Martin 2006). Este teste compara a média dos postos de cada tratamento dois a dois. Este procedimento foi realizado com o auxílio do programa estatístico PAST, para Windows, disponível gratuitamente na rede (<http://folk.uio.no/ohammer/past/>).

2.3.3. Seleção de modelos

Para verificar quais variáveis melhor explicam a abundância das duas espécies de corujas no cerrado paulista foi utilizado o método de seleção de modelos desenvolvido por Akaike, chamado de “Akaike’s information criterion” ou AIC. Diferentemente dos métodos de regressão baseados em “stepwise” que comumente geram diferentes resultados dependendo da ordem em que as variáveis são incluídas ou excluídas dos modelos, o AIC gera resultados consistentes independentemente da ordem que é computado (Burnham e

Anderson 1998, Clearly *et. al.* 2005). Assim, é uma maneira simples e objetiva de hierarquização de modelos baseando-se na teoria da informação e no cálculo de distâncias entre modelos de Kullback-Liebler (Burnham e Anderson 1998).

Os resíduos de cada modelo foram analisados através do Kolomorov-Smirnov (Zar 1984). Sendo esta uma condição para o cálculo do AIC através da soma dos quadrados (Burnham e Anderson 1998). A fórmula do AIC para regressões calculadas através da soma de quadrados é a seguinte:

$$AIC = n \log(\sigma^2) + 2K$$

Sendo, $\sigma^2 = \sum \hat{\varepsilon}_i^2$; onde $\hat{\varepsilon}_i^2$ é o resíduo estimado para o modelo i e K é o número de variáveis, incluindo a variância e o intercepto. E n é o número de amostras.

No entanto, utilizamos o AIC_c que contém a correção para amostras pequenas, proposta por Hurvich e Tsai (1989), que penaliza o número de variáveis devido a relação entre o número de amostras e o número de variáveis ser baixa. Indicado quando a razão N/K for < 40 , onde N é o número de amostras (Burnham e Anderson 1998). Cujas fórmulas estão abaixo:

$$AIC_c = AIC + \frac{2K(K+1)}{n-K-1}$$

No entanto, considerar apenas o menor valor de AIC_c para a seleção do melhor modelo não é o suficiente, pois pode haver valores de AIC_c muito próximos ao do melhor modelo (Westphal *et. al.* 2003). Sendo o AIC_c um valor relativo, as diferenças entre os valores de AIC_c podem ser úteis na seleção de modelos trazendo plausibilidade relativa aos modelos. Uma maneira é o cálculo do Δ_i , que é a diferença entre o AIC_c de um modelo alternativo e o menor valor de AIC_c encontrado. Portanto, é calculado da seguinte maneira:

$$\Delta_i = AIC_c - \min AIC_c$$

Quanto maior for o Δi menor é a chance deste modelo ser escolhido como o melhor modelo entre a gama de modelos considerados. O Δi permite uma comparação rápida e objetiva entre os modelos. Sendo que modelos com $\Delta i \leq 2$ são fortemente sustentados pelos dados considerados, possuindo suporte substancial e devem ser considerados nas inferências; os modelos com valores de Δi , entre 4 e 7 são consideravelmente menos substanciais e modelos com $\Delta i > 10$ não são ou são fracamente sustentados pelos dados e não devem ser considerados nas inferências (Burnham e Anderson 1998). Assim, consideramos apenas os modelos com valores de Δi maiores de 2.

Uma outra maneira de acessar a plausibilidade relativa dos modelos é o cálculo do peso de AIC_c (w_i), que é a probabilidade do modelo g_i ser selecionado como o melhor entre todos os modelos possíveis, tendo em vista os dados disponíveis (Burnham e Anderson 1998). Enquanto o valor de Δi aumenta conforme melhor é o modelo, o valor de w_i diminui. O peso de AIC_c é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$w_i = \frac{\exp(-1/2\Delta i)}{\sum_{r=1}^R \exp(-1/2\Delta r)}$$

Onde R= número de modelos, $\exp(-1/2\Delta i)$ =probabilidade do modelo i , sobre a somatória de todas as probabilidades.

A razão de evidência nos auxilia na visualização das diferenças entre modelos e é dada pela seguinte divisão (onde w_j = peso de AIC do melhor modelo):

$$Razão = \frac{w_i}{w_j}$$

Utilizamos a análise de Regressão Linear Múltipla para o cálculo dos valores dos estimadores β para avaliar o tipo de influência de cada parâmetro na variável dependente, podendo ser positivamente ou negativamente relacionado; o coeficiente de determinação (R^2) foi usado para acessar capacidade explicativa de cada modelo.

A seleção de modelos pressupõe a escolha de variáveis *a priori* com base em conhecimentos prévios sejam provenientes de literatura ou de experiência de campo (Burnham e Anderson 1998). Sendo assim, o modelo global para *Athene cunicularia* ficou contando com as seguintes variáveis: biomassa de presas (**BIOMASSA**), número de tocas de tatu (**NTOCAS**) e número de arbóreas (**NARB**). Já o modelo global para *Megascops choliba* contou com as seguintes variáveis independentes: biomassa de presas (**BIOMASSA**) e número de arbóreas (**NARB**). Biomassa é a variável independente que tenta mensurar a disponibilidade de recurso alimentar, sendo ela melhor do que o número de espécies de possíveis presas encontrado já que se trata de espécies generalistas e oportunistas quanto à alimentação (Jaksic e Marti 1981, Silva-Porto e Cerqueira 1990, Jaksic *et al.* 1992, Silva *et. al.* 1995, Motta-Junior e Bueno 2004). O número de tocas de tatu reflete para *A. cunicularia*, a disponibilidade de sítios de nidificação, visto que esta espécie costuma nidificar em tocas no chão (Sick 1997, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et. al.* 1999). O número de arbóreas indica as diferentes fisionomias de cerrado, já que uma das características que define o gradiente de fisionomias de cerrado é a quantidade de espécies arbustivo-arbóreas presentes (Coutinho 1978). E ainda, poder refletir para *M. choliba* a quantidade de sítios de nidificação, pois estas espécies fazem seus ninhos em ocos (Sick 1997, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et. al.* 1999).

As variáveis utilizadas apresentam certa correlação (Tabela 1), mas as variáveis altamente correlacionadas ($r_s > 0,80$) não foram utilizadas nos modelos para evitar a confusão no entendimento da participação de cada variável nos padrões ecológicos analisados.

Tabela 1: Correlação de Spearman (r_s) das variáveis independentes. Índices de Correlação de Spearman acima de 0,80 e $p < 0,05$ estão marcados com *.

	BIOMASSA	NTOCAS	NARB	PAST	HT	PASM	HM
BIOMASSA	1,0000	---	---	---	---	---	---
NTOCAS	0,4061	1,0000	---	---	---	---	---
NARB	0,0171	-0,1888	1,0000	---	---	---	---
PAST	-0,0734	-0,2601	0,9624*	1,0000	---	---	---
HT	-0,0549	-0,2666	0,9809*	0,9845*	1,0000	---	---
PASM	-0,3638	-0,3923	0,7013*	0,8430*	0,7865	1,0000	---
HM	-0,1337	-0,2790	0,8745*	0,9594*	0,9241*	0,8627*	1,0000

Todos os cálculos foram realizados com o auxílio dos pacotes estatísticos para Windows STATISTICA 7.0.

2.3.4. Relações ecológicas entre *A. cunicularia* e *M. choliba*

Amplitude de nicho

Com o número de contatos obtidos em cada fisionomia para cada espécie de coruja, foi feito o cálculo do índice padronizado da amplitude de nicho de Levins (B_{st}) (Krebs 1999), com valores variando de 0 (especialista) a 1 (generalista). No presente estudo esse índice foi usado para medir a amplitude ou diversidade de habitats usados pelas duas espécies. Se apenas um hábitat tem alta proporção de uso em relação aos outros o índice tende a ser menor, enquanto que, no caso de vários habitats apresentarem representatividade parecida, o valor do índice tende a ser maior.

Sobreposição de uso de habitat

Ainda com o número de contatos obtidos em cada fisionomia para cada espécie de coruja, utilizamos o índice de Pianka (**O**), indicado por Krebs (1999), para verificar a sobreposição de uso de habitat de *M. choliba* e *A. cunicularia*. Este índice apresenta valores variando de 0 (sem uso comum de recursos) a 1 (sobreposição total), e mede o quanto as duas espécies utilizam um mesmo recurso, no caso o habitat. Os cálculos para ambos os índices foram feitos segundo o programa de computador em Krebs (1999).

3. Resultados

3.1. *Playback*

Foram feitos *playbacks* em 224 pontos para cada espécie. *M. choliba* respondeu a 46% dos *playbacks*, enquanto que *A. cunicularia* respondeu a 18% deles. Sendo que, 72% das respostas de *M. choliba* ao *playback* foram registradas nas fisionomias mais fechadas (campo cerrado e cerrado *s.s.*) e 90% das respostas de *A. cunicularia* foram registradas nos campos limpo e sujo.

3.2 Abundância de presas

Foram identificadas 42 morfoespécies pertencentes a 13 ordens de artrópodes (Anexo) (Figura 3). A biomassa total encontrada em cada ponto foi a variável utilizada para refletir a abundância de presas em cada ponto de amostragem. Os dados estão organizados em forma de anexo, tabelas 1 e 2.

Figura 3. Uma amostra coletada no campo sujo, ponto 2, em setembro de 2004. Invertebrados já secos pela estufa.

3.3 Estrutura da vegetação

Observando a figura 4 nota-se que as fisionomias de cerrado são bastante semelhantes quanto à estrutura da vegetação. Sendo, muitas vezes difícil discernir exatamente uma fisionomia da outra. Portanto, pode haver variação na estrutura da vegetação entre os diferentes pontos de

amostragem dentro da mesma fisionomia. Segundo a análise de agrupamento (cluster), feita com as variáveis de estrutura de vegetação o agrupamento dos pontos de amostragem não obedeceu exatamente a fisionomias (Figura 5). Alguns pontos de campo sujo (Cs) e campo cerrado (CC) ficaram agrupados. Por outro lado, os pontos no cerrado *s.s.* (C) se agrupam e os pontos no campo limpo (CL) se misturam apenas com um ponto do campo sujo. Isso reflete a sutil diferença entre as fisionomias e ainda a variação entre os pontos dentro de cada fisionomia.

Figura 4: Representação das fisionomias de cerrado. Adaptado de Coutinho (1978).

Figura 5. Dendrograma da análise de agrupamento (cluster) resultante da análise de variáveis de estrutura da vegetação nos diferentes pontos de amostragem (CL1, CL2, CL3, CL4 – pontos no campo limpo; Cs1, Cs2, Cs3, Cs4 – pontos no campo sujo; CC1, CC2, CC3, CC4 – pontos no campo cerrado; C1, C2, C3, C4 – pontos no cerrado *s.s.*). Utilizou-se a distância euclidiana como índice de similaridade.

As diferenças mostradas acima são refletidas em diferenças no número de respostas ao *playback*, por ambas as espécies, nos pontos dentro de cada fisionomia (figura 6). Como, por exemplo, um ponto no campo sujo, o Cs4. Neste ponto houve um acréscimo no número de contatos de *A. cunicularia*, e uma diminuição no número de contatos de *M. choliba*, em comparação aos outros pontos no campo sujo (figura 6). No dendrograma da análise de agrupamento, observa-se que este ponto se assemelha, de acordo com a estrutura da vegetação, com os pontos do campo limpo (Figura 5).

Figura 6: Número de contatos obtidos para ambas as espécies nos diversos pontos de amostragem. Sendo: CL – campo limpo, CS - Campo sujo, CC – campo cerrado e C – Cerrado *sensu stricto*.

No entanto, para verificar se essas duas espécies de corujas diferenciam as quatro fisionomias de cerrado foram feitos testes-G de Independência e, ainda, testes de Kruskal-Wallis, mesmo havendo variação entre os pontos de amostragem dentro das fisionomias de cerrado.

3.4 Uso do habitat

O número de respostas de *M. choliba* observadas no campo cerrado e no cerrado *s.s.* foram maiores do que o esperado ($G = 26,00$; $p < 0,000$), indicando uso preferencial destas fisionomias por esta espécie. Enquanto, *A. cunicularia* respondeu ao *playback* mais do que o esperado nas fisionomias

mais abertas (campos limpo e sujo) ($G = 32,76$; $p < 0,000$), indicando que esta espécie utilizou mais frequentemente estas áreas.

Figura 7. Porcentagem de contatos obtidos (número de contatos em uma fisionomia/ número total de contatos obtidos para tal espécie) em cada fisionomia para cada espécie de coruja.

Athene cunicularia

O resultado do Kruskal-Wallis obtido para *A. cunicularia* mostra que existem diferenças no número de contatos desta espécie nas diferentes fisionomias de cerrado ($H_{k-w} = 9,976$; $p = 0,0188$) (Figura 8), sugerindo uma distribuição diferencial de *A. cunicularia* nas fisionomias de cerrado.

Figura 8: Número de contatos médios de *A. cunicularia* por habitat com o desvio padrão (SD) e o intervalo de confiança de + ou - 0,95.

Segundo o teste *a posteriori* (Teste de Mann-Whitney com correção de Bonferroni), a principal diferença no número de contatos de *A. cunicularia* está entre a fisionomia mais aberta (campo limpo) e as fisionomias mais fechadas, campo cerrado e cerrado *s.s.* (Tabela 2). No entanto, observando o Box-Plot (Figura 8), vemos que as médias dos contatos obtidos nas fisionomias mais fechadas (campo cerrado e cerrado *s.s.*) são muito próximas ou iguais, e as médias das fisionomias mais abertas (campos limpo e sujo) são próximas. Apesar do resultado do teste *a posteriori*, indicar diferenças, apenas, entre o campo limpo e as fisionomias fechadas, podemos perceber que existe diferença geral entre as fisionomias abertas e fechadas.

O campo sujo não se diferenciou de nenhuma outra fisionomia, conforme o número de contatos de *A. cunicularia*. Porém, observando a figura 8, percebemos que a variação no número de contatos entre os pontos no campo sujo é muito alta, provavelmente devido ao número de contatos obtidos no Cs4, que é muito superior ao encontrado nos outros pontos dentro dessa mesma fisionomia (Figura 9). Portanto, quando o teste compara as médias dos postos dos outros tratamentos com este não encontra um valor de p significativo.

Sendo assim, esta espécie é mais contatada nas fisionomias mais abertas, de campo limpo e sujo (Figuras 6, 7 e 8), e apresenta diferenças significativas estatisticamente entre o campo limpo e as fisionomias mais fechadas (campo cerrado e cerrado *s.s.*) (Tabela 2) .

Tabela 2. Valores de p encontrados no teste *a posteriori* de Mann-Whitney com correção de Bonferroni para *A. cunicularia* para todas as possíveis combinações de habitats. Os valores de $p < 0,05$ estão marcados com *.

	Campo Limpo	Campo Sujo	Campo Cerrado	Cerrado <i>s.s.</i>
Campo Limpo	—	1	0,0304*	0,0304*
Campo Sujo	—	—	0,0606	0,0606
Campo cerrado	—	—	—	0,8852
Cerrado <i>s.s.</i>	—	—	—	—

Figura 9: Gráfico de dispersão com o número de contatos obtidos em cada ponto de amostragem para *A. cunicularia* nas quatro fisionomias de cerrado, sendo 1-campo limpo; 2-campo sujo; 3-campo cerrado e 4- cerrado *s.s.*.

Megascops choliba

O resultado do Kruskal-Wallis obtido para *M. choliba* mostra que existem diferenças no número de contatos desta espécie nos diferentes tratamentos ($H_{k-w} = 10,65$; $p = 0,0137$) (Figura 10), sugerindo uma distribuição diferencial desta espécie nas fisionomias de cerrado.

Figura 10: Número de contatos médios de *M.choliba* por habitat com o desvio padrão (SD) e o intervalo de confiança de + ou - 0,95.

O teste *a posteriori* (teste de Mann-Whitney) foi significativo apenas quando comparou o campo limpo e as fisionomias mais fechadas, de campo cerrado e cerrado *s.s.* (Tabela 3). Sugerindo que a principal diferença no número de contatos de *M. choliba*, assim como no caso de *A. cunicularia*, está entre a fisionomia mais aberta (campo limpo) e as mais fechadas (campo cerrado e cerrado *s.s.*). Observando o Box-Plot abaixo (Figura 10), podemos perceber que há uma diferenciação gradual na distribuição de *M. choliba* e que tal espécie foi mais contatada nas fisionomias mais fechadas: campo cerrado e principalmente cerrado *s.s.* (Figuras 6, 7 e 10).

Tabela 3: Valores de *p* encontrados no teste *a posteriori* de Mann-Whitney com correção de Bonferroni para *M. choliba* para todas as possíveis combinações de habitats. Os valores de *p* < 0,05 estão marcados com *.

	Campo Limpo	Campo Sujo	Campo Cerrado	Cerrado <i>s.s.</i>
Campo Limpo	—	1	0,0304*	0,0304*
Campo Sujo		—	0,08326	0,08326
Campo cerrado			—	0,5637
Cerrado <i>s.s.</i>				—

3.5 Seleção de modelos

Todos os modelos apresentaram resíduos com distribuição normal, segundo o Teste de Kolomorov-Smirnov (Zar 1984).

Athene cunicularia

De acordo com o ranqueamento dado pelo AIC_c , o melhor modelo para explicar a distribuição diferencial de *Athene cunicularia* nos pontos de amostragem, com base neste conjunto de dados, é o modelo 1 (Tabela 4). Os três melhores modelos, segundo o AIC_c , são compostos por apenas uma variável. No entanto, a capacidade explicativa (R^2) dos modelos cai muito do primeiro modelo para o segundo, passando de 0,317 para 0,035, e do segundo para o terceiro, que apresentou $R^2 = 0,001$, indicando que a variável **narb** é mais forte do que as outras, explicando 31,7% da variação encontrada e possuindo 70% do peso do AIC_c ($w AIC_c$). Por outro lado, **ntocas** possui 30%, e **biomassa** 25% do $w AIC_c$. Vale lembrar que estes valores são obtidos através da soma do $w AIC_c$ de cada modelo com a participação da variável, e são portanto sobrepostos.

Ainda olhando o $w AIC_c$, o modelo 1 tem 49% de chance de ser escolhido como melhor modelo na reamostragem, enquanto que já no segundo melhor modelo há uma quebra, onde o modelo 2 teria apenas 15% de chance de ser escolhido como o melhor (Tabela 4). Os demais teriam valores cada vez menores de peso do AIC_c . Segundo o $\Delta_i AIC_c$, apenas o modelo 1 apresenta forte suporte na explicação da distribuição diferencial de *A. cunicularia* nas fisionomias de cerrado. Por outro lado, os outros modelos apresentam substancialmente menos suporte nesta explicação. Isso pode ser visto, também, através da Razão de evidência que fica acima de três a partir do segundo modelo (Tabela 4).

No entanto, o modelo 4 apresenta capacidade explicativa (R^2) maior do que a do melhor modelo. Isso acontece por que as variáveis deste modelo (**ntocas** e **narb**) são pouco correlacionadas (Tabela 1), e sendo assim, sua capacidade explicativa é adicionada. Portanto, sendo as variáveis aditivas (pouco ou não correlacionadas) é esperado que a capacidade explicativa do

modelo (R^2) aumente com a inclusão de variáveis. Porém, esse aumento depende da capacidade explicativa de cada variável, portanto mesmo o modelo 6 apresentando duas variáveis seu R^2 é menor do que o do modelo 1. Pois, a única variável do modelo 1 é mais forte do que as duas do modelo 6 (Tabela 4).

Sendo assim, o modelo 1 é o melhor para explicar as diferentes abundâncias de *A. cunicularia* nos diversos pontos de amostragem, o qual utiliza o número de arbóreas (**narb**) como variável explicativa, e sua relação com a variável dependente é negativa (β). Isso indica que onde ocorre maior quantidade de arbóreas menor é abundância de *A. cunicularia*

Tabela 4: Resultados da seleção de modelos (AIC) para a explicação da abundância de *Athene cunicularia* nas diferentes fisionomias de cerrado. Os modelos estão ordenados do maior para o menor $wAICc$, com as variáveis incluídas em cada modelo, o número de parâmetros (K), a diferença entre o AIC do modelo considerado e o AIC mínimo ($\Delta i AICc$), o peso do AICc ($wAICc$), a razão de evidência (evidência do suporte do modelo) e a capacidade explicativa do modelo (R^2).

modelos	Variáveis	K	AIC _c	$\Delta i AICc$	$wAICc$	Razão de evidência	β	R^2
1	narb	3	21,594	0,000	0,491	1,000	-0,560	0,317
2	ntocas	3	23,994	2,400	0,148	3,321	-0,190	0,035
3	biomassa	3	24,239	2,646	0,131	3,754	0,029	0,001
4	ntocas; narb	4	24,556	2,962	0,112	4,396	-0,019; - 0,560	0,380
5	biomassa; narb	4	25,212	3,618	0,080	6,105	0,029; - 0,560	0,319
6	biomassa; ntocas	4	27,552	5,958	0,025	19,665	0,029; -0,190	0,046
7	biomassa; ntocas; narb	5	28,891	7,297	0,013	38,415	0,029; -0,190; - 0,560	0,383

Megascops choliba

Para *M. choliba*, o número de arbóreas (**narb**) também mostrou ser uma variável muito importante na explicação da sua abundância nos diferentes pontos de amostragem, com base neste conjunto de dados. Assim, o melhor modelo (modelo 1) foi composto apenas por esta variável, possuindo 82% do $wAICc$, indicando que seria escolhido como melhor modelo 82% das vezes na reamostragem, e ainda possui capacidade explicativa de 45,9% (R^2). A inclusão da

biomassa no modelo diminui sua capacidade de suporte na explicação, pois os valores de razão de evidência e do Δi AIC_c aumentam consideravelmente (Tabela 5). Sendo assim, este modelo tem 5,6 menos chances de ser escolhido como o melhor em relação ao modelo 1 (razão de evidência). Considerando ainda que a capacidade explicativa de **biomassa** é muito reduzida ($R^2 = 0,042$), esta variável não deve ser levada em conta como explicativa da distribuição diferencial de *M. choliba* nas fisionomias de cerrado.

Portanto, **biomassa** parece não influenciar a abundância de *M. choliba*, e nem de *A. cunicularia*, como visto anteriormente. Sendo o número de arbóreas uma variável forte, também, na explicação da distribuição diferencial de *M. choliba* nas fisionomias de cerrado.

Tabela 5: Resultados da seleção de modelos (AIC) para a explicação da abundância de *Megascops choliba* nas diferentes fisionomias de cerrado. Os modelos estão ordenados do maior para o menor $wAICc$, com as variáveis incluídas em cada modelo, o número de parâmetros (K), a diferença entre o AIC do modelo considerado e o AIC mínimo (Δi AIC_c), o peso do AIC_c ($wAICc$), a razão de evidência (evidência do suporte do modelo) e a capacidade explicativa do modelo (R^2).

modelos	variáveis	K	AIC _c	Δi AIC	$wAICc$	Razão de evidência	β	R^2
1	narb	3	22,945	0,000	0,8249	1,0000	0,677	0,459
	biomassa;	5						
2	narb		26,392	3,447	0,1472	5,6037	- 0,200; 0,677	0,473
3	biomassa	3	26,914	3,969	0,1134	7,2736	-0,200	0,042

3.6 Relações ecológicas entre *A.cunicularia* e *M. choliba*

Amplitude de nicho

Segundo o índice de amplitude Levins (B_{st}), *M. choliba* se mostrou mais generalista do que *A. cunicularia* no uso do habitat (*M. choliba* $B_{st} = 0,753$; *A. cunicularia* $B_{st} = 0,453$). O valor alcançado deste índice para *A. cunicularia* ficou muito próximo de 0,5, que é um valor intermediário, então não podemos classificá-la como generalista e nem como especialista. *Athene cunicularia* seria, portanto, intermediária quanto ao uso do habitat.

Sobreposição de uso do habitat

O índice de sobreposição de nicho, no caso utilização do espaço, de Pianka calculado foi $\mathbf{O} = 0,466$, indicando sobreposição média no uso do habitat pelas duas espécies de corujas estudadas.

4. Discussão

As duas espécies de corujas se distribuem diferentemente entre as fisionomias de cerrado. *Athene cunicularia* utilizou mais frequentemente as fisionomias abertas. Por outro lado, *Megascops choliba* utiliza preferencialmente as fisionomias mais fechadas de cerrado, principalmente o cerrado *s.s.* (Figuras 6, 7, 8 e 10), o que concorda com observações qualitativas na literatura (Sick 1997, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et al.* 1999).

Segundo os modelos tidos como os melhores para explicar essa distribuição diferencial das corujas nas diversas fisionomias de cerrado, o uso preferencial dessas espécies de algumas fisionomias, ou a escolha de hábitat, é baseada prioritariamente no número de arbóreas presentes nesses ambientes. Importante dizer, novamente, que o número de espécies arbustivo-arbóreas é um fator que colabora para a diferenciação das fisionomias de cerrado, variando de quase zero nos campos limpo e sujo até quase 100% nos cerradões mais fechados (Coutinho 1978) (Veja o tópico Área de Estudo, página 11).

A biomassa não influenciou a distribuição diferencial dessas corujas nas fisionomias de cerrado, segundo os modelos selecionados pelo AIC.

4.1. Biomassa de presas

Segundo Berchard (1982), existe uma combinação de fatores do ambiente como características da vegetação, além da disponibilidade de presas, que influenciam a escolha do habitat por rapinantes. Isso demonstra que a relação predador-presa deve ser mais complexa do que alguns modelos predizem (Preston 1990). É o caso de um estudo de seleção de habitat por *Buteo regalis*, em que a cobertura vegetal foi mais importante do que a densidade de presas (Wekeley 1978). Resultado este, semelhante ao encontrado por Baker e Brooks (1981) que estudaram duas outras espécies de *Buteo*. Adicionalmente, o estudo de Coles *et al.* (2000) não evidenciou relação entre o tamanho da área de vida de *Strix aluco* e a densidade de sua principal presa. Todos estes trabalhos corroboram o resultado aqui

encontrado, onde a estrutura da vegetação tem maior influência na distribuição espacial de aves de rapina do que suas presas.

No entanto, um fator relevante a mencionar é que, nem sempre a quantidade de presas no ambiente reflete exatamente a disponibilidade para o predador (Baker e Brooks 1981, Hutto 1990, Cooper e Whitmore 1990, Wolda 1990), apesar de termos escolhido o tipo de armadilha de acordo com a dieta das corujas. Pois, as duas espécies predam principalmente invertebrados de solo, conforme observado por Motta-Junior (1996, 2002) na região central do Estado de São Paulo. Este autor observou que 68,5% das presas de *M. choliba* e quase 80% das presas de *A. cunicularia*, são mais ativas no solo. As características do ambiente, como densidade da vegetação, podem influenciar a real disponibilidade de presas a um predador. Nem sempre um lugar onde o predador tem maior ganho energético possui a maior quantidade de presas (Royama 1970). Sendo assim, a abundância ou densidade de uma presa é menos importante do que sua disponibilidade (Wiens 1989). Segundo o estudo de Preston (1990), dois aspectos do ambiente agem juntos na distribuição de rapinantes em relação ao forrageamento: a densidade de presas e características do habitat. A disponibilidade de presas é determinada por inúmeros fatores do ambiente (Stephen *et al* 1990, Smith e Rotenberry 1990), e a maneira de explorá-los é resultado de interações biológicas (Torgersen *et al* 1990, Smith e Rotenberry 1990). Sendo assim, não há como assumir que estes processos sejam simples.

Outro aspecto a se considerar é que as coletas de presas foram realizadas entre os meses de setembro e novembro de 2004. Setembro é o último mês da estação seca e novembro o segundo da chuvosa (Figura 11, página 18 no item Área de Estudo). O cerrado é um ambiente muito sazonal, onde diversas modificações ocorrem entre as estações seca e chuvosa havendo modificações na abundância de insetos nos meses mais chuvosos (Denlinger 1980). A amostragem de presas foi realizada em um curto período em que uma mudança no padrão de forrageamento das corujas poderia estar acontecendo. Segundo Wiens (1989), existe uma dinâmica natural dos

padrões de alimentação e forrageamento das espécies que varia no tempo e no espaço, de acordo com a variação na abundância e disponibilidade de presas no ambiente. O que também é chamado de resposta funcional (Silva *et al* 1995).

Possivelmente a corujinha-do-mato e, certamente, a coruja-buraqueira são espécies generalistas e oportunistas quanto à alimentação (Jaksic & Marti 1981, Silva-Porto & Cerqueira 1990, Jaksic *et. al.* 1992, Silva *et. al* 1995, Motta-Junior e Bueno 2004). Haveria diferenças sazonais nas suas dietas decorrentes dessas mudanças nas presas. Como é o caso de *A. cunicularia* que varia sazonalmente sua dieta entre os períodos úmido e seco (Motta-Junior e Bueno 2004).

Sendo assim, o resultado de um estudo envolvendo a utilização de recursos alimentares pode estar preso à realidade sazonal do período em que suas coletas foram realizadas, ainda mais se tratando de predadores generalistas e oportunistas. Logo, seriam necessários estudos mais longos cobrindo as diferenças sazonais e ainda, abranger maior número de itens pertencentes à dieta dos animais para assim, conseguirmos conclusões mais confiáveis em relação à influência de variáveis relacionadas a presas na distribuição espacial de *M. choliba* e *A. cunicularia*.

4.2. Estrutura da vegetação e Uso do habitat

As duas espécies de corujas apresentam maneiras diferentes de forrageamento. *Megascops choliba* costuma forragear nas copas das árvores algumas vezes capturando as suas presas em vôo (Thomas 1977, Gallardo e Gallardo 1984), enquanto *Athene cunicularia* costuma caçar insetos no solo (Thomsen 1971). Essas diferenças no habitat de forrageamento juntamente com outras características biológicas de cada espécie se mostraram ser mais importantes do que a abundância de presas (expressa em biomassa) na distribuição destas corujas nas diversas fisionomias de cerrado, visto que a principal variável influenciando a escolha do habitat dessas corujas é o número de arbóreas.

Athene cunicularia

De acordo com os resultados obtidos, *A. cunicularia* apresentou relação negativa com o número de arbóreas, utilizando preferencialmente as fisionomias abertas de cerrado, com menor número de arbóreas. Complementarmente apresentou número de contatos diferentes estatisticamente entre o campo limpo e as fisionomias mais fechadas de cerrado. Como o campo sujo apresentou uma alta variância no número de contatos obtidos, não foi estatisticamente diferente das demais fisionomias. Apesar disso, as médias do número de contatos obtidos nas diferentes fisionomias parecem se agrupar, sendo muito próximas ou iguais nas fisionomias fechadas (campo cerrado e cerrado *s.s.*) e próximas nas fisionomias abertas de campo limpo e sujo (Figura 8). Sendo assim, as diferenças entre os campos limpo e sujo não foram relevantes para a escolha do habitat de *A. cunicularia*, assim como as diferenças entre campo cerrado e cerrado *s.s.* (Tabela 2). Porém, as diferenças entre fisionomias abertas e fechadas, mas especificamente entre o campo limpo e as fisionomias fechadas (campo cerrado e cerrado *s.s.*), foram mais relevantes na escolha de habitat desta espécie de coruja (Tabela 2).

Número de tocas

Neste caso, para *A. cunicularia*, a contagem do número de tocas tentou refletir a disponibilidade de sítios para nidificação, tendo em vista a biologia reprodutiva dessa espécie (Coulombe 1971, MacCracken *et al.* 1985, Green & Anthony 1989, Haug *et al.* 1993, Sick 1997, Del Hoyo *et al.* 1999, König *et al.* 1999). Na América do Norte *A. cunicularia* usa tocas feitas por roedores (Mammalia: Rodentia) como *Cynomys* spp. (Sciuridae), *Marmota* spp. (Sciuridae) e *Dipodomys spectabilis* (Heteromyidae); entre outros mamíferos (Green e Anthony 1989, Rodriguez-Estrella e Ortega-Rubbio 1993). No presente estudo os mamíferos fossoriais que estariam associados a *Athene cunicularia* são os tatus (Xenarthra: Dasypodidae). Na Estação Ecológica de Itirapina existem quatro espécies de tatu: *Cabassous unicinctus*, *Dasypus novemcinctus*, *D. septemcinctus* e *Euphractus sexcinctus* (Bonato 2002).

Alguns trabalhos já relataram essa associação entre corujas-buraqueiras e tatus (Voous 1989, Haug *et al.* 1993, Hume 1997, Machicote *et. al.* 2004), especialmente no caso da subespécie brasileira - *A. c. grallaria* (Sick 1997).

Em quase toda sua distribuição do Canadá ao sul da América do Sul, as corujas-buraqueiras utilizam galerias feitas por mamíferos para nidificar (Haug *et.al.* 1993). Esta relação parece ser tão importante que se atribui o declínio na população de *A. cunicularia* na América do Norte, principalmente devido ao declínio das populações de mamíferos cavadores (Desmond *et. al.* 2000). No entanto, esta associação ainda é pouco estudada na América do Sul (Machicote *et. al.* 2004).

Bonato (2002) encontrou na E.E.I. maior número de indivíduos de tatus nas fisionomias mais fechadas, de campo cerrado e matas de galeria. Pelo fato de os tatus serem mais encontrados nas fisionomias mais fechadas e, portanto, cavarem mais tocas nesses ambientes e *A. cunicularia* ser mais encontrada nas fisionomias mais abertas, a relação entre essa variável independente e o número de contatos de *A. cunicularia* foi negativa, conforme o β encontrado (Tabela 4). Segundo Coulombe (1971), *A. cunicularia* modifica as tocas abandonadas por mamíferos, sugerindo assim, que características no solo seriam também importantes na ecologia reprodutiva desta coruja (MacCracken *et. al.* 1985, Rodriguez-Estrella & Ortega-Rubio 1993). MacCracken *et. al.* (1985) encontraram maior quantidade de tocas sendo utilizadas como ninhos de *A. cunicularia* em solos mais arenosos, o que se deve provavelmente à maior facilidade de cavar e/ou modificar as tocas neste tipo de solo. Na E.E.I. os solos das fisionomias mais secas, onde estão localizados os campos, possuem cerca de 90% de areia em sua composição (Brasileiro 2004). Sendo assim, mesmo havendo maior número de tocas de tatus nas fisionomias mais fechadas, as corujas utilizariam preferencialmente as tocas nas fisionomias mais abertas onde o solo é mais propício para a sua modificação.

Assim, pode-se em parte entender porque, segundo a seleção de modelos feita através do AIC, o número de tocas não se mostrou muito explicativo na distribuição diferencial de *A. cunicularia* nas fisionomias de

cerrado, sendo o número de arbóreas consideravelmente mais explicativo, pelo menos para este conjunto de dados.

Número de arbóreas

A cobertura vegetal no ambiente habitado por *A. cunicularia* tem grande influência na ação anti-predador e na localização de presas pela coruja. Sendo assim, *A. cunicularia* tende nidificar em tocas localizadas em áreas de pouca cobertura vegetal, o que facilitaria a detecção de predadores (Coloumbe 1971, MacCracken *et. al.* 1985, Green & Anthony 1989, Buchanan 1997). Este seria um dos motivos pelo qual o número de arbóreas foi um fator realmente importante na escolha do habitat por tal espécie.

Porém, a presença de poleiros também é um fator importante para a detecção de predadores (Buchanan 1997). Talvez, por isso *A. cunicularia* utilizou muito frequentemente o campo sujo, tanto quanto o campo limpo, não apresentando diferenças no uso dessas duas fisionomias (Tabela 2). Deve-se notar que ambas as fisionomias apresentam predominantemente vegetação herbácea, mas o campo sujo, diferentemente do campo limpo, possui arbustos distribuídos esparsamente disponibilizando locais para a coruja empoleirar-se. Assim, os campos sujo e limpo seriam habitats com vegetação herbácea ideal, também, para a captura de presas, visto que *A. cunicularia* costuma caçar insetos no solo (Thomsen 1971). O que já não acontece com o campo cerrado e cerrado *s.s.*, onde há uma diminuição na cobertura herbácea e um adensamento de arbóreas (Coutinho 1978), não sendo mais ambientes adequados para *A. cunicularia*.

No entanto, o ponto Cs4 no campo sujo apresentou um número de contatos de *A. cunicularia* muito superior ao encontrado em todos os demais pontos de amostragem, causando uma variância muito elevada no número de contatos obtidos nos pontos dentro do campo sujo. Isso pode ter sido devido a alguma outra característica neste local propícia a existência dessas corujas, a qual não foi mensurada neste estudo, como características da paisagem no entorno do ponto de amostragem, que podem ser, por exemplo, a quantidade disponível de determinada fisionomia ao redor do ponto de amostragem.

Megascops choliba

Como visto nos resultados, *M. choliba* utiliza preferencialmente as fisionomias mais fechadas de cerrado, principalmente o cerrado *s.s.* A associação de *M. choliba* com as fisionomias mais fechadas, e mais especificamente à presença de maior número de arbóreas (segundo o modelo selecionado através AIC) se dá provavelmente devido a seus requerimentos para nidificação e forrageamento.

Conforme já mencionado, esta espécie costuma forragear na copa das árvores capturando suas presas em voo muitas vezes (Thomas 1977). Segundo Gehlbach (1994), *M. asio*, espécie similar a *M. choliba*, durante o dia costuma abrigar-se nas árvores, dentro de suas tocas ou empoleirando próximo de troncos, utilizando assim sua coloração como camuflagem. Além disso, *M. choliba* necessita de cavidades em troncos de árvores para nidificar (Thomas 1977, Smith 1983, Sick 1997). Sendo assim, fica clara a sua associação a ambientes com maior número de arbóreas, e ainda, com arbóreas de troncos mais grossos, com maior diâmetro. Como visto, na Tabela 1, a variável perímetro médio na altura do solo (**PASm**) é altamente correlacionada com o número de arbóreas (**narb**), e por isso não foi incluída na seleção de modelos. No entanto, esta correlação positiva indica que locais com maior número de arbóreas possuíam árvores de maior calibre. Considerando que o estudo foi realizado na época reprodutiva destas espécies, a seleção de locais com maior quantidade de sítios de nidificação pode ser esperada. Sendo assim, de acordo com sua necessidade de locais para nidificação, *M. choliba* estaria utilizando preferencialmente fisionomias com maior número de arbóreas, onde estas apresentam troncos com maior diâmetro.

4.3. Amplitude de nicho

Mesmo com uso diferencial das fisionomias de cerrado por parte das corujas, conforme mostram os resultados do teste de Kruskal-Wallis; os valores obtidos do índice de amplitude de nicho de Levins (**B_{st}**) mostraram

que *M. choliba* foi mais generalista do que *A. cunicularia* quanto ao uso do habitat (*M. choliba* $B_{st} = 0,753$; *A. cunicularia* $B_{st} = 0,453$). Resultado parecido com o encontrado por Motta-Junior (1996, 2006) onde tanto *M. choliba* quanto *A. cunicularia* apresentaram valores um pouco mais altos do índice de amplitude de nicho de Levins (*M. choliba* $B_{st} = 0,811$; *A. cunicularia* $B_{st} = 0,636$). Nos dois estudos podemos dizer que *M. choliba* se mostrou mais generalista quanto ao uso do habitat enquanto *A. cunicularia* foi intermediária, se restringindo um pouco mais a alguns ambientes. Isto parece revelar que para as atividades noturnas, pois o experimento de *playback* só foi realizado durante o crepúsculo e noite, incluindo caça, *M. choliba* pode utilizar ambientes mais abertos tanto quanto os mais fechados. Enquanto a buraqueira, por utilizar muito o solo para caçar (Sick 1997), parece estar mais limitada a ambientes abertos, resultando num índice de Levins mais baixo. A figura 6 mostra que em seis pontos de amostragem nas fisionomias mais fechadas não foram feitos contatos com *A. cunicularia*, enquanto que *M. choliba* não apresentou nenhum contato em apenas um ponto de amostragem, no campo limpo (CL3). Esse resultado ilustra a limitação de *A. cunicularia* a ambientes abertos, e a maior capacidade de *M. choliba* de utilizar diversas fisionomias. Entretanto, mesmo sendo generalista, *M. choliba* parece usar mais freqüentemente áreas com maior número de arbóreas, conforme os resultados de uso do habitat demonstrados acima.

4.4 Sobreposição de uso do habitat

As espécies de coruja estudadas apresentaram sobreposição intermediária no uso do habitat ($O = 0,466$). Porém, *Megascops choliba* e *Athene cunicularia* possuem dietas muito semelhantes, e por isso seriam potenciais competidoras. Segundo Motta-Junior (1996, 2006), estas corujas apresentam alta sobreposição de nicho trófico de Pianka quando suas presas são analisadas em um nível baixo de resolução taxonomia (Classe). Hayward e Garton (1988) encontraram que as três espécies de corujas, estudadas por eles, que apresentavam dietas muito similares diferenciavam-se bastante no uso do habitat. Mas neste estudo, encontramos sobreposição intermediária no

uso do habitat. Se as duas espécies estivessem partilhando um recurso limitado, haveria competição, sendo esperada a exclusão competitiva de uma das espécies (Simmons 1951). No entanto, as duas corujas alimentam-se de insetos normalmente superabundantes e apresentam modos de forrageamento e nidificação bastante distintos, o que estaria permitindo a coexistência dessas espécies, principalmente nas fisionomias mais abertas. Portanto, há segregação ecológica entre estas espécies também na EEI, como já encontrada em outros estudos com corujas simpátricas (Rudolph 1968, Marti 1974, Hayward e Garton 1988, Motta-Junior 1996, 2006).

5. Conclusão

Este estudo mostra que na Estação Ecológica de Itirapina, a abundância de invertebrados de solo, pelo menos entre os meses de setembro a novembro, não estaria influenciando o uso do habitat de *M. choliba* e *A. cunicularia*. Embora a amostragem de presas devesse ser mais ampla, contemplando o período de pelo menos um ano e outros itens alimentares, para assim avaliarmos variações mais extremas que poderiam refletir em alguma medida a distribuição das corujas, tal resultado está de acordo com alguns trabalhos descritos acima, onde a abundância de presas não influenciou diretamente na distribuição espacial das aves de rapina, e sim características da paisagem ou a estrutura da vegetação.

Como visto a estrutura da vegetação tem forte influência na distribuição espacial de *M. choliba* e *A. cunicularia* na área de estudo. A quantidade de arbóreas presentes nas diferentes fisionomias de cerrado mostrou ser bastante importante na seleção de habitat dessas corujas. O que pode ser explicado basicamente por seus quesitos de nidificação e forrageamento.

Megascops choliba e *A. cunicularia* se segregam ecologicamente, havendo partição divergente de recursos espaciais, devido a seus quesitos para nidificação e comportamento de forrageamento. Ocorre sobreposição intermediária no uso do habitat e essas corujas serem generalista e intermediária, respectivamente, quanto ao uso de habitat.

6. Referências Bibliográficas

- Andrew, S. e Christensen, B. 2001. Optimal diet theory: when does it work and when and why does it fail? *Anim. Behavior* 61:379-390.
- Ayres, M.; Ayres, M. Jr.; Ayres, D. L. e Santos, A. S. 2003. *BioStat 3.0 Aplicações estatísticas na áreas das ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq/Conservation International, belém. 291p.
- Baker, J. A. e Brooks, R. J. 1981. Distribution patterns of raptors in relation to density of Meadow Voles. *The Condor* 83: 42-47.
- Berchard, M. J. 1982. Effects of vegetative cover on foraging site selection by Swainson's Hawk. *The Condor* 84: 153-159.
- Block, W. M., With, K. A. e Morrison, M. L. 1987. On measuring bird habitat: influence of observer variability and sample size. *The Condor* 89(2): 241-251.
- Bonato, V. 2002. *Ecologia e história natural de tatus do cerrado de Itirapina, São Paulo (Xenarthra: Dasypodidae)*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas, SP.
- Borges, S. H., Henriques, L. M. e Carvalhaes, A. 2004. Density and habitat use by owls in two Amazonian forest types. *Journal of Field Ornithology* 75(2): 176-182.
- Borror, D. J. 1988. *Introdução ao estudo dos insetos*. Edusp, São Paulo. 653p.
- Brasileiro, C. A. 2004. *Diversidade de Anfíbio Anuros em Área de Cerrado no Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 156p.
- Buchanan, J. T. 1997. A spatial analysis of the Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*) population in Santa Clara Country, California, Using a Geographic Information System. In: Model Forest, Alberta, Canadá. In: Duncan, J. R., Johnson, D. H., Nicholls, T. H., (eds.) *Biology and*

- Conservation of Owls of the North Hemisphere*. Second international Symposium. Winnipeg, Manitoba, Canadá.
- Burnham, K. P. e Anderson, D. R. 1998. *Model selection and Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. Springer-Verlag, New York, USA. 349p.
- Carey, A. B., Horton, S. P. e Biswell, B. L. 1992. Northern Spotted Owls: Influence o prey base and landscape character. *Ecological Monographs* 62(2): 223-250.
- _____ e Peeler, K. C. 1995. Spotted Owls: Resource and space use in mosaic landscapes. *J. Raptor Res.* 29(4):223-239.
- Clearly, D. F. R., Genner, M. J., Boyle, T. J. B., Steyawati, T., Angreti, C. D. e Menken, S. B. J. 2005. Associations of bird species richness and community composition with local and landscape-scale environmental factors in Borneo. *Landscape ecology* 20: 989-1001.
- Coles, C. F., Petty, S. J. e Thomas, C. J. 2000. Relationships between Foraging Range, Prey Density and Habitat Structure in the Tawny Owl *Strix aluco*. p.803-812. Em: Chancellor, R. D. e Meyburg, B. U. (eds.) *Raptors at Risk*. World Working Group on Birds of Prey and Owls e Hancock House.
- Cooper, R. J e Whitmore, R. C 1990. Arthropod sampling methods in ornithology. p.29-37. Em: Morrison, M. L., Ralph, C. J., Verner, J. e Jehl, J. R. Jr. (eds.) *Avian Foraging: Theory, Methodology, and Applications*. Lawrence: Cooper Ornithological Society (Studies in Avian Biology 13).
- Coulombe, H. N. 1971. Behavior and population ecology of the Burrowing Owl, *Speotyto cunicularia*, in Imperial Valley of California. *Condor* 73:162-176.
- Coutinho, L. M. 1978. O conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*. 1: 17-23.
- Del Hoyo, J.; A. Elliot e Sargatal J. 1999. *Handbook of the Birds of the World. Barn Owls to Hummingbirds*. Vol. 5. Barcelona, Lynx Edicions.
- Denlinger, D. L. 1980. Seasonal and annual variation of insect abundance in Nairobi National Park, Kenya. *Biotropica* 12(2): 100-106.

- Desmond, M. J., Savige, J. A. & Eskridge, K. M. 2000. Correlation between burrowing owl and Black-tailed prairie dog declines: a 7-year analysis. *J. Wildl. Manage.* 64: 1067-1075.
- Forsman, E. D., Meslow E. C., e Strub, M. T. 1977. Spotted Owl abundance in young versus old-growth forest. *Wildl. Soc. Bull.* 5:43-47.
- Gallardo, L. A. e Gallardo, J. M. 1984. Observaciones realizadas sobre el comportamiento de *Otus choliba* (Viellot) (Aves: strigiformes) em libertad. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciência Naturales "Bernardiino Rivadavia" e Instituto Nacional de insticacion de las ciências naturales IV* (13) : 109- 114.
- Ganey, J. L. e Balda, R. P. 1994. Habitat selection by Mexican Spotted Owls in northern Arizona. *Auk* 111:162-169
- Gehlbach, F. R. 1994. The Eastern Screech Owl: life story, ecology and behavior in the suburbs and countryside. Texas A & M. College Station.
- Gleason, R. S. e Johnson, D. R. 1985. Factors influencing nesting success of Burrowing Owls in Southeastern Idaho. *Greear Basin Naturalist* 45(1):81-84.
- Goldsmith, F. B. & Harrison, C. M. 1976. Discription and anaysis of vegetation *Em: Chapman S. B. (ed.) Methods in Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publication. Oxford London. 536pp.
- Granzinolli, M. A. M. (2003). *Ecologia alimentar do gavião-de-rabo-branco Buteo albicaudatus (Falconiformes: Accipitridae) no município de Juiz de Fora, sudeste do estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 135p.
- Green, G. A. e Anthony, R. G. 1989. Nesting success and habitat relationships of Burrowing Owl in the Columbi Basin, Oregon. *Condor* 91:347-354.
- Haug, E. A., Millsap B. A. e Martell, M. S. 1993. Burrowing Owl. *The birds of North America*, 61:1-20.
- Hayward, G. D. e Garton, E. O. 1988. Resource partitioning among forest owls in the River of No Return Wilderness, Idaho. *Oecologia* 75: 253-265.

- Hume, R. e Boyer, T. 1997. *Owls of the world*. Parkgate Books Ltd. London. 192pp.
- Hutto, R. L. 1990. Measuring the availability of food resources. p.20-28. *Em: Morrison, M. L., Ralph, C. J., Verner, J. e Jehl, J. R. Jr. (eds.) Avian Foraging: Theory, Methodology, and Applications*. Lawrence: Cooper Ornithological Society (Studies in Avian Biology 13).
- Jaksic, F. M., Jiménez, J. E., Castro, S. A. e Feinsinger, P. 1992. Numerical and functional response of predators to a long-term decline in mammalian prey at a semiarid Neotropical site. *Oecologia* 49: 21-28.
- _____, e Marti, C. D. 1981. Trophic ecology of *Athene* owls in Mediterranean-type ecosystems: a comparative analysis. *Can. J. Zool.* 59:2331-2340.
- Kavanagh, R. P. 2002. Conservation and manafement of large forest owls in Southeastern Australia. In: Newton, I., Kavanagh, R. P., Olsen, J. & Taylor, L. (eds.) *Ecology and Conservation of Owls*. CSLRO 363p.
- König C.; Weick, F. & Becking J. 1999. *Owls, a guide to the owls of the world*. Yale University press, New Haven and London.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc. 620p.
- Krebs, J. R.; Davis, N. B. 1993. *An introduction to behavioural ecology*. Blackwell Science Press, Cambridge. 420pp.
- Machicote, M., Branch, L. C. e Villarreal, D. 2004. Burrowing owls and burrowing mammals: are ecosystem engineers interchangeable as facilitators? *Oikos* 106: 527-535.
- MacCracken, J. M., Uresk, D. W. e Hansen, R. M. 1985. Vegetation and soils of burrowing owl nest sites in Conata Basin, South Dakota. *The Condor* 87:152-154.
- McGarigal, K. e Fraser J. D. 1984. The effect of forest age on owl distribution in southwestern Virginia. *J. Wildl. Manege.* 48(4):1393-1398.
- MacArthur, R. H. e Pianka, E. R. 1966. On optimal use of environment. *The Am. Nat.*100(916):603-609.

- McGavin, G. C. 2000. *Insects, spiders and other terrestrial arthropods*. American Museum of Natural History, New York. 255p.
- Marti, C. D. 1974. Food consumption and pellet formation rates in four owl species. *Wilson Bull.* 85:178-181.
- Martin II, L. B., Han, P., Kwong, J. e Hau, M. 2006. Cutaneous Immune Activity with Physiological State in Female House Sparrows (*Passer domesticus*). *Physiological and Biochemical Zoology* 79(4): 775-783.
- Morris, D. W. 2003. Toward an ecological synthesis: a case of habitat selection. *Oecologia* 136:1-13.
- Motta Junior, J. C. 1996. *Ecologia alimentar de corujas (Aves, Strigiformes) na região central do Estado de São Paulo: biomassa, sazonalidade e seletividade de suas presas*. São Carlos, UFSCar (Tese de Doutorado).
- _____ 2006. Relações tróficas entre cinco Strigiformes simpátricas na região central do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14, no prelo.
- _____ 2002. Diet of breeding Tropical Screech-owls (*Otus choliba*) in southeastern Brazil. *J. Raptor Res.* 36(4):332-334.
- _____ e Bueno, A. A. (2004). Trophic Ecology of Burrowing Owl in Southeast Brazil. p.763-773. Em: Chancellor, R. D. e Meyburg, B. U. (eds.) *Raptors Worldwide*. World Working Group on Birds of Prey and Owls e MME/BirdLife Hungary.
- Pardeick, K. L., Meyers, M. e Pagán, M. 1996. Surveys or Puerto Rican Screech-owl populations in large-track and fragmented forest habitats. *Wilson Bull.* 108(4): 776-782.
- Plumpton, D. L. e Lutz, R. S. 1993. Prey selection and food habitats of burrowing owls in Colorado. *Great Bas. Nat.* 53(3):299-304.
- Preston, C. R. (1990). Distribution of raptor foraging in relation to prey biomass and habitat structure. *The Condor* 92: 107-112.
- Rodriguez-Estrella, R. e Ortega-Rubio, A. 1993. Nest site characteristics and reproductive success of burrowing owls (Strigiformes: Strigidae) in Durango, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 41(1):143-148.

- Royama, T. 1970. Factors governing the hunting behavior and food selection of Great Tits (*Parus major* L.) *J. Anim. Ecol.* 39:619-668.
- Rudolph, S. G. 1978. Predation ecology of coexisting Great Horned and Barn Owls. *Wilson Bull.* 90:134-137.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro.
- Silva-Porto, F. e Cerqueira R. 1990. Seasonal variation in the diet of the burrowing owl *Athene cunicularia* in a restinga of Rio de Janeiro State. *Ciência e Cultura* 42(12): 1182-1186.
- Simmons, K. E. L. 1951. Interspecific Territorialism. *Ibis* 93:407-413.
- Silva, S. I, Lazo, I, Silva-Aranguiz, E., Jaksic, F. M., Meserva, P. L. e Gutiérrez, J. R. 1995. Numerical and functional response of Burrowing Owls to long-term mammal fluctuations in Chile. *J. Raptor. Res.* 29(4): 250-255.
- Smith, K. G. e Rotenberry, J. T. 1990. Quantifying food resources in avian studies: present problems and future needs. p.3-5. Em: Morrison, M. L., Ralph, C. J., Verner, J. e Jehl, J. R. Jr. (eds.) *Avian Foraging: Theory, Methodology, and Applications*. Lawrence: Cooper Ornithological Society (Studies in Avian Biology 13).
- Smith, S. M. 1983. *Otus choliba*. Em: D. H. Janzen [eds.], Costa Rica natural history. Univ. of Chicago Press, Chicago, IL USA. p. 592-593
- Southern, H. N. e Lowe, V. P. W. 1968. The patterns of distribution of prey and predation in Tawny Owl territories. *J. Anim. Ecol.* 37:75-97.
- Stephen F. M., Wallis G. W. e Smith K. G. 1990. Bird predation on periodical cicadas in Ozark forests: ecological release for other canopy arthropods? p.369-374. Em: Morrison, M. L., Ralph, C. J., Verner, J. e Jehl, J. R. Jr. (eds.) *Avian Foraging: Theory, Methodology, and Applications*. Lawrence: Cooper Ornithological Society (Studies in Avian Biology 13).
- Stinson, C.H., Crawford, D. L. e Lauthner, J. 1981. Sex differences in winter habitat of American Kestrels in Georgia. *J. Field Ornith.* 52:29-35.
- Thomas, B.T. 1977. Tropical Screech owl nest defense and nestling growth rate. *Wilson Bull.* 89:609-612.
- Thomsen, L. 1971. Behavior ecology of Burrowing Owls on the Oakland Municipal Airport. *Condor* 73:177-192.

- Torgersen, T. R., Mason R. R. e Campbell R. W. 1990. p.14-19. Predation by birds and ants on two forest insect pests in the Pacific Northwest. Em: Morrison, M. L., Ralph, C. J., Verner, J. e Jehl, J. R. Jr. (eds.) *Avian Foraging: Theory, Methodology, and Applications*. Lawrence: Cooper Ornithological Society (Studies in Avian Biology 13).
- Ward Jr., J. P., Gutiérrez, R. J. e Noon, B. R. 1998. Habitat selection by northern spotted owls: the consequences of prey selection and distribution. *The Condor* 100:79-92.
- Wendland, V. 1984. The influence of prey fluctuations on the breeding success o Tawny Owl *Strix aluco*. *Ibis* 126: 284-295.
- Wekeley, J. S. (1978). Factor affecting the use of hunting sites by ferruginous hawk. *The condor* 80: 316-326.
- Westphal, M. I., Fiel, S. A., Tyre, A. J., Paton, D. e Possingham, H. P. 2003. Effects of landscape pattern on bird species distribution in Mt. Lofty Ranges, South Australia. *Landscape ecology* 18:413-426.
- Wiens, J. A. 1989. *The Ecology of bird communities*. Vol 1: Foundations and patterns. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- _____, e Rotenberry, J. T. 1981. Censusing and the evaluation of avian habitat occupancy. *Studies in Avian Biology* 6:522-532.
- Wiley, J. W. 1998. Breeding-season food habitats of Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) in southwestern Dominican Replublic. *J. Raptor Res.* 32(3):241-245.
- Wolda, H. 1990. Food availability for an insectivore and how to measure it. p.38-43. Em: Morrison, M. L., Ralph, C. J., Verner, J. e Jehl, J. R. Jr. (eds.) *Avian Foraging: Theory, Methodology, and Applications*. Lawrence: Cooper Ornithological Society (Studies in Avian Biology 13).
- Voous, K. H. e Cameron, A. 1989. *Owls of the Northern Hemispehre*. The MIT Press. Cambridge, massachusetts. 320pp.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall, New Jersey. 718 pp.

Anexo

Tabela 1. Lista de presas com as classificações em ordem e família, quando possível, além de morfoespécies, número de indivíduos de cada categoria em cada fisionomia e o total de indivíduos encontrados para cada categoria.

Ordem	Família	Morfoespécie	Campo limpo	Campo Sujo	Campo Cerrado	Cerrado s.s.	Total
Araneae							
	Araneae	cinza	4	5	0	4	13
	Araneae	carang.	1	0	1	1	3
	Araneae	min.	5	9	8	25	47
	Araneae	média	0	3	1	1	5
		pequena	0	3	2	2	7
		marrom	3	0	0	0	3
Scorpiones		1	0	3	1	0	4
Opiliones		1	4	2	2	2	10
Insecta							
Blattodea							
	Blattidae	1	60	35	33	14	142
	Blattidae	2	6	23	10	1	40
	Blattidae	3	2	4	0	38	44
	Blattellidae		1	0	2	6	9
Coleoptera							
		1	1	3	13	15	32
		2	0	3	1	3	7
		3	0	21	19	179	219
		4	32	15	3	29	79
		5	0	0	1	0	1
		6	4	3	7	3	17
		7	0	0	1	0	1
		8	0	1	0	0	1
	Elateridae		12	7	4	0	23
	Scarabeidae		3	2	11	79	95
	carabidae		1	3	1	2	7
		tromba	1	2	6	4	13
	caboidae		0	1	2	1	4
Dermaptera			17	27	43	64	151
Hemiptera			0	1	0	0	1
Hymenoptera							
	Ponerini	<i>odontomachus</i>	14	2	0	8	24
	Formicini	pequena	110	120	120	56	406
	Ponerini	média	129	37	40	157	363
	Ponerini	Grande	48	7	6	15	76
	ponerini	marrom	12	22	48	33	115
		<i>Componotus</i>	54	134	167	125	480
		saúva	0	4	27	8	39
Orthoptera							
	Gryllidae		10	29	26	12	77
	Gryllacrididae		0	2	4	1	7
	Acrididae		4	4	4	12	24
Myriapoda							
		centepede	0	2	0	0	2
		milipedes	0	0	1	0	1
Diptera			3	3	5	4	15
Lepdoptera			1	3	2	4	10
Isoptera			Siriri	4	1	34	43

Tabela 2. Variáveis relativas às presas, em cada ponto de amostragem. Onde CL representa os pontos dentro do campo limpo (CL1 – 4); Cs representa os pontos dentro do campo sujo (Cs1- 4); CC representa os pontos dentro do campo cerrado (CC1- 4) e C representa os pontos dentro do cerrado *sensu stricto* (C1-4).

Ponto de amostragem	Número de morfoespécies	Número de Ordens	Biomassa (gramas)
CL1	16	6	4.3
CL2	17	7	18.0
CL3	21	9	10.3
CL4	16	9	2.5
Cs1	17	7	7.5
Cs2	23	8	4.3
Cs3	26	9	3.5
Cs4	27	8	7.0
CC1	18	8	6.5
CC2	20	8	5.0
CC3	25	9	11.5
CC4	24	6	4.3
C1	26	8	9.8
C2	15	7	7.0
C3	22	7	4.3
C4	25	7	6.0
Total	42	13	111.5