

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**Uso e seleção de hábitat de nidificação e identificação dos fatores de
influência no sucesso dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* (Aves:
Tyrannidae) em área de Cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, região
central do estado de São Paulo**

Marina Telles Marques da Silva

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais

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

**Co-orientador: Prof. Dr. Mercival
Roberto Francisco**

SÃO CARLOS – SP

2012

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

S586us

Silva, Marina Telles Marques da.

Uso e seleção de hábitat de nidificação e identificação dos fatores de influência no sucesso dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) em área de Cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, região central do estado de São Paulo / Marina Telles Marques da Silva. -- São Carlos : UFSCar, 2013.

132 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Ecologia da população. 2. Cerrados. 3. Predação de ninhos. 4. Historia natural. 5. Ecologia de comunidades. I. Título.

CDD: 574.5248 (20^a)

Marina Telles Marques da Silva

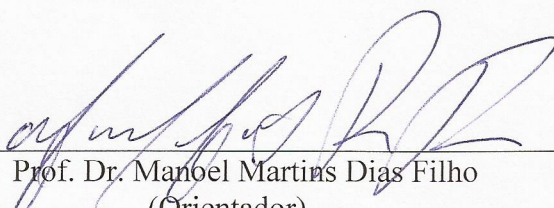
Uso e seleção de hábitat de nidificação e identificação dos fatores de influência no sucesso dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) em área de Cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, região central do estado de São Paulo

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

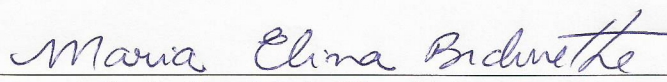
Aprovada em 29 de junho de 2012

BANCA EXAMINADORA

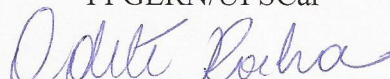
Presidente


Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho
(Orientador)

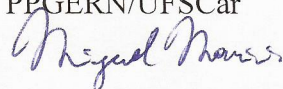
1º Examinador


Profa. Dra. Maria Elina Bichuette
PPGERN/UFSCar

2º Examinador

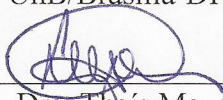

Profa. Dra. Odete Rocha
PPGERN/UFSCar

3º Examinador



Prof. Dr. Miguel Ângelo Marini
UnB/Brasília-DF

4º Examinador


Profa. Dra. Thaís Maya Aguilar
Instituto Terra Brasilis/B. Horizonte-MG

Dedico esse trabalho aos meus pais, irmão, avós e ao Ivan, que são as pessoas mais importantes da minha vida, mas principalmente à minha avó Irene, uma mulher à frente de seu tempo e grande incentivadora da leitura e do estudo, tão essenciais na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho só existe porque muitas pessoas me ajudaram... Sou especialmente grata ao meu orientador, Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho, um entusiasta pela vida e que me ensina e incentiva há quase uma década. Também agradeço ao meu co-orientador, Prof. Dr. Mercival Roberto Francisco, por toda a aprendizagem em campo e estímulo à pesquisa, desde os tempos da graduação. Aos dois, agradeço por terem permitido a realização de um trabalho tão desafiador, com um tema que eu sempre quis, mas com o qual nunca pude trabalhar, em função do tempo. Também sou muito grata aos meus pais e irmão, que sempre me apoiaram e deram força nos momentos cruciais. Agradeço também a toda a enorme família, avós, tios, primos, mas especialmente aos meus avós, pessoas à frente de seus tempos, por terem me apoiado, mesmo que às vezes à distância, ao longo desses quatro anos... Ao Ivan, meu noivo, por vivenciar intensamente cada momento do meu doutorado, e por aguentar os meus momentos oscilantes entre a euforia e o desânimo; a satisfação e o descontentamento. Sozinha eu não teria dado conta! Outras pessoas também foram parte importante de tudo isso. Por isso, agradeço também:

À Profa. Angélica Penteado Martins, pelo empréstimo do GPS;

À Profa. Maria Elina Bichuette, pelo empréstimo de equipamento de campo e por ter feito importantes contribuições na qualificação e na defesa da tese;

Aos Profs. Alberto Peret e Nivaldo Nordi, por terem contribuído com o trabalho na qualificação;

Ao PhD. Miguel Marini, à Dra. Thaís Aguilar, à Profa. Dra. Odete Rocha, por terem contribuído tanto com as dicas, críticas e sugestões ao trabalho na ocasião da defesa.

Ao Prof. Dr. Marco Vital (UFAL), ao Prof. Dr. Benedito Galvão Benze (UFSCar), Lucas dos Anjos (UFG), Waldomiro Barioni (Embrapa), Profa. Karin Storani (Unicep) e M.Sc. Pavel Dodonov (UFSCar), pela grande ajuda com a estatística. Agradeço, inclusive, por terem me ajudado a curti-la cada vez mais!

Ao Prof. Dr. Jorge Yoshio Tamashiro (Unicamp) e ao M.Sc. Marcelo Leite (UFSCar) pela identificação das espécies vegetais;

Ao Prof. Dr. Marco Batalha, pela amizade e paciência com minhas perguntas “aleatórias” de tempos em tempos... Obrigada também pela identificação de algumas plantas!

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos de Freitas (UERJ) e M.Sc. Márcia Moura Franco, por me ensinarem a ver o mundo de outra forma! Virei uma apaixonada pela fotografia!!!

À CAPES, pelo auxílio financeiro;

Ao Instituto Florestal de São Paulo (IF), por ter permitido a realização do trabalho na Estação Ecológica de Itirapina (Processo número 260108-000.483/0 2008);

A todos os queridos funcionários do IF, especialmente D. Isabel e Paulo Ruffino, que se tornaram grandes amigos ao longo desses anos. Sou muito grata também ao Chico, Major, S. Zé e outros, que “desencravaram” meu carro algumas vezes... Agradeço também ao S. Dito, que evitou que meu fusquinha fosse roubado e incendiado.

Agradeço imensamente a todos os meus ajudantes de campo em todos esses meses de coleta: Luiz, Flora Balieiro, Mayla Valente, Camilla Prado, Edwiol (“Bedu”), Alessandro (“Bispo”), Fábio Toshio, Reginaldo (“Sadao”), Jéssica Tagliatela, Rafaela, Ricardo, Tamar, Jonathas, Rafael (“Bariri”), Diogo, Natália Allenspach, Juliana Freitas, Marcelo Leite, Augusto (“Pintassilgo”), Ivan Pollarini, Adriana Nepomuceno, Matheus Reis, Carolline Fieker, Eurípedes, Bianca, Antônio Rogério, Amanda Mello, Michele

Teixeira, Caroline Antunes, Ricardo Rosa e especialmente à Jhavana, Bárbara e Georg (“Macaco”), que contribuíram muitíssimo!!! Me acompanharam inúmeras vezes e acharam uma quantidade enorme de ninhos! Obrigada!!!!

Às minhas grandes amigas desde o início da graduação, Karina Espartosa, Cassiana Perez, Maria Otávia, Mariana Nery e Lilian Manica, mulheres espetaculares, especiais, competentes, importantes para mim. Obrigada pela força, pela torcida, pelos artigos (rsrsrs) e, Lil, por toda a ajuda com o MARK!

Aos meus outros amigos queridos Anselmo, Érica Kawakami, Silvana Mourão, Lia, Lívia, Guigo, Fúlvio, Dani, Léo, Pente, Fernando, Kamila, Sabino, Rodrigo Damiano e os que (agora) moram longe: Mayla, Léo Germano, Dri Keiko, Gustavo Molina, Fê Apone e Tati Terasin.

À Silvia, Ronaldo, Dani e Vini, pelo carinho e incentivo, sempre.

Ao pessoal da UnB: Lilian Manica, Daniel Gressler, Luciana Paiva, Nadinni Sousa, André Guaraldo, Ph.D. Miguel Marini, por toda a ajuda (especialmente com o MARK) e disposição para parcerias! Vocês foram fundamentais!

À Ingrid e Pavel, por terem posto a mão na massa (literalmente!) para realizar um importante projeto paralelo de identificação dos predadores de ninhos do Cerrado.

Ao Cerrado e às aves, que me inspiraram há anos...

SUMÁRIO

RESUMO	XV
ABSTRACT	XVII
APRESENTAÇÃO	1
OBJETO DE ESTUDO.....	3
OBJETIVOS.....	6
ÁREA DE ESTUDO	6
REFERÊNCIAS	8
CAPÍTULO 1 – História natural de <i>Elaenia chiriquensis</i> na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo.....	15
RESUMO	16
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO.....	19
Objetivos	20
MATERIAL E MÉTODOS	20
Área de estudo	20
Procedimento	20
RESULTADOS.....	22
Migração, forrageio e reprodução	22
Ninhos	24
Predadores	26
DISCUSSÃO	28
Migração, forrageio e reprodução	28

Ninhos.....	31
Predadores	33
REFERÊNCIAS	34

CAPÍTULO 2 - Uso e seleção de hábitat de nidificação por *Elaenia chiriquensis* (Aves:

Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo 37

RESUMO	38
--------------	----

ABSTRACT.....	40
---------------	----

INTRODUÇÃO.....	42
-----------------	----

Objetivos	45
-----------------	----

MATERIAL E MÉTODOS	47
--------------------------	----

Área de estudo	47
----------------------	----

Procedimento.....	47
-------------------	----

Análises estatísticas.....	51
----------------------------	----

RESULTADOS.....	53
-----------------	----

DISCUSSÃO	66
-----------------	----

REFERÊNCIAS	74
-------------------	----

CAPÍTULO 3 – Identificação dos fatores que influenciam o sucesso dos ninhos de

***Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina, estado de**

São Paulo 81

RESUMO	82
--------------	----

ABSTRACT.....	83
---------------	----

INTRODUÇÃO.....	84
-----------------	----

Objetivos	85
-----------------	----

MATERIAL E MÉTODOS	87
Área de estudo	87
Procedimento.....	87
Análises estatísticas.....	88
RESULTADOS.....	93
DISCUSSÃO	97
Sucesso dos ninhos	97
Hábitat de nidificação e influência no sucesso dos ninhos	99
Influência de fatores temporais e de fatores relacionados aos ninhos na sobrevivência da prole.....	104
REFERÊNCIAS	109
DISCUSSÃO GERAL	115
CONCLUSÃO	120
REFERÊNCIAS	121
ANEXOS	124

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

<u>Figura 1.</u> Adultos de <i>Elaenia chiriquensis</i> sobre seus ninhos na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011.	4
<u>Figura 2.</u> Estação Ecológica de Itirapina, localizada nos municípios de Itirapina e Brotas, região central do estado de São Paulo (imagem cedida pelo Laboratório de Ecologia e Evolução de Vertebrados, IB-USP). Os limites da área são indicados pelas linhas amarelas e vermelhas. A área em roxo corresponde aos 100 ha usados na busca dos ninhos (Capítulo 1).	7

CAPÍTULO 1 – História natural de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo

<u>Figura 1.</u> Número de ninhos ativos, ovos e filhotes de <i>Elaenia chiriquensis</i> entre setembro de 2010 e janeiro de 2011 na Estação Ecológica de Itirapina, região central do estado de São Paulo.....	22
<u>Figura 2.</u> Número de ninhos ativos, ovos e filhotes de <i>Elaenia chiriquensis</i> entre setembro de 2011 e janeiro de 2012 na Estação Ecológica de Itirapina, região central do estado de São Paulo.....	23
<u>Figura 3.</u> Teias de aranha usadas na construção dos ninhos de <i>Elaenia chiriquensis</i> na Estação Ecológica de Itirapina entre 2010 e 2011.	25

CAPÍTULO 2 - Uso e seleção de hábitat de nidificação por *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo

- Figura 1. Principais espécies usadas como substrato para ninhos precoces (barras pretas) e tardios (barras cinzentas) de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina entre 2010 e 2011. Em função das exigências do teste do Qui-quadrado, apenas quatro das espécies (*Aspidosperma tomentosum*, *Pouteria torta*, *Annona crassiflora* e *A. coriacea* foram avaliadas quanto à variação temporal de uso por *Elaenia chiriquensis*)..... 56
- Figura 2. Resultado da análise de variância para abundância de líquens na vegetação lenhosa amostrada na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas. 59
- Figura 3. Resultado da análise de variância para tamanho de copa de *Aspidosperma tomentosum* na Estação Ecológica de Itirapina. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas. 60
- Figura 4. Resultado da análise de variância para tamanho de copa de *Pouteria torta* na Estação Ecológica de Itirapina. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas.... 61
- Figura 5. Resultado do teste-t pareado para riqueza de espécies lenhosas nas manchas usadas por *Elaenia chiriquensis* e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina. 62
- Figura 6. Resultado do teste-t pareado para densidade de espécies lenhosas nas manchas usadas por *Elaenia chiriquensis* e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina..... 63

<u>Figura 7.</u> Resultado do teste-t pareado para abundância de <i>Aspidosperma tomentosum</i> nas manchas usadas por <i>Elaenia chiriquensis</i> e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina.....	64
<u>Figura 8.</u> Resultado do teste-t pareado para abundância de plantas zoocóricas nas manchas usadas por <i>Elaenia chiriquensis</i> e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina.....	65
<u>Figura 9.</u> Resultado do teste-t pareado para abundância de <i>Myrsine guianensis</i> nas manchas usadas por <i>Elaenia chiriquensis</i> e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina.....	66

CAPÍTULO 3 - Identificação dos fatores que influenciam o sucesso dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo

<u>Figura 1.</u> Fórmula usada na determinação das idades dos ninhos de <i>Elaenia chiriquensis</i> na Estação Ecológica de Itirapina quando os ovos eram predados antes da eclosão (Martin et al. (1997), com modificação proposta por Gressler (2008)).	90
<u>Figura 2.</u> Variação na quantidade e disposição de materiais não estruturais (líquens, musgos e casulos de artrópodes) usados pelas fêmeas de <i>E. chiriquensis</i> na parte externa dos ninhos na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011.	102

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - Uso e seleção de hábitat de nidificação por *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo

<u>Tabela 1.</u> Faces do dado e respectivos ângulos sorteados usados no estabelecimento das manchas disponíveis aos casais de <i>Elaenia chiriquensis</i> a partir da localização dos ninhos da espécie na Estação Ecológica de Itirapina entre 2010 e 2011	50
<u>Tabela 2.</u> Espécies vegetais usadas como suporte para ninhos: número de plantas com e sem ninhos de <i>Elaenia chiriquensis</i> na Estação Ecológica de Itirapina em 2010 e 2011.	54
<u>Tabela 3.</u> Seleção dos vegetais usados como suporte dos ninhos de <i>Elaenia chiriquensis</i> na Estação Ecológica de Itirapina, nas estações reprodutivas de 2010 e 2011	57
<u>Tabela 4.</u> Resultados do teste de correlação de Pearson para as variáveis amostradas em vegetação lenhosa dentro de parcelas de cinco metros de diâmetro na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo	58

CAPÍTULO 3 - Identificação dos fatores que influenciam o sucesso dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo

<u>Tabela 1.</u> Variáveis avaliadas quanto à seleção por <i>Elaenia chiriquensis</i> e quanto à influência no sucesso dos ninhos na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011	89
--	----

<u>Tabela 2.</u> Resultados da seleção em quatro etapas de modelos que explicam o sucesso dos ninhos de <i>Elaenia chiriquensis</i> na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, entre 2010 e 2011.....	96
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>Anexo 1.</u> Filhotes de <i>Elaenia chiriquensis</i>	124
<u>Anexo 2.</u> Aves observadas predando ninhos de <i>Elaenia chiriquensis</i> ou sendo repelidas pelos adultos na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011	125
<u>Anexo 3.</u> Ovos de <i>Elaenia chiriquensis</i> predados na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011	127
<u>Anexo 4.</u> Espécies vegetais amostradas em 212 parcelas (machas usadas e manchas disponíveis) distribuídas em 100 ha de Cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011. Nomenclatura e classificação seguem Plantminer (Carvalho et al. 2010).....	128
<u>Anexo 5.</u> Haste com espelho na ponta usada no monitoramento dos ninhos altos de <i>Elaenia chiriquensis</i> na Estação Ecológica de Itirapina entre 2010 e 2011	130

RESUMO

A nidificação é uma etapa crítica no ciclo de vida das aves, uma vez que a predação de ninhos é alta em todo o globo. Ela exerce influência na dinâmica das populações, estrutura das comunidades e evolução da história de vida do grupo. Diante disso, evoluíram estratégias antipredação, entre elas, a seleção de habitats seguros para a nidificação pelos adultos. Assim, nesse trabalho tivemos como objetivos principais (i) conhecer os elementos do habitat de nidificação selecionados pelos adultos e (ii) avaliar a influência desses elementos no sucesso dos ninhos, de forma a conhecer o valor adaptativo das escolhas dos adultos. Trabalhamos com *Elaenia chiriquensis*, um Passeriforme migratório que nidifica em áreas de Cerrado no Brasil. Conduzimos o estudo entre 2010 e 2011, em uma área de 100 ha na Estação Ecológica de Itirapina, unidade de conservação localizada no interior paulista, em que *E. chiriquensis* é abundante na estação reprodutiva (setembro a dezembro). Fizemos as análises de seleção do habitat de nidificação comparando características das manchas de nidificação às manchas nas imediações, disponíveis aos casais. Usamos testes de Qui-Quadrado, análises de variância (ANOVAs), testes de permutação e testes-t pareados para as variáveis amostradas. Para avaliarmos a influência dessas e de outras características, relacionadas aos ninhos, na sobrevivência da prole, usamos o programa MARK. Criamos modelos que incluíam variáveis temporais e nossas variáveis de interesse e avaliamos, usando o critério de informação de Akaike, o ajuste dos modelos ao nosso conjunto de dados. Os adultos aparentemente selecionaram vegetais anemocóricos, com copa de tamanho maior e maior abundância de líquens nos caules como substrato dos ninhos, mas não exibiram preferência pelas espécies

usadas como substrato. *Elaenia chiriquensis* também mostrou preferência por locais com alta densidade de vegetação lenhosa e alta abundância de *Aspidosperma tomentosum*, a espécie vegetal mais usada como substrato dos ninhos. Contrariando nossas expectativas, nenhuma dessas características teve influência no sucesso dos ninhos. No entanto, características relacionadas aos ninhos, e que não foram avaliadas quanto à seleção, tiveram influência na sobrevivência da prole. A mais importante delas foi a densidade de vegetação nos sítios de nidificação, que provavelmente reduz as chances de encontros com predadores e oculta a atividade dos adultos. A idade dos ninhos e a influência do tempo ao longo das estações também foram variáveis de peso na explicação dos dados e ambos reduziram as chances de sucesso dos ninhos. A predação de ninhos, a seleção do hábitat de nidificação e as consequências para o *fitness* dos indivíduos são assuntos de grande complexidade biológica e envolvem diversas variáveis. O presente estudo contribui com o conhecimento acerca do assunto em áreas tropicais.

Palavras chave: Cerrado, *Elaenia chiriquensis*, predação de ninhos, seleção de hábitat de nidificação, sucesso dos ninhos

ABSTRACT

Nesting is a critical step on bird's life cycle, since nest predation is high all over the world. Predation influences the population dynamics, the community structure and the life history of birds. Birds evolved anti-predatory strategies, which include selection of safer places for nesting. Here we intent to: (i) analyze habitat characteristics selected by adults, and (ii) evaluate the influence of these elements on nests success, and fitness consequences to individuals. We studied the Lesser Elaenia (*Elaenia chiriquensis*), a migratory bird that breeds in Brazilian Savannas. We conducted the study between 2010 e 2011 in a 100 ha area in the Estação Ecológica de Itirapina, a protected area in São Paulo state, where the Lesser Elaenia is abundant along its breeding season (September to December). We analyzed habitat selection comparing characteristics of used and available patches. We made all tests using chi-square tests, analysis of variance, paired t-tests and permutation tests. We used program MARK to evaluate the influence of all of the parameters on nests success. We created a set of models that included temporal and a set of environmental parameters and used Akaike's Information Criterion to evaluate the adjustment of each model to our data. Adults apparently selected anemochoric plants, with larger crowns and more lichen flakes on stalks, but did not show preference for specific plant species. Individuals also preferred patches with high plant density and high density of *Aspidosperma tomentosum*, the most used plant as nest substrate. Contrary of our expectations, none of these characteristics influenced nests success. However, some parameters not evaluated for selection, influenced the offspring survival. Vegetation density on nest sites was the most important variable, probably because it helps concealing nests and

parental activities. Nest age and time along the breeding season were also important elements and both reduced nests success. Nest predation, habitat selection, and their consequences to the fitness are complex and are related to many variables. The present study contributed with the knowledge on this subject in tropical areas.

Key words: Brazilian Savanna, Lesser Elaenia, nest predation, nest site selection, nest success

APRESENTAÇÃO

A reprodução é uma etapa crucial na vida dos organismos, pois é o momento de recrutamento de novos indivíduos. No entanto, é uma fase de grande suscetibilidade para muitas espécies. A predação de ninhos é a maior causa de perdas para as aves (Ricklefs 1969, Skutch 1985, Martin 1993, 1996). O sucesso dos ninhos influencia a dinâmica das populações, a estrutura das comunidades e a evolução da história de vida do grupo (Martin 1995, Kolada et al. 2009). A predação é de grande importância na evolução do tamanho das ninhadas e ninhos, no período de desenvolvimento dos filhotes, na coloração das fêmeas e ovos e no comportamento dos adultos (Lack 1947, Skutch 1949, Collias 1997, Prokop e Trnka 2011).

A predação atinge altas taxas em diversas espécies estudadas e em diferentes ambientes (Martin 1993, Robinson et al. 2000, Mezquida 2004, Colombelli-Négrel e Kleindorfer 2009). No Cerrado, essas taxas variam entre 60 e 90% (Lopes e Marini 2005, Medeiros e Marini 2007, Aguilar et al. 2008, Marini et al. 2009, Borges e Marini 2010, Manica e Marini 2012). Diante disso, os adultos exibem estratégias antipredação, que devem garantir o sucesso reprodutivo (Martin 1993, Clarck e Shutler 1999, Mezquida 2004).

Observa-se, por exemplo, a construção de ninhos camuflados, pequenos ou que repelem predadores, esses últimos, construídos com pele de serpente ou fezes de felinos (Møller 1989, Hansell 1996, Schuetz 2004, Medlin e Risch 2006). Algumas espécies constroem ninhos coloniais ou próximos a ninhos de abelhas ou vespas (Hansell 2000). Há adultos que investem na defesa direta da prole e há aqueles que nidificam em locais de menor acesso (e.g., pendurados em extremidades de galhos ou

sobre vegetação aquática) ou em locais de menor chance de detecção pelos predadores (Montgomery e Weatherhead 1988, Hansell 2000, Roper 2000, Traylor et al. 2004). Nesse sentido, sugere-se que os adultos selecionem o local de construção dos ninhos em função de suas características (Martin e Roper 1988, Martin 1993). A seleção do hábitat de nidificação é considerada uma importante estratégia antipredação e possui influência na aptidão dos indivíduos (Martin 1993, Clarck e Shutler 1999).

Ovos e ninhos são presas fáceis, sésseis e nutritivas e, portanto, diferentes grupos animais são predadores de ninhos (Martin 1993, Söderström 1998, Colombelli-Négrel e Kleindorfer 2009). Alguns autores sugerem que os predadores são oportunistas e que esses eventos ocorrem em encontros casuais com as presas (Holway 1991, Kilgo et al. 1996, Roper 2000). Corroborando essa ideia, poucos animais são especialistas no consumo de ovos. Além disso, aparentemente os indivíduos não aprendem sobre a localização dos ninhos (Roper 2000). No entanto, há autores que consideram que os predadores aprendem a buscar pelos ninhos (Martin e Roper 1988, Buler e Hamilton 2000), inclusive acompanhando o comportamento dos adultos (Skutch 1949).

Conhecer a identidade dos predadores e suas estratégias de forrageio é importante para compreendermos o processo de predação de ninhos e, portanto, de evolução da história de vida das aves (Dion et al. 2000). Esse conhecimento fornece pistas importantes sobre os padrões de seleção de hábitat de nidificação pelos adultos (Söderström et al. 1998). No entanto, há uma grande lacuna de conhecimento no que se refere a conhecer os predadores de ninhos, especialmente nos ambientes tropicais (Söderström et al. 1998, Rodrigues 2005).

Aves, répteis, mamíferos e certos invertebrados, como caranguejos, consomem ovos e/ou filhotes (Söderström et al. 1998, Hazin e Macedo 2006, Colombelli-Négrel e Kleindorfer 2009). Nas áreas temperadas, mamíferos, como furões e esquilos, serpentes e aves, como os corvídeos, estão entre os predadores mais comuns (Martin e Roper 1988, Martin 1993, Filiater et al. 1994). Skutch (1949) e Sick (1997) sugerem que as serpentes são importantes predadoras de ninhos nas áreas tropicais e, assim como nas áreas temperadas, os corvídeos (e.g., *Cyanocorax cristatellus*) já foram observados em alguns desses eventos (Santos e Marini 2010). No entanto, estudos recentes conduzidos em áreas de Cerrado no Planalto Central do Brasil revelaram que além das gralhas, pequenos Passeriformes são importantes predadores (França e Marini 2009, França et al. 2009).

Se as aves constituem os principais predadores no Cerrado, as características do hábitat de nidificação selecionadas pelos adultos nesse Domínio devem estar relacionadas à detectabilidade dos ninhos e não tanto ao seu acesso, dada a capacidade de voo dos predadores. Características relacionadas à visibilidade dos ninhos, como a densidade de vegetação, devem estar entre os mais importantes na seleção do hábitat de nidificação (Weidinger 2002), já que as aves são um grupo primordialmente diurno e que faz uso da visão na busca por alimento.

OBJETO DE ESTUDO

Elaenia chiriquensis albivertex Lawrence, 1865 (Figura 1) é um Passeriforme que pertence à família Tyrannidae, amplamente distribuído pelo continente americano e do qual é exclusiva (Sick 1997, del Hoyo et al. 2004). Possui aproximadamente 13,5 cm

de comprimento e peso entre 14 e 17,5 g (Marini et al. 1997, Sick 1997, Grantsau 2010). Não apresenta dimorfismo sexual e ocorre em formações de vegetação aberta no Brasil, como em certas fisionomias do Cerrado (Sick 1997, Motta-Junior et al. 2008, Grantsau 2010). Também é encontrada em outras localidades das Américas do Sul e Central, como Panamá, Costa Rica, Guianas, Colômbia, Venezuela, Bolívia, Peru, Argentina e Paraguai (Sick 1997, Alves 2007, Grantsau 2010). *Elaenia chiriquensis* é migratória em alguns estados do Brasil (Minas Gerais, Distrito Federal, Mato Grosso) e bastante abundante nessas regiões principalmente entre agosto e dezembro (Alves 2007, Medeiros e Marini 2007), mas alguns indivíduos permanecem nas áreas reprodutivas entre janeiro e julho (Silveira e Marini, no prelo). A espécie ocorre também em áreas de Cerrado disjunto no estado de São Paulo, onde é abundante entre os meses de setembro e dezembro (Motta-Junior et al. 2008, Telles e Dias 2010). Willis (2004) fez registros de indivíduos no mesmo estado entre abril e agosto.



Figura 1. Adultos de *Elaenia chiriquensis* sobre seus ninhos na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011.

Mas apesar de reconhecermos o comportamento migratório das populações de algumas localidades, as rotas migratórias não são totalmente conhecidas (Alves 2007). Marini e Cavalcanti (1990) sugerem que sua reprodução ocorra no Centro-Sul do país e que a invernada ocorra no Centro-Oeste e Amazônia, regiões em que são registradas ao longo de todo o ano. Sick (1997) destaca que *E. chiriquensis* é a ave mais abundante no Mato Grosso nos meses de agosto/setembro e que, em seguida, se desloca para a porção ocidental do país. O mesmo autor sugere que o padrão de migração da espécie, assim como de diversas outras da mesma família, não seja simples, uma vez que diferentes populações podem apresentar rotas migratórias distintas. Paiva (2008) observou que parte da população de *E. chiriquensis* no Planalto Central é residente. Esta mesma autora sugere que os adultos que nidificam no fim da estação reprodutiva no Brasil Central permaneçam nas áreas ao longo de todo o ano.

Aves migratórias são alvos da biologia da conservação, uma vez que dependem de áreas diferentes para a sobrevivência, crescimento e reprodução. Nesse sentido, *Elaenia chiriquensis*, apesar de não ser uma espécie atualmente ameaçada, merece atenção, especialmente porque a reprodução ocorre em áreas de Cerrado (Medeiros e Marini 2007), um dos *hotspots* mundiais (Myers et al. 2000).

A reprodução de *E. chiriquensis* tem sido bastante estudada no Distrito Federal (Medeiros 2004, Medeiros e Marini 2007, Paiva 2008, Sousa 2008). No entanto, são escassas as informações sobre a reprodução da espécie em outras localidades. Além disso, não existem dados sobre a seleção do hábitat de nidificação pelos adultos. Medeiros (2004), em estudo conduzido em área de Cerrado no Planalto Central do Brasil, faz referência às espécies vegetais usadas como substrato dos ninhos, no entanto, sem amostrar a frequência de ocorrência da vegetação na área de estudo.

OBJETIVOS

Nesse trabalho, temos três objetivos principais: (i) descrever aspectos da história natural de uma população de *Elaenia chiriquensis* que se reproduz no estado de São Paulo (Capítulo 1), (ii) identificar os atributos do hábitat de nidificação selecionados pela população em duas escalas espaciais: sítios e manchas de nidificação (Capítulo 2) e (iii) verificar a influência desses atributos, de fatores temporais ou relacionados aos ninhos na sobrevivência da prole (Capítulo 3).

ÁREA DE ESTUDO

Conduzimos o estudo na Estação Ecológica de Itirapina (EEI), uma unidade de conservação de 2300 ha localizada nos municípios de Brotas e Itirapina, região central do estado de São Paulo (22°15'S/47°52'W) (Figura 2). A EEI é formada por diferentes fisionomias vegetais de Cerrado, entre elas campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão, além de matas ciliares.



Figura 2. Estação Ecológica de Itirapina, localizada nos municípios de Itirapina e Brotas, região central do estado de São Paulo (imagem cedida pelo Laboratório de Ecologia e Evolução de Vertebrados, IB-USP). Os limites da área são indicados pelas linhas amarelas e vermelhas. A área em roxo corresponde aos 100 ha usados na busca dos ninhos (Capítulo 1).

A EEI possui alta riqueza de espécies animais, alguns deles ameaçados e/ou endêmicos (Bueno et al. 2003, Brasileiro et al. 2008, Sawaya et al. 2008). É considerada

importante para a conservação da avifauna, pois além da grande diversidade de espécies, possui *taxa* ameaçados e endêmicos de Cerrado (Willis 2004, Bencke et al. 2006, Granzinoli et al. 2006, Motta-Junior et al. 2008). A riqueza de espécies de aves, muitas delas migratórias, indica que, apesar do pequeno tamanho, a EEI é uma área que mantém características de hábitat importantes para a avifauna. Diversas espécies nidificam na área (obs. pess.), o que sugere que a EEI apresenta características de hábitat importantes para a reprodução das aves.

A região de Itirapina apresenta clima Cwa pelo sistema de Köppen. A temperatura média anual é de 21,9° C. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro e os mais frios, junho e julho. O período chuvoso geralmente compreende os meses de outubro a março e a precipitação anual média é de 1459 mm. O período seco ocorre entre os meses de abril e setembro. A altitude da região é de 740 m (Zanchetta 2006).

REFERÊNCIAS

- Aguilar, T.M., R.I. Dias, A.C. Oliveira e R.H. Macedo. 2008. Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success? *Journal of Field Ornithology* 79(1): 24–31.
- Alves, M.A.S. 2007. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15(2): 231-238.
- Bencke, G.A., G.N. Mauricio, P.F. Develey e J.M. Goerck. (Orgs.). 2006. *Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil. Parte I – Estados do Domínio da Mata Atlântica*. Ed. SAVE Brasil. 494p.

- Borges, F.J.A. e M.Â. Marini. 2010. Birds nesting survival in disturbed and protected Neotropical savannas. *Biodiversity and Conservation* 19(1): 223–236.
- Brasileiro, C.A., I.A. Martins e J. Jim. 2008. Amphibia, Anura, Cycloramphidae, *Odontophrynus moratoi*: Distribution extension and advertisement call. *Check List* 4(4): 382–385.
- Bueno, A.A., S.C.S. Belentani e J.C. Motta-Junior. 2003. Feeding ecology of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815) (Mammalia: Canidae), in the Ecological Station of Itirapina, São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* 2(2): 1-9.
- Buler, J.J. e R.B. Hamilton. 2000. Predation of natural and artificial nests in a southern pine forest. *The Auk* 117(3): 739-747.
- Clarck, R.G. e D. Shutler. 1999. Avian Habitat Selection: Pattern from Process in Nest-Site Use by Ducks? *Ecology* 80(1): 272-287.
- Collias, N.E. 1997. On the origin and evolution of nest building by Passerine birds. *The Condor* 99(2): 253-270.
- Colombelli-Négrel, D. e S. Kleindorfer. 2009. Nest height, nest concealment, and predator type predict nest predation in superb fairy-wrens (*Malurus cyaneus*). *Ecological Research* 24(4): 921-928.
- del Hoyo, J., A. Elliot e D. Christie (Eds.). 2004. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 9 - Cotingas to Pipits and Wagtails, Editora Lynx, Barcelona, 751 p.
- Dion, N., K.A. Hobson e S. Larivière. 2000. Interactive effects of vegetation and predators on the success of natural and simulated nests of Grassland songbirds. *The Condor* 102(3): 629-634.
- Filliater, T.S., R. Breitwisch e P.M. Nealen. 1994. Predation on Northern cardinal nests: does choice of nest site matter? *The Condor* 96(3):761-768.

- França, L.C. e M.Â. Marini. 2009. Teste do efeito de borda na predação de ninhos naturais e artificiais no Cerrado. *Zoologia* 26(2): 241-250.
- França, L.F., N.O.M. Sousa, L.R. Santos, C. Duca, D.T. Gressler, F.J.A. Borges, L.E. Lopes, L.T. Manica, L.V. Paiva, R.C.S. Medeiros e M.Â. Marini. 2009. Passeriformes: nest predators and prey in a Neotropical Savannah in Central Brazil. *Zoologia* 26(4):799-802.
- Grantsau, R. 2010. *Guia completo para identificação das aves do Brasil*. Vol. 2, Editora Vento Verde, São Carlos, 1249 p.
- Granzinolli, M.A.M., R.J.G. Pereira e J.C. Motta-Junior. 2006. The Crowned Solitary-eagle *Harpyhaliaetus coronatus* (Accipitridae) in the cerrado of Estação Ecológica de Itirapina, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14(4): 429-432.
- Hansell, M. 1996. The function of lichen flakes and white spider cocoons on outer surface of bird's nests. *Journal of Natural History* 30: 303-311.
- Hansell, M. 2000. *Bird nests and their construction behaviour*. Cambridge University Press, Nova York, 280p.
- Hazin, M.C. e R.H. Macedo. 2006. Sooty tern nesting success as a function of nest location, density and vegetation type in a neotropical atoll. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14(3): 261-268.
- Holway, D.A. 1991. Nest-site selection and the importance of nest concealment in the Black-throated blue warbler. *The Condor* 93(3): 575-581.
- Kilgo, J.C., R.A. Sargent, B.R. Chapman e K.V. Miller. 1996. Nest site selection by Hooded Warblers in bottomland hardwoods of South Carolina. *The Wilson Bulletin* 108(1): 53-60.

- Kolada, E.J. 2009. Ecological factors influencing nest survival of Greater Sage-Grouse in Mono County, California. *The Journal of Wildlife Management* 73(8): 1341-1347.
- Lack, D. 1947. The significance of clutch size. *Ibis* 89(2): 302–352.
- Lopes, L.E. e M.Â. Marini. 2005. Biologia reprodutiva de *Suiriri affinis* e *S. islerorum* (Aves: Tyrannidae) no cerrado do Brasil Central. *Papeis Avulsos de Zoologia* 45(12): 127-141.
- Manica, L.T. e M.Â. Marini. 2012. Helpers at the nest of White-banded Tanager *Neothraupis fasciata* benefit male breeders but do not increase reproductive success. *Journal of Ornithology* 153(1): 149–159.
- Marini, M.Â. e R. Cavalcanti. 1990. Habitat and foraging substrate use of three *Basileuterus* warblers from Central Brazil. *Ornitologia Neotropical* 4(2): 69-76.
- Marini, M.Â., J.C. Motta-Junior, L.A.S. Vasconcellos e R.B. Cavalcanti. 1997. Avian body masses from the Cerrado region of Central Brazil. *Ornitologia Neotropical* 8(1): 93-99.
- Marini, M.Â., N.O. Matos, F.J.A. Borges e M.B. Silveira. 2009. Reproductive biology of *Elaenia cristata* (Aves: Tyrannidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Neotropical Biology and Conservation* 4(1): 3-12.
- Martin, T.E. 1993. Nest predation and nest sites. *BioScience* 43(8): 523-532.
- Martin, T.E. 1995. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predators, and food. *Ecological Monographs* 65(1): 101-127.
- Martin, T.E. 1996. Life story evolution in tropical and south temperate birds: What do we really know? *Journal of Avian Biology* 27(4): 263-272.
- Martin, T.E. e J. J. Roper. 1988. Nest predation and nest site selection of a western population of the Hermit Thrush. *The Condor* 90(1): 51-57.

- Medeiros, R.C.S. 2004. *Biologia e sucesso reprodutivo de Elaenia chiriquensis albivertex Pelzeni, 1868 (Aves, Tyrannidae) em cerrado do Brasil Central*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Medeiros, R.C.S. e M.Â. Marini. 2007. Biologia reprodutiva de *Elaenia chiriquensis* (Lawrence) (Aves, Tyrannidae) em Cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 12-20.
- Medlin, E.C. e T.S. Risch. 2006. An experimental test of snake skin use to deter nest predation. *The Condor* 108(4): 963-965.
- Mezquida, E.T. 2004. Nest site selection and nesting success of five species of passerines in a South American open Prosopis woodland. *Journal of Ornithology* 145(1): 16–22.
- Møller, A.P. 1989. Clutch size, nest predation, and distribution of avian unequal competitors in a patchy environment. *Ecology* 72(4): 1336-1349.
- Montgomery, R.D. e P.J. Weatherhead. 1988. Risks and rewards of nest defense by parent birds. *The Quarterly Review of Biology* 63(2): 167-187.
- Motta-Junior, J.C., M.A.M. Granzinolli e P.F. Develey. 2008. Aves da Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* 8: 207-227.
- Myers, N., Mittermeier, N.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. e J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Paiva, L.V. 2008. *Fatores que determinam o sucesso reprodutivo de Elaenia chiriquensis (Aves: Tyrannidae) no Cerrado do Brasil Central*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Prokop, P. e A. Trnka. 2011. Why do grebes cover their nests? Laboratory and field tests of two alternative hypotheses. *Journal of Ethology* 29(1): 17-22.

- Ricklefs, R.E. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions to Zoology* 9: 1-48.
- Robinson, T.R., W.D. Robinson e E.C. Edwards. 2000. Breeding ecology and nest-site selection of song wrens in central Panama. *The Auk* 117(2): 345-354.
- Rodrigues, M. 2005. Corruíra, *Troglodytes musculus* (Troglodytidae) preda ninho de sabiá barranco, *Turdus leucomelas* (Turdidae). *Revista Brasileira de Ornitologia* 13(2): 187-189.
- Roper, J.J. 2000. Experimental analysis of nest-sites and nest predation for a neotropical bird: stuck between a rock and a hard place. *Ararajuba* 8(2): 85-91.
- Santos, L.R. e M.Â. Marini. 2010. Breeding biology of White-rumped Tanagers in central Brazil. *Journal of Field Ornithology* 81(3): 252-258.
- Sawaya, R.J., O.A.V. Marques e M. Martins. 2008. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 8(2): 127-149.
- Schuetz, J.G. 2004. Common waxbills use carnivore scat to reduce the risk of nest predation. *Behavioral Ecology* 16(1): 133-137.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro.
- Skutch, A.F. 1949. Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *Ibis* 91: 430-455.
- Skutch, A.F. 1985. Clutch size, nesting success, and predation on nests of Neotropical birds, reviewed. *Ornithological Monographs* 36: 575-594.
- Söderström, B., T. Part e J. Rydén. 1998. Different nest predator faunas and nest predation risk on ground and shrub nests at forest ecotones: an experiment and a review. *Oecologia* 117: 108-118.

- Sousa, N.O. 2008. *Teste de fatores que afetam o tamanho da ninhada de Elaenia chiriquensis no Cerrado do Brasil Central*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Telles, M. e M.M. Dias. 2010. Bird communities in two fragments of Cerrado in Itirapina, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 70(3): 537-550.
- Traylor, J.J., R.T. Alisauskas e F.P. Kehoe. 2004. Nesting ecology of White-winged scoters (*Melanita fusca deglandi*) at Redberry lake, Saskatchewan. *The Auk* 121(3): 950–962.
- Weidinger, K. 2002. Interactive effects of concealment, parental behavior and predators on the survival of open passerine nests. *Journal of Animal Ecology* 71(3): 424–437.
- Willis, E.O. 2004. Birds of a habitat spectrum in the Itirapina savanna, São Paulo, Brazil (1982-2003). *Brazilian Journal of Biology* 64(4): 901-910.
- Zanchetta, D. (Org.) 2006. *Plano de manejo das unidades integradas de Itirapina, SP*. Itirapina, São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo.

CAPÍTULO 1

História natural de *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo



RESUMO

Elaenia chiriquensis é uma ave migratória em alguns estados do Brasil, entre eles o estado de São Paulo. No entanto, suas rotas migratórias são, ainda, pouco conhecidas. Aspectos relacionados à história natural da espécie, especialmente os relacionados à reprodução, são bastante conhecidos para as populações que nidificam em áreas de Cerrado no Brasil Central. Entretanto, quase não há informação disponível sobre as populações que nidificam em outras áreas. Nesse capítulo, buscamos descrever aspectos comportamentais relacionados ao estabelecimento e nidificação de *E. chiriquensis* em uma área de Cerrado disjunto, no estado de São Paulo. Registramos as datas de chegada e partida de *Elaenia chiriquensis*, além de comportamentos de canto e alimentação ao longo do período de permanência dos indivíduos em nossa área de estudo. No que se refere à nidificação, descrevemos as datas de encontro dos primeiros e últimos ninhos ativos, disposição dos ninhos sobre a vegetação e materiais usados na construção dos ninhos. Finalmente, descrevemos situações em que foi possível identificarmos os predadores dos ninhos. A comparação de nossos dados aos dados de populações que nidificam no Brasil Central revela que a população de São Paulo chega e inicia sua reprodução algumas semanas após a chegada e nidificação das populações do Brasil Central. Isso corrobora a hipótese de que a espécie nidifica na região amazônica e/ou sugere que as populações sejam provenientes de áreas de invernada distintas. A forma como os ninhos são dispostos na vegetação, bem como os materiais usados em sua construção são bastante diferentes. Isso indica a grande influência do ambiente sobre esses componentes da história natural da espécie. Em termos de predação dos ninhos, as aves de pequeno porte parecem ser de grande

importância, resultado que corrobora outros estudos. A comparação dos dados revela semelhanças e diferenças entre as populações, o que nos faz refletir sobre a influência genética e ambiental sobre a história de vida da espécie.

ABSTRACT

Elaenia chiriquensis is a migratory bird in some states of Brazil, including the state of São Paulo. However, their migratory routes are little known. Aspects related to the natural history of the species, especially those related to reproduction, are well known for populations that nest in areas of Cerrado in central Brazil. However, almost no information is available on populations that nest in other areas. In this chapter, we describe behavioral aspects related to the establishment and breeding *E. chiriquensis* in a Cerrado area in the state of São Paulo. We registered the dates of arrival and departure of *Elaenia chiriquensis*, and registered singing and feeding behavior of individuals in our study area. We also show dates of the first and last active nests, place of nests on vegetation and materials used in their construction. Finally, we describe situations where it was possible to identify nests' predators. The comparison of our data with data from populations that nest in Central Brazil reveals that the population of São Paulo arrives and starts breeding a few weeks after arrival and nesting populations of Central Brazil. This corroborates the hypothesis that the species nests in the Amazon region and / or suggest that populations come from different wintering areas. The manner in which the nests are arranged in the vegetation as well as the materials used in its construction are quite different. This indicates the great influence of the environment on these components of the natural history of the species. In terms of nest predation, the small birds appear to be of great importance, a result that corroborates other studies. Comparison of the data reveals similarities and differences between populations, which make us reflect on the genetic and environmental influence on the life history of the species.

INTRODUÇÃO

Elaenia chiriquensis é um Passeriforme (Tyrannidae) migratório para alguns estados brasileiros onde ocorre (Marini e Cavalcanti 1990, Medeiros e Marini 2007, Paiva e Marini no prelo), entre eles, o estado de São Paulo (Motta Junior et al. 2008). Suas rotas de migração não são bem conhecidas (Marini e Cavalcanti 1990, Alves 2007), mas Marini e Cavalcanti (1990) sugerem população migratória com reprodução na região centro-sul do país, entre os paralelos 15° e 24° sul, e invernada no Centro-Oeste e Amazônia. Sick (1997) acredita que as diferentes populações possam ter rotas distintas, o que dificulta o estudo das espécies migratórias.

Elaenia chiriquensis se reproduz no Brasil central entre setembro e dezembro (Medeiros e Marini 2007, Paiva e Marini no prelo). Neste período, os indivíduos formam pares reprodutivos e o sistema de acasalamento inclui altas taxas de cópula extrapar, quando comparadas às de outras espécies neotropicais, como *E. flavogaster* (Stutchbury et al. 2007), representante do mesmo gênero e que pode ocorrer nas mesmas áreas que *E. chiriquensis* (Willis 2004, Motta-Junior et al. 2008, Paiva 2008).

Os indivíduos constroem ninhos em forma de taça ou tigela rasa com raízes ou inflorescências de gramíneas sobre a vegetação lenhosa (Narosky e Salvador 1998, Medeiros e Marini 2007). O período de construção leva em média cinco dias, mas pode variar de quatro a sete dias (Medeiros 2004). O tamanho da ninhada é de dois ovos, mas pode variar de um a três (Medeiros e Marini 2007). Como em grande parte das aves tropicais, apenas as fêmeas são encarregadas da construção dos ninhos e incubação dos ovos (Skutch 1949, 1960). Entretanto, machos e fêmeas alimentam a prole e defendem os ninhos (Narosky e Salvador 1998, obs. pess.). A incubação dura

13,4 ± 1,5 dias e se inicia após a postura do segundo ovo, que ocorre geralmente um ou dois dias após a postura do primeiro (Medeiros 2004). Os ninhegos recebem alimento dos adultos por aproximadamente 15 dias (Narosky e Salvador 1998, Medeiros e Marini 2007). Após saírem dos ninhos, os filhotes permanecem nas imediações e ainda recebem alimento dos adultos (Medeiros 2004). Nessa fase, apesar de fazerem voos curtos, são, ainda, dependentes dos adultos e vulneráveis à predação (Manoel Dias, com. pess.) (Anexo 1).

Os predadores de ninhos de *E. chiriquensis* registrados até o momento são aves, entre os quais destacam-se gralhas (*Cyanocorax cristatellus*) e alguns Passeriformes de pequeno porte, além de mamíferos (Medeiros 2004, França e Marini 2009, França et al. 2009).

Objetivos

Nesse capítulo, descrevemos aspectos da história natural da população de *Elaenia chiriquensis* que nidifica na Estação Ecológica de Itirapina e comparamos os dados às informações disponíveis na literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

(vide Apresentação)

Procedimento

Demarcamos uma área de 100 ha na porção norte da EEI (Figura 2, Introdução) que usamos para a busca de ninhos de *E. chiriquensis* ao longo de três estações reprodutivas consecutivas (2009 a 2011). Usamos o primeiro ano de coleta apenas como piloto. Portanto, apenas utilizamos os dados coletados nos anos de 2010 e 2011. Ao longo de todos os anos, fizemos campanhas de campo com duração de cinco ou seis dias por semana. A área em questão possui predomínio de três fisionomias vegetais: campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*, todas usadas por *E. chiriquensis* na nidificação.

Percorremos sistematicamente a área demarcada de agosto a janeiro de cada um dos dois anos de estudo (2010 e 2011). Acompanhamos as datas de chegada e partida de *E. chiriquensis* na EEI e fizemos registros, ao longo de ambas as estações reprodutivas, dos comportamentos (canto, forrageio, nidificação). Localizamos os pares reprodutivos de *E. chiriquensis*, que ocupam pequenos territórios (mais detalhes em Resultados e Discussão). Então fizemos a busca pelos ninhos na vegetação ou por meio da observação e acompanhamento dos comportamentos dos adultos (e.g., material de construção dos ninhos no bico) (Medeiros e Marini 2007). Como há outras espécies do gênero *Elaenia* na área de estudo (Willis 2004, Motta-Junior et al. 2008) e elas são bastante parecidas, assim que os ninhos eram encontrados confirmávamos a espécie por meio do canto dos adultos donos dos ninhos (Medeiros 2004). Marcamos cada ninho encontrado com uma fita de cetim de cor laranja posicionada na vegetação a aproximadamente 15 m de distância e georreferenciamos cada um deles com um receptor de GPS (Garmin eTrex Vista HCx).

Amostramos a altura dos ninhos (desde sua borda superior) ao solo e a distância dos ninhos vizinhos simultaneamente ativos (com distâncias menores que 30 metros) com o auxílio de uma trena de 50 metros.

RESULTADOS

Migração, forrageio e reprodução

Em 2010, registramos os primeiros indivíduos adultos de *E. chiriquensis* em nossa área de estudo no início da segunda quinzena de agosto (dia 17) e em 2011, o dia 19 de agosto foi o primeiro dia de registro. A espécie se torna comum na área apenas em setembro (segunda e terceira semanas). Nos dois anos de coleta de dados, começamos a encontrar os ninhos de *E. chiriquensis* no início de outubro (dia 2 em 2010 e dia 7 em 2011). Os indivíduos começam a deixar a área na segunda quinzena de dezembro, mas ainda é possível encontrar alguns poucos ninhos ativos no mês de janeiro (Figura 1).

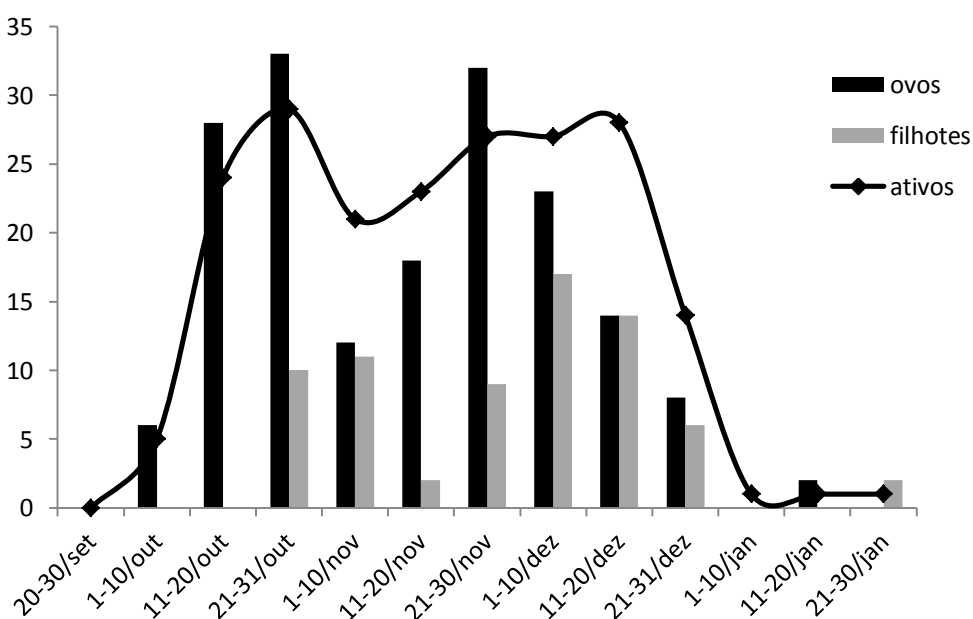


Figura 1. Número de ninhos ativos, ovos e filhotes de *Elaenia chiriquensis* entre setembro de 2010 e janeiro de 2011 na Estação Ecológica de Itirapina, região central do estado de São Paulo.

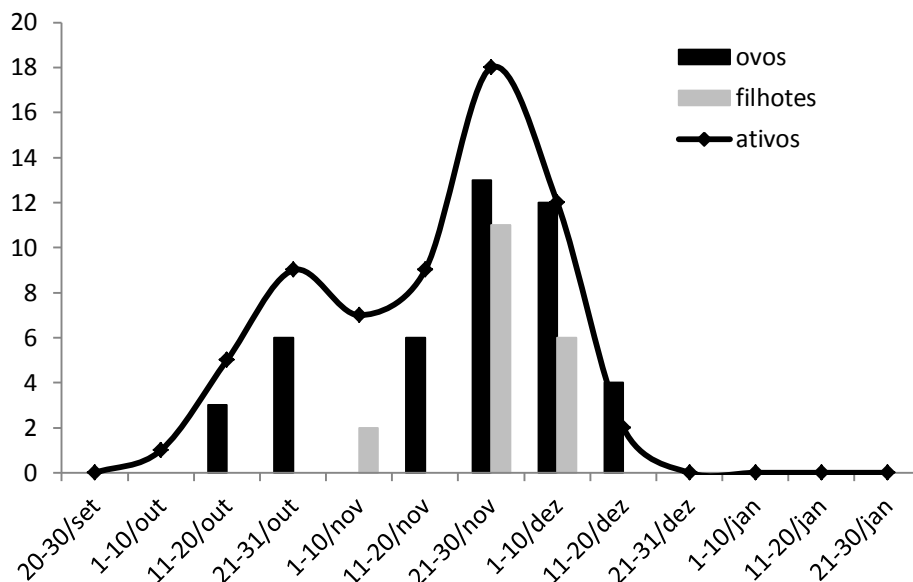


Figura 2. Número de ninhos ativos, ovos e filhotes de *Elaenia chiriquensis* entre setembro de 2011 e janeiro de 2012 na Estação Ecológica de Itirapina, região central do estado de São Paulo.

Assim que chegam, os indivíduos permanecem por algumas semanas exibindo um padrão de vocalização que se assemelha a “*tibum*” e, conforme avança o período reprodutivo, esse canto é substituído por “*uiu*” e “*uííí*”. Esses últimos parecem ser vocalizações associadas aos ninhos. Os casais com ninhos ativos na EEI exibiram esses últimos tipos de chamado. No fim das estações reprodutivas, as vocalizações eram novamente trocadas e antes de percebermos a redução da população na área, voltamos a registrar “*tibum*” com mais frequência.

A espécie também manifesta um terceiro tipo de canto, registrado com menos frequência que os demais. Nas semanas em que as duas vocalizações foram registradas, observamos alguns indivíduos sobre poleiros altos (acima de quatro metros) vocalizando por muito tempo um canto diferente dos dois anteriormente descritos. Nessas ocasiões, foi possível ouvir diversos indivíduos em toda a área de estudo em que percebemos sincronismo entre os cantos de diferentes indivíduos: era comum observarmos um deles iniciando esse comportamento e em pouco tempo os demais o acompanhavam.

Na chegada dos indivíduos, era comum vê-los forrageando e usando o canto “*tibum*”. *Elaenia chiriquensis* parece permanecer com esse comportamento por várias semanas e, nessas ocasiões, é comum vê-los sozinhos. Os indivíduos alimentaram-se de frutos (*Myrsine guianensis* é uma das mais consumidas na EEI) e insetos que capturavam em voo ou na vegetação. Era comum, em dias de chuva, como é típico para outras espécies de Tyrannidae, observarmos diversos indivíduos próximos se alimentando de formas aladas de cupim. Nas semanas que se sucedem os indivíduos aparentemente reduzem a frequência com que se alimentam e investem na nidificação. Nessa fase, a maior parte dos indivíduos organiza-se aos pares e é incomum ver indivíduos sozinhos. No fim da estação reprodutiva, os indivíduos voltam a exibir os comportamentos de forrageio e vocalização do tipo “*tibum*”.

Ninhos

Os ninhos foram, em 44,7% das vezes (n=21/47), construídos no encontro de três ramos, em arbustos e árvores de diversas espécies (Capítulo 2). Doze desses ninhos

(25,5%) foram construídos sobre um ou dois ramos e 13 deles (27,7%), sobre o encontro de mais de quatro ramos (máximo = 7).

A maior parte dos ninhos de *E. chiriquensis* na EEI é parcialmente revestida por líquens. Encontramos também, em menor frequência, ninhos com musgos, casulos/ootecas de artrópodes e folhas em sua parte externa. Observamos que os líquens, assim como as inflorescências de gramíneas usadas na construção dos ninhos, às vezes são trazidos pelos indivíduos de vegetais distantes do vegetal usado como suporte (até 70 m). Na parte externa dos ninhos, também são usadas teias de aranha, especialmente de *Parawixia bistriata* (Rengger) (Araneidae), espécie comum na área de estudo na estação chuvosa (obs. pess.) (Figura 3).

A altura dos ninhos que registramos em relação ao solo ($n = 91$) foi de $1,5 \pm 0,4$ m. A distância mínima que registramos entre ninhos simultaneamente ativos (com distância menor que 30 m) foi de 9 m e a distância média foi de $19,38 \pm 6,88$ m ($n = 18$).





Figura 3. Teias de aranha usadas na construção dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina entre 2010 e 2011.

Predadores

Apesar de não termos feito a identificação sistemática dos predadores de ninhos de *E. chiriquensis*, temos evidências de que as aves constituem um grupo de grande importância na predação de ninhos na área de estudo. Entre 2009 e 2011 presenciamos *Cypholophus guianensis* (n = 1), *Saltator atricollis* (n = 3) e *Cypsnagra hirundinacea* (n = 4) (Anexos 2 e 3) predando ovos de *E. chiriquensis*.

No dia 13 de novembro de 2010, observamos um grupo de três indivíduos de *C. hirundinacea* predando um ninho. Um dos indivíduos furou a casca de um ovo e consumiu seu conteúdo. Enquanto isso, os outros dois indivíduos eram atacados pelos dois parentais. Por alguns minutos, os predadores se revezaram no consumo do conteúdo do ovo. Alguns minutos após os predadores deixarem o ninho, um dos

adultos levou os vestígios do ovo predado para longe do ninho, provavelmente para evitar a atração de outros predadores ao ninho, embora este já estivesse vazio. Os adultos permaneceram nas imediações do ninho predado por algumas horas, bastante agitados.

Em outra oportunidade, em 10 de outubro de 2011, presenciamos outro ataque a um ninho de *E. chiriquensis*. Dessa vez, observamos um adulto de *C. hirundinacea* com um ovo no bico, a 18 metros do ninho. Os parentais investiram contra o predador, que, após deixar o ovo cair no chão, afastou-se do local. Nas duas ocasiões, os adultos de *E. chiriquensis* exibiram bastante agitação com a aproximação e investida nos ninhos pelas aves.

No caso das predações por *C. guianensis* e *S. atricollis*, ouvimos os adultos de *E. chiriquensis* vocalizarem vigorosamente e chegamos aos ninhos imediatamente após os ovos terem sido derrubados no chão. Em ambas as situações, os predadores continuavam nas imediações e eram vigorosamente atacados pelos adultos.

Ao longo dos anos de estudo, também presenciamos algumas situações de defesa bem sucedidas dos ninhos pelos adultos de *E. chiriquensis*. Entre as espécies repelidas pelos indivíduos, estão as três anteriormente mencionadas, além de *Neothraupis fasciata*, *Nystalus chacuru*, *Myiarchus ferox* e *Schistochlamys ruficapillus* (Anexos 2 e 3).

Um experimento realizado por Paneczeko et al. (em prep.) entre setembro e dezembro de 2011, na mesma área de estudo, também mostrou a importância das aves como predadoras de ninhos da espécie. Estes autores realizaram um experimento com ninhos de *E. chiriquensis* contendo, cada um, dois ovos de plasticina branca atóxica costurados com linha branca ao fundo dos ninhos. Os ovos tinham as mesmas

dimensões que ovos reais da espécie (Medeiros e Marini 2007). Paneczko et al. (em prep.) simularam as condições de ninhos naturais usando a mesma disposição dos ninhos naturais na vegetação e tempo de exposição (período de incubação). As marcas deixadas na plasticina pelos predadores permitiram a conclusão, por estes autores, de que a maior parte dos ninhos foi predada por aves.

Além das aves, observamos também comportamentos de um roedor (*Oligoryzomys* sp.) e de dois indivíduos de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) que nos levam a acreditar que esses animais são predadores de ninhos. Encontramos o roedor em questão sobre um ninho recém construído do beija-flor *Eupetomena macroura* (Telles et al. submetido) e flagramos o lobo-guará investigando um ninho vazio de *E. chiriquensis* que havíamos acabado de encontrar. No dia 3 de outubro de 2010, um indivíduo jovem de lobo-guará fez com que aves de espécies distintas formassem um bando que alarmava continuamente, provavelmente para afungentar ou intimidar o animal. Faziam parte desse bando três indivíduos de *Mimus saturninus*, um casal de *Neothraupis fasciata*, um casal de *Elaenia chiriquensis*, quatro indivíduos de *Cypsnagra hirundinaceae* e três indivíduos de *Saltator atricollis*.

DISCUSSÃO

Migração, forrageio e reprodução

Elaenia chiriquensis aparentemente chega à EEI pouco depois de sua chegada às áreas de Cerrado no Planalto Central. Segundo Paiva e Marini (no prelo), o dia 24 de agosto corresponde à data média de chegada (três semanas após os primeiros registros) de três anos de estudo. O retorno dos indivíduos às áreas de invernada

também parece ser mais tardio que nas áreas no Brasil Central. Paiva e Marini (no prelo) relatam que o dia 22 de dezembro foi o último dia de registro de indivíduos na área estudada. Nessa época ainda registramos ninhos ativos na EEI. Essas informações são importantes para conhecermos as rotas migratórias da espécie (Alves 2007). A análise de nossos dados e dos dados de Paiva e Marini (no prelo) nos permite sugerir que: (1) o padrão de migração da espécie pode ocorrer conforme o previsto por Marini e Cavalcanti (1990), pois as aves chegam no Brasil Central mais precocemente que no estado de São Paulo ou que (2) as populações que se reproduzem em São Paulo e no Distrito Federal são provenientes de áreas de invernada distintas.

No Planalto Central, os primeiros ninhos são encontrados, na maior parte dos anos de estudo, aproximadamente na metade do mês de setembro (Medeiros e Marini 2007, Paiva 2008). Essa é outra evidência de que *E. chiriquensis* provavelmente chega mais tardiamente à EEI, já que começamos a encontrar os ninhos no início de outubro. Novamente, se ambas as populações são provenientes do mesmo local de invernada, a hipótese de que vem das regiões Norte e Centro-Oeste é plausível (Marini e Cavalcanti 1990). De acordo com Paiva (2008), os ninhos começam a se tornar menos frequentes no Planalto Central na segunda quinzena de novembro, ocasião em que a quantidade de ninhos na EEI ainda é alta (Figuras 1 e 2).

O padrão que encontramos de quantidade de ninhos ativos, número de ovos e ninhegos ao longo das duas estações reprodutivas é semelhante ao padrão encontrado por outros autores, em estudos conduzidos em áreas do Brasil Central (Medeiros e Marini 2007, Paiva e Marini no prelo). De acordo com esses autores, o padrão bimodal de número de ninhos ativos (Figuras 1 e 2) pode ser explicado de duas formas: (1) os casais de *E. chiriquensis* fazem uma segunda tentativa reprodutiva porque na primeira

não foram bem sucedidos ou (2) os casais fazem a segunda tentativa, independentemente do sucesso ou não na primeira tentativa. Em nosso estudo, não anilhamos as aves. Assim, não podemos inferir acerca da segunda tentativa de nidificação dos casais. No entanto, registramos a reutilização de um ninho por um casal de *E. chiriquensis* mesmo após o sucesso da primeira ninhada. Esse dado parece corroborar a hipótese de Paiva e Marini (no prelo) de que *E. chiriquensis* faz a segunda tentativa de nidificação independentemente do sucesso ou não da primeira. De acordo com Stutchbury e Morton (2001), é comum aves de áreas tropicais nidificarem mais de uma vez na mesma estação reprodutiva.

Quanto às duas vocalizações mais comumente registradas, nossas observações estão precisamente de acordo com Medeiros (2004) no que diz respeito aos períodos e situações em que ocorrem. O terceiro tipo de vocalização registrado na EEI pode estar relacionado ao estabelecimento de territórios, já que aparentemente antecede a nidificação. Acreditamos, portanto, que os machos sejam os responsáveis pela exibição dessa vocalização. Stutchbury et al. (2007) também observaram um terceiro canto para a espécie, mas chamaram a vocalização de “canto da madrugada”, uma vez que ela só foi registrada no amanhecer, por esses autores. Se o canto que Stutchbury et al. (2007) observaram é o mesmo que registramos, discordamos da denominação que deram, pois nossos registros não se limitaram apenas às primeiras horas do dia.

No que se refere à alimentação de *E. chiriquensis* na EEI, o consumo de frutos é comum para a espécie (Marini e Cavalcanti 1998), assim como o consumo de insetos, inclusive de cupins em épocas de revoada de cupins (Gussoni e Campos 2003). *Elaenia chiriquensis* parece ter um padrão de alimentação misto (Sick 1997). Assim como os adultos, os filhotes também possuem dieta onívora. Medeiros (2004) observou grande

quantidade de frutos em suas fezes e nós presenciamos, por diversas vezes, frutos e insetos sendo entregues aos ninhegos. No entanto, são necessárias informações detalhadas a respeito da dieta fornecida pelos adultos aos filhotes.

Ninhos

Os dados de altura dos ninhos em relação ao solo para ambas as localidades (Planalto Central e EEI) são bastante similares. Medeiros (2004) registrou média de $1,6 \pm 0,3$ m dos ninhos ao solo. A distância entre os ninhos simultaneamente ativos (para ninhos com distância menor que 30 m) é algo difícil de ser amostrado, pois consideramos que não encontramos todos os ninhos vizinhos. Sugerimos, portanto, que esse dado seja utilizado com cautela. Medeiros e Marini (2007) registraram média entre ninhos vizinhos ativos e distância mínima superiores às nossas ($27,7 \pm 1,8$ m entre ninhos vizinhos e $21,9$ m de distância mínima). Stutchbury et al. (2007) registraram 76 ± 22 m entre ninhos vizinhos, distância maior que a nossa e de Medeiros e Marini (2007).

Nossos dados e os de Medeiros e Marini (2007) sugerem que os territórios ocupados pelos casais são pequenos. A grande quantidade de encontros agonísticos entre indivíduos de *E. chiriquensis* que observamos nos dois anos de estudo parecem corroborar essa informação. Os encontros parecem ocorrer nos limites dos territórios dos casais e provavelmente estão relacionados à defesa dos territórios e/ou defesa dos ninhos. Corroborando essa ideia, Medeiros (2004) e França et al. (2009) registraram a predação de ninhos de *E. chiriquensis* por indivíduos da mesma espécie.

Quanto ao tipo de material usado na construção dos ninhos, diferentemente dos registros feitos em outras localidades (Narosky e Salvador 1998, Medeiros 2004, Paiva 2008), a maioria dos ninhos de *E. chiriquensis* na EEI possui líquens em sua parte externa. Os líquens são usados na construção dos ninhos de outras espécies do gênero *Elaenia* (Narosky e Salvador 1998, de La Peña 2006) e são comuns também em ninhos de espécies pouco aparentadas a elas (Hansell 2000).

Medeiros (2004) descreve a utilização de diversos outros tipos de materiais colocados na parte externa dos ninhos, tais como capítulos e pecíolos de flores, sementes, grânulos de terra, paina, plúmulas e folhas, geralmente em fragmentos. A mesma autora sugere que esses materiais servem como adorno ou camuflagem. À exceção das folhas, não observamos nenhum dos outros materiais descritos em Medeiros (2004). Observamos apenas dois ninhos com folhas inteiras ou fragmentos de folhas presos com teias de aranha à sua parte externa. Diferentemente dessa autora, também observamos casulos/ootecas de artrópodes na parte externa dos ninhos.

De acordo com Hansell (2000), materiais não estruturais podem ser usados na impermeabilização, camuflagem ou termorregulação dos ninhos (mais detalhes no Capítulo 2). No caso dos líquens, Hansell (1996) acredita que podem dar a impressão aos predadores, de que são partes do caule sendo atravessadas por feixes de luz, já que são de coloração bastante clara. De acordo com esse mesmo autor, isso faz com que sejam menos predados, pois possivelmente os predadores detectam os ninhos a partir da observação de uma massa opaca na vegetação. Essa estratégia é conhecida como camuflagem por coloração disruptiva e é caracterizada pela interrupção de uma superfície homogênea por formas e/ou cores diferentes (Merilaita e Lind 2005).

As teias, segundo Medeiros (2004) e Hansell (2000), ajudam no acabamento e na fixação dos ninhos aos ramos sobre os quais são construídos. De fato, é relativamente comum observarmos fios de teia ligando os ninhos às partes vegetais que servem de suporte (Figura 3).

Para a construção dos ninhos as aves utilizam os materiais que estão disponíveis em cada ambiente (Hansell 2000). Portanto, o uso de diferentes materiais pelas populações de *E. chiriquensis* que nidificam na EEI e no Brasil Central é esperado e mostra a grande influencia exercida pelo ambiente na história natural da espécie.

A grande variação de padrões observados na população de *E. chiriquensis* da EEI em relação às populações do Brasil Central demanda mais estudos, inclusive envolvendo a coleta de sangue dos indivíduos. Futuras investigações poderão elucidar a relação de parentesco entre as populações e, portanto, tornar mais claras as influências genéticas e ambientais nos padrões comportamentais das aves.

Predadores

Algumas das espécies de predadores em nossa área de estudo já haviam sido observadas predando ninhos de *E. chiriquensis* no Brasil central (Medeiros 2004, França e Marini 2009, França et al. 2009). Os eventos que presenciamos fornecem pistas sobre quem são os predadores, como ocorre a predação, além de ajudar a explicar porque é comum não encontrarmos vestígios de predação nos ninhos. Apesar de termos feito poucos registros, aparentemente pequenos Passeriformes são predadores de ninhos importantes em nossa área de estudo, resultado que corrobora França et al. (2009). Assim, podemos considerar que uma porcentagem significativa

das predações ocorre de dia e que, portanto, a visualização dos ninhos deve ser importante para os predadores.

REFERÊNCIAS

- Alves, M.A.S. 2007. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15(2): 231-238.
- de La Peña, M.R. 2006. *Guía de fotos de nidos, huevos y pichones de aves argentinas*. Editoria Lola, 221p.
- França, L.C. e M.Â. Marini. 2009. Teste do efeito de borda na predação de ninhos naturais e artificiais no Cerrado. *Zoologia* 26(2): 241-250.
- França, L.F., N.O.M. Sousa, L.R. Santos, C. Duca, D.T. Gressler, F.J.A. Borges, L.E. Lopes, L.T. Manica, L.V. Paiva, R.C.S. Medeiros e M.Â. Marini. 2009. Passeriformes: nest predators and prey in a Neotropical Savannah in Central Brazil. *Zoologia* 26(4):799-802.
- Gussoni, C.O.A. e R.P. Campos. 2003. Registro de uma grande concentração de aves se alimentando de “aleluias” (Isoptera). *Lundiana* 4(1): 71.
- Hansell, M. 1996. The function of lichen flakes and white spider cocoons on outer surface of bird's nests. *Journal of Natural History* 30: 303-311.
- Hansell, M. 2000. *Bird nests and their construction behaviour*. Cambridge University Press, Nova York, 280p.
- Marini, M.Â. e R. Cavalcanti. 1990. Habitat and foraging substrate use of three *Basileuterus* warblers from Central Brazil. *Ornitologia Neotropical* 4(2): 69-76.

- Medeiros, R.C.S. 2004. *Biologia e sucesso reprodutivo de Elaenia chiriquensis albivertex Pelzeni, 1868 (Aves, Tyrannidae) em cerrado do Brasil Central*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Medeiros, R.C.S. e M.Â. Marini. 2007. Biologia reprodutiva de *Elaenia chiriquensis* (Lawrence) (Aves, Tyrannidae) em Cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 12-20.
- Merilaita, S. e J. Lind. 2005. Background-matching and disruptive coloration, and the evolution of cryptic coloration. *Proceedings of the Royal Society B* 272: 665-670.
- Motta-Junior, J.C., M.A.M. Granzinoli e P.F. Develey. 2008. Aves da Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* 8: 207-227.
- Narosky, T. e S.A. Salvador. 1998. *Nidificación de las aves argentinas - Tyrannidae*. Ed. Asociación Ornitológica Del Plata, Buenos Aires, 136p.
- Paiva, L.V. 2008. *Fatores que determinam o sucesso reprodutivo de Elaenia chiriquensis (Aves: Tyrannidae) no Cerrado do Brasil Central*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Paiva, L.V. e M.Â. Marini. no prelo. Timing of migration and breeding of the Lesser Elaenia (*Elaenia chiriquensis*) in a Neotropical Savanna.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro.
- Skutch, A.F. 1949. Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *Ibis* 91: 430-455.
- Skutch, A.F. 1960. Life histories of Central American birds. Vol. 2. *Pacific Coast Avifauna* 34: 1-593.
- Stutchbury, B.J.M. e E.S. Morton. 2001. *Behavioral Ecology of Tropical Birds*. Academic Press, San Diego. 165 p.

Stutchbury, B.J.M., E.S. Morton e B. Woolfenden. 2007. Comparison of the mating systems and breeding behavior of a resident and a migratory tropical flycatcher.

Journal of Field Ornithology 78(1): 40-49.

Willis, E.O. 2004. Birds of a habitat spectrum in the Itirapina savanna, São Paulo, Brazil

(1982-2003). *Brazilian Journal of Biology* 64(4): 901-910.

CAPÍTULO 2

Uso e seleção de hábitat de nidificação por *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo



RESUMO

Diante da intensa predação de ninhos, as aves exibem estratégias que visam o aumento da chance de sobrevivência da prole, entre elas, a seleção de habitats de nidificação seguros. Conhecer as características do ambiente selecionadas pelos indivíduos para a reprodução é fundamental para propormos estratégias de manejo e conservação das espécies e respectivos habitats. A pressão exercida pela predação varia em função da diversidade e abundância de predadores. No Cerrado, estudos recentes apontam as aves como importantes predadores de ninhos. Aves são animais essencialmente visuais e assim, os adultos devem selecionar características do habitat de nidificação que reduzem as chances de visualização dos ninhos. Nesse capítulo, buscamos identificar os elementos do ambiente selecionados por *Elaenia chiriquensis* para a nidificação em duas escalas espaciais: sítios e manchas de nidificação. Conduzimos o estudo nas estações reprodutivas (setembro a dezembro) de 2010 e 2011, em 100 ha de uma área protegida de Cerrado disjunto, localizada na região central do estado de São Paulo. Os adultos de *E. chiriquensis* não mostraram preferência por espécies vegetais como substrato dos ninhos e esse padrão não se alterou ao longo das estações reprodutivas. No entanto, observamos seleção de indivíduos com maior tamanho de copa e maior abundância de líquens no caule, elementos que podem ajudar a ocultar os ninhos e os comportamentos dos adultos. Também observamos preferência por indivíduos anemocóricos em relação aos zoocóricos e sugerimos que esses últimos possam atrair predadores aos ninhos. Quanto à seleção de manchas de nidificação, os indivíduos selecionaram áreas com maior densidade de vegetação lenhosa e maior abundância de *Aspidosperma*

tomentosum, a espécie mais usada como substrato dos ninhos. No entanto, a composição das manchas não foi uma característica importante aos indivíduos. Nossos resultados corroboram a hipótese da folhagem total e não estão de acordo com a hipótese dos sítios de presas em potencial, já que o tamanho da copa e a densidade de vegetação no entorno dos ninhos foram características mais importantes para os adultos que as espécies usadas como substrato ou a composição das manchas. Flagramos situações de predação dos ninhos e, na maior parte das vezes, as aves foram as responsáveis. Assim, possivelmente as características do hábitat de nidificação selecionadas pelos adultos reduzam as chances de visualização dos ninhos.

ABSTRACT

Nest predation is high, so that adult birds show strategies that tend to increase offspring survival. One of these strategies consists of selecting safer places to breed. Knowledge on the characteristics selected by adults is essential to propose management and conservation strategies of species and their habitats. Predation depends on predators' diversity and abundance. In Brazilian Savannas, birds are important nest predators. They are predominantly visual, so that adults should select sites where nests are less visible. In this chapter, we intent to evaluate the habitat elements that were selected by the Lesser Elaenia in two spacial scales: nest sites and nest patches. We also described a few breeding behaviors and compared them to data from other places. Finally, we describe some predation events, in which we could identify predators and their foraging strategies. We conducted the study in a 100 ha protected area of Brazilian Savanna, in São Paulo state, along two breeding seasons (September to December) in 2010 and 2011. Adults did not select plant species and this pattern did not change through time. However, we observed selection of plants with larger crowns and more lichen flakes on their stalks. We also observed preference for anemochoric plants, suggesting that zoochory can attract predators to the nests. Individuals also selected nest patches with higher density of plants and with more *Aspidosperma tomentosum*, the plant most used as nesting substrate. However, the composition of the nest patches was not an important characteristic. Our results corroborate the total foliage hypothesis and are not in agreement to the potential-prey-site hypothesis, since crown size and vegetation density near the nests were more important than species used as nest substrate or patches composition. We

witnessed a few predation events and birds were the main predators. In conclusion, adults seemed to select nest sites that contribute to nest concealment.

INTRODUÇÃO

Conhecer os elementos do hábitat importantes para a reprodução das aves é fundamental para a conservação das espécies. A reprodução garante a manutenção das populações nas áreas de ocorrência e esse conhecimento é central para propormos estratégias de manejo e conservação das espécies e dos ambientes onde ocorrem (Davis 2005, Gjerdrum et al. 2005). Esse tipo de informação é cada vez mais urgente, uma vez que as áreas naturais estão sendo intensamente degradadas (Machado et al. 2004) e cada vez há mais espécies ameaçadas, inclusive nas regiões tropicais (Myers et al. 2000, Primack e Rodrigues 2001, Marini e Garcia 2005).

Os indivíduos selecionam¹ determinadas características do meio para a nidificação sob a influência de fatores que tornam a ocupação do hábitat restrita (Martin 1987, Jones 2001, Mezquida 2004, Brightsmith 2005), tais como a disponibilidade de alimento, a proteção contra intempéries (e.g., tempestades) e contra predadores (Martin e Roper 1988, Li e Martin 1991, Martin 1996, Mezquida 2004). A predação é a maior causa de insucesso reprodutivo do grupo e, portanto, exerce grande influência na seleção do hábitat de nidificação pelos adultos (Martin 1998, Davis 2005).

As taxas e estratégias de predação variam de acordo com a comunidade de predadores de cada área. Diferentes grupos animais são considerados potenciais predadores de ninhos, entre eles répteis, aves e mamíferos (Söderström et al. 1998, Chalfoun et al. 2002, Roos 2002, Morton 2005). Trabalhos recentes sugerem as aves como importantes predadoras de ovos e ninhos (Mezquida e Marone 2002),

¹ Seleção de hábitat é a ocupação diferenciada dos hábitats pelos organismos ou espécies. A seleção de hábitat de nidificação ocorre quando há ocupação desproporcional de hábitat em relação à ocorrência na área para a nidificação. Trata, portanto, da relação entre utilização e disponibilidade de recursos (Johnson 1980, Jones 2001).

inclusive no Cerrado (França e Marini 2009, França et al. 2009). O grupo é essencialmente visual, o que reforça a hipótese de que os ninhos são possivelmente localizados visualmente (Kelly 1993, Filliater et al. 1994, Cresswell 1997, Nalwanga et al. 2004). É esperado, portanto, que os parentais selecionem habitats de nidificação que ocultem os ninhos e seus comportamentos (e.g., alimentação dos filhotes) (Skutch 1949, Martin 1993, Götmarck et al. 1995).

Os elementos do ambiente selecionados pelos adultos, em função da comunidade de predadores, variam para diferentes espécies e localidades. Características como a altura e a posição do ninho no vegetal de suporte (Li e Martin 1991, Davis 2005), presença de cobertura vegetal sobre o ninho (Mezquida 2004), densidade e heterogeneidade da vegetação nas imediações (Martin e Roper 1988, Kelly 1993, Martin 1993, Aguilar et al. 2008), distância à borda da vegetação (Medeiros 2004), distância dos ninhos de coespecíficos (Aguilar et al. 2008) e construção dos ninhos sob determinadas espécies (Alonso et al. 1991, Mezquida e Marone 2002) são características consideradas importantes na seleção do habitat de nidificação.

O habitat de nidificação pode ser estudado em diferentes escalas espaciais (Martin e Roper 1988, Dearborn e Sanchez 2001, Mezquida 2004). O indivíduo vegetal usado como substrato para a construção dos ninhos e suas características constituem o sítio de nidificação e a vegetação ao redor dos sítios faz parte da mancha de nidificação (Martin e Roper 1988, Martin 1993, Dearborn e Sanchez 2001). Áreas maiores, como os territórios e atributos do meio como um todo na área de estudo (e.g., abundância de certa espécie vegetal) também são comumente amostrados (Ricketts e Ritchison 2000, Dearborn e Sanchez 2001).

De acordo com Martin e Roper (1988) e Martin (1993), a disponibilidade de sítios de nidificação é um fator de grande influência nas taxas de predação. Essa ideia, conhecida por “hipótese dos sítios de presas em potencial” (ou “hipótese da agulha no palheiro”, segundo Filliater et al. 1994), sugere que quanto maior a densidade de vegetais com características dos indivíduos usados pelas aves para a nidificação (espécie, tamanho) nas imediações dos ninhos, menores as taxas de predação, já que os predadores devem investir muito esforço na busca. Essa hipótese pressupõe que os adultos tenham preferência por uma ou poucas espécies vegetais para a construção dos ninhos (Alonso et al. 1991). Filliater et al. (1994) propõem que o uso de espécies vegetais menos usadas como substrato pela população favoreça os ninhos, já que a busca dos predadores fica voltada aos sítios mais comuns.

Com relação à escolha dos substratos e composição da vegetação nas imediações dos ninhos, Boulton et al. (2003) sugerem que as aves evitam a nidificação próxima a vegetais com frutos, uma vez que essas plantas podem atrair predadores aos ninhos.

A “hipótese da folhagem total” é outra possível explicação da seleção do hábitat de nidificação (Martin e Roper 1988, Martin 1993). Ela sugere que a folhagem próxima aos ninhos deve reduzir as pistas visuais, olfativas e auditivas aos predadores e pode ocorrer simultânea ou independentemente da hipótese dos sítios de presas em potencial. No entanto, segundo os próprios autores, essa hipótese tem menos força que a primeira, visto que plantas com maior densidade de folhagem são menos usadas como substrato de ninhos que outras, mais abundantes nas manchas de nidificação.

A “hipótese do ninho escondido” (Filliater et al. 1994, Kilgo et al. 1996), que tem relação com a “hipótese da folhagem total” (Martin e Roper 1988, Martin 1993) prevê que ninhos menos aparentes aos predadores, independentemente da espécie em que

são construídos, possuem maior chance de sucesso. Os mesmos autores propõem que ninhos menos acessíveis sejam menos predados (“hipótese da inacessibilidade”), considerando menos acessíveis ninhos construídos em extremidades de ramos, plantas espinhosas ou sobre a vegetação flutuante.

Filliater et al. (1994) também propõem que ninhos em alturas diferentes das comumente usadas pelo restante da população (e.g., mais baixos ou mais altos) têm maiores chances de sucesso. Uma hipótese alternativa com relação à altura usada pelos adultos prevê que ninhos construídos em alturas medianas estão sob maior segurança, já que os mais altos são menos predados por animais terrestres e os mais baixos são menos predados por animais aéreos (Filliater et al. 1994). Quanto ao tamanho dos ninhos, Møller (1989) argumenta que ninhos menores são menos predados por serem mais dificilmente detectados na vegetação.

Diversos trabalhos avaliaram essas hipóteses. Alguns corroboraram as ideias, mas em muitos, os resultados obtidos diferem do esperado (Filliater et al. 1994, Kilgo et al. 1996, Mezquida 2004). Além da heterogeneidade dos resultados, todas essas hipóteses são intensamente testadas com espécies de ambientes temperados, mas ainda são poucos os trabalhos de seleção de hábitat de nidificação por aves de regiões tropicais.

Objetivos

Nesse capítulo, nosso principal objetivo é identificar as características do hábitat que os indivíduos de *Elaenia chiriquensis* usam e selecionam para a nidificação em

duas escalas espaciais: sítios e manchas de nidificação. Identificamos a seleção de elementos do meio visando responder especificamente às seguintes perguntas:

- 1) A frequência de uso das espécies vegetais que servem de substrato aos ninhos difere da frequência de disponibilidade na área de estudo?
- 2) As características dos substratos utilizados na nidificação (perímetro na altura do solo, altura, tamanho da copa e abundância de líquens no caule) diferem das características dos outros indivíduos disponíveis na área de estudo?
- 3) Existe relação entre a seleção dos substratos e as respectivas síndromes de dispersão? Ou seja, existe preferência por espécies anemocóricas ou zoocóricas, levando-se em consideração a frequência de ocorrência e disponibilidade das duas síndromes na área de estudo?
- 4) A variedade de espécies vegetais usadas como substrato dos ninhos se altera ao longo das estações reprodutivas?
- 5) Existe diferença de densidade e riqueza de vegetação lenhosa nas manchas de nidificação selecionadas e disponíveis?
- 6) Há diferença de abundância de espécies usadas como substrato para os ninhos nas manchas selecionadas e disponíveis?
- 7) Existe diferença na abundância de vegetais zoocóricos entre as manchas selecionadas e as disponíveis?

Esperamos encontrar preferência por poucas espécies vegetais e por certas características dessas plantas (Martin e Roper 1988, Alonso et al. 1991, Martin 1993, Filliater et al. 1994). Indivíduos com copa grande devem garantir mais proteção à prole (Filliater et al. 1994). A alta abundância de líquens nos caules dos substratos deve reduzir as chances de detecção dos ninhos. Vegetais anemocóricos devem ser mais

usados como substrato que zoocóricos, já que os últimos podem atrair predadores aos ninhos (Boulton et al. 2003). Também esperamos encontrar diferenças entre as espécies usadas no começo e no fim das estações reprodutivas, uma vez que a vegetação sofre a rebrota das folhas em momentos diferentes (obs. pess.). Ao fim das estações, quando mais espécies já rebrotaram, deve haver aumento na variedade de espécies utilizadas pelas aves como substratos. De acordo com Flaspohler et al. (2000), o ambiente se modifica ao longo da estação reprodutiva e, portanto, as características selecionadas pelos adultos nidificantes muda ao longo do tempo.

Em termos de seleção da mancha de nidificação, esperamos observar seleção de áreas com maior densidade e menor riqueza de vegetação lenhosa, além de maior abundância de espécies usadas como substrato dos ninhos. Essas características devem levar ao aumento do esforço de busca pelos predadores e à menor chance de detecção dos ninhos por esses animais (Martin e Roper 1988, Martin 1993, Kilgo et al. 1996). As fêmeas também devem preferir manchas com poucas fruteiras, especialmente as visitadas por aves. Conforme mencionado anteriormente, espécies zoocóricas, principalmente as ornitocóricas, usadas como substrato dos ninhos ou em suas imediações, podem atrair potenciais predadores (Boulton et al. 2003).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

(vide Apresentação)

Procedimento

Buscamos pelos ninhos conforme descrito no Capítulo 1. Optamos por restringir as buscas na área de 100 ha por duas principais razões: (1) estávamos interessados em avaliar o uso e a seleção de hábitat de nidificação dentro do território ocupado por cada casal, e não em relação ao Cerrado ou à EEI como um todo e (2) o monitoramento de uma área visitada com muita frequência permite o registro de certos comportamentos (e.g., encontros agonísticos), que nos auxiliam na compreensão dos padrões comportamentais da espécie em questão (e.g., limites dos territórios).

Após o fim da nidificação (após os ninhos terem sido predados ou terem tido sucesso), identificamos a espécie vegetal em que foram construídos e amostramos o perímetro do caule na altura do solo, a altura dos vegetais usados como suporte, o tamanho da copa (média entre o maior diâmetro e sua medida perpendicular, de acordo com Mezquida 2004) e a abundância de líquens sobre seus caules. Amostramos essa última variável por meio da classificação dos caules em cinco classes de abundância: 0 (sem líquens no caule), 1 (1 a 25% do caule coberto por líquens), 2 (26 a 50%), 3 (51 a 75%) e 4 (76 a 100%). Diante do pequeno número de indivíduos vegetais incluídos na categoria 0 ($n = 2$), analisamos os dados apenas com quatro categorias, juntando os dados das classes 0 e 1.

Em seguida, demarcamos, com barbante, uma parcela circular de 2,5 m de raio ao redor de cada vegetal usado como suporte dos ninhos. Estabelecemos o tamanho dessas parcelas, que consideramos como manchas de nidificação, a partir da observação da área usada pelos adultos para a vigilância dos ninhos e a partir da distância entre os ninhos vizinhos simultaneamente ativos (mais detalhes em Resultados e Discussão).

Em cada mancha (19,63 m²), identificamos as espécies lenhosas e amostramos sua abundância, perímetro na altura do solo, altura total, tamanho da copa e abundância de líquens. Consideramos lenhosos os indivíduos cujo perímetro na altura do solo ultrapassava 10 cm. Essa medida foi tomada com base no uso da amostragem que fizemos em 2009, em que verificamos uso de suportes com essa medida mínima por *E. chiriquensis*. Com as variáveis amostradas, obtivemos dados de densidade total e riqueza de indivíduos lenhosos, além da abundância de indivíduos zoocóricos, não necessariamente com frutos na ocasião, em cada mancha usada pelos adultos.

A distância entre os ninhos simultaneamente ativos dos casais pode ajudar a estimar o tamanho de seus territórios. Assim, a curta distância entre ninhos simultaneamente ativos de *E. chiriquensis* (Medeiros e Marini 2007, Stutchbury et al. 2007, Capítulo 1 do presente trabalho) sugere que aparentemente os casais ocupam pequenos territórios. Optamos, então, por amostrar as manchas de hábitat não usadas para nidificação pelos adultos dentro dos territórios dos casais (Dearborn e Sanchez 2001, Davis 2005, Aguilar et al. 2008) e as chamamos de disponíveis (Jones 2001). Adotamos esse procedimento para avaliarmos, especificamente, a seleção de manchas e sítios de nidificação, já que o hábitat em outras escalas espaciais (e.g., territórios) pode ser selecionado em função de fatores diferentes da predação, tais como a presença de áreas de forrageio. Com esse método, buscamos reduzir as chances de amostrarmos áreas que não são usadas pela espécie (Jones 2001).

Lançamos um dado de seis faces e, a partir da localização exata dos ninhos, seguimos por 15 m em linha reta o ângulo sorteado (Tabela 1) com o auxílio de bússola e trena. Então estabelecemos o vegetal lenhoso mais próximo do ponto sorteado como centro da parcela, que representou a mancha de hábitat disponível ao casal.

Fizemos a amostragem das manchas disponíveis da mesma forma que das manchas de nidificação. Utilizamos os vegetais amostrados nos dois tratamentos na determinação da frequência de ocorrência e disponibilidade das espécies vegetais na área de estudo.

Tabela 1. Faces do dado e respectivos ângulos sorteados usados no estabelecimento das manchas disponíveis aos casais de *Elaenia chiriquensis* a partir da localização dos ninhos da espécie na Estação Ecológica de Itirapina entre 2010 e 2011.

Face	ângulo (°)
1	60
2	120
3	180
4	240
5	300
6	360

Baseamos-nos em dados da literatura para a determinação das características do hábitat a serem consideradas, tanto nos sítios quanto nas manchas de nidificação. Assim, amostramos as características que foram relevantes, em termos de seleção, para outras espécies de aves (Martin e Roper 1988, Martin 1993, Filliater et al. 1994, Kilgo et al. 1996, Dearborn e Sanchez 2001, Mezquida 2004, Davis 2005). Entretanto, acreditávamos que as aves fossem as principais predadoras de ninhos em nossa área de estudo, conforme sugeriram França e Marini (2009) e França et al. (2009), que trabalharam com *E. chiriquensis* em áreas de Cerrado no Brasil Central. Além disso, a maior parte dos eventos de predação em 2009 aconteceu durante o dia. Neste ano, monitoramos os ninhos ativos no início da manhã e no fim da tarde. De dia, as aves são ativas e outros grupos, como os mamíferos, não. Assim, restringimos nossas variáveis amostradas e hipóteses testadas basicamente às que representavam características do

meio (e.g., visibilidade dos ninhos) selecionadas em função da influência da predação por aves.

Utilizamos apenas os ninhos de fato usados pelos adultos nas análises de seleção de sítios e manchas de nidificação.

Análises estatísticas

Utilizamos o teste do Qui-Quadrado para avaliarmos se houve diferença entre as frequências de uso como substrato e ocorrência dos vegetais lenhosos na área de estudo. Em caso de diferença significativa, utilizamos a estatística z de Bonferroni para identificarmos as diferenças para cada espécie vegetal (Neu et al. 1974, Byers e Steinhorst 1984). Em caso de seleção ou evitação, avaliamos se as características dos vegetais (e.g., tamanho de copa) tiveram influência nos resultados. Para tal, fizemos testes de permutação com 9999 aleatorizações comparando as populações usadas em frequências maiores ou menores que as esperadas e o restante das populações usadas como substrato dos ninhos.

Também utilizamos o teste do Qui-Quadrado para avaliarmos se a seleção esteve relacionada à síndrome de dispersão das plantas. Para isso, classificamos a vegetação lenhosa quanto às síndromes de dispersão com base em dados da literatura (Batalha e Mantovani 2000, Costa et al. 2004, Yakamoto et al. 2007, Silva et al. 2009, que seguem van der Pijl 1972). Em caso de resultado positivo, novamente avaliamos se as características dos vegetais (e.g., tamanho de copa) tiveram influência nos resultados. Assim, novamente fizemos testes de permutação com 9999 aleatorizações comparando os indivíduos anemocóricos e zoocóricos.

Para avaliarmos se houve diferença na variedade de uso de espécies vegetais no começo e no fim das estações reprodutivas, usamos a data média de postura do primeiro ovo em cada um dos anos de amostragem (14/11 em 2010 e 16/11 em 2011) e classificamos os ninhos em dois grupos: precoces e tardios. Em seguida, comparamos os grupos pelo teste do Qui-Quadrado.

Para avaliarmos se houve diferença entre as características dos vegetais usados como substrato dos ninhos e o restante da vegetação amostrada, verificamos a correlação entre as nossas variáveis com o teste de correlação de Pearson. Com as variáveis não correlacionadas, testamos a normalidade e a homocedasticidade usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados de tamanho de copa não atenderam a nenhuma dessas premissas e a transformação dos mesmos não resultou em dados normais e com variância homogênea. Assim, optamos por trabalhar apenas com as duas populações vegetais mais usadas como substrato dos ninhos, já que corresponderam a 33,8% (38/106) dos indivíduos usados (Tabela 2). Os dados novamente não eram normais e homocedásticos para nenhuma das populações de vegetais considerados. Então fizemos a transformação logarítmica e, em seguida, realizamos análises de variância (ANOVA), comparando os indivíduos usados como substratos, aos indivíduos amostrados nas manchas usadas e disponíveis. Os dados de abundância de líquens eram normais e homocedásticos e assim, prosseguimos com a análise de variância (ANOVA) para verificarmos possíveis diferenças entre os tratamentos. Em caso de resultados significativos, para ambas as variáveis testadas, utilizamos o teste de Tukey para verificarmos os pares de tratamentos diferentes.

Para testarmos as hipóteses relacionadas à seleção das manchas de nidificação pelos casais, realizamos testes t pareados para cada variável em questão (densidade,

riqueza, abundância de espécies zoocóricas e da espécie mais usada como substrato para os ninhos). Optamos pelo teste pareado para preservarmos as diferenças dos territórios dos casais e prosseguimos com o teste mesmo quando os dados não eram normais, dada sua robustez. Em função disso, avaliamos com cautela resultados marginalmente significativos.

Em todas as análises, trabalhamos com os dados dos dois anos de coleta juntos, já que o número de sítios e manchas amostrados em 2011 foi pequeno. Realizamos todas as análises no programa Statistica 8.0 (StatSoft 2007), exceto os testes de permutação, que realizamos no programa PAST 2.14 (Hammer et al. 2001). Os testes foram todos bicaudais e adotamos, para todas as análises, nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Encontramos 117 ninhos na estação reprodutiva de 2010 e 45 ninhos na estação de 2011. No entanto, utilizamos apenas 106 ninhos nas análises de seleção de hábitat de nidificação (85 encontrados em 2010 e 21 em 2011), já que somente nesses, observamos indícios de uso pelos indivíduos. Alguns ninhos construídos eram abandonados pelos adultos antes da postura dos ovos, comportamento que já havia sido observado para a espécie (Medeiros 2004). Assim, trabalhamos com 106 sítios de nidificação e 212 manchas de nidificação (106 usadas e 106 disponíveis).

Amostramos o total de 1803 vegetais lenhosos, pertencentes a mais de 50 espécies e a ao menos 23 famílias (Anexo 4). Os indivíduos de *E. chiriquensis* utilizaram 21 espécies vegetais como substrato dos ninhos em 2010 e 2011. A maior parte ($n = 25$, 23,5%) foi construída em *Aspidosperma tomentosum* Mart. (Apocynaceae). A segunda

espécie vegetal mais usada foi *Pouteria torta* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) (n = 13, 12,3%). As outras espécies tiveram contribuição relativamente pequena para o total de vegetais usados na construção dos ninhos (Tabela 2).

Utilizamos apenas 96 ninhos, construídos em 14 espécies, para o teste de seleção dos substratos, já que apenas esses atenderam às premissas do teste do Qui-Quadrado (Tabela 2). A hipótese de que não há relação entre a frequência de plantas usadas como substrato e a frequência de ocorrência e disponibilidade dos vegetais na área de estudo foi rejeitada ($p < 0,001$, $X^2 = 76,85$, $gl = 13$).

Tabela 2. Espécies vegetais usadas como suporte para ninhos: número de plantas com e sem ninhos de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina em 2010 e 2011. Espécies estão organizadas quanto à frequência decrescente de uso pelos indivíduos. Nomenclatura e classificação seguem Plantminer (Carvalho et al. 2010).

Espécies	Famílias	Síndrome de dispersão [‡]	Indivíduos não usados	Indivíduos usados
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Apocynaceae	ANE	187	25
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	ZOO	213	13
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	ZOO	50	6
<i>Annona crassiflora</i> (Mart.)	Annonaceae	ZOO	44	6
<i>Annona coriacea</i> (Mart.)	Annonaceae	ZOO	22	6
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kunt	Primulaceae	ZOO	310	6
<i>Tabebuia ochracea</i> A.H. Gentry	Bignoniaceae	ANE	150	5
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	Erythroxylaceae	ZOO	40	5
<i>Diospyros hispida</i> A.DC	Ebenaceae	ZOO	85	5
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Asteraceae	ANE	12	5
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	ANE	9	5
<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	Calophyllaceae	ANE	44	3
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	ZOO	9	3
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	ZOO	7	3
<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos *	Myrtaceae	ZOO	14	2
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns *	Malvaceae	ANE	12	2
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth *	Malpighiaceae	ZOO	155	2
<i>Connarus suberosus</i> Planch. *	Connaraceae	ZOO	35	1

<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham. *	Lamiaceae	ZOO	29	1
<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera *	Asteraceae	ANE	4	1
<i>Cedrela odorata</i> L. *	Meliaceae	ANE	0	1
Total			1431	106

*dados não utilizados no teste do Qui-Quadrado de seleção de vegetais usados como suporte dos ninhos (máximo de 25% valores < 5)

síndrome de dispersão[‡]: ANE – dispersão pelo vento (anemocórica); ZOO - dispersão por animais (zoocórica)

O teste *post hoc* de verificação de seleção de cada espécie sugeriu que, das 14 espécies usadas para a construção dos ninhos, apenas duas, *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Primulaceae) e *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) foram usadas em frequências diferentes das frequências de ocorrência na área de estudo. Ambas foram usadas em proporções menores que as esperadas, ou seja, aparentemente foram evitadas por *E. chiriquensis*. Os testes de permutação para avaliação de seleção dessas duas espécies em função de características importantes às aves (e.g., tamanho de copa) indicaram que *M. guianensis* e *T. ochracea* possuem copas menores que o restante das espécies vegetais usadas como substrato dos ninhos ($p = 0,02$ e $p < 0,001$, respectivamente). As outras 12 espécies vegetais foram utilizadas como suporte de ninhos dentro das frequências esperadas e, portanto, nenhuma delas foi selecionada (Tabela 3).

Observamos que não houve diferença quanto à variedade de espécies usadas como substrato para ninhos precoces e tardios ($p = 0,14$, $\chi^2 = 5,45$, g.l. = 3) (Figura 1). No entanto, testamos essa diferença para apenas quatro (*A. tomentosum*, *Pouteria torta*, *Annona crassiflora* e *A. coriacea*) das 21 espécies usadas como suporte, dadas as exigências no teste do Qui-Quadrado e nosso baixo número de amostras.

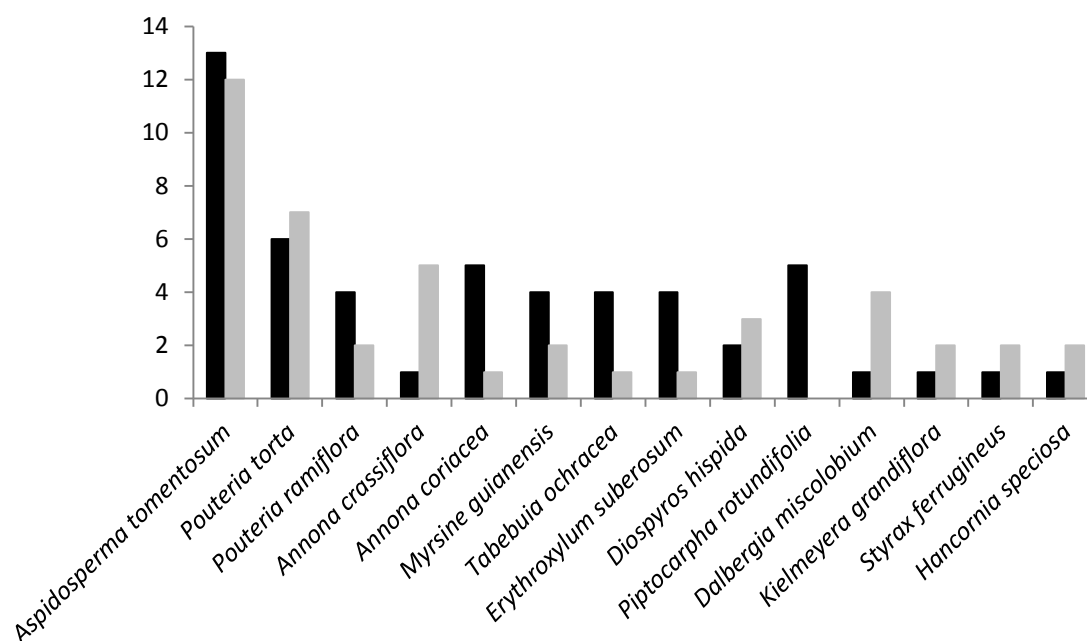


Figura 1. Principais espécies usadas como substrato para ninhos precoces (barras pretas) e tardios (barras cinzentas) de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina entre 2010 e 2011. Em função das exigências do teste do Qui-quadrado, apenas quatro das espécies (*Aspidosperma tomentosum*, *Pouteria torta*, *Annona crassiflora* e *A. coriacea* foram avaliadas quanto à variação temporal de uso por *Elaenia chiriquensis*).

Tabela 3. Seleção dos vegetais usados como suporte dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina, nas estações reprodutivas de 2010 e 2011.

Espécie	Total de ocorrência	Proporção de ocorrência (P_{i0})	Número de ninhos observados	Número de ninhos esperados	Proporção observada em cada espécie (P_i)	Intervalo de confiança da proporção de ocorrência
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	212	0.166	25	15.92	0.260	$0,129 \leq p_1 \leq 0,390$
<i>Pouteria torta</i>	226	0.177	13	16.98	0.135	$0,033 \leq p_2 \leq 0,236$
<i>Pouteria ramiflora</i>	56	0.044	6	4.21	0.063	$0,000 \leq p_3 \leq 0,135$
<i>Annona crassiflora</i>	50	0.039	6	3.76	0.063	$0,000 \leq p_4 \leq 0,135$
<i>Annona coriacea</i>	28	0.022	6	2.10	0.063	$0,000 \leq p_5 \leq 0,135$
<i>Myrsine guianensis</i>	316	0.247	6	23.74	0.063	$0,000 \leq p_6 \leq 0,135$
<i>Tabebuia ochracea</i>	155	0.121	5	11.64	0.052	$0,000 \leq p_7 \leq 0,118$
<i>Erythroxylum suberosum</i>	45	0.035	5	3.38	0.052	$0,000 \leq p_8 \leq 0,118$
<i>Diospyros hispida</i>	90	0.070	5	6.76	0.052	$0,000 \leq p_9 \leq 0,118$
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	17	0.013	5	1.28	0.052	$0,000 \leq p_{10} \leq 0,118$
<i>Dalbergia miscolobium</i>	14	0.011	5	1.05	0.052	$0,000 \leq p_{11} \leq 0,118$
<i>Kielmeyera grandiflora</i>	47	0.037	3	3.53	0.031	$0,000 \leq p_{12} \leq 0,082$
<i>Styrax ferrugineus</i>	12	0.009	3	0.90	0.031	$0,000 \leq p_{13} \leq 0,082$
<i>Hancornia speciosa</i>	10	0.008	3	0.75	0.031	$0,000 \leq p_{14} \leq 0,082$
Total	1278		96	96		

Intervalos de confiança, calculados a partir da estatística z de Bonferroni, que indica a utilização dos vegetais em maior ou menor frequência que esperada. Em destaque, as espécies em que a proporção de ocorrência não se encontra no intervalo de confiança.

Os resultados do teste de relação entre a síndrome de dispersão e o tipo de suporte usado pelas aves sugerem que há associação entre as variáveis em questão ($p = 0,001$, $\chi^2 = 10,70$, g.l. = 1). Aparentemente os indivíduos selecionaram proporcionalmente mais plantas anemocóricas que zoocóricas. O teste de permutação para avaliação das diferenças entre os tamanhos de copas dos dois grupos indicou que a copa das plantas zoocóricas é maior que das anemocóricas ($p < 0,001$).

O perímetro na altura do solo, a altura total dos vegetais e o tamanho de copa estiveram correlacionados ao nível de significância de 5% (Tabela 4). Portanto, apenas testamos as diferenças entre os tratamentos para os tamanhos de copa e a abundância de líquens nos caules. O tamanho da copa é uma característica considerada importante na seleção de sítio de nidificação pelas aves, já que pode interferir diretamente na detecção dos ninhos (Filliater et al. 1994, Mezquida 2004).

Tabela 4. Resultados do teste de correlação de Pearson para as variáveis amostradas em vegetação lenhosa dentro de parcelas circulares de cinco metros de diâmetro na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo.

Variável	Média	Desvio padrão	Perímetro (cm)	Altura (cm)	Tamanho copa (cm ²)	Líquens (classes de abundância)
Perímetro	19.01	13.36	1.000000	0.607366	0.591402	-0.000162
Altura	178.20	99.41	0.607366	1.000000	0.503576	-0.123216
Tamanho copa	14616.45	46294.98	0.591402	0.503576	1.000000	-0.030265
Líquens	1.76	1.11	-0.000162	-0.123216	-0.030265	1.000000

Valores em negrito foram significativos para $\alpha = 0,05$.

Em termos de seleção de características dos sítios reprodutivos, observamos diferença significativa entre a abundância de líquens nos caules dos substratos e indivíduos das manchas usadas e disponíveis ($p = 0,006$, $F = 5,06$, g.l. = 2) (Figura 2).

Aparentemente as fêmeas selecionaram substratos com maior abundância de líquens nos caules.

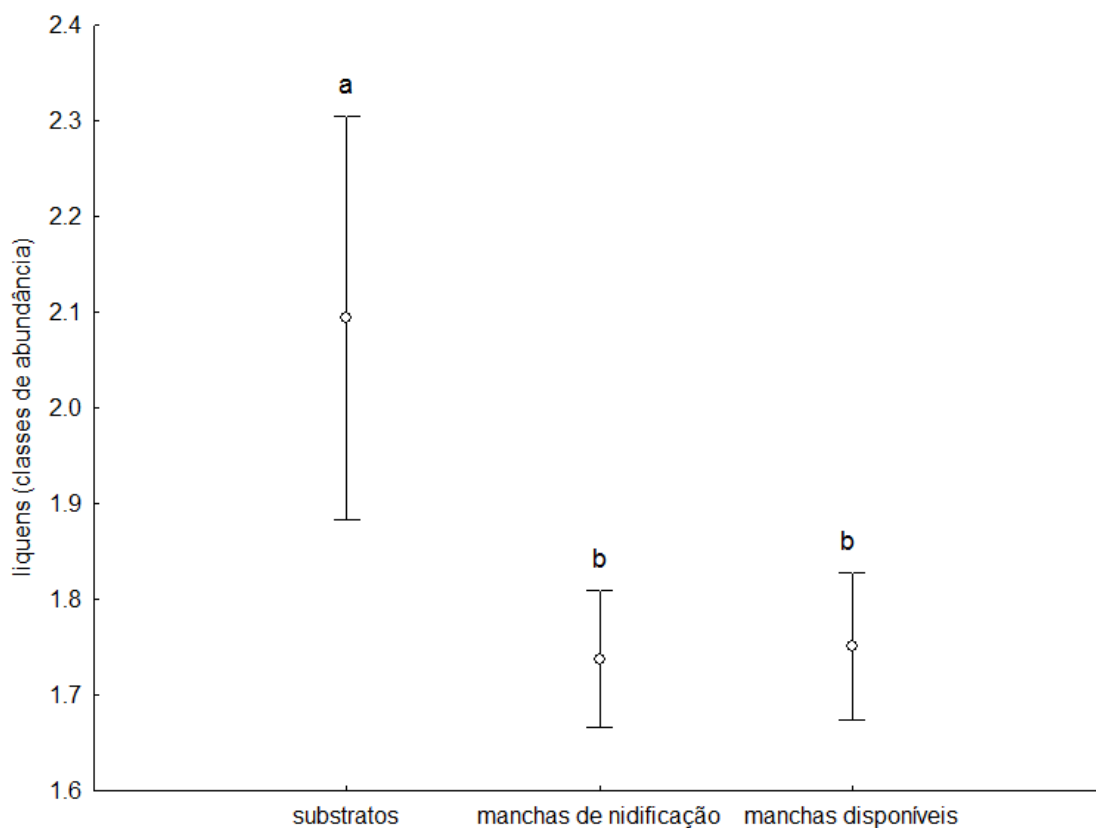


Figura 2. Resultado da análise de variância para abundância de líquens na vegetação lenhosa amostrada na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas.

Também observamos diferença significativa entre os tamanhos de copa dos indivíduos usados pelas aves e os outros indivíduos amostrados ($p = 0,02$, $F = 3,9$, g.l. = 2) (Figura 3). Os resultados indicaram que as aves selecionaram indivíduos de *A. tomentosum* com copa maior que os outros amostrados e o teste *post-hoc* indicou que a diferença foi significativa entre os indivíduos utilizados e os indivíduos amostrados nas manchas de nidificação e manchas disponíveis.

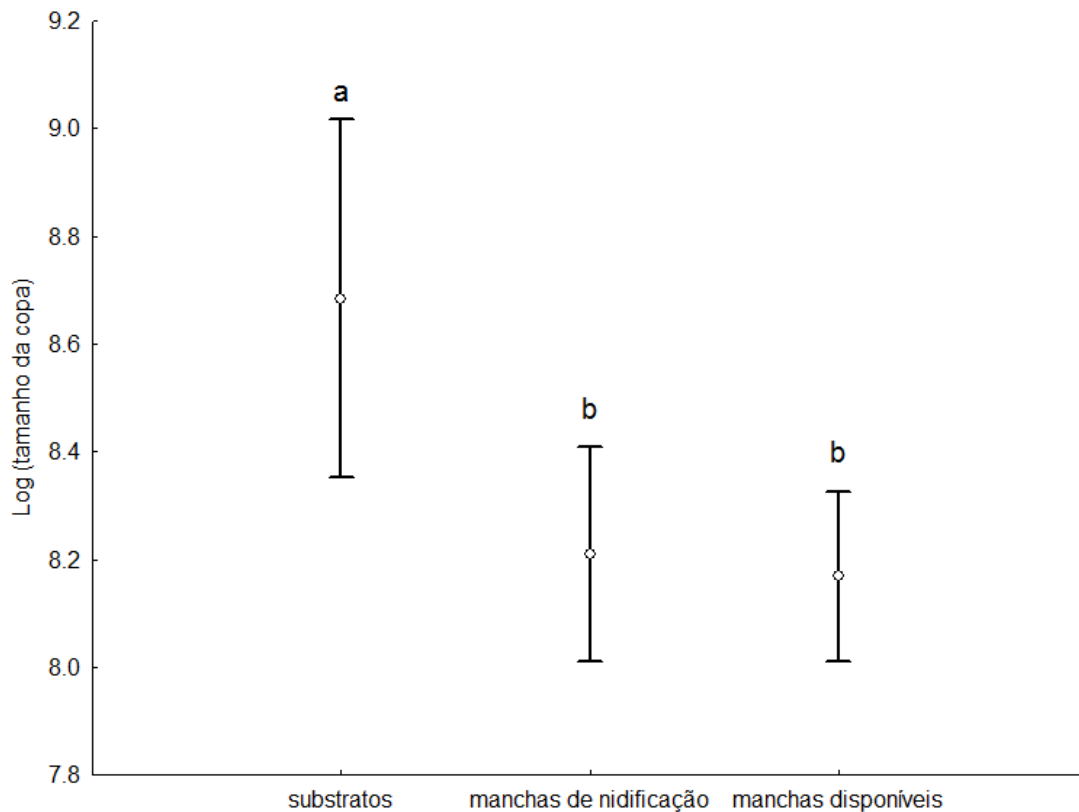


Figura 3. Resultado da análise de variância para tamanho de copa de *Aspidosperma tomentosum* na Estação Ecológica de Itirapina. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas.

Os testes com *P. torta* também indicaram diferença significativa entre os tamanhos de copa ($p < 0,001$, $F = 9,33$, g.l. = 2) (Figura 4). O teste *post-hoc* revelou que os indivíduos de *P. torta* selecionados pelas fêmeas de *E. chiriquensis* entre 2010 e 2011 para a construção dos ninhos tiveram copas maiores que os indivíduos amostrados nas manchas de nidificação e disponíveis.

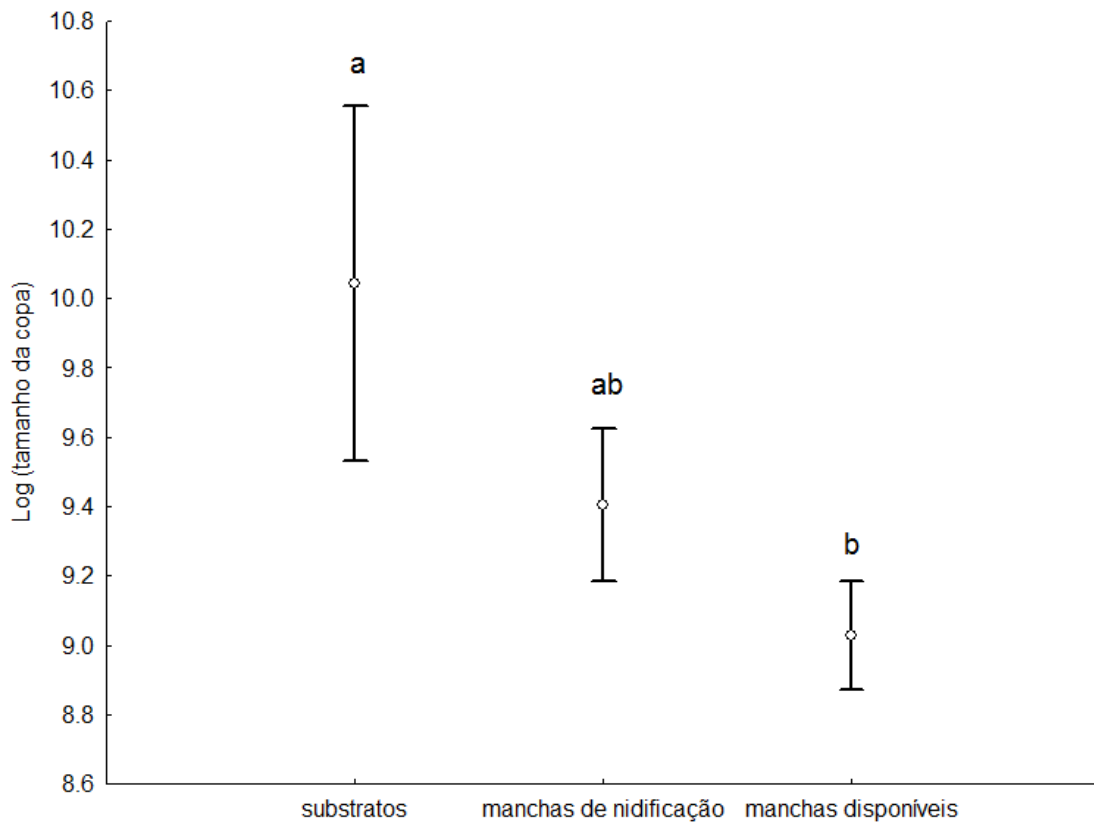


Figura 4. Resultado da análise de variância para tamanho de copa de *Pouteria torta* na Estação Ecológica de Itirapina. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas.

Não observamos diferença de riqueza de espécies vegetais lenhosas entre as manchas usadas e disponíveis ($p = 0,26$, $t = 1,12$, g.l. = 105) (Figura 5). No entanto, aparentemente os indivíduos selecionaram manchas em que a densidade de vegetação foi maior que a densidade nas manchas disponíveis ($p = 0,007$, $t = 2,71$; gl = 105) (Figura 6).

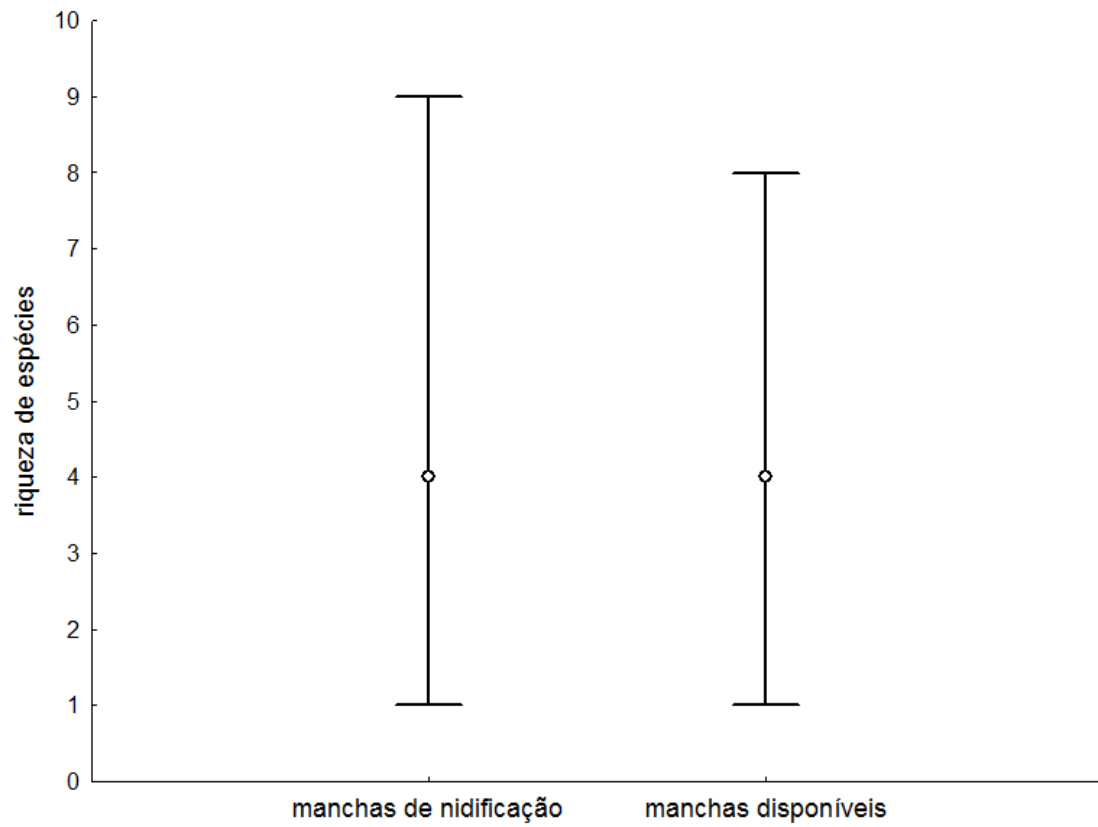


Figura 5. Resultado do teste-t pareado para riqueza de espécies lenhosas nas manchas usadas por *Elaenia chiriquensis* e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina.

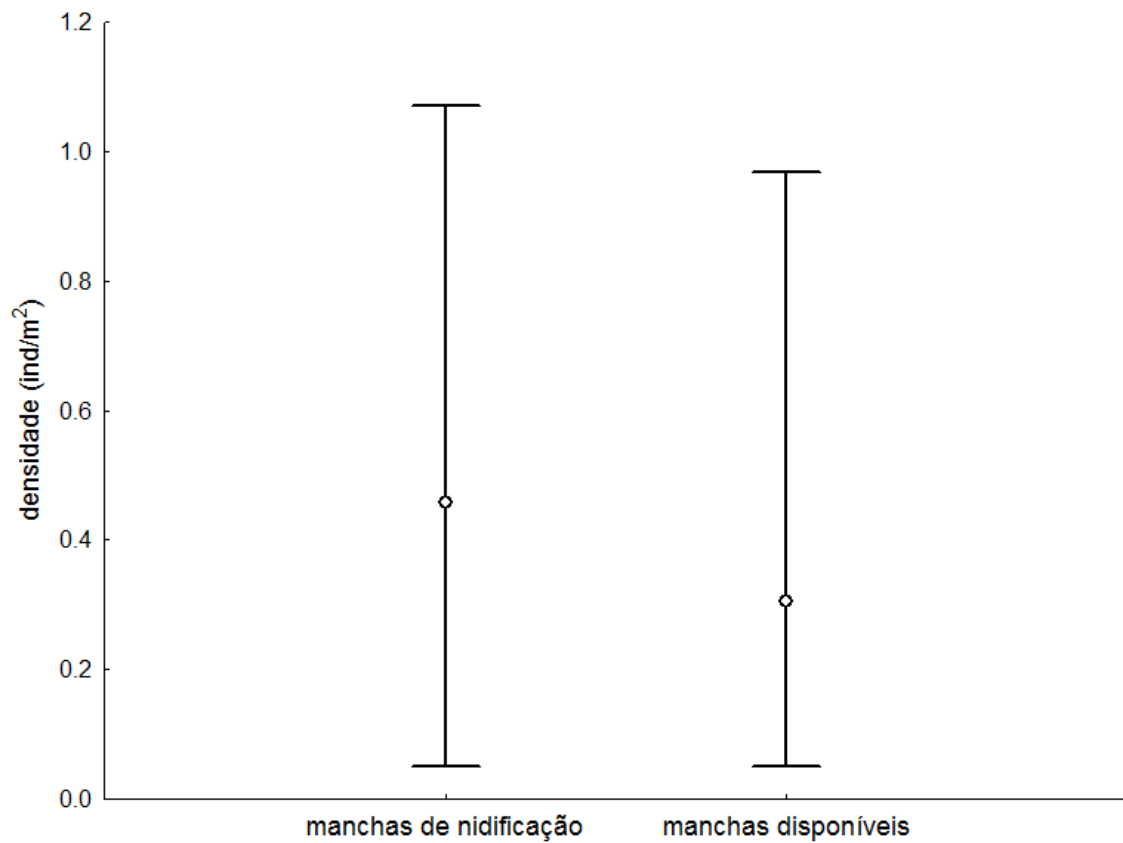


Figura 6. Resultado do teste-t pareado para densidade de espécies lenhosas nas manchas usadas por *Elaenia chiriquensis* e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina.

A espécie vegetal mais usada pelos adultos como suporte dos ninhos, *A. tomentosum*, também parece ter sido um elemento importante na escolha dos adultos quanto à mancha de nidificação. A abundância dessa espécie nas manchas usadas foi maior que nas manchas disponíveis ($p = 0,004$, $t = 2,91$, g.l. = 105) (Figura 7).

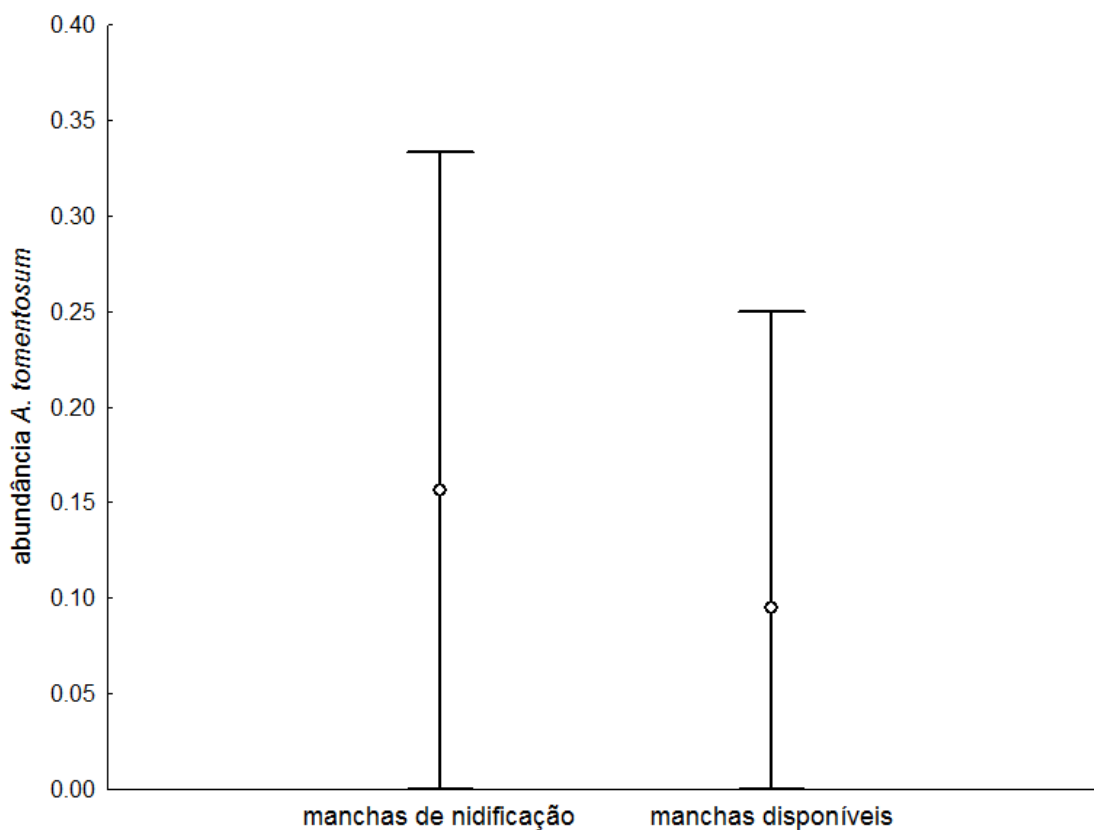


Figura 7. Resultado do teste-t pareado para abundância de *Aspidosperma tomentosum* nas manchas usadas por *Elaenia chiriquensis* e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina.

Quanto à abundância de plantas frutíferas nas manchas, avaliamos, primeiramente as diferenças quanto à abundância de todas as espécies zocóricas e, em seguida, a abundância apenas de *M. guianensis*, cujos frutos são muito utilizados por diversas espécies de aves da área de estudo. Não verificamos diferenças entre a abundância de espécies zocóricas entre as manchas usadas e disponíveis ($p = 0,99$, $t = 0,008$, g.l. = 105) (Figura 8), nem mesmo quando *M. guianensis* foi avaliada em separado ($p = 0,12$, $t = 1,56$, g.l. = 105) (Figura 9).

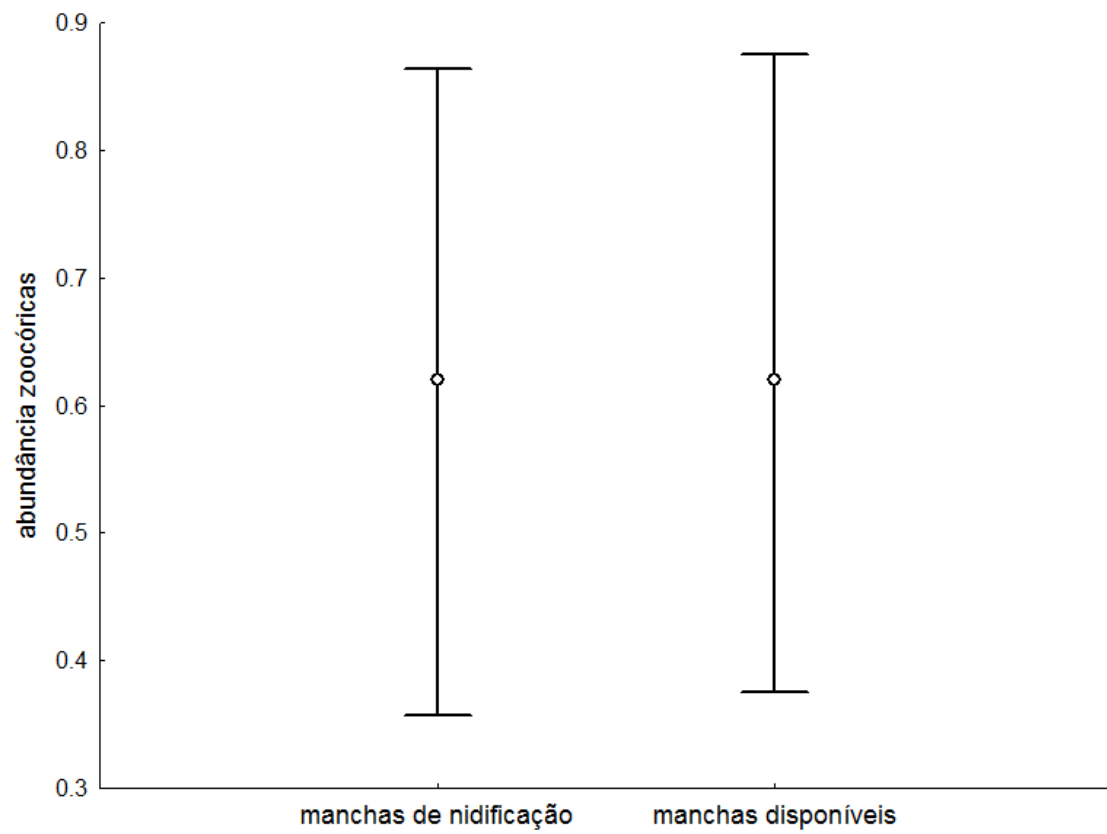


Figura 8. Resultado do teste-t pareado para abundância de plantas zoocóricas nas manchas usadas por *Elaenia chiriquensis* e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina.

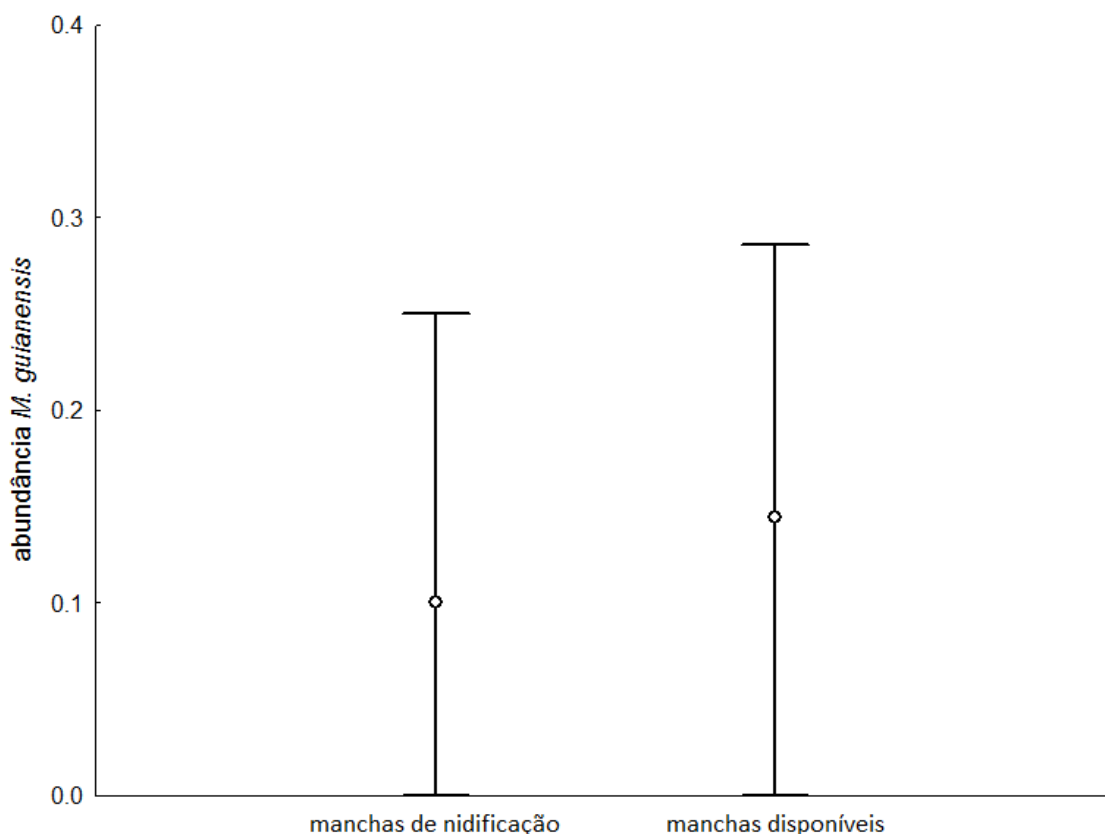


Figura 9. Resultado do teste-t pareado para abundância de *Myrsine guianensis* nas manchas usadas por *Elaenia chiriquensis* e disponíveis na Estação Ecológica de Itirapina.

DISCUSSÃO

Nas estações reprodutivas de 2010 e 2011, os indivíduos de *E. chiriquensis* selecionaram apenas alguns dos elementos do hábitat de nidificação que amostramos. As fêmeas usaram diversas espécies vegetais como substrato dos ninhos, contrariando nossas expectativas. Medeiros (2004), em estudo conduzido em área de Cerrado no Planalto Central do Brasil, observou padrão semelhante para a mesma espécie (30 espécies vegetais usadas como suporte para 106 ninhos). Acreditamos, inicialmente, que *E. chiriquensis* fosse exibir preferência por poucas espécies vegetais que, com suas

características, poderiam conferir mais proteção aos ninhos (Alonso et al. 1991). Mezquida (2004), trabalhando com cinco espécies de Passeriformes na Argentina, observou que cada uma delas selecionou uma ou duas espécies vegetais como suporte. Martin e Roper (1988), nos Estados Unidos, verificaram que 93% dos ninhos de *Catharus guttatus* foram construídos em uma única espécie vegetal. No entanto, as áreas onde esses estudos foram conduzidos aparentemente possuem vegetação pouco diversificada quando comparada à nossa. A diversidade da vegetação do Cerrado e das áreas tropicais em geral, pode levar os indivíduos a usar uma grande variedade de espécies vegetais para a construção dos ninhos, algo que ainda não foi testado.

Best e Stauffer (1980) e Davis (2005) argumentam que a diversidade de vegetais usados como substratos leva à redução nas taxas de predação, já que evita que os animais aprendam a fazer as buscas em sítios específicos. Mas, segundo Filliater et al. (1994), essa relação dá-se de forma inversa. Para esses autores, a alta predação faz com que inexistam sítios de nidificação seguros e isso faz com que a população faça uso de uma grande diversidade de vegetais.

Na EEI, aparentemente nenhuma das espécies vegetais foi utilizada em frequência maior que a esperada, apesar de as fêmeas terem utilizado mais frequentemente duas delas. Medeiros (2004), em estudo conduzido no Brasil Central, observou que 40% dos ninhos de *E. chiriquensis* foram construídos em apenas três espécies lenhosas. Uma delas, *Erythroxylum suberosum*, foi pouco usada pelos indivíduos na EEI. As outras duas não foram amostradas em nosso estudo. Diante desses resultados, acreditamos que *E. chiriquensis* utilize as espécies vegetais de acordo com a disponibilidade na área em que nidificam, resultados que contradizem as expectativas de Medeiros (2004). Essa autora sugere que certas plantas sejam selecionadas pelos adultos, já que

provavelmente são usadas em frequências maiores que as frequências de ocorrência. Sugerimos que as três espécies mais utilizadas pelos indivíduos como substrato dos ninhos no estudo de Medeiros (2004) estavam entre as mais abundantes na área de estudo.

Portanto, nossos resultados aparentemente não corroboram a “hipótese dos sítios de presas em potencial” (Martin e Roper 1988, Martin 1993) e a hipótese de seleção de algumas espécies como substrato (Alonso et al. 1991).

Mas apesar de não termos verificado preferência de certas espécies como suporte para os ninhos, aparentemente *T. ochracea* e *M. guianensis* foram evitadas. Mezquida (2004) e Aguilar et al. (2008) também observaram frequências de uso de algumas espécies abaixo das frequências de ocorrência. Portanto, em ambos os trabalhos, algumas plantas foram evitadas. Entretanto, esse comportamento pode ter relação com o pequeno tamanho das copas, que pode ser importante para ocultar os ninhos e o comportamento dos adultos. O uso de *T. ochracea* abaixo do esperado pode também estar relacionado ao fato de essa planta atrair formigas carnívoras (*Camponotus* spp.) (Oliveira e Pie 1998, obs. pess.), já que formigas podem predação ninhos (Skutch 1985). Já o uso abaixo do esperado de *M. guianensis* pode também ser relacionado ao fato de esta ser uma planta ornitocórica e muito visitada por aves, inclusive na área de estudo (Pineschi 1990, Scherer et al. 2007, obs. pess.). A espécie produz frutos pequenos, esféricos, suculentos e de cor roxa (Pineschi 1990), características que atraem as aves (van der Pijl 1972) e que podem, portanto, atrair predadores a ninhos construídos sobre esses indivíduos. Medeiros (2004) observou apenas um ninho construído sobre *M. guianensis*, apesar de não ter amostrado a frequência de ocorrência dessa espécie na área de estudo. A nidificação de *E. chiriquensis* coincide com a frutificação de *M.*

guianensis e de outras espécies lenhosas zoocóricas de Cerrado (Batalha e Martins 2004, obs. pess.). Entretanto, nenhum dos indivíduos dessa planta em que encontramos ninhos continha frutos maduros, o que reforça a hipótese de que os frutos podem atrair predadores aos ninhos.

Corroborando essa ideia, verificamos preferência de *E. chiriquensis* por espécies anemocóricas, em relação às zoocóricas, considerando-se a disponibilidade na área de estudo. O tamanho das copas, fator selecionado pelas aves (ver abaixo) não influenciou essa relação, já que a copa das plantas zoocóricas é maior que das anemocóricas. Poucos são os trabalhos que avaliaram essa relação. Ricketts e Ritchison (2000) verificaram, nos Estados Unidos, que a maior parte dos ninhos de *Icteria virens* foi construída sobre *Rubus* sp., um gênero de plantas com características ornitocóricas muito usado como substrato de ninhos por outras espécies de aves da região. No entanto, pelo fato de os vegetais em questão possuírem espinhos, que podem ser efetivos contra alguns tipos de predadores (mas ver Mezquida e Marone 2002), a seleção da planta pode relacionar-se a essa característica, e não à presença de frutos (Ricketts e Ritchison 2000). Boulton et al. (2003) testaram, na Austrália, a preferência de *Lichenostomus chrysops* por indivíduos ornitocóricos sem frutos para a construção de seus ninhos e não encontraram nenhuma evidência de seleção.

Também esperávamos encontrar maior variedade de espécies usadas como substrato para os ninhos no fim das estações reprodutivas. No começo da estação, quando as chuvas ainda não são frequentes, muitas plantas ainda não rebrotaram suas folhas e não parecem ser substratos apropriados para os ninhos. No entanto, não observamos qualquer tipo de mudança de padrão ao longo do tempo. Novamente o baixo número amostral pode ter influenciado nossos resultados. Além disso, 2011 foi

um ano com seca prolongada, o que aparentemente alterou os padrões de rebrota de vários indivíduos (obs. pess.). A seca pode ter sido, juntamente com o baixo número amostral, uma fonte de viés para os nossos resultados.

No que diz respeito à seleção de características dos substratos, aparentemente as fêmeas selecionaram vegetais com maior abundância de líquens nos caules. Sugerimos que os líquens, abundantes na área de estudo, pudessem contribuir com a riqueza de elementos visuais nas proximidades dos ninhos, dificultando a busca por predadores diurnos e visualmente orientados. Esse efeito seria potencializado pelo fato de a maioria dos ninhos de *E. chiriquensis* em nossa área de estudo ser confeccionado com líquens na parte externa (Capítulo 1). De acordo com Hansell (2000), materiais aderidos à parte externa dos ninhos que não contribuem com sua estrutura (“materiais não estruturais”) podem ter diferentes funções. No caso dos líquens, camuflagem, impermeabilidade e isolamento térmico são hipóteses plausíveis e não mutuamente exclusivas (Hansell 2000). Em outro trabalho, o mesmo autor (Hansell 1996) sugere que a cobertura de líquens dos ninhos dá a impressão, a predadores visuais, de que são partes do caule sendo atravessados por feixes de luz. Ninhos sem líquens devem ser, de acordo com essa hipótese, encontrados mais facilmente pelos predadores visuais, pois formam uma massa opaca que contrasta com a vegetação. É possível, portanto, que a seleção de substratos com alta abundância de líquens no caule esteja relacionada à confecção de ninhos que contenham líquens em sua parte externa. No entanto, o teste dessa hipótese só é possível com a amostragem simultânea dos líquens nos caules e ninhos.

Quando consideramos as duas populações de vegetais mais usados como substrato para os ninhos (*A. tomentosum* e *P. torta*) observamos que, para ambas,

aparentemente houve seleção de indivíduos com copas maiores que o restante das populações. Conforme mencionado, as duas espécies de substratos evitadas tiveram copas menores que a copa das outras populações vegetais usadas pelos adultos. O tamanho da copa influencia diretamente a visibilidade dos ninhos, especialmente para predadores aéreos (Filliater et al. 1994). A copa foi, também, um elemento do hábitat importante para algumas das espécies estudadas por Mezquida (2004). No Cerrado, pode ser um elemento importante na proteção (e.g., ocultamento) dos ninhos contra gralhas (*Cyanocorax cristatellus*), consideradas importantes predadoras de ovos e ninhegos e que usam com frequência os estratos mais altos da vegetação (Amaral e Macedo 2003, França et al. 2009, Santos e Marini 2010). A copa também pode reduzir as pistas visuais fornecidas aos predadores pelos adultos (Skutch 1949, 1985). Finalmente, pode manter temperaturas amenas nos ninhos, contribuindo com as condições microclimáticas importantes aos ovos, ninhegos e adultos ao longo da nidificação.

Em termos de seleção de características das manchas de nidificação, observamos preferência por áreas com maior densidade de vegetação lenhosa, conforme esperávamos. Aparentemente a densidade de vegetação é uma das características mais importantes para as aves no período de nidificação (Weidinger 2002). De acordo com Martin e Roper (1988) e Martin (1993), a vegetação reduz as pistas visuais, auditivas e químicas aos predadores. A vegetação densa também pode fornecer diferentes possibilidades de poleiros, importantes para a vigília dos ninhos feita pelos parentais. Os adultos de *E. chiriquensis* permanecem grande parte do dia próximos aos ninhos, em poleiros em que conseguem monitorar a prole. Além disso, a vegetação também pode ajudar a ocultá-los dos predadores, tanto durante os momentos nos

ninhos, quanto nos momentos de chegada e saída dos mesmos. De acordo com Skutch (1949, 1985), os comportamentos dos adultos podem fornecer pistas sobre a localização dos ninhos aos predadores.

A riqueza de espécies não foi uma característica que diferiu entre as parcelas usadas e disponíveis aos adultos. Acreditávamos que a baixa riqueza contribuísse com a homogeneidade das manchas e, por consequência, com o aumento do esforço de busca pelos predadores. No entanto, aparentemente a composição das manchas não foi um fator importante para a nidificação de *E. chiriquensis* em nossa área de estudo, dados que corroboram Aguilar et al. (2008). Assim, a densidade da vegetação, independentemente de sua composição, é um fator importante na escolha dos adultos do hábitat de nidificação. Nossos dados parecem corroborar a “hipótese da folhagem total” e a “hipótese do ninho escondido”, já que a composição da vegetação nos sítios e manchas não é importante e sim apenas a vegetação nas imediações dos ninhos.

Mas, apesar de a composição das manchas não ter sido importante, a abundância de *A. tomentosum* parece ter sido uma característica selecionada pelos adultos, resultado que corrobora, até certo ponto, a hipótese dos sítios de presas em potencial (Martin e Roper 1988, Martin 1993). Mas, levando-se em consideração que o uso dessa espécie não diferiu da frequência em que ocorreu na área de estudo e que, portanto, não há sítios de presas em potencial, a abundância de *A. tomentosum* nas manchas pode ser simplesmente consequência da distribuição espacial agregada que apresenta (obs. pess.).

Não encontramos evidência de seleção de manchas com menor abundância de vegetação zoocórica, nem mesmo quando *M. guianensis* foi analisada em separado. Acreditávamos que as aves fossem evitar áreas com esse tipo de vegetação, já que

podem atrair potenciais predadores (Boulton et al. 2003). Possivelmente a ausência de frutos em muitos dos indivíduos possa ter influenciado nossos resultados.

CONCLUSÃO

Em síntese, observamos evidências de seleção de certas características do hábitat de nidificação, tanto nos sítios quanto nas manchas usadas por *Elaenia chiriquensis* em nossa área de estudo. Nossos resultados indicam que os adultos utilizam diversas espécies vegetais como substrato dos ninhos. Assim, as características específicas dessas plantas, como o tamanho da copa e a quantidade de líquens nos caules, e não as espécies em si, aparentemente influenciam os padrões de escolha dos indivíduos. Plantas anemocóricas foram proporcionalmente mais usadas como substratos que zoocóricas, apesar de a síndrome de dispersão não ter influenciado a seleção das manchas de nidificação. Nossos resultados parecem estar de acordo com a hipótese da folhagem total (Martin e Roper 1988, Martin 1993), uma vez que a abundância de vegetação nas manchas de nidificação foi um fator importante na escolha dos adultos. Levando-se em consideração que as aves são predadores importantes em nossa área de estudo, a vegetação deve reduzir a chance de visualização dos ninhos.

Nossos dados contribuem com o conhecimento acerca das características do hábitat importantes para a reprodução de *E. chiriquensis*, que depende de áreas de Cerrado para a sobrevivência das populações. A diversidade da vegetação parece ser um elemento importante para a nidificação da espécie e assim, a fragmentação e consequente homogeneização das áreas de Cerrado deve influenciar a seleção do hábitat para a nidificação e possivelmente as taxas de predação de ninhos.

REFERÊNCIAS

- Aguilar, T.M., R.I. Dias, A.C. Oliveira e R.H. Macedo. 2008. Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success? *Journal of Field Ornithology* 79(1): 24–31.
- Alonso, J.A., R. Muñoz-Pulido, L.M. Bautista e J.C. Alonso. 1991. Nest-site selection and nesting success in the Azure-winged Magpie in Central Spain. *Bird Study* 38(1): 45-51.
- Amaral, M.F. e R.H.F. Macedo. 2003. Breeding patterns and habitat use in the endemic Curl-crested Jay of central Brazil. *Journal of Field Ornithology* 74(4): 331-340.
- Batalha, M.A. e F.R. Martins. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany* 52(2): 141-161.
- Batalha, M.A. e W. Mantovani. 2000. Reproductive phenological patterns of Cerrado plant species at the Pé-de-gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60(1): 129-145.
- Best, L. e D.F. Stauffer. 1980. Factors affecting nesting success in riparian bird communities. *Condor* 82(2): 149-158.
- Boulton, R.L., P. Cassey, C. Schipper e M.F. Clarke. 2003. Nest site selection by yellow-faced honeyeaters *Lichenostomus chrysops*. *Journal of Avian Biology* 34: 267-274.
- Brightsmith, D.J. 2005. Competition, predation and nest niche shifts among tropical cavity nesters: ecological evidence. *Journal of Avian Biology* 36(1): 74-83.

- Byers, C.R. e R.K. Steinhorst. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48(3): 1050-1053.
- Carvalho, G.H., M.V. Cianciaruso e M.A. Batalha. 2010. Plantminer: A web tool for checking and gathering plant species taxonomic information. *Environmental Modelling & Software* 25(6): 815–816.
- Chalfoun, A.D., F.R. Thompson III e M.J. Ratnaswamy. 2002. Nest predators and fragmentation: a review and meta-analysis. *Conservation biology* 16(2): 306-318.
- Costa, I.R., F.S. Araújo e L.W. Lima-Verde. 2004. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 18(4): 759-770.
- Cresswell, W. 1997. Nest predation: the relative effects of nest characteristics, clutch size and parental behavior. *Animal Behaviour* 53(1): 93–103.
- Davis, S.K. 2005. Nest-site selection patterns and the influence of vegetation on nest survival of mixed-grass prairie passerines. *The Condor* 107(3): 605-616.
- Dearborn, D.C. e L.L. Sanchez. 2001. Do Golden-cheeked Warblers Select Nest Locations on the Basis of Patch Vegetation? *The Auk* 118(4): 1052-1057.
- Filliater, T.S., R. Breitwisch e P.M. Nealen. 1994. Predation on Northern cardinal nests: Does choice of nest site matter? *The Condor* 96(3): 761-768.
- Flaspohler, D.J., S.A. Temple e R.N. Rosenfield. 2000. Relationship between nest success and concealment in two ground-nesting passerines. *Journal of Field Ornithology* 71(4): 736-747.
- França, L.C. e M.Â. Marini. 2009. Teste do efeito de borda na predação de ninhos naturais e artificiais no Cerrado. *Zoologia* 26(2): 241-250.

- França, L.F., N.O.M. Sousa, L.R. Santos, C. Duca, D.T. Gressler, F.J.A. Borges, L.E. Lopes, L.T. Manica, L.V. Paiva, R.C.S. Medeiros e M.Â. Marini. 2009. Passeriformes: nest predators and prey in a Neotropical Savannah in Central Brazil. *Zoologia* 26(4): 799-802.
- Gjerdrum, C., C.F. Elphick e M. Rubega. 2005. Nest site selection and nesting success in saltmarsh breeding sparrows: the importance of nest habitat, timing, and study site differences. *The Condor* 107(4): 849-862.
- Götmarck, F., D. Blomqvist, O.C. Johansson e J. Bergkvist. 1995. Nest site selection: A trade-off between concealment and view of the surroundings? *Journal of Avian Biology* 26(4): 305-312.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper e P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- Hansell, M. 2000. *Bird nests and their construction behaviour*. Cambridge University Press, Nova York, 280p.
- Jones, J. 2001. Habitat selection studies in avian ecology: a critical review. *The Auk* 118(2): 557-562.
- Kelly, J.P. 1993. The effect of nest predation on habitat selection by Dusky flycatchers in limber pine-juniper woodland. *The Condor* 95(1): 83-93.
- Kilgo, J.C., R.A. Sargent, B.R. Chapman e K.V. Miller. 1996. Nest-site selection by wooded warblers in bottomland hardwoods of South Carolina. *The Wilson Bulletin* 108(1): 53-60.
- Li, P. e T.E. Martin. 1991. Nest-site selection and nest success of cavity-nesting birds in high elevation forest drainages. *The Auk* 108(2): 405-418.

- Machado, R.B., M.B.R. Neto, P.G.P. Pereira, E.F. Caldas, D.A. Gonçalves, N.S. Santos, K. Tabor e M. Steininger. 2004. *Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro*. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.
- Marini, M.Â. e F.I. Garcia. 2005. Bird conservation in Brazil. *Conservation Biology* 19(3): 665–671.
- Martin, T.E. 1987. Food as a limit on breeding birds: a life-history perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 453-487.
- Martin, T.E. 1993. Nest predation and nest sites. *BioScience* 43(8): 523-532.
- Martin, T.E. 1996. Life story evolution in tropical and south temperate birds: What do we really know? *Journal of Avian Biology* 27(4): 263-272.
- Martin, T.E. 1998. Are microhabitat preferences of coexisting species under selection and adaptative? *Ecology* 79(2): 656–670.
- Martin, T.E. e J.J. Roper. 1988. Nest predation and nest site selection of a western population of the Hermit thrush. *The Condor* 90(1): 51-57.
- Medeiros, R.C.S. e M.Â. Marini. 2007. Biologia reprodutiva de *Elaenia chiriquensis* (Lawrence) (Aves, Tyrannidae) em Cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 12-20.
- Mezquida, E.T. 2004. Nest site selection and nesting success of five species of passerines in a South American open Prosopis woodland. *Journal of Ornithology* 145(1): 16–22.
- Mezquida, T.E. e L. Marone. 2002. Microhabitat structure and avian nest predation risk in an open Argentinean woodland: an experimental study. *Acta Oecologica* 23: 313–320.

- Møller, A.P. 1989. Clutch size, nest predation, and distribution of avian unequal competitors in a patchy environment. *Ecology* 72(4): 1336-1349.
- Morton, E.S. 2005. Predation and variation in breeding habitat use in the ovenbird, with special reference to breeding habitat selection in northwestern Pennsylvania. *The Wilson Bulletin* 117(4):327–335.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca e J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nalwanga, D., P. Lloyd, M.A. Plessis e T.E. Martin. 2004. The influence of nest-site characteristics on the nesting success of the Karoo Prinia (*Prinia maculosa*). *Ostrich* 75(4): 269–274.
- Neu, C.W., C.R. Byers e J.M. Peek. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *The Journal of Wildlife Management* 38(3): 541-545.
- Pineschi, R.B. 1990. Aves como dispersores de sete espécies de *Rapanea* (Myrsinaceae) no maciço de Itatiaia, estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. *Ararajuba* 1(1): 73-78.
- Primack, R.B. e E. Rodrigues. 2001. *Biologia da Conservação*. Editora Planta, Londrina, 327p.
- Ricketts, M.S. e G. Ritchison. 2000. Nesting success of Yellow-breasted chats: effects of nest site and territory vegetation structure. *The Wilson Bulletin* 112(4): 510–516.
- Roos, S. 2002. Functional response, seasonal decline and landscape differences in nest predation risk. *Oecologia* 133(4): 608–615.
- Santos, L.R. e M.Â. Marini. 2010. Breeding biology of White-rumped Tanagers in central Brazil. *Journal of Field Ornithology* 81(3): 252–258.

- Scherer, A., F. Maraschin-Silva e L.R.M. Baptista. 2007. Padrões de interações mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21(1): 203-212.
- Silva, I.A., M.V. Cianciaruso e M.A. Batalha. 2009. Dispersal modes and fruiting periods in hyperseasonal and seasonal savannas, central Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 32(1): 155-163.
- Skutch, A.F. 1949. Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *Ibis* 91: 430-455.
- Skutch, A.F. 1985. Clutch size, nesting success, and predation on nests of neotropical birds, reviewed. *Ornithological Monographs* 36: 575-594.
- Söderström, B., T. Pärt e J. Rydén. 1998. Different nest predator faunas and nest predation risk on ground and shrub nests at forest ecotones: an experiment and a review. *Oecologia* 117: 108-118.
- StatSoft, Inc. 2007. *Statistica* (data analysis software system), versão 8.0. (www.statsoft.com)
- Stutchbury, B.J.M., E.S. Morton e B. Woolfenden. 2007. Comparison of the mating systems and breeding behavior of a resident and a migratory tropical flycatcher. *Journal of Field Ornithology* 78(1): 40-49.
- Van der Pijl, L. 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. Editora Spring-Verlag, Nova York, 162p.
- Weidinger, K. 2002. Interactive effects of concealment, parental behavior and predators on the survival of open passerine nests. *Journal of Animal Ecology* 71(3): 424-437.

Yakamoto, L.F., L.S. Kinoshita e F.R. Martins. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21(3): 553-573.

CAPÍTULO 3

**Identificação dos fatores que influenciam o sucesso dos ninhos de
Elaenia chiriquensis (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Itirapina,
estado de São Paulo**



RESUMO

O conhecimento acerca da seleção de elementos do hábitat de nidificação (Capítulo 2) de *Elaenia chiriquensis* é importante para o manejo e conservação da espécie. No entanto, é fundamental sabermos se essas escolhas influenciam o sucesso reprodutivo dos indivíduos. Nesse capítulo, temos como objetivo principal verificar se os elementos do hábitat de nidificação selecionados pelos indivíduos (Capítulo 2) influenciam a sobrevivência da prole. Também desejamos saber se outros fatores, não avaliados quanto à seleção, como os fatores temporais e relacionados diretamente aos ninhos, são influentes no sucesso dos ninhos da espécie. Para tal, utilizamos o programa MARK e criamos um conjunto de modelos concorrentes, que incluíam as variáveis de interesse como covariáveis individuais. Usamos o Critério de Informação de Akaike no *ranking* dos modelos e verificamos quais os modelos mais ajustados ao nosso conjunto de dados. Nenhum dos elementos selecionados pelos adultos (Capítulo 2) influenciou as chances de sobrevivência da prole. No entanto, houve influência do tempo e da idade dos ninhos. Ninhos mais velhos e construídos mais tardiamente nas estações reprodutivas foram mais suscetíveis à predação. Em termos de fatores relacionados diretamente aos ninhos, a densidade de vegetação nos sítios de nidificação foi o único elemento que aumentou as chances de sucesso dos ninhos. Provavelmente a vegetação ajuda a ocultar os ninhos e os comportamentos dos adultos.

ABSTRACT

Knowledge on the habitat characteristics selected by the Lesser Elaenia for nesting is important to the management and conservation of the species. However, it is necessary to know if these choices affect its breeding success. In this chapter, we intend to test if the habitat elements selected by individuals (Chapter 2) influence nests success. We also aim to know if other factors, such as those related to time and directly to nests, which we did not test for selection, influence offspring survival. For this purpose, we used program MARK and created a set of concurrent models with our individual covariates. We tested the adjustment of each model using Akaike's Information Criterion. None of the elements selected by the Lesser Elaenia (Chapter 2) influenced nest success. However, nest age and time along the breeding season were important factors. Older and latter nests were more susceptible to predation. Considering the factors related directly to the nests, vegetation density on nest sites was the only factor that increased offspring survival. Possibly vegetation contributes to conceal the nests and parental' activities.

INTRODUÇÃO

No Capítulo 2, observamos evidências de seleção de algumas características do ambiente para a nidificação de *Elaenia chiriquensis*. Duas das espécies vegetais (*Tabebuia ochracea* e *Myrsine guianensis*) foram evitadas pelos adultos como substrato de ninhos. Os adultos aparentemente também mostraram preferência por plantas anemocóricas para a construção dos ninhos. Observamos seleção de indivíduos com alta abundância de líquens e com copas grandes, sendo que essa última característica parece ter influenciado o padrão de evitação das duas espécies vegetais, que tiveram copas menores em relação à copa das outras espécies usadas como substrato dos ninhos. Quanto às características das manchas de nidificação, verificamos preferência por locais de maior densidade de vegetação lenhosa e maior abundância de *Aspidosperma tomentosum*, a espécie vegetal mais usada pela população de aves como substrato de ninhos.

Mas embora seja importante conhecer os fatores ambientais selecionados pelos indivíduos na nidificação, é importante que também se avalie o significado adaptativo dessas escolhas (Clarck e Shutler 1999, Hansell 2000, Mezquida 2004). Os padrões de seleção do hábitat pelos parentais evoluem se garantirem vantagem adaptativa aos indivíduos (Martin 1998). Muitos autores avaliaram apenas a seleção do hábitat de nidificação, não testando a influência dessa seleção no sucesso reprodutivo das espécies (Clarck e Shutler 1999, Mezquida 2004). E dentre os trabalhos que se preocuparam com ambos os objetivos (seleção e evolução da seleção), observa-se grande heterogeneidade de resultados (e.g., Filliater et al. 1994, Flaspohler et al. 2000, Mezquida 2004, Gjerdrum et al. 2005), o que indica que o assunto é de grande

complexidade e exige mais estudos, especialmente nas áreas tropicais, em que há poucos estudos.

Objetivos

Nesse capítulo, temos como objetivo principal identificar os fatores que influenciam o sucesso dos ninhos de *E. chiriquensis*. Avaliamos essa influência para todos os fatores selecionados nos sítios e manchas de nidificação (Capítulo 2), para fatores temporais e fatores relacionados diretamente aos ninhos (e.g., altura dos ninhos em relação ao solo) e, portanto, não avaliados quanto à seleção. Para identificarmos esses fatores, nossas hipóteses e previsões foram:

(1) A influência do tempo ao longo das estações reprodutivas sobre o sucesso dos ninhos deve ser alta, já que a abundância e a distribuição dos predadores variam ao longo do tempo e influenciam as taxas de predação (Skutch 1949, Filliater et al. 1994).

Também esperamos alta influência do ano de estudo, pela mesma razão.

(2) A influência da idade dos ninhos deve ser alta, já que quanto mais velhos, mais visitas recebem dos adultos e, portanto, mais pistas são fornecidas aos predadores (Skutch 1949, 1985). Além disso, quanto mais velhos, maior a exposição aos predadores, o que torna os ninhos mais suscetíveis (Caccamise 1976). Esperamos, portanto, que a taxa de predação seja maior em ninhos mais velhos. Testaremos essa hipótese ao longo de toda a estação reprodutiva, uma vez que encontramos ninhos nas diferentes fases ao longo de todo o período reprodutivo (Figuras 1 e 2, Capítulo 1).

(3) Ninhos construídos sobre certas espécies vegetais têm maiores chances de sobrevivência (Alonso et al. 1991). Espécies menos usadas devem ser mais seguras e

espécies anemocóricas devem ser mais seguras que zoocóricas (Filliater et al. 1994, Boulton et al. 2003).

(4) As características dos vegetais usados como substrato devem influenciar a sobrevivência. Acreditamos que substratos com características que ajudem a ocultar os ninhos, como o tamanho de copa e a abundância de líquens nos caules, possam garantir mais chances de sobrevivência aos ninhos.

(5) Manchas com alta abundância do vegetal mais usado como substrato pela população de *E. chiriquensis* devem garantir maiores chances de sobrevivência à prole, já que os predadores devem aumentar o esforço de busca (Martin e Roper 1988, Martin 1993). Também esperamos aumento de sobrevivência em manchas com alta abundância da espécie usada em cada uma delas como substrato.

(6) Esperamos que o aumento da densidade de vegetação nos sítios e nas manchas de nidificação reduza as chances de predação, já que a folhagem pode reduzir a acessibilidade e as pistas visuais, olfativas e auditivas que podem conduzir os predadores aos ninhos (Martin e Roper 1988, Martin 1993, Kilgo et al. 1996).

(7) A altura dos ninhos deve influenciar a predação (Filliater et al. 1994). Acreditamos que as aves que usam os estratos mais altos da vegetação, como a gralha *Cyanocorax cristatellus*, (Amaral e Macedo 2003), representem grande perigo aos ninhos (França et al. 2009). Assim, esperamos que ninhos construídos em locais mais baixos devam ser menos predados.

(8) Finalmente, o tamanho dos ninhos deve influenciar seu sucesso. Ninhos maiores devem ser mais facilmente detectados e, portanto, predados (Møller 1989).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

(vide Apresentação)

Procedimento

Buscamos pelos ninhos em 100 ha de Cerrado demarcados, conforme descrito no Capítulo 1. Monitoramos os mesmos a cada três ou quatro dias e intensificamos as visitas nos momentos de transição (postura, eclosão, saída dos filhotes). Monitoramos os ninhos altos utilizando uma haste longa com um espelho na ponta (Anexo 5). Fizemos visitas breves e usamos um caminho diferente por vez, de forma a minimizar os rastros deixados aos predadores. Consideramos predados ninhos em que todos os ovos ou ninhegos desapareceram, estavam no chão ou machucados/danificados (Medeiros 2004). Assim, a predação parcial não foi considerada como insucesso. Consideramos ninhos com sucesso aqueles em que ao menos um filhote conseguiu sair (Mayfield 1961, 1975).

Além dos fatores selecionados pelos adultos (Capítulo 2), incluímos, na avaliação da influência no sucesso dos ninhos, fatores diretamente relacionados aos ninhos: altura dos ninhos em relação ao solo, tamanho dos ninhos (profundidade e largura), densidade de vegetação nos sítios de nidificação e abundância de indivíduos iguais às usadas como suporte nas manchas de nidificação (Tabela 1). Amostramos a densidade de vegetação nos sítios usando uma haste metálica de um metro de comprimento marcada a cada 10 cm. Posicionamos a haste verticalmente sobre cada ninho e horizontalmente nos quatro pontos cardinais. Então contamos o número total de

intervalos tocados pela vegetação e dividimos esse número pelo total de intervalos de 10 cm ($n = 50$) (Mezquida 2004, Davis 2005).

Também avaliamos a sobrevivência da prole quanto à influência do tempo ao longo da estação reprodutiva, do ano de estudo e da idade dos ninhos, variáveis comumente testadas (Dinsmore et al. 2002, Dinsmore e Dinsmore 2007).

Análises estatísticas

Para avaliarmos a influência dos fatores de interesse na sobrevivência dos ninhos utilizamos o programa MARK (White e Burnham 1999) com a abordagem de sobrevivência dos ninhos (Rotella et al. 2004). Usamos modelos lineares generalizados para estimar, por máxima verossimilhança, os coeficientes de regressão e para conhecer os modelos que mais se ajustaram aos nossos dados. Usamos a função de ligação *logit* na criação de todos os modelos, já que ela permite que todos os tipos de modelos sejam rodados, inclusive os que incluem covariáveis (Dinsmore et al. 2002). O programa exige o uso de uma função de ligação, que transforma dados que variam entre + e - infinito para valores entre 0 e 1, já que as TSDs variam nesse intervalo (Cooch e White 2011). Trabalhamos com todas as variáveis nos modelos como covariáveis individuais.

Tabela 1. Variáveis avaliadas quanto à seleção por *Elaenia chiriquensis* e quanto à influência na sobrevivência dos ninhos na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011. Os traços indicam que as respectivas variáveis não foram testadas.

variáveis amostradas	seleção	influência no sucesso
espécie suporte dos ninhos	não*	não
tamanho da copa	sim	não
abundância de líquens no caule	sim	não
síndrome de dispersão	sim	não
riqueza lenhosas	não	-
densidade de lenhosas na mancha	sim	não
abundância semelhantes ao suporte	-	sim
abundância frutíferas	não	-
abundância <i>M. guianensis</i>	não	-
abundância <i>A. tomentosum</i>	sim	não
densidade vegetação no sítio	-	sim
tempo nas estações reprodutivas	-	sim
ano de estudo	-	não
idade dos ninhos	-	sim
altura dos ninhos ao solo	-	não
profundidade ninhos	-	sim
largura ninhos	-	não

* duas espécies foram evitadas (vide Capítulo 2)

Em negrito estão os resultados cujos valores foram significativos (vide Resultados e Discussão).

Incluímos nas análises apenas ninhos com alguma evidência de uso e cujo sucesso era conhecido (Dinsmore et al. 2002). Apenas consideramos nas análises ninhos perdidos em função da predação e nunca por outras razões (e.g., intempéries e abandono).

Para cada uma das estações reprodutivas, a data de encontro do primeiro ninho foi considerada como dia um (2 de outubro em 2010 e 7 de outubro em 2011). A partir dessas datas, calculamos a idade dos ninhos atrelada ao momento na estação reprodutiva em que os ninhos estavam ativos. Essa abordagem é importante, já que o

programa MARK considera que a chance de sobrevivência diária pode variar para cada dia, diferentemente da abordagem de Mayfield (1961, 1975) (Dinsmore et al. 2002, Dinsmore e Dinsmore 2007). Para os ninhos que encontramos na fase de cuidado com os filhotes, assumimos as idades com base na descrição e fotografias que constam em Medeiros (2004), somadas ao tempo médio de incubação e de postura dos ovos. Para os ninhos que encontramos na fase de postura ou incubação, determinamos a idade a partir da contagem regressiva dos dias, baseados na data de eclosão dos ninhegos. No entanto, quando os ovos eram predados antes da eclosão, usamos a fórmula de Martin et al. (1997), assumindo a correção de Gressler (2008) (Figura 1). Na fórmula, α , acrescido à fórmula original por Gressler (2008), corresponde ao número de dias em que os ovos ficam expostos nos ninhos antes que a incubação tenha início. Esse valor varia conforme o tamanho da ninhada. O número de dias observados corresponde ao intervalo entre a data de encontro do ninho ao dia médio entre o último dia de checagem do ninho ativo e a última checagem, em que houve o registro de predação. O uso da fórmula garante a determinação das idades sem causar viés aos resultados (Gjerdrum et al. 2005).

$$\text{idade ninho} = \text{data de encontro} - \frac{(\text{período de incubação} - \text{número de dias observados}) - \alpha}{2}$$

Figura 1. Fórmula usada na determinação das idades dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina quando os ovos eram predados antes da eclosão (Martin et al. (1997), com modificação proposta por Gressler (2008)).

Criamos e rodamos os modelos em etapas (Dinsmore e Dinsmore 2007, Smith et al. 2009). Primeiramente avaliamos o ajustamento dos modelos à variação temporal de sobrevivência dos ninhos (constante – Mayfield 1961, 1975, tendência linear e tendência quadrática), ano de estudo e a idade dos ninhos, realizando todas as combinações possíveis. Em seguida, incluímos as variáveis ambientais de interesse uma a uma nos modelos robustos e verificamos se houve melhora no ajuste aos dados. Finalmente, usando as covariáveis que tornaram os modelos mais parcimoniosos, criamos um modelo completo com todas elas juntas. Em todas as etapas, eliminamos do nosso conjunto de modelos os que não tiveram suporte, já que o aumento no número de modelos reduz a importância relativa de cada um.

Avaliamos os modelos e respectivos ajustes aos dados com o método do critério de informação de Akaike, que considera ajustados modelos cujo AIC_c (critério corrigido para pequenas amostras) baixo e com ΔAIC_c inferior a dois (Cooch e White 2005). O AIC_c faz um balanço entre a precisão e o ajuste dos modelos aos dados (Cooch e White 2005) e é, portanto, um critério adequado a ser utilizado na avaliação dos modelos mais parcimoniosos dentro de um conjunto de modelos concorrentes. O ΔAIC_c representa a diferença entre cada modelo e o melhor modelo do *ranking*. Ainda com o propósito de avaliar os modelos mais parcimoniosos, usamos os pesos normalizados de Akaike (w_i), que indicam o grau de ajustamento aos dados de cada modelo. Usamos os coeficientes de regressão (β) e respectivos intervalos de confiança (IC) para avaliarmos o tamanho do efeito de cada uma das covariáveis de interesse. Quanto maior o módulo do coeficiente, mais peso tem no modelo. O sinal no coeficiente indica se a influência é diretamente (> 0) ou inversamente (< 0) relacionada à sobrevivência dos ninhos. Consideramos não significativos os coeficientes em que o IC incluiu o zero.

Não fizemos o teste de aderência dos modelos, pois esses testes ainda não são possíveis na abordagem de sobrevivência dos ninhos (Cooch e White 2005). Criamos apenas modelos simples e aditivos, já que modelos com muitas covariáveis em interação são difíceis de ser interpretados (Walker et al. 2005).

O programa MARK tem algumas premissas (Dinsmore et al. 2002): (1) a idade dos ninhos deve ser conhecida, (2) seus destinos (sucesso/insucesso) devem ser conhecidos, (3) as visitas não devem influenciar o destino, (4) o destino dos ninhos deve ser independente e (5) as taxas de sobrevivência diárias devem ser homogêneas. Acreditamos ter cumprido todas as premissas, já que fizemos as visitas aos ninhos de forma breve e evitando deixar pistas aos predadores. Além disso, *E. chiriquensis* não constrói ninhos em colônias e os ninhos estavam distribuídos por toda a área de estudo. O programa MARK também exige que os ninhos tenham a mesma chance de ser encontrados (Dinsmore e Dinsmore 2007). Consideramos que atendemos a essa premissa, pois retornamos aos territórios e encontramos os ninhos nos casos em que não pudemos encontrá-los na(s) primeira(s) visita(s). O único problema é que alguns dos ninhos que encontramos podem pertencer ao mesmo casal, já que *E. chiriquensis* faz mais de uma tentativa de nidificação na mesma estação reprodutiva (Paiva 2008). Isso pode, portanto, ter afetado o destino dos ninhos. No entanto, os ninhos foram encontrados em diferentes locais e em diferentes momentos da estação reprodutiva (Manica e Marini 2012) e a espécie apresenta cópula extrapar (Stutchbury et al. 2007). Consideramos que esses dois elementos podem ter alterado as chances de sobrevivência em cada uma das tentativas dos casais.

RESULTADOS

O primeiro encontro de um ninho em 2010 aconteceu no dia 2 de outubro. Encontramos o último ninho ativo em 30 de dezembro do mesmo ano. Essa estação durou, portanto, 90 dias. Em janeiro de 2011 voltamos à área e encontramos um ninho com dois filhotes já grandes em 26 de janeiro. No entanto, não consideramos esse ninho nas análises, pois aparentemente foi um evento isolado do restante e que ocorreu quando a população de *E. chiriquensis* já tinha retornado à área de invernada. Em 2011, o primeiro dia da estação reprodutiva correspondeu ao dia 7 de outubro e o último, ao dia 3 de janeiro de 2012. O ciclo todo teve, portanto, duração de 89 dias.

Utilizamos 91 ninhos (70 de 2010 e 21 de 2011), dentre todos os que encontramos (Capítulo 2), para as análises de fatores que atuam na sobrevivência da prole, pois apenas para esses conhecíamos o destino final (sucesso ou insucesso), pré-requisito das análises (Dinsmore et al. 2002).

Em termos de sucesso reprodutivo aparente, nas fases de postura e incubação tivemos dados de 86 ninhos (67 em 2010, 19 em 2011) e na fase de cuidado de filhotes, tivemos dados de 28 ninhos (23 em 2010 e 5 em 2011). O sucesso aparente foi de 26,74% para ovos (29,85% em 2010 e 15,79% em 2011) e 46,43% para ninhegos (47,83% em 2010 e 40% em 2011). O sucesso aparente dos ninhos sem a discriminação das fases foi de 14,29% (15,71% em 2010, $n = 11$ e de 9,52% em 2011, $n = 2$). Como poucos ninhos sobreviveram até a fase de filhotes, analisamos todos os dados juntos, sem a separação das diferentes fases. A predação foi praticamente a única causa de perdas de ninhos. Não observamos abandono de ninhadas pelos adultos e apenas um

ninho em 2010 foi perdido em função do mau tempo. A chuva forte e o vento derrubaram o ramo sobre o qual o ninho havia sido construído.

Na primeira etapa da seleção dos modelos, dois deles foram robustos: os modelos com tempo constante e com tendência linear ($\Delta AIC_c = 0$ e 1,00 respectivamente) (Tabela 2), que juntos, explicaram 87,8% dos dados. A segunda etapa nos permitiu verificar que os modelos de tendência linear e idade, com e sem a adição do ano, foram os únicos robustos ($\Delta AIC_c = 0$ e 0,52, respectivamente) e, juntos, explicaram 76,6% dos dados (Tabela 2). O modelo mais ajustado não incluiu o ano e foi 1,3 vez mais adequado que o segundo modelo. A inclusão do ano reduziu a parcimônia do modelo e o coeficiente de regressão indicou que essa variável não foi significativa, já que seu intervalo de confiança incluiu o zero ($\beta_{ano} = 0,3562$, $IC_{ano} = - 0,2016$ a $0,9140$). Assim, para a terceira etapa, utilizamos apenas o melhor modelo $\{S(T + idade)\}$. A adição de cada uma das variáveis ambientais mostrou que apenas três foram importantes para a melhoria dos modelos: abundância de indivíduos semelhantes ao substrato nas manchas usadas pelos adultos, densidade de vegetação nos sítios de nidificação e profundidade dos ninhos. Todas as outras reduziram o ajuste aos dados e geraram modelos com $\Delta AIC_c > 2$ (Tabela 2). O conjunto final de modelos indicou que o modelo completo, com a tendência linear, idade e as três covariáveis em questão foi o único ajustado ($\Delta AIC_c = 0$) e explicou 89,6% dos dados (Tabela 2). Quando comparamos o modelo $\{S(T + idade)\}$, nosso melhor modelo inicial, ao modelo completo final, notamos que esse último passou a ser 8,63 vezes mais ajustado que o primeiro, que deixou de ser parcimonioso ($\Delta AIC_c = 4,31$).

Os coeficientes de regressão para as variáveis testadas foram: $\beta_T = - 0,5678$, $DP = 0,1683$, $IC = - 0,8977$, $- 0,2380$; $\beta_{idade} = - 0,0526$, $DP = 0,0173$, $IC = - 0,0865$, $- 0,0186$;

$\beta_{\text{prof}} = -0,4974$, DP = 0,2567, IC = - 1,000, 0,0058; $\beta_{\text{abusup}} = 0,6872$, DP = 0,3645, IC = - 0,0272, 1,4016 e $\beta_{\text{densfolhas}} = 3,9421$, DP = 1,9991, IC = 0,0238, 7,8604. Os intervalos de confiança da profundidade dos ninhos e da abundância de espécies iguais ao substrato nas manchas incluíram o zero e, portanto, consideramos que, apesar de essas variáveis contribuírem para a explicação dos nossos dados, não tiveram valor significativo. Os valores de β para a tendência temporal e idade tiveram valores negativos, o que significa que sua variação contribui de forma inversa à sobrevivência dos ninhos. Assim, observamos tendência de redução da sobrevivência dos ninhos ao longo do tempo e conforme ficam mais velhos. O valor de β para a densidade de vegetação nos sítios foi positivo e assim, sugere que a sobrevivência dos ninhos aumentou com o aumento da vegetação nas imediações dos ninhos.

Todas as outras variáveis tornaram nossos modelos menos ajustados ao conjunto de dados. Assim, não foram variáveis de influência na sobrevivência dos ninhos: ano de estudo, densidade de vegetação e abundância de *A. tomentosum* nas manchas de nidificação, quantidade de líquens nos caules dos substratos, tamanho da copa dos substratos, altura dos ninhos em relação ao solo, largura dos ninhos, síndrome de dispersão do suporte e uso de diferentes substratos (*A. tomentosum*, *T. ochracea* e *M. guianensis*).

Tabela 2. Resultados da seleção em quatro etapas de modelos que explicam o sucesso dos ninhos de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, entre 2010 e 2011.

Modelos	AICc	Δ AICc	Peso de AICc	K
<i>Primeira etapa</i>				
{S(.)}	349.7548	0	0.54732	1
{S(T)}	350.7587	1.0039	0.33132	2
{S(TT)}	352.7673	3.0125	0.12136	3
<i>Segunda etapa</i>				
{S(T+idade)}	346.2762	0	0.43322	3
{S(T+idade+ano)}	346.797	0.5208	0.3339	4
{S(.)}	349.7548	3.4786	0.07609	1
{S(T)}	350.7587	4.4825	0.04606	2
{S(.+ano)}	350.9029	4.6267	0.04286	2
{S(.+idade)}	351.7629	5.4867	0.02788	2
{S(T+ano)}	352.0422	5.766	0.02425	3
{S(.+idade+ano)}	352.9066	6.6304	0.01574	3
<i>Terceira etapa</i>				
{S(T+idade+prof)}	344.7086	0	0.19871	4
{S(T+idade+densfolhas)}	345.0604	0.3518	0.16666	4
{S(T+idade+absup)}	345.8468	1.1382	0.11248	4
{S(T+idade)}	346.2762	1.5676	0.09075	3
{S(T+idade+sindrome)}	347.0168	2.3082	0.06266	4
{S(T+idade+Asp)}	347.2063	2.4977	0.057	4
{S(T+idade+abAsp)}	348.1025	3.3939	0.03641	4
{S(T+idade+larg)}	348.1164	3.4078	0.03616	4
{S(T+idade+altninho)}	348.1181	3.4095	0.03613	4
{S(T+idade+dens)}	348.1997	3.4911	0.03469	4
{S(T+idade+Myr)}	348.2199	3.5113	0.03434	4
{S(T+idade+liquens)}	348.2746	3.566	0.03341	4
{S(T+idade+Tab)}	348.2929	3.5843	0.03311	4
{S(T+idade+tamcopa)}	348.2932	3.5846	0.0331	4
<i>Quarta etapa</i>				
{S(T+idade+prof+absup+densfolhas)}	341.9645	0	0.89621	6
{S(T+idade)}	346.2762	4.3117	0.10379	3

K – número de parâmetros do modelo

Em negrito estão os modelos considerados robustos em cada etapa (Δ AICc < 2).

DISCUSSÃO

Sucesso dos ninhos

Conforme esperado, a predação foi a maior causa de perda dos ninhos de *E. chiriquensis* na área estudada, entre 2010 e 2011 (Ricklefs 1969, Martin 1996). A perda por intempéries foi desprezível e não observamos perdas por abandono dos adultos. Perdas por intempéries não foram observadas por Medeiros e Marini (2007), que trabalharam com a mesma espécie. Mas os mesmos autores registraram alguns ninhos abandonados (4%). Não observamos parasitismo por *Molothrus bonariensis* ou por larvas de moscas. Medeiros (2004) também não registrou parasitismo de ninho por *M. bonariensis*, mas observou um ninho em que um dos filhotes foi parasitado por larvas de mosca.

Chuvas e ventos intensos são relativamente comuns na estação reprodutiva da espécie. No entanto, os adultos de *E. chiriquensis* geralmente permanecem sobre os ninhos durante os eventos (obs. pess.), o que pode reduzir as chances de insucesso. Esse comportamento provavelmente compensa o fato de ninhos serem construídos em forma de tigela relativamente rasa. Além disso, o uso de substratos com perímetro na altura do solo acima de 10 cm pelas fêmeas deve ser uma estratégia para evitar perdas por intempéries, já que a vegetação mais robusta provavelmente reduz as chances de ovos ou filhotes serem lançados para fora dos ninhos. A ausência de perdas por abandono sugere que a mortalidade dos adultos é baixa na área de estudo ao longo da estação reprodutiva, dado que corrobora a hipótese proposta por Medeiros e Marini (2007).

O sucesso aparente dos ninhos de *E. chiriquensis* na EEI entre os anos de 2010 e 2011 está de acordo com os resultados de outros autores que trabalharam com a mesma espécie, porém em áreas e anos diferentes. Medeiros e Marini (2007), em estudo em área de Cerrado no Planalto Central, nos anos de 2002 e 2003, observaram 33% de sobrevivência. Paiva (2008), na mesma área, encontrou valores entre 2003 e 2006 de 30,5%, 11,3%, 6,5% e 10,9%, respectivamente. Finalmente, Borges e Marini (2010) verificaram 27% de sobrevivência dos ninhos em área alterada e 32% em área preservada, também em Cerrados do Brasil Central.

A comparação dos resultados é difícil, pois sua variação está relacionada a muitas variáveis, como a riqueza e a abundância de predadores, as variações climáticas, as características de cada área e os métodos usados por cada grupo de pesquisa. A ampla variação nos dados de sobrevivência é comumente observada em outras espécies de áreas tropicais (Robinson et al. 2000b). Além disso, os autores mencionados usaram métodos diferentes de cálculo.

Borges e Marini (2010) observaram redução nas chances de sobrevivência de ninhos *E. chiriquensis* em áreas alteradas (pequenos fragmentos de Cerrado em meio à chácaras, no Distrito Federal). Apesar de a EEI ser relativamente pequena e isolada de outras áreas de Cerrado, não acreditamos que isso possa ter influenciado as taxas de predação, visto que há poucas espécies de fauna introduzidas (obs. pess.). Além disso, a grande quantidade de aves ameaçadas, migratórias e endêmicas na área de estudo (Willis 2004, Granzinoli et al. 2006, Motta-Junior et al. 2008) indica que há qualidade de habitat, inclusive de reprodução, para o grupo.

Medeiros e Marini (2007) sugerem relação entre a alta sobrevivência dos adultos e as elevadas taxas de predação dos ninhos. Isso explica o baixo sucesso reprodutivo da

espécie, além de determinados comportamentos, como a manifestação de mais de uma tentativa de nidificação na mesma estação reprodutiva e de ninhadas pequenas (Møller 1989, Filliater et al. 1994, Medeiros e Marini 2007).

Hábitat de nidificação e influência no sucesso dos ninhos

Quanto à influência dos substratos usados na nidificação, Filliater et al. (2004) sugerem que a seleção de espécies vegetais menos usadas pelos adultos pode aumentar as chances de sobrevivência, já que os predadores concentram suas buscas em sítios mais frequentemente usados (Martin e Roper 1988, Martin 1993). Corroborando essa hipótese, Mezquida e Marone (2001) observaram que ninhos de Emberizidae construídos em plantas menos comuns tiveram suas chances de sobrevivência aumentadas. Em nosso estudo, o uso de diferentes suportes (a espécie mais usada e as duas espécies evitadas) não influenciou as chances de sobrevivência da prole. Nossos dados estão de acordo com os dados de Medeiros (2004), que também não observou diferença no sucesso de ninhos em substratos muito usados e pouco usados por *E. chiriquensis*.

Aspidosperma tomentosum não foi usada em frequência maior que a esperada (Capítulo 2) e, portanto, não esperávamos encontrar vantagem adaptativa em seu uso como substrato. E, contrariando as previsões de Filliater et al. (1994), também não observamos sucesso dos ninhos diferenciado em substratos menos usados. Assim, aparentemente a espécie vegetal sobre a qual os ninhos são construídos não parece ser uma característica selecionada e de influência na sobrevivência da prole. Outros autores falharam ao procurar relação entre a sobrevivência dos ninhos e a espécie

suporte, mesmo tendo encontrado certa evidência de seleção (Mezquida 2004, Aguilar et al. 2008). No entanto, Robinson et al. (2000a) e Mezquida e Marone (2001) alertam que os resultados podem estar relacionados ao baixo número amostral, que pode ser, também, um problema em nossos resultados.

Apesar da aparente preferência pela vegetação anemocórica (Capítulo 2), a síndrome de dispersão dos substratos não influenciou a sobrevivência da prole. Boulton et al. (2003) conduziram um experimento com ninhos artificiais em plantas da mesma espécie com e sem frutos e não verificaram diferenças nas chances de sobrevivência. No entanto, argumentam que o experimento pode não ter representado a realidade, uma vez que os ninhos artificiais somente simulam a fase de ovos e as maiores taxas de predação com ninhos naturais ocorreram na fase de crescimento dos filhotes. Sugerimos que mais observações com essa finalidade sejam conduzidos, pois no ano de 2011 poucos indivíduos de *M. guianensis* frutificaram em nossa área de estudo (obs. pess.), o que pode ter influenciado os resultados. Além disso, *M. guianensis*, uma planta muito visitada pelas aves em nossa área de estudo, foi uma das poucas espécies usadas em frequência abaixo da esperada (Capítulo 2).

Quanto às características dos substratos, apesar de termos observado seleção de caules com maior abundância de líquens (Capítulo 2), não tivemos evidência de relação entre esse fator e a sobrevivência dos ninhos. Observamos que a quantidade de líquens (e outros materiais, como musgos) que as fêmeas colocam nos ninhos em nossa área de estudo é variável (Figura 2), o que é esperado se considerarmos que a construção dos ninhos é um comportamento aprendido e aprimorado, ao longo da vida, por cada indivíduo (Healy et al. 2008). Acreditamos que a cor e a textura que os ninhos adquirem com a quantidade e disposição desses materiais colocados em sua

parte externa podem estar relacionados ao aspecto dos caules sobre os quais são construídos. De acordo com Healy et al. (2008), as aves possuem uma elevada capacidade cognitiva, o que nos faz supor que os indivíduos constroem seus ninhos de acordo com o substrato e que esse padrão é aprimorado conforme adquirem experiência. Assim, sugerimos que os líquens dos ninhos, relacionados à cor e à textura dos substratos, possam ajudar a camuflar os ninhos. Além disso, também sugerimos que ninhos mais elaborados e semelhantes aos caules possam pertencer a indivíduos mais velhos e/ou experientes, hipóteses que ainda precisam ser testadas. Medeiros (2004) sugere que ninhos com acabamentos mais consistente possam pertencer a fêmeas mais experientes. A mesma autora atribui essas diferenças à grande variação de períodos de construção dos ninhos que observou entre 2002 e 2003 no Planalto Central. Para ela, fêmeas mais experientes investem mais tempo na construção dos ninhos.



Figura 2. Variação na quantidade e disposição de materiais não estruturais (líquens, musgos e casulos de artrópodes) usados pelas fêmeas de *E. chiriquensis* na parte externa dos ninhos na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011.

Também não observamos influência do tamanho da copa dos indivíduos usados como substrato dos ninhos nas chances de sobrevivência da prole, assim como Mezquida (2004). A copa pode reduzir as chances de detecção dos ninhos (Filliater et al. 1994), especialmente por predadores aéreos e que ocupam os estratos mais altos da vegetação, como *C. cristatellus*. No entanto, provavelmente não interfere na detecção de predadores que forrageiam nos estratos mais baixos. Se diferentes predadores, com táticas de forrageio distintas, predam ninhos, então o tamanho da copa não deve ser um fator que garante mais chance de sobrevivência à prole, mesmo se considerarmos apenas as aves como predadoras, pois diferentes espécies forrageiam em diferentes estratos da vegetação.

Quanto à influência dos fatores relacionados às manchas de nidificação, não observamos influência da densidade de vegetação das manchas no sucesso dos ninhos. Em contrapartida, a densidade de vegetação nos sítios de nidificação, ou seja, a vegetação próxima aos ninhos foi o fator de maior influência na sobrevivência da prole, apesar de não ter sido avaliada quanto à seleção pelos adultos. A vegetação provavelmente contribui para a menor detectabilidade e/ou acesso dos predadores (Martin e Roper 1988, Martin 1993, Weidinger 2002). Por não conhecermos completamente os predadores da área e suas estratégias de forrageio, não sabemos ao certo como esse fator favorece a prole. Se considerarmos as aves como importantes predadores, a maior quantidade de vegetação reduz as pistas visuais aos ninhos. De acordo com Skutch (1949, 1985), as visitas dos adultos aos ninhos podem fornecer pistas aos predadores sobre sua localização. Neste sentido, a densidade de vegetação não só deve ajudar a ocultar os ninhos, mas também os parentais, nos momentos de chegada e saída dos ninhos, além da assistência ao longo da incubação.

Esses resultados parecem, novamente, corroborar a hipótese da folhagem total (Martin e Roper 1988, Martin 1993, Capítulo 2).

Apesar da seleção de áreas com maior abundância de indivíduos de *A. tomentosum* (Capítulo 2), sua abundância não influenciou a sobrevivência da prole. Apesar de *A. tomentosum* ter sido a espécie mais usada pelos adultos, não foi usada em frequência maior que a esperada, e assim, não necessariamente constitui um sítio de presas em potencial. Além disso, essa hipótese somente é explicativa se considerarmos que parte significativa dos predadores é visual e que aprende a buscar pelos ninhos. Se essas premissas não são atendidas, então é de se esperar que os resultados não atendam às expectativas. Conforme mencionado (Capítulo 2), a ocupação de sítios com mais indivíduos do vegetal em questão pode, também, estar relacionada ao fato de essa espécie aparentemente ter distribuição agregada, que pode contribuir com a densidade de folhagem e não especificamente ao aumento na densidade de sítios em potencial.

Influência de fatores temporais e de fatores relacionados aos ninhos na sobrevivência da prole

Observamos tendência linear decrescente ao longo das estações reprodutivas, ou seja, redução na sobrevivência dos ninhos com o passar do tempo. Esses resultados contradizem nossas expectativas. Acreditávamos que, em função da seca e da baixa disponibilidade de alimento no início da estação reprodutiva, a pressão dos predadores sobre os ninhos fosse maior nessa fase, quando comparada ao fim (França e Marini 2009). Certos autores observaram aumento de sobrevivência dos ninhos ao

longo da estação em diferentes ecossistemas e com espécies distintas (Robinson et al. 2000a, Walker et al. 2005), inclusive em áreas de Cerrado (Gressler 2008, França e Marini 2009). O aumento do sucesso dos ninhos no fim da estação pode estar relacionado ao aumento no número de presas alternativas, ao aumento na cobertura dos ninhos, já que há mudança fenológica da vegetação ao longo do tempo, e/ou à redução da abundância de ninhos essa fase do ano (Walker et al. 2005, Wilson et al. 2007, França e Marini 2009).

No entanto, a redução da sobrevivência ao longo do tempo que observamos, está de acordo com outros estudos (Borges e Marini 2010) e, segundo Gressler (2008), constitui o padrão mais comumente observado. Essa redução pode relacionar-se ao aprendizado dos predadores na busca pelos ninhos ao longo da estação reprodutiva (Nams 1997). Uma hipótese alternativa sugere que o aumento da busca pelos ninhos pode estar relacionado ao aumento da demanda por alimento na área (Wilson et al. 2007), uma vez que a estação reprodutiva de *E. chiriquensis* coincide com a estação reprodutiva de grande parte das aves e de certos mamíferos, na área de estudo. Dessa forma, o aumento da abundância de predadores causaria uma maior pressão sobre os ninhos. Medeiros (2004) não observou influência da sazonalidade no sucesso dos ninhos de *E. chiriquensis*. No entanto, testou a hipótese segundo a abordagem de Mayfield (1961, 1975), considerando, portanto, a taxa de sobrevivência diária constante ao longo do tempo.

Assim como a variação temporal, sugerimos, inicialmente, que o ano de estudo tivesse grande influência na sobrevivência dos ninhos, o que não foi corroborado pelos nossos resultados. Apesar de o ano de 2011 aparentemente ter sido atípico, com poucos indivíduos se reproduzindo, a taxa de sobrevivência diária não foi

significativamente maior que no ano anterior. Outras características foram mais importantes na explicação de nossos dados.

A idade foi uma variável relativamente importante na explicação da sobrevivência dos ninhos. A sobrevivência diminuiu com o aumento da idade dos ninhos, ao contrário do esperado. Acreditávamos que filhotes fossem ser menos predados que ovos, já que não devem ser todos os animais que conseguem predá-los. Os ovos de *E. chiriquensis* são pequenos e de casca fina (Medeiros e Marini 2007, obs. pess.). Diversos animais, inclusive pequenas aves, já foram observados consumindo ovos da espécie (França e Marini 2009, França et al. 2009, obs. pess.). França et al. (2009) verificaram que ovos foram predados por diversos animais, inclusive pequenos Passeriformes. No entanto, apenas aves com bicos grandes e fortes (*Nystalus chacuru* e *Cyanocorax cristatellus*) predaram ninhegos, o que reforça nossa hipótese.

Em contrapartida, Skutch (1949) sugere que o crescimento dos filhotes leva ao aumento da assistência dos adultos e ao aumento no número de visitas aos ninhos, o que fornece pistas aos predadores. Além disso, filhotes provavelmente são ouvidos pelos predadores (Oliveira et al. 2010). Acreditamos que os filhotes também podem ser mais facilmente detectados pelo olfato que os ovos. Quando observamos a sobrevivência aparente, os ovos foram mais predados que os filhotes. Mas diante do baixo número de ninhos que sobreviveram até a fase de crescimento dos ninhegos, acreditamos que nossos resultados reflitam a redução nas chances de sucesso de ninhos mais velhos, porém em sua maioria ainda com ovos. Nossos resultados de influência da idade nos ninhos corroboram Skutch (1949) e Caccamise (1976). Segundo esses autores, quanto mais velho for o ninho, menores suas chances de sobrevivência, pois o tempo de exposição aos predadores é maior.

A profundidade dos ninhos foi, também, uma característica que explicou, em parte, o sucesso dos ninhos. Nossos resultados sugerem que quanto menores os ninhos, maiores as chances de sobrevivência. Aguilar et al. (2008) observaram que ninhos de *Volatinia jacarina* mais compactos tiveram maiores taxas de sobrevivência diária. Certos autores sugerem que o tamanho esteja intimamente relacionado à chance de predação, uma vez que ninhos grandes são mais facilmente detectados (Møller 1989). No entanto, apesar de ter contribuído para a melhora do ajuste do modelo aos dados, a profundidade não foi uma variável significativa. Já a largura dos ninhos, não foi importante para a sobrevivência, uma vez que não esteve presente nos melhores modelos. Esses resultados indicam que a influência do tamanho dos ninhos sobre sua sobrevivência provavelmente desprezível, resultados que não corroboram a hipótese de Møller (1989). No entanto, o tamanho dos ninhos é, juntamente com a cobertura externa de líquens, um elemento que merece mais investigação, já que pode, também, ter relação com a experiência e aprendizado dos indivíduos.

A abundância de vegetação semelhante ao substrato nas manchas de nidificação foi outro fator que aumentou as chances de sobrevivência dos ninhos. Possivelmente a homogeneidade de vegetação nas manchas aumenta o esforço de busca pelos predadores, algo que está de acordo com um dos pressupostos da hipótese dos sítios de presas em potencial (Martin e Roper 1988, Martin 1993). No entanto, a contribuição desse fator à sobrevivência é pequena, já que os valores não foram significativos.

A altura dos ninhos em relação ao solo não teve suporte quanto à chance de sobrevivência. Esperávamos que ninhos baixos fossem garantir maior chance de sobrevivência, já que *C. cristatellus* usa estratos altos da vegetação e é considerado um

importante predador de ninhos em áreas de Cerrado (Amaral e Macedo 2003, França et al. 2009, Santos e Marini 2010). Diversos autores avaliaram a importância da altura dos ninhos na predação, inclusive para *E. chiriquensis* (Medeiros 2004). Ninhos mais baixos são mais suscetíveis à predação por animais terrestres e ninhos mais altos, à predação por aves (Filliater et al. 1994, Remes 2005). Em nosso trabalho, os ninhos não estiveram mais seguros em nenhuma altura específica, assim como previamente observado para a espécie (Medeiros 2004). Em 2011, observamos em nossa área de estudo, um roedor (*Oligoryzomys* sp.) supostamente predando um ninho do beija-flor *Eupetomena macroura*, a 1,80 m do solo, informação que não corrobora Filliater et al. (1994) e Remes (2005), que sugerem que os roedores são predadores de ninhos baixos, embora esse último autor ressalte que esses animais podem subir na vegetação. A predação de roedores em alturas como essa, somada ao fato de as aves serem importantes predadores na área de estudo, provavelmente explicam a falta de influência da altura dos ninhos em sua sobrevivência. Acreditamos que a predação por aves independa da altura dos ninhos, já que diferentes espécies, que ocupam diferentes estratos da vegetação, podem ser predadoras de ninhos. Atribui-se a falta de influência da altura dos ninhos na sobrevivência dos mesmos à grande diversidade de predadores, e que, portanto, forrageiam em diferentes estratos da vegetação. Assim, acreditamos que a “hipótese da inacessibilidade” (Capítulo 2) não explique as taxas de predação em nossa área de estudo.

REFERÊNCIAS

- Aguilar, T.M., R.I. Dias, A.C. Oliveira e R.H. Macedo. 2008. Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success? *Journal of Field Ornithology* 79(1): 24–31.
- Alonso, J.A., R. Muñoz-Pulido, L.M. Bautista e J.C. Alonso. 1991. Nest-site selection and nesting success in the Azure-winged Magpie in Central Spain. *Bird Study* 38(1): 45-51.
- Amaral, M.F. e R.H.F. Macedo. 2003. Breeding patterns and habitat use in the endemic Curl-crested Jay of central Brazil. *Journal of Field Ornithology* 74(4): 331-340.
- Borges, F.J.A. e M.Â. Marini. 2010. Birds nesting survival in disturbed and protected Neotropical savannas. *Biodiversity and Conservation* 19(1): 223–236.
- Boulton, R.L., P. Cassey, C. Schipper e M.F. Clarke. 2003. Nest site selection by yellow-faced honeyeaters *Lichenostomus chrysops*. *Journal of Avian Biology* 34(3): 267-274.
- Caccamise, D.F. 1976. Nesting mortality in the Red-winged Blackbird. *The Auk* 93(3): 517-534.
- Clarck, R.G. e D. Shutler. 1999. Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks? *Ecology* 80(1): 272-287.
- Coch, E. e G. White. 2011. *Program MARK – A gentle introduction*. 9th edition.
- Davis, S.K. 2005. Nest-site selection patterns and the influence of vegetation on nest survival of mixed-grass prairie passerines. *The Condor* 107(3): 605-616.
- Dinsmore S.J. e J.J. Dinsmore. 2007. Modeling avian nest survival in program MARK. 2007. *Studies in Avian Biology* 34: 73–83.

- Dinsmore S J., G.C. White e F.L. Knopf. 2002. Advanced techniques for modeling avian nest survival. *Ecology* 83(12): 3476–3488.
- Filliater, T.S., R. Breitwisch e P.M. Nealen. 1994. Predation on northern cardinal nests: does choice of nest site matter? *The Condor* 96(3): 761-768.
- Flaspohler, D.J., S.A. Temple e R.N. Rosenfield. 2000. Relationship between nest success and concealment in two ground-nesting passerines. *Journal of Field Ornithology* 71(4): 736-747.
- França, L.C. e M.Â. Marini. 2009. Teste do efeito de borda na predação de ninhos naturais e artificiais no Cerrado. *Zoologia* 26(2): 241-250.
- França, L.F., N.O.M. Sousa, L.R. Santos, C. Duca, D.T. Gressler, F.J.A. Borges, L.E. Lopes, L.T. Manica, L.V. Paiva, R.C.S. Medeiros e M.Â. Marini. 2009. Passeriformes: nest predators and prey in a Neotropical Savannah in Central Brazil. *Zoologia* 26(4): 799-802.
- Gjerdrum, C., C.F. Elphick e M. Rubega. 2005. Nest site selection and nesting success in saltmarsh breeding sparrows: the importance of nest habitat, timing, and study site differences. *The Condor* 107(4): 849-862.
- Granzinolli, M.A.M., R.J.G. Pereira e J.C. Motta-Junior. 2006. The Crowned Solitary-eagle *Harpyhaliaetus coronatus* (Accipitridae) in the cerrado of Estação Ecológica de Itirapina, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14(4): 429-432.
- Gressler, D.T. 2008. *Biologia e sucesso reprodutivo de Sicalis citrina Pelzeln, 1870 (Aves: Emberizidae) no Distrito Federal*. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Hansell, M. 2000. *Bird nests and their construction behaviour*. Cambridge University Press, Nova York, 280p.

- Healy, S., P. Walsh e M. Hansell. 2008. Nest building by birds. *Current biology* 18(7): 271-273.
- Kilgo, J.C., R.A. Sargent, B.R. Chapman e K.V. Miller. 1996. Nest site selection by Hooded Warblers in bottomland hardwoods of South Carolina. *The Wilson Bulletin* 108(1): 53-60.
- Manica, L.T. e M.Â. Marini. 2012. Helpers at the nest of White-banded Tanager *Neothraupis fasciata* benefit male breeders but do not increase reproductive success. *Journal of Ornithology* 153(1): 149–159.
- Martin, T.E. 1993. Nest predation and nest sites. *BioScience* 43(8): 523-532.
- Martin, T.E. 1996. Life story evolution in tropical and south temperate birds: What do we really know? *Journal of Avian Biology* 27(4): 263-272.
- Martin, T.E. 1998. Are microhabitat preferences of coexisting species under selection and adaptative? *Ecology* 79(2): 656–670.
- Martin, T.E. e J.J. Roper. 1988. Nest predation and nest site selection of a western population of the Hermit thrush. *The Condor* 90(1): 51-57.
- Martin, T.E., C. Paine, C.J. Conway, W.M. Hochachka, P. Allen e W. Jenkins. 1997. *BBIRD Field Protocol*. Biological Resources Division, Montana Cooperative Wildlife Research Unit, Missoula, University of Montana.
- Mayfield, H.F. 1961. Nesting success calculated from exposure. *The Wilson Bulletin* 73(3): 255–261.
- Mayfield, H.F. 1975. Suggestions for calculating nest success. *The Wilson Bulletin* 87(4): 456–466.

- Medeiros, R.C.S. 2004. *Biologia e sucesso reprodutivo de Elaenia chiriquensis albivertex Pelzeni, 1868 (Aves: Tyrannidae) em Cerrado do Brasil Central*. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Medeiros, R.C.S. e M.Â. Marini. 2007. Biologia reprodutiva de *Elaenia chiriquensis* (Lawrence) (Aves, Tyrannidae) em Cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 12-20.
- Mezquida, E.T. 2004. Nest site selection and nesting success of five species of passerines in a South American open Prosopis woodland. *Journal of Ornithology* 145(1): 16–22.
- Mezquida, E.T. e L. Marone. 2001. Factors affecting nesting success of a bird assembly in the central Monte Desert, Argentina. *Journal of Avian Biology* 32(4): 287–296.
- Møller, A.P. 1989. Clutch size, nest predation, and distribution of avian unequal competitors in a patchy environment. *Ecology* 72(4): 1336-1349.
- Motta-Junior, J.C., M.A.M. Granzinolli e P.F. Develey. 2008. Aves da Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* 8: 207-227.
- Nams, V.O. 1997. Density-dependent predation by skunks using olfactory search images. *Oecologia* 110(3): 440-448.
- Oliveira, L.S., L.M.S. Sousa, P.V. Davanço e M.R. Francisco. 2010. Breeding behaviour of the Lined seedeater (*Sporophila lineola*) in Southeastern Brazil. *Ornitología Neotropical* 21: 251-261.
- Paiva, L.V. 2008. *Fatores que determinam o período reprodutivo de Elaenia chiriquensis (Aves: Tyrannidae) no Cerrado do Brasil Central*. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

- Remes, V. 2005. Birds and rodents destroy different nests: a study of Blackcap *Sylvia atricapilla* using the removal of nest concealment. *Ibis* 147(1): 213-216.
- Ricklefs, R.E. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions to Zoology* 9:1-48.
- Robinson, T.R., W.D. Robinson e E.C. Edwards. 2000a. Breeding ecology and nest-site selection of song wrens in central Panama. *The Auk* 117(2): 345-354.
- Robinson, W.D., T.R. Robinson, S.K. Robinson e J.D. Brawn. 2000b. Nest success of understory forest birds in central Panama. *Journal of Avian Biology* 31(2):151-164.
- Rotella, J.J., S.J. Dinsmore e T.L. Shaffer. 2004. Modeling nest-survival data: a comparison of recently developed methods that can be implemented in MARK and SAS. *Animal Biodiversity and Conservation* 27(1): 187-205.
- Santos, L.R. e M.Â. Marini. 2010. Breeding biology of White-rumped Tanagers in central Brazil. *Journal of Field Ornithology* 81(3): 252–258.
- Skutch, A.F. 1949. Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *Ibis* 91: 430-455.
- Skutch, A.F. 1985. Clutch size, nesting success, and predation on nests of Neotropical birds, reviewed. *Ornithological Monographs* 36: 575-594.
- Smith, D.M., D.M. Finch e D.L. Hawksworth. 2009. Black-chinned hummingbird nest-site selection and nest survival in response to fuel reduction in a southwestern riparian forest. *The Condor* 111(4): 641-652.
- Stutchbury, B.J.M., E.S. Morton e B. Woolfenden. 2007. Comparison of the mating systems and breeding behavior of a resident and a migratory tropical flycatcher. *Journal of Field Ornithology* 78(1): 40–49.

- Walker, J., M.S. Lindberg, M.C. MacCluskie, M.J. Petrula e J.S. Sedinger. 2005. Nest survival of Scaup and other ducks in the Boreal Forest of Alaska. *Journal of Wildlife Management* 69: 582-591.
- Weidinger, K. 2002. Interactive effects of concealment, parental behavior and predators on the survival of open passerine nests. *Journal of Animal Ecology* 71(3): 424-437.
- White, G.C. e K.P. Burnham. 1999. *Program MARK: Survival Estimation from Populations of Marked Animals*. Acesso em 22 de abril de 2012.
- Willis, E.O. 2004. Birds of a habitat spectrum in the Itirapina savanna, São Paulo, Brazil (1982-2003). *Brazilian Journal of Biology* 64: 901-910.
- Wilson, S., K. Martin e S.J. Hannon. 2007. Nest survival patterns in Willow Ptarmigan: influence of time, nesting stage, and female characteristics. *The Condor* 109(2): 377-388.

DISCUSSÃO GERAL

Ao longo das estações reprodutivas de 2010 e 2011, observamos evidências de seleção de algumas características do hábitat usado para a nidificação de *E. chiriquensis*. No entanto, a seleção se restringiu a poucas das variáveis avaliadas e nenhuma delas teve influência no sucesso dos ninhos. As frágeis evidências de seleção e de influência dos fatores amostrados no sucesso dos ninhos estão de acordo com outros trabalhos, realizados com espécies e localidades diferentes (Filliater et al. 1994, Clarck e Shuttler 1999, Mezquida 2004).

Em termos de seleção das características do hábitat de nidificação, pode haver grande oscilação da frequência dos padrões observados em função da corrida evolutiva entre as presas (em nível populacional ou da comunidade) e seus predadores (Martin 1993). Skutch (1985) sugere que a diversidade de ninhos é de grande importância para a questão. Para ele, a comunidade de presas exerce grande influência nas taxas de predação. A predação também deve sofrer influência de diversas variáveis, como a oscilação na abundância e distribuição dos predadores e a importância relativa de cada grupo de predadores ao longo do tempo. Ou seja, há grande variação nos padrões observados porque as presas ajustam seus comportamentos em função das estratégias usadas pelos predadores, e vice-versa. Mais detalhes sobre essa dinâmica somente poderão ser compreendidos com estudos de longo prazo, com o acompanhamento das dinâmicas populacionais de predadores e presas.

Segundo o raciocínio de Filliater et al. (1994), ambientes com grande diversidade de predadores e de táticas de forrageio, como o Cerrado, não teriam locais seguros para a

nidificação. Mas, de acordo com Tieleman et al. (2008), a ampla diversidade de predadores faz com que a seleção natural não atue de maneira uniforme, o que leva a uma grande variação nos resultados de diferentes localidades, espécies de aves e determinados anos de estudo. Flaspohler et al. (2000) argumentam que os estudos de seleção de hábitat não avaliam as mudanças nos padrões ao longo do tempo. De acordo com esses autores, se há mudança na vegetação ao longo da estação reprodutiva, então há mudança nos padrões de seleção pelas aves.

A baixa influência de nossas variáveis na explicação da sobrevivência da prole também sugere que outras variáveis, não amostradas, podem estar envolvidas com a seleção e evolução da escolha do hábitat de nidificação. Entre elas, o comportamento dos adultos, as características do hábitat em outras escalas (e.g., territórios), as características dos ninhos (e.g., relação entre os líquens e os substratos, tipo de material usado em sua confecção), a disponibilidade dos recursos alimentares, de recursos para a nidificação (e.g., material vegetal, líquens, teias, penas) e os fatores climáticos (e.g., locais de conforto térmico para os ovos e ninhegos) (Hansell 2000, Dearborn e Sanchez 2001).

Nesse trabalho, adotamos a sobrevivência da prole até a saída do ninho como parâmetro de sucesso reprodutivo. No entanto, a dinâmica das populações pode estar relacionada a outras etapas do ciclo de vida, como a sobrevivência dos adultos e dos juvenis, ainda pouco estudadas, especialmente nas áreas tropicais. Chalfoun e Martin (2007) sugerem que, além da sobrevivência dos ninhos, outras variáveis, como a qualidade dos filhotes (e.g., massa, tamanho) também possam fornecer dados importantes acerca do sucesso reprodutivo das espécies.

Na EEI entre 2010 e 2011, as hipóteses da folhagem total (Martin e Roper 1988, Martin 1993) e do ninho escondido (Filliater et al. 1994, Kilgo et al. 1996) parecem ter feito mais sentido que a hipótese dos sítios de presas em potencial (Martin e Roper 1988, Martin 1993) para os adultos de *E. chiriquensis*. Isso porque a densidade de vegetação nos sítios de nidificação foi a única característica do meio que influenciou de forma significativa a sobrevivência da prole. Além disso, aparentemente não há seleção de espécies vegetais para a confecção dos ninhos e, portanto não devem existir sítios de presas em potencial. Esses resultados vão contra os resultados de Martin e Roper (1988) e Martin (1993), que sugerem que a folhagem é uma característica menos importante que o tipo de substrato utilizado pelas aves e sua abundância nas imediações dos ninhos. Em nosso estudo, não tivemos evidências de preferência por certo tipo de substrato para construção dos ninhos. Duas das espécies foram evitadas possivelmente em função de suas características individuais (tamanho de copa) e anemocóricas foram proporcionalmente mais usadas que zoocóricas. No entanto, nenhuma dessas características afetou a chance de sobrevivência dos ninhos. Possivelmente, áreas com grande diversidade de vegetação e com intensa predação, como o Cerrado, favorecem o uso de diversos substratos para ninhos.

Ainda no caso de *E. chiriquensis*, que apresenta defesa direta dos ninhos e vigilância dos adultos em parte do tempo, o fato de alguns fatores relacionados à acessibilidade e visibilidade não terem exercido influência em sua sobrevivência (e.g., altura dos ninhos e densidade de vegetação nas manchas de nidificação) pode estar relacionado ao fato de que às vezes os adultos possam optar por locais com melhor visibilidade, em que podem não só proteger seus ninhos, mas também evitar de serem predados. Para Tieleman et al. (2008), fatores que permitem essa visualização podem sobrepor todos

os outros, de seleção de hábitat de nidificação. Essa hipótese faz sentido para *E. chiriquensis*, se considerarmos que provavelmente há mais investimento na sobrevivência dos adultos que da prole (Medeiros e Marini 2007). Além disso, ninhos mais visíveis tornam os predadores mais visíveis a seus próprios predadores (Götmark et al. 1995). Finalmente, ocultar os ninhos pode não ser um elemento importante quando a defesa dos adultos é um elemento importante (Cresswell 1997).

Também é necessário avaliarmos a influência de outros fatores na sobrevivência dos ninhos de *E. chiriquensis*, tais como a distância dos ninhos de coespecíficos. Aguilar et al. (2008) avaliaram esse elemento para *Volatinia jacarina* e observaram aumento nas chances de sobrevivência de ninhos mais distantes dos ninhos vizinhos. Os autores atribuíram o resultado ao fato de machos de *V. jacarina* apresentarem comportamentos conspícuos na estação reprodutiva, que podem atrair a atenção de predadores. Assim, ninhos próximos poderiam, também, ter prejuízo. *Elaenia chiriquensis* apresenta comportamento de defesa dos ninhos e é comumente observada em encontros agonísticos com indivíduos da mesma espécie. Assim, a proximidade entre os ninhos pode prejudicar ou, ainda, favorecer ninhos vizinhos, se considerarmos que adultos de ninhos vizinhos podem defender os ninhos uns dos outros. Além disso, a densidade de ninhos da espécie parece afetar diretamente a predação (Paiva 2008). A distância de ninhos e territórios de predadores também deve influenciar a seleção do hábitat e a sobrevivência da prole. De acordo com Sousa (2008), *E. chiriquensis* não constrói ninhos próximos a ninhos de *C. cristatellus*.

A competição pode influenciar fortemente a seleção do hábitat pelas aves (Martin 1987), impedindo que todos os indivíduos selecionem as melhores áreas para a nidificação (Davis 2005). A seleção do hábitat de nidificação pelas fêmeas pode,

também, restringir-se à escolha dos territórios previamente feita pelos machos (Dearborn e Sanchez 2001). Assim, são necessários estudos de avaliação das características importantes aos machos na escolha do ambiente.

Finalmente, a experiência dos adultos é, também, algo que pode exercer grande influência na sobrevivência dos ninhos (Perrins 1970). A hipótese foi pouco testada devido à dificuldade de se acompanhar os indivíduos ao longo do tempo, mas alguns trabalhos sugerem resultados positivos. Observamos grande variação de tamanhos e quantidade de líquens na construção dos ninhos, bem como grande variação nos comportamentos de defesa dos ninhos e seleção de características do hábitat de nidificação pelos adultos de *E. chiriquensis*. Isso sugere que a experiência dos adultos pode ser decisiva na sobrevivência da prole.

Apesar de *E. chiriquensis* ser relativamente bem estudada, ainda faltam dados essenciais para que se consiga compreender bem as condições e recursos necessários à reprodução e sobrevivência da espécie. Nesse sentido, sugerimos que mais trabalhos sejam realizados, já que a nidificação é uma etapa determinante na dinâmica das populações. Futuros estudos devem contemplar mais variáveis a serem amostradas, dada a complexidade do assunto.

Também sugerimos que sejam desenvolvidos trabalhos que visam conhecer a fundo a comunidade de predadores em regiões tropicais. O uso de câmeras filmadoras, por exemplo, pode fornecer dados sobre a identidade dos predadores e de suas táticas de forrageio. Essas informações são necessárias para conhecermos o tipo de pressão seletiva que a predação exerce sobre as aves e assim ter mais elementos para trabalhar com a seleção de hábitat de nidificação das espécies.

CONCLUSÃO

Entre 2010 e 2011, na EEI, as fêmeas de *E. chiriquensis* selecionaram algumas características do hábitat de nidificação. Nos sítios, optaram por indivíduos anemocóricos, com maior tamanho de copa e maior abundância de líquens nos caules. Nas manchas, nidificaram em locais com maior densidade de vegetação lenhosa e maior abundância de *A. tomentosum*. No entanto, nenhuma dessas características influenciou a sobrevivência da prole. Dentre as características diretamente relacionadas aos ninhos (não avaliadas quanto à seleção), observamos apenas influência do tempo, idade dos ninhos e densidade de vegetação nos sítios reprodutivos, na sobrevivência da prole. Essa última foi a característica que mais contribuiu com o sucesso dos ninhos, o que corrobora a hipótese da folhagem total e dos ninhos escondidos (Martin e Roper 1988, Martin 1993, Filliater et al. 1994).

Nossos resultados estão de acordo com o que foi sugerido por Filliater et al. (1994). Esses autores propõem que as aves suscetíveis à intensa predação constroem seus ninhos seguindo algumas regras simples, mas sem que essas regras sejam favorecidas pela seleção. Esses resultados, comuns em outros trabalhos, sugerem que a questão da seleção do hábitat para a nidificação e o caráter adaptativo dessa escolha é um assunto de grande complexidade biológica e que envolve muitas variáveis, que dizem respeito, entre outras questões, à corrida evolutiva entre predadores e presas, difícil de ser estudada. Mais estudos com essa natureza, e de longa duração, devem ser desenvolvidos com aves de áreas tropicais, dadas a lacuna de conhecimento na área e a importância do assunto para a conservação das espécies.

REFERÊNCIAS

- Aguilar, T.M., R.I. Dias, A.C. Oliveira e R.H. Macedo. 2008. Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success? *Journal of Field Ornithology* 79(1): 24–31.
- Chalfoun, A.D. e Martin, T.E. 2007. Assessment of habitat preferences and quality depend on spatial scale and metrics of fitness. *Journal of Applied Ecology* 44(5): 983-992.
- Clarck, R.G. e D. Shutler. 1999. Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks? *Ecology* 80(1): 272-287.
- Cresswell, W. 1997. Nest predation: the relative effects of nest characteristics, clutch size and parental behavior. *Animal Behaviour* 53(1): 93–103.
- Davis, S.K. 2005. Nest-site selection patterns and the influence of vegetation on nest survival of mixed-grass prairie passerines. *The Condor* 107(3): 605-616.
- Dearborn, D.C. e L.L. Sanchez. 2001. Do Golden-cheeked Warblers select nest locations on the basis of patch vegetation? *The Auk* 118(4): 1052-1057.
- Filliater, T.S., R. Breitwisch e P.M. Nealen. 1994. Predation on Northern cardinal nests: Does choice of nest site matter? *The Condor* 96(3): 761-768.
- Flaspohler, D.J., S.A. Temple e R.N. Rosenfield. 2000. Relationship between nest success and concealment in two ground-nesting passerines. *Journal of Field Ornithology* 71(4): 736-747.
- Götmark, F., D. Blomqvist, O.C. Johansson e J. Bergkvist. 1995. Nest Site Selection: A trade-off between concealment and view of the surroundings? *Journal of Avian Biology* 26(4): 305-312.

- Hansell, M. 2000. *Bird nests and their construction behaviour*. Cambridge University Press, Nova York, 280p.
- Kilgo, J.C., R.A. Sargent, B.R. Chapman e K.V. Miller. 1996. Nest-site selection by wooded warblers in bottomland hardwoods of South Carolina. *The Wilson Bulletin* 108(1): 53-60.
- Martin, T.E. 1987. Food as a limit on breeding birds: a life-history perspective. *Annual review of ecology and systematics* 18: 453-487.
- Martin, T.E. 1993. Nest predation and nest sites. *BioScience* 43(8): 523-532.
- Martin, T.E. e J.J. Roper. 1988. Nest predation and nest site selection of a western population of the Hermit thrush. *The Condor* 90(1): 51-57.
- Medeiros, R.C.S. e M.Â. Marini. 2007. Biologia reprodutiva de *Elaenia chiriquensis* (Lawrence) (Aves, Tyrannidae) em Cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 12-20.
- Mezquida, E.T. 2004. Nest site selection and nesting success of five species of passerines in a South American open Prosopis woodland. *Journal of Ornithology* 145(1): 16-22.
- Paiva, L.V. 2008. *Fatores que determinam o sucesso reprodutivo de Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) no Cerrado do Brasil Central. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Perrins, C.M. 1970. The timing on birds' breeding season. *Ibis* 112(2): 242-255.
- Skutch, A.F. 1985. Clutch size, nesting success, and predation on nests of neotropical birds, reviewed. *Ornithological Monographs* 36: 575-594.

Sousa, N.O. 2008. *Teste de fatores que afetam o tamanho da ninhada de Elaenia chiriquensis no Cerrado do Brasil Central*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Tieleman, B.I., H.J. Noordwijk e J.B. Williams. 2008. Nest site selection in a hot desert: trade-off between microclimate and predation risk? *The Condor* 110(1): 116-124.

Anexo 1. Filhotes de *Elaenia chiriquensis*.



Anexo 2. Aves observadas predando ninhos de *Elaenia chiriquensis* ou sendo repelidas pelos adultos na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011.



Saltator atricollis



Neothraupis fasciata



Cypsnagra hirundinacea



Schistochlamys ruficapillus

Anexo 3. Ovos de *Elaenia chiriquensis* predados na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011.



Anexo 4. Espécies vegetais amostradas em 212 parcelas (machas usadas e manchas disponíveis) distribuídas em 100 ha de Cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, entre 2010 e 2011. Nomenclatura e classificação seguem Plantminer (Carvalho et al. 2010).

Família/Espécie	Número de indivíduos amostrados
ANNONACEAE	
<i>Annona coriacea</i> (Mart.)	28
<i>Annona crassiflora</i> (Mart.)	50
<i>Annona dioica</i> A.St.-Hil.	6
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	8
APOCYNACEAE	
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	212
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	10
ASTERACEAE	
<i>Baccharis pseudotenuifolia</i> Malag.	2
<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	2
<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	5
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	17
BIGNONIACEAE	
<i>Tabebuia ochracea</i> A.H. Gentry	155
CALOPHYLLACEAE	
<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	47
CARYICARACEAE	
<i>Caryocar brasiliense</i> A.St.-Hil	72
CONNARACEAE	
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	36
<i>Rourea induta</i> Planch.	2
EBENACEAE	
<i>Diospyros hispida</i> A.DC	90
ERYTHROXYLACEAE	
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	45
FABACEAE	
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	14
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	9
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	7
<i>Senna rugosa</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	1
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	5
<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	30
LAMIACEAE	
<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	30
LYTHRACEAE	
<i>Diplusodon virgatus</i> Pohl.	1
MALPIGHIACEAE	

<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	1
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B.Gates	14
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	157
MALVACEAE	
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	14
MELASTOMATACEAE	
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	1
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	4
MELIACEAE	
<i>Cedrela odorata</i> L.	1
MYRTACEAE	
<i>Campomanesia</i> sp. Ruiz & Pav	9
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	6
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	3
<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos	16
OCHNACEAE	
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	6
PRIMULACEAE	
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kunt	316
SALICACEAE	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	16
SAPOTACEAE	
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	56
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	226
STYRACACEAE	
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	12
VOCHYSIACEAE	
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2
espécies não identificadas *	59
total	1803

* 50 delas estavam secas na ocasião do estudo.

Anexo 5. Haste com espelho na ponta usada no monitoramento dos ninhos altos de *Elaenia chiriquensis* na Estação Ecológica de Itirapina entre 2010 e 2011.





