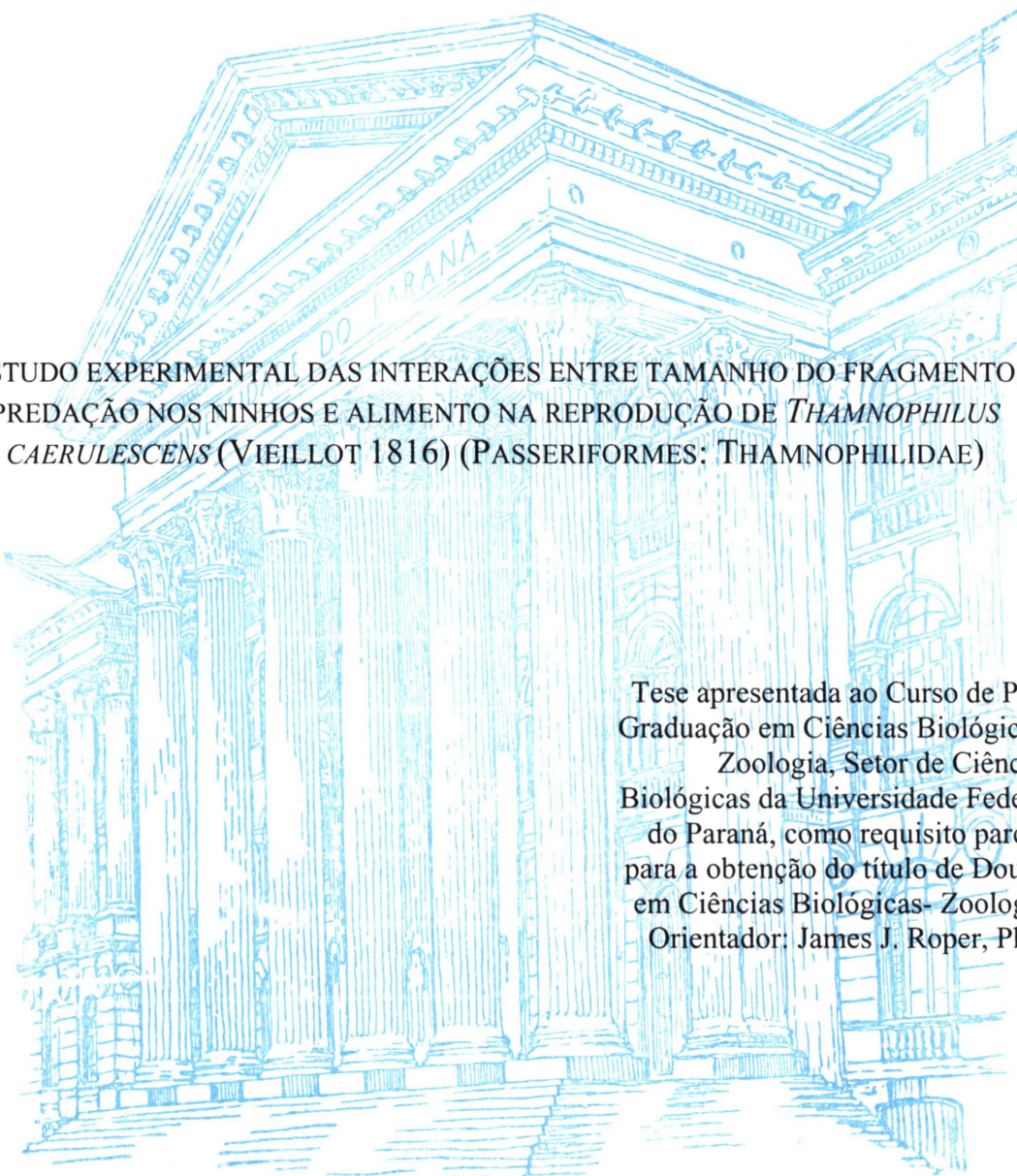


ANGELICA MARIA KAZUE UEJIMA



ESTUDO EXPERIMENTAL DAS INTERAÇÕES ENTRE TAMANHO DO FRAGMENTO,
PREDACÃO NOS NINHOS E ALIMENTO NA REPRODUÇÃO DE *THAMNOPHILUS*
CAERULESCENS (VIEILLOT 1816) (PASSERIFORMES: THAMNOPHILIDAE)

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas-
Zoologia, Setor de Ciências
Biológicas da Universidade Federal
do Paraná, como requisito parcial
para a obtenção do título de Doutor
em Ciências Biológicas- Zoologia.
Orientador: James J. Roper, PhD.

Curitiba
2004

ANGELICA MARIA KAZUE UEJIMA

ESTUDO EXPERIMENTAL DAS INTERAÇÕES ENTRE TAMANHO DO FRAGMENTO,
PREDACÃO NOS NINHOS E ALIMENTO NA REPRODUÇÃO DE *THAMNOPHILUS*
CAERULESCENS (VIEILLOT 1816) (PASSERIFORMES: THAMNOPHILIDAE)

Tese apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas-
Zoologia, Setor de Ciências
Biológicas da Universidade Federal
do Paraná, como requisito parcial
para a obtenção do título de Doutor
em Ciências Biológicas- Zoologia.
Orientador: James J. Roper, PhD.

Curitiba
2004

Térmo de Aprovação


ESTUDO EXPERIMENTAL DAS INTERAÇÕES ENTRE TAMANHO DO FRAGMENTO,
PREDACÃO NOS NINHOS E ALIMENTO NA REPRODUÇÃO DE *THAMNOPHILUS*
CAERULESCENS (VIEILLOT, 1816) (PASSERIFORMES: THAMNOPHILIDAE)

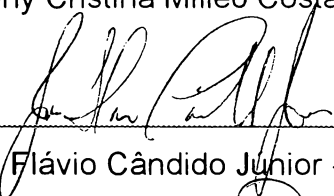
por


Angélica Maria Kazue Uejima

Tese aprovada em 20 de fevereiro de 2004, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências, área de concentração Zoologia no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores


Dr. James Joseph Roper - Autônomo


Dra. Leny Cristina Milléo Costa - PUCPR


Dr. José Flávio Cândido Júnior - UNIOESTE


Dr. Fernando de Camargo Passos - UFPR


Dr. José Marcelo Rocha Aranha - UFPR

Ao meu avô Evaristo dos Santos, em reconhecimento pelo seu legado.

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná, pela oferta da oportunidade em desenvolver este trabalho.

À CAPES e Fundação O Boticário de proteção à Natureza, pelo auxílio financeiro.

Ao James Roper, pela paciência, constante orientação e participação.

À secretária do Curso, Vera Maria Adelio pela dedicação, eficiência e constante presença.

À Câmara Gestora do Parque Estadual de Vila Velha, na figura do Euclides “Tom” Grandó-Júnior, pela soma de esforços em resolver os problemas logísticos no decorrer deste trabalho.

Aos membros da banca avaliadora desta tese: Prof. Dr. José Flávio Cândido-Jr., Prof^a Dr^a Leny Cristina Milléo-Costa, Prof. Dr. José Marcelo Rocha Aranha, Prof. Dr. Fernando de Camargo Passos e Dr^a Tereza Cristina Castellano Margarido, pelas contribuições de grande valia à qualidade deste trabalho.

Pelo apoio destes, que o tornou o andamento deste trabalho viável, apesar de todas as atribulações:

Amigo e Coordenador de Biodiversidade e Florestas da Secretaria do Estado do Meio Ambiente (SEMA), Ricardo Ramires.

Amigos e funcionários do Instituto Ambiental do Paraná, IAP: Mauro de Moura Brito e Fernanda Góss Braga.

Amigos e funcionários do Parque Estadual de Vila Velha, especialmente à Zélia, Anastácia, Zequinha e Toinho.

O posto da Polícia Florestal de Vila Velha, na figura dos Sargentos Dainelli, Lange, Moreira e Spinacy e suas equipes.

Sociedade Fritz Müller de Ciências Naturais.

Aos amigos Dante Buzzetti e Mauro Pichorim pelas ajudas em campo. Ao amigo David Morimoto (TOCAMA) pelo apoio e presença.

Ao amigo Gutie e ao Cordel do Fogo Encantado, por ter fornecido boa parte do combustível e inspiração na reta final deste trabalho.

Josiane Sabóia, Tiago Monteiro, Maximiliano Niedfeld, Paula Elbl, Kassiano Wisniewski, Romildo Freitas-Silva, Priscila Barbosa, Mariana Favero, Monica Sberze, Marcus Vinícius de Castilho e Luiz Felipe Abreu. Esta equipe de ajudantes de campo, exemplarmente dedicada e competente, é responsável pela obtenção da maioria dos resultados deste trabalho. Aos outros componentes do Grupo de Estudos em Vila Velha: Viviane Deslandes, Daniel Isolani, Shayana de Jesus e Marco Aurélio Dassilva, Fernando Straube, Carolina Cheida, Fernanda Braga, Liliani Tiepolo, Juliana Quadros, Gledson Bianconi, Fabiana Mendes e Carolina Scultori que juntos com os ajudantes de campo, fornecem a possibilidade de trabalhos contínuos, com verdadeiro senso de equipe.

Aos amigos que, fora do ambiente de trabalho, fornecem sempre horas divertidas e renovações de forças: Marcelo, Vanessa, Marco Antônio, Iom, Daniel “Big hands”, Daniel “da filosofia”, João “das Sociais”, Adelson, Arthur Bispo, Aline, Alan, Léo “do Birinites”,

Clebinho, Bianca, Rafa Metri, Cassiana Baptista, Rapha Sobania, Ale Bugio, Tita, Sérgio e Dilane, Júlio e Rita, Zé Flávio, Dante, Patrícia, Elaine e Zão, Nina, Sassá, Mauro Pichorim, Alexandre Moreira, Piu, Marcinha, Marion Avanci, Carol “Gaúcha”, Elisa, Ciro, Michelly, Léo Morrissy, primos Ricardo, Xande, Marcos, Kátia e Adriana, tios Clóvis, Iza, Emy e Taeko. Às amigas essenciais, pela constante força e exemplo: Carlinha “irmã de alma”, Fernanda, Ana Cláudia e Iana.

Ao mais do que especial Marcão, pela força e luz, companheirismo, dedicação, exemplo e amor.

Fernando “Juruva” Straube, Alberto “Tiriva” Urben-Filho, Renato Bérnils, Marise Pim, Juliana Quadros, Liliani Tiepolo, Paulo Labiak, Miriam Kaehler, Paulo “Raps” Marques, Gledson Bianconi, Eloísa Wistuba, Amazonas Chagas-Jr, Michel Miretzki, Fabiana “Gabi” Mendes e o “saco de pancadas” Cassiano “Ari” Gatto: os especiais amigos na Toca, que sempre tornam as dificuldades mais amenas, as preocupações mais leves, com o inimaginável carinho e amizade.

Aos meus pais, Zaira e Julio, meus irmãos Satiko e Henrique, minha avó “Zefina”, meu sobrinho Thiago, por compreenderem a ausência e por fornecerem toda a força, sempre.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO GERAL.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL	ix
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	xiii
CAPÍTULO 1: INTERAÇÕES DE TAMANHO DO FRAGMENTO, PREDACÃO NOS NINHOS E ALIMENTO EXPERIMENTALMENTE DISPONIBILIZADO NA REPRODUÇÃO DE <i>THAMNOPHILUS CAERULESCENS</i> (VIEILLOT, 1816) (PASSERIFORMES:THAMNOPHILIDAE)	
ABSTRACT.....	1
RESUMO.....	2
INTRODUÇÃO.....	3
MATERIAL E MÉTODOS.....	5
RESULTADOS.....	9
Relação do tamanho do fragmento e sobrevivência.....	10
Influência da disponibilidade de alimento.....	11
DISCUSSÃO.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
CAPÍTULO 2: EXPERIMENTOS TENDENCIOSOS DE PREDACÃO EM NINHOS ARTIFICIAIS: COMO EVITÁ-LOS	
RESUMO.....	25
ABSTRACT.....	26
INTRODUÇÃO.....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	31
RESULTADOS.....	34
DISCUSSÃO.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
CAPÍTULO 3: EFEITO DO TAMANHO DO FRAGMENTO NA TAXA DE PREDACÃO EM NINHOS ARTIFICIAIS DE AVES NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ	
ABSTRACT.....	45
RESUMO.....	46
INTRODUÇÃO.....	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	49
RESULTADOS.....	51
DISCUSSÃO.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: INTERAÇÕES DE TAMANHO DO FRAGMENTO, PREDACÃO NOS NINHOS E ALIMENTO EXPERIMENTALMENTE DISPONIBILIZADO NA REPRODUÇÃO DE *THAMNOPHILUS CAERULESCENS* (VIEILLOT, 1816) (PASSERIFORMES:THAMNOPHILIDAE)

FIGURA 1: Imagem de satélite do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. Marcados com as áreas (ha) os dois maiores fragmentos utilizados neste estudo. Escala 1: 20.0000.....22

FIGURA 2: Taxas de sobrevivência diária nos ninhos de *Thamnophilus caerulescens* (média + desvio padrão e tamanho amostral acima), nos fragmentos de 23,105 e 196 ha ($Z = 2,02$; $p < 0,05$, comparando os fragmentos 105 e 196, com número de ninhos satisfatórios para a comparação).....23

CAPÍTULO 3: EFEITO DO TAMANHO DO FRAGMENTO NA TAXA DE PREDACÃO EM NINHOS ARTIFICIAIS DE AVES NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ

FIGURA 1: Relação do tamanho do fragmento com as taxas diárias de sobrevivência dos ninhos artificiais, obtidas mensalmente em sete fragmentos ($r^2 = 0,19$; $F_{1,335} = 82,56$; $p < 0,05$).....57

FIGURA 2: Relação do tamanho do fragmento (\log_e) e variância das taxas diárias de sobrevivência (\log_e) dos ninhos artificiais, obtidas em sete fragmentos ($r^2 = 0,84$; $F_{1,27} = 140,35$; $p < 0,05$).....57

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1: INTERAÇÕES DE TAMANHO DO FRAGMENTO, PREDACÃO NOS NINHOS E ALIMENTO EXPERIMENTALMENTE DISPONIBILIZADO NA REPRODUÇÃO DE *THAMNOPHILUS CAERULESCENS* (VIEILLOT, 1816) (PASSERIFORMES:THAMNOPHILIDAE)

TABELA 1: Porcentagem de adultos sobreviventes nos fragmentos de 23 e 105 ha: porcentagem total, entre machos (M), entre fêmeas (F), ano e número de indivíduos observados em cada fragmento, todos os anos. No fragmento de 196 ha, não houve registro de mortalidade de adultos em todo o período de estudo.....24

CAPÍTULO 2: EXPERIMENTOS TENDENCIOSOS DE PREDACÃO EM NINHOS ARTIFICIAIS: COMO EVITÁ-LOS

TABELA 1: Informações dos métodos utilizados em alguns dos trabalhos com experimentos disponíveis, que utilizam ovos de *Coturnix coturnix* (*), *C. coturnix* e “plasticine” (**) ou de *Gallus gallus* (***), número de ovos, substrato solo ou arbusto, em diferentes intervalo de revisões (dias), tempo total do experimento (dias) e se simulam ninhos de outras espécies na área.....42

TABELA 2: Informações dos métodos utilizados em alguns dos trabalhos com experimentos disponíveis, que utilizam ovos de *Colinus virginianus* (*), *C. virginianus* e de “plasticine” (**), *Passer domesticus* (***), *Taeniopygia guttata* (▲), *Coturnix japonica* e de “plasticine” ou argila (κ), “plasticine” (□), e de *Gallus gallus* e “plasticine” (°) número de ovos, substrato solo ou arbusto, em diferentes intervalo de revisões (dias), tempo total do experimento (dias) e se simulam ninhos de outras espécies na área.....43

TABELA 3: Resumo dos métodos e resultados encontrados em cada experimento da série: experimento, período de disponibilização dos ninhos (noturno ou diurno), tipo de ovo utilizado: de *Coturnix coturnix* (*), de *C. coturnix* e *C. japonica* (**), intervalo das revisões (horas), tempo total do experimento (horas) e resultados obtidos.....44

RESUMO GERAL

A principal causa do fracasso reprodutivo em aves é atribuída à predação. Este fator e a disponibilidade de alimento podem estar relacionados e influenciar o sucesso reprodutivo. O tamanho do fragmento pode afetar diretamente tanto a disponibilidade de alimento quanto a predação e influenciar o sucesso reprodutivo das aves. Quanto menor o fragmento, devem ser encontradas taxas mais elevadas de predação e menor disponibilidade de alimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência e interação dos fatores tamanho do fragmento, predação em ninhos e alimento experimentalmente disponibilizado no sucesso reprodutivo de *Thamnophilus caerulescens*. Pelo fato de todos os ninhos encontrados no primeiro ano deste estudo terem sofrido predação, foi necessário avaliar o efeito do tamanho do fragmento sobre a predação em ninhos artificiais, paralelamente ao acompanhamento dos ninhos naturais. O trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, entre os anos de 2000 e 2003. Foram acompanhados casais em territórios de três fragmentos com áreas de 23, 105 e 196 ha. Metade dos territórios foram considerados experimentais: receberam 10 larvas de tenebrionídeos em dias alternados, em comedouros a cerca de 5m dos ninhos. A taxa diária de sobrevivência dos ninhos naturais foi verificada pelo Método de Mayfield. Casais que nidificaram no maior fragmento tiveram taxas de sucesso superiores aos casais em fragmentos menores. A proporção número de ninhos com sucesso e número de tentativas, é menor no fragmento de 105 ha: taxas diárias de sobrevivência menores, menos ninhos com sucesso, maior número de tentativas. A probabilidade de um ninho ter sucesso está associada ao tamanho do fragmento. Casais de territórios experimentais realizaram novas tentativas em intervalos inferiores aos controle, em todos os fragmentos. Houve diferença entre casais experimentais e controle no número de nidificações, causada pela diminuição do intervalo

entre estas nos experimentais, tamanho da prole e sucesso reprodutivo. Os fatores tamanho do fragmento, taxas de predação e disponibilidade de alimento, juntos, influenciam o sucesso reprodutivo de *Thamnophilus caerulescens*. Uma série de experimentos com ninhos artificiais foi realizada até ser alcançado um método que evitasse vícios e tendências, mostrado pelo primeiro experimento. Foram testados diferentes intervalos de revisões (48, 24, 12 horas e crepusculares) e dois períodos de disponibilização do ninho: dia e noite. Também foram oferecidos dois tipos de ovos diferentes (de *Coturnix coturnix* e de *C. japonica*), para avaliar diferença na predação entre estes. A disponibilização dos ninhos durante a noite evitou que gralhas (*Cyanocorax chrysops*), predassem os ovos assim que disponíveis, por terem aprendido a seguir os pesquisadores. Ovos de *Coturnix coturnix* e de *C. japonica* foram predados igualmente. O experimento que mostrou evitar tendências foi o de disponibilizar os ninhos durante a noite, revisar em cada 24 horas e manter o experimento por 48 horas. Depois do experimento corretamente montado, foi seguido que se segue: disponibilizados 20 ninhos artificiais mensalmente durante a noite, em sete fragmentos, entre maio de 2002 e abril de 2003. Cada ninho continha um ovo de *Coturnix coturnix* e localizado em forquilhas de arbustos no sub-bosque. As revisões ocorreram em cada 24 horas e o período de exposição foi de 48 horas. Há relação entre taxas de predação e tamanho de fragmento, em pequena escala. A interferência maior é encontrada na variância destas taxas: quanto menor o fragmento, mais variável é a predação. Este fato indica que a comunidade de predadores nos fragmentos menores é mais variável, o que sugere que estes fragmentos são utilizados como locais de passagem e fonte provisória de recursos pelos predadores. Em fragmentos maiores são encontradas comunidades menos variáveis de predadores, refletida pelas taxas de predação pouco variáveis.

INTRODUÇÃO GERAL

Predação em ninhos, como principal causa dos fracassos reprodutivos, pode ter influenciado a evolução de muitas espécies de aves (Skutch 1949, 1966, Ricklefs 1969). Uma destas influências pode ter sido no tamanho da prole. Skutch (1949, 1966) sugere que o número reduzido de filhotes resulta em menor risco de predação, pois há menos atividade nos ninhos e, conseqüentemente, menor atração de predadores. A predação pode influenciar o sucesso reprodutivo, relacionado aos custos energéticos de nova postura de ovos e muitas vezes, da construção de outro ninho. O número de ovos postos diminui com o número de novas tentativas após a predação (Milonoff 1991, Martin 1993, Erikstad e Tveraa 1995, Bauchau e Seinen 1997).

Quanto menor o fragmento, taxas mais elevadas de predação são encontradas (Murphy 2001, Friesen *et al.* 1999, Porneluzi e Faaborg 1999). Provavelmente isto se deve à maior densidade de ninhos em pequenos fragmentos, o que facilita a sua localização pelos predadores (Martin 1988, Telleria e Santos 1992, FenskeCrawford e Niemi 1997, Wilson *et al.* 1998). Em fragmentos pequenos também pode ser encontrada maior abundância de espécies generalistas, que se comportam como predadores em ninhos (Wilcove 1985, Andrén 1992, Leimgruber *et al.* 1994). Estudos da relação tamanho do fragmento e predação também são realizados com ninhos artificiais e a maioria dos resultados obtidos confirma esta relação (Avery *et al.* 1989, Marini *et al.* 1995, Roper e Goldstein 1997, Roper 2000).

Lack (1947, 1948, 1949) sugere que a disponibilidade de alimento é o principal determinante no tamanho da prole, pois o alimento disponível deve ser suficiente para alimentar os filhotes e ainda garantir a manutenção de boas condições energéticas dos adultos parentais. A redução de alimento disponível resulta em menos tentativas de

nidificações após a predação e o número de filhotes varia com a abundância de alimento: quanto maior, os pais permanecem em forrageio menos tempo, o que diminui o tempo de exposição dos ninhos aos predadores (Holmes *et al.* 1992). O tamanho da prole também é ajustado de acordo com a disponibilidade de alimento (Kuituken e Makinen 1993, Soler e Soler 1996, Castro *et al.* 2003).

O tamanho do fragmento pode afetar diretamente a disponibilidade de alimento e predação e, conseqüentemente, influenciar o sucesso reprodutivo das aves. Conforme o tamanho do fragmento diminui, taxas mais elevadas de predação e menor disponibilidade de alimento são encontradas (Melo e Marini 1997, Weinberg e Roth 1998, Stratford e Stouffer 2001). O reduzido tamanho da prole de *Passerina cyanea* em ambientes fragmentados é provavelmente devido à diminuição de alimento disponível (Suarez *et al.* 1997). Em pequenos fragmentos, a predação elevada e a baixa disponibilidade de alimento resultam em mais energia é dispendida em novas nidificações, e o recurso alimentar não é suficiente para repor estes gastos (Huhta *et al.* 1998, Zanette e Jenkins 2000).

Até o momento, não se analisou a interação dos fatores tamanho do fragmento, predação nos ninhos e disponibilidade de alimento no sucesso reprodutivo das aves. Para esta avaliação, é importante o estudo e acompanhamento de espécies comuns, que possibilitam amostras em quantidade suficiente para análises estatísticas e testes de hipóteses. Neste estudo, foi acompanhada a reprodução de *Thamnophilus caerulescens*, comum em muitas regiões, de fácil acompanhamento e observação em fragmentos de diversos tamanhos.

O estudo foi desenvolvido em uma área de fragmentos naturais, inseridos numa matriz de campos também naturais (Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná). Os fragmentos da área de estudo são naturais por não terem sido formados a partir da ação

antrópica (“artificialmente”), mas da dinâmica geológica (Lima 1975). Apesar de diferirem historicamente dos fragmentos artificiais, podem ser denominados fragmentos, segundo a definição de Tabanez *et al.* (1997): “um fragmento florestal é qualquer área de vegetação natural interrompida por barreiras antrópicas e naturais, capazes de diminuir o fluxo de animais, pólen ou sementes”. Da mesma forma, estudos realizados em paisagens formadas por fragmentos naturais indicam que nestes são encontrados os mesmos padrões de menor riqueza e abundância de espécies que nos fragmentos artificiais (Anjos e Bóçon 1999, Anjos 2001, Watson 2003, Wethered e Lawes 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar e quantificar a influência dos fatores fragmentação, predação em ninhos e disponibilidade de alimento e sua interação no sucesso reprodutivo de *T. caerulescens* em fragmentos de diferentes tamanhos. Foram testadas as hipóteses: predação é maior em pequenos fragmentos, a disponibilidade de alimento influencia a reprodução e há interação de tamanho do fragmento com disponibilidade de alimento no sucesso reprodutivo de *T. caerulescens*. No primeiro ano deste estudo, todos os ninhos encontrados sofreram predação (N = 11), o que inviabilizou qualquer comparação de fragmentos. Para ao menos se avaliar o efeito do tamanho do fragmento nas taxas de predação, houve a necessidade em desenvolver o experimento com ninhos artificiais, cujo objetivo foi analisar os efeitos de tamanho do fragmento sobre a predação em ninhos artificiais de sub-bosque. O experimento com ninhos artificiais foi realizado paralelamente ao acompanhamento dos ninhos naturais. Para relatar os experimentos realizados com ninhos naturais e artificiais, o trabalho encontra-se dividido nos capítulos:

Capítulo 1: Estudo experimental de interações entre tamanho do fragmento, predação nos ninhos e alimento na reprodução de *Thamnophilus caerulescens* (Vieillot, 1816) (Passeriformes:Thamnophilidae).

Experimentos conduzidos a partir da observação e acompanhamento de ninhos naturais de *Thamnophilus caerulescens*, encontrados em três fragmentos (áreas 23, 105 e 196 ha), no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná.

Capítulo 2: Experimentos tendenciosos de predação em ninhos artificiais: como evitá-los.

Ensaio metodológico de experimentos com ninhos artificiais, onde são abordados os problemas de resultados tendenciosos, causados por vícios de amostragem. Neste capítulo, é mostrada um série experimental realizada desde a detecção destes problemas até a solução encontrada.

Capítulo 3: Efeito do tamanho do fragmento natural na taxa de predação em ninhos artificiais de aves no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná.

Depois de resolvidos os problemas de amostragens com vícios no capítulo anterior, partiu-se para os experimentos com ninhos artificiais. Estes experimentos foram conduzidos para analisara relação tamanho do fragmento com taxas de predação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrén, H. 1992 Corvid density and nest predation in relation to forest fragmentation: a landscape perspective. *Ecology* 73: 794-804.
- Anjos, L. dos 2001 Comunidades de aves florestais: implicações na conservação, p. 17-37. *Em: Albuquerque, J.L.B.; Cândido-Jr, J.F.; Straube, F.C. e Roos, A.L. Ornitologia e conservação, da ciência às estratégias. Tubarão: Unisul.*
- Anjos, L. dos e R. Bóçon 1999 Bird communities in natural forest patches in Southern Brazil. *Wil. Bull.* 111: 397-414.
- Avery, M.I.; F.L.R. Winder. e V.M. Egan 1989 Predation on artificial nests adjacent to forestry plantations in northern Scotland. *Oikos* 55: 321-323.
- Bauchau, V. e I. Seinen 1997 Clutch desertion and re-nesting in pied flycatchers: an experiment with progressive clutch removal. *Anim. Behav.* 54: 153-161.
- Castro, I.; D.H. Brunton; K.M. Mason; B. Ebert e R. Griffiths 2003 Life history traits and food supplementation affect productivity in a translocated population of the endangered Hibi (Stitchbird, *Notiomis cincta*). *Biol. Conserv.* 114: 271-280.
- Erikstad, K. E. e T. Tveraa 1995 Does the cost of incubation set limits to clutch size in common eiders *Somateria mollissima*? *Oecologia* 103: 270-274.
- FenskeCrawford, T. J. e G. J. Niemi 1997 Predation of artificial ground nests at two types of edges in a forest-dominated landscape. *Condor* 99: 14-24.
- Friesen, L., M.D. Cadman e R.J. MacKay 1999 Nesting success of neotropical migrant songbirds in a highly fragmented landscape. *Conserv.Biol.* 13: 338-346.
- Holmes, R.T., T.W. Sherry, P.P. Marra e K.E. Petit 1992 Multiple brooding and productivity of a neotropical migrant, the black-throated blue warbler (*Dendroica caerulescens*), in an unfragmented temperate forest. *Auk* 109: 321-333.
- Huhta, E., J. Jokimäki e P. Rahko 1998 Distribution and reproductive success of the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca* in relation to forest patch size and vegetation characteristics: the effect of scale. *Ibis* 140: 214-222.
- Kuitunen, M. e M. Mäkinen 1993 An experiment on nest-site choice of the common treecreeper in fragmented Boreal forest. *Ornis Fennica* 70 : 163-167.
- Lack D. 1947 The significance of clutch size. *Ibis* 89: 302-352.
- _____ 1948 Natural selection and family size in the starling. *Evolution* 2: 95-110.
- _____ 1949 Comments on Mr. Skutch's paper on clutch size. *Ibis* 91: 455-458.

- Leimgruber, P. W.J. McShea e J.H. Rappole 1994 Predation on artificial nests in large forest blocks. *J. Wildl Manage.* 58: 254-260.
- Marini, M. A.; S.K. Robinson e E.J. Heske 1995 Edge effects on nest predation in the Shawnee National Forest, Southern Illinois. *Biol. Conserv.* 74: 203-213.
- Martin, T.E. 1987 Food as a limit on breeding birds, a life history perspective. *Ann. Rev. in Ecol. and System.* 18: 453-487.
- _____ 1988. Habitat and area effects on forest bird assemblages: is nest predation and underlying influence? *Ecology* 69: 74-84.
- _____ 1993. Nest predation and nest sites: new perspectives on old patterns. *Bioscience* 43: 523-532.
- Melo, C. e M.A.Marini 1997 Predação de ninhos artificiais em fragmentos de matas do Brasil Central. *Ornit. Neot.* 8: 7-14.
- Milonoff, M. 1991 Renesting ability and clutch size in precocial birds. *Oikos* 62: 189-194.
- Murphy, M.T. 2001. Source-sink dynamics of a declining kingbird population and the value of sink habitats. *Conserv. Biol.* 15: 737-748.
- Porneluzi, P.A. e J. Faaborg 1999 Season-long fecundity, survival and viability of ovenbirds in fragmented and unfragmented landscapes. *Conserv.Biol.* 13: 1151-1161.
- Ricklefs, E. E. 1969 An analysis of nesting mortality in birds. *Smithson Cont. Zool.* 9: 1-48.
- 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: 85-91.
- Roper, J.J. e R.R. Goldstein 1997 A test of the Skutch hypothesis: does the activity at nests increase nest predation risk? *J. Av. Biol.* 28: 111-116.
- Skutch, A. F. 1949 Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *Ibis* 91: 430-455.
- _____ 1966 A breeding bird census and nesting success in Central America. *Ibis* 108: 1-16.
- Soler, M. e J.J. Soler. 1993. Does the risk of nest predation affect clutch size in the jackdaw, *Corvus monedula* ? *Bird Study* 40: 232- 235.
- Stratford, J.A. e P.C. Stouffer 2001 Reduced feather growth rates of two common birds inhabiting central Amazonian Forest fragments. *Conserv.Biol.* 15: 721-728.

- Suarez A., K.S. Pfenning e S.K. Robinson 1997 Nesting success of a disturbance-dependent songbird on different kinds of edges. *Conserv. Biol.* 11: 928-935.
- Tabanez, A.J.; V.M. Viana e A. da S. Dias. 1997. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de Planalto Piracicaba, SP. *Rev. Bras. de Biol.* 57: 47-60.
- Telleria, J. L. e T. Santos 1992 Spatiotemporal patterns of egg predation in forest islands- an experimental approach. *Biol. Conserv.* 62: 29-33.
- Watson, D.M. 2003 Long term consequences of habitat fragmentation- highland birds in Oxaca, México. *Biol. Conserv.* 111: 283-303.
- Weinberg, H.J. e R.R. Roth 1998 Forest area and habitat quality for nesting wood thrushes. *Auk* 115: 879-889.
- Whetered, R. E M.J. Lawes 2003 Matrix effects on bird assemblages in fragmented Afromontane forests in South África. *Biol. Conserv.* 114: 327-340.
- Wilcove, D.S. 1985 Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. *Ecology* 66: 1211-1214.
- Wilson, G.R.; M.C. Brittingham e L.J. Goodrich 1998 How well do artificail nests estimate success of real nests? *Condor* 100: 357-364.
- Zanette, L. e B. Jenkins 2000 Nesting success and nest predators in forest fragments: a study using real and artificial nests. *Auk*: 117: 445-454.

CAPÍTULO 1

ESTUDO EXPERIMENTAL DAS INTERAÇÕES ENTRE TAMANHO DO FRAGMENTO, PREDACÃO NOS NINHOS E ALIMENTO NA REPRODUÇÃO DE *THAMNOPHILUS CAERULESCENS* (VIEILLOT, 1816) (PASSERIFORMES:THAMNOPHILIDAE)*

ABSTRACT

Nest predation is the principal cause of reproductive failure in many species of birds. Nest predation and food abundance may together influence reproductive success: for example, food may limit the ability to reneest following nest predation. Forest fragment size may influence food abundance that in turn may influence reproduction by limiting the number of breeding attempts. Small forest fragments should be associated with higher predation rates and lower food abundance. The objective of this study was to test the influence of and interaction between food abundance and fragment size in their effects on nest predation of the understory bird, *Thamnophilus caerulescens* in Vila Velha State Park, Ponta Grossa, Paraná, Brazil, during the reproductive periods of 2000-2003. Pairs were observed in three fragments (23, 105 and 196 ha). Half the pairs (experimental) had food supplemented by the placement of feeders with meal-worm larvae near nests. Daily nest survival rate was estimated by the Mayfield Method. The proportion of number of nest successes by number of nest attempts was greater in the larger (196 ha) forest fragment ($17/29 = 59\%$ versus $5/68 = 7\%$ in the 105 ha forest fragment). Also, in the larger fragments, pairs had fewer nesting attempts (29 versus 68 in the 105 forest fragment); because of the greater success, reneesting after predation was less important and post-fledging care more important. Pairs in experimental territories reneested more rapidly than those in controls, and also made more nesting attempts because of that reduction in reneesting interval, in all fragment sizes. Thus, forest

* Capítulo na forma do periódico Biological Conservation

fragment size and food abundance interact to influence predation rates and finally reproductive success of the *Thamnophilus caerulescens*.

Key words: forest fragments, nest predation, experimentally supplemented food

RESUMO

A principal causa do fracasso reprodutivo em aves é atribuída à predação. Este fator e a disponibilidade de alimento podem estar relacionados e influenciar o sucesso reprodutivo, e.g.: a redução de alimento resulta em menos tentativas de nidificação após a predação. O tamanho do fragmento pode afetar diretamente a disponibilidade de alimento, que por sua vez, afeta a reprodução porque limita o número de tentativas novas. Fragmentos menores devem estar associados às taxas elevadas de predação e menor disponibilidade de alimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência e interação dos fatores tamanho do fragmento natural, predação em ninhos e do alimento experimentalmente disponibilizado no sucesso reprodutivo de *Thamnophilus caerulescens*. O trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, entre os anos de 2000 e 2003. Foram acompanhados casais em territórios de três fragmentos com áreas de 23, 105 e 196 ha. Metade dos territórios foram considerados experimentais: receberam 10 larvas de tenebrionídeos em dias alternados, em comedouros a cerca de 5m dos ninhos. A taxa diária de sobrevivência dos ninhos foi verificada pelo Método de Mayfield. Casais que nidificaram no maior fragmento tiveram taxas de sucesso superiores aos casais em fragmentos menores. A proporção número de ninhos com sucesso e número de tentativas foi menor no de 105 ha: menor taxa diária de sobrevivência, mais ninhos sem sucesso e maior número de tentativas. A probabilidade de um ninho ter sucesso está associada ao tamanho do fragmento. Casais de territórios experimentais realizaram novas tentativas mais

rapidamente que os controle, em todos os fragmentos. Houve diferença entre casais experimentais e controle no número de nidificações, causada pela diminuição do intervalo entre estas nos experimentais, tamanho da prole e sucesso reprodutivo. Os fatores tamanho do fragmento, taxas de predação e disponibilidade de alimento, juntos, influenciam o sucesso reprodutivo de *Thamnophilus caerulescens*.

Palavras-chave: fragmentos naturais, predação nos ninhos e alimento fornecido

INTRODUÇÃO

A principal causa do fracasso reprodutivo em aves tem sido atribuída à predação, que pode ter sido determinante na evolução de muitas espécies de aves, agindo na seleção da capacidade de realizar novas nidificações após a predação (Skutch 1949, 1966, Ricklefs 1969). Predação é de tal importância na reprodução de aves, que 95% dos ninhos naturais fracassados é devido a este fator (Zanette e Jenkins 2000).

Predação e disponibilidade de alimento podem estar relacionados e influenciar o sucesso reprodutivo. Juntos, estes fatores podem influenciar o tamanho da prole relacionado aos custos energéticos de nova postura de ovos e muitas vezes, da construção de outro ninho (Martin 1987, Castro *et al.* 2003). A disponibilidade de alimento deve ser de elevada importância na reprodução de aves tropicais, pois quanto maior, mais os pares podem realizar novas nidificações após a predação (Roper 1996). O número de ovos postos diminui com o número de tentativas após a predação (Milonoff 1991, Erikstad e Tveraa 1995, Bauchau e Seinen 1997). O sucesso reprodutivo é reduzido quando há pouca disponibilidade de alimento, pela dificuldade em alimentar os filhotes efetivamente (Soler e Soler 1996). Da mesma forma, a redução de alimento disponível causa menos tentativas de nidificação após a predação (Rolland *et al.* 1998). Número maior de filhotes são gerados quando há maior disponibilidade de alimento, porque os adultos permanecem em forrageio menos tempo e diminuem o tempo de

exposição dos ninhos aos predadores (Holmes *et al.* 1992, Kuituken e Makinen 1993, Soler e Soler 1996). O aumento experimental de alimento ocasiona diminuição no período de incubação, aumento da taxa de crescimento dos filhotes e segunda ninhada em espécies que usualmente produzem uma por ano (Martin 1987, Davis e Graham 1991, Castro *et al.* 2003)

O tamanho do fragmento pode afetar diretamente a disponibilidade de alimento e predação e, conseqüentemente, influenciar o sucesso reprodutivo das aves. Conforme o tamanho do fragmento diminui, taxas mais elevadas de predação e menor disponibilidade de alimento são encontradas (Melo e Marini 1997, Weinberg e Roth 1998, Stratford e Stouffer 2001). Em pequenos fragmentos, predação elevada e baixa disponibilidade de alimento resultam em menor sucesso reprodutivo, pois mais energia é dispendida em novas nidificações, e o recurso alimentar pode não ser suficiente para repor estes gastos (Huhta *et al.* 1998, Zquette e Jenkins 2000). O número de filhotes pode também ser reduzido em casais que nidificam em pequenos fragmentos, provavelmente devido à diminuição de alimento disponível (Suarez *et al.* 1997).

Já que, em comparação às florestas contínuas, os fragmentos pequenos oferecem condições hostis à reprodução de muitas espécies de aves, é comum que estas não consigam se reproduzir em taxas suficientes para a viabilidade da população (Pulliam 1988, Donovan *et al.* 1995, Friesen *et al.* 1999). Neste caso, são denominados de “fragmentos-ralo” (“sink”, Pulliam 1988). Os fragmentos maiores, que oferecem condições favoráveis ao sucesso reprodutivo destas espécies, em taxas suficientes para o crescimento da população, são denominados de “fragmentos-fonte” (“source”, Pulliam 1988) (Askins 1995, Brawn e Robinson 1996, Porneluzi e Faaborg 1999).

Este trabalho teve como objetivo avaliar e quantificar a influência e interação dos fatores tamanho do fragmento, predação nos ninhos e alimento experimentalmente disponibilizado no sucesso reprodutivo de *Thamnophilus caerulescens*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual de Vila Velha, (25° 15' S, 50° 05' W), situado no município de Ponta Grossa, Paraná (Figura 1). A área de estudo está situada na região dos Campos Gerais (Maack 1981). Numa área de 3122 ha, são encontrados fragmentos naturais de Floresta Ombrófila Mista, de 1 a 450 ha, entremeados por campos naturais. Os fragmentos encontram-se isolados no mínimo 140 m e no máximo, 945 m. O Parque foi implantado há 50 anos, a vegetação florestal é primária e nos campos não houve alteração antrópica, como campos de cultivo e pastoreio.

Nos fragmentos florestais as espécies arbóreas dominantes são: *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae), *Podocarpus lambertii* (Podocarpaceae), *Ocotea porosa* e *Nectandra grandiflora* (ambas Lauraceae) (Hatschbach e Moreira-Filho 1972). Os campos têm composição variada, entre úmidos, secos e brejos. No geral, na área dos campos são encontradas herbáceas, como *Dyschoriste hygrophyloides* (Acanthaceae), *Echinodonus grandiflorus* (Alismataceae) *Gomphrena marcocephala* (Amaranthaceae) e várias espécies do gênero *Baccharis* (Asteraceae) (Takeda e Farago 2001). A temperatura média anual da região é de 17,3 °C e a precipitação anual média é entre 1.500 e 2.000 mm (Maack 1981). A altitude dentro do Parque varia entre 825 e 1.100m (Buzzetti *et. al.* em preparo).

Para a obtenção de medidas das áreas estudadas, trabalhou-se a imagem de satélite do sensor Landsat 7 ETM+ do ano de 1999, a qual foi georreferenciada no programa de computador ENVI 3.2 a partir da identificação de, no mínimo, 30 pontos

notáveis, cujas coordenadas UTM foram tomadas mediante leitura em base cartográfica da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000. Por meio do uso do programa de computador ArcView 3.2 (ESRI), efetuou-se a medição de áreas (ha) e distâncias (m) dos fragmentos florestais. Com base nos croquis pré-estabelecidos dos fragmentos estudados e com o auxílio de bússola e GPS, foram delimitadas as regiões de estudo em cada fragmento, bem como os pontos centrais dos territórios de *Thamnophilus caerulescens* na imagem de satélite. Tais procedimentos foram efetuados pelo Eng^o Cartógrafo Franco Amato (Igplan).

A espécie-modelo deste trabalho, *Thamnophilus caerulescens* (Vieillot 1816), alimenta-se de insetos e outros artrópodes (Sick 1997) em folhagens de todos os estratos arbustivo-arbóreos. Esta espécie foi escolhida como modelo neste estudo por ser comum no PEVV, encontrada em todos os fragmentos com área superior a 2 ha. Machos e fêmeas são de fácil identificação, formam casais permanentes e territorialistas, que defendem ativamente um território ao longo do ano. Esta característica viabiliza o acompanhamento de casais em seus territórios o ano inteiro, torna possível a verificação de manutenção ou troca de membros do mesmo e facilita a obtenção de informações precisas sobre manutenção de juvenis no território parental. Assim podem ser obtidas informações sobre a qualidade de territórios específicos, além de garantir a utilização do alimento experimentalmente disponibilizado apenas pelo casal focado.

O período de incubação é de aproximadamente 13 dias, mais 10 dias de cuidado com os ninhos. Pode reproduzir durante seis meses (entre setembro e fevereiro), o que possibilita várias nidificações no mesmo período reprodutivo, independente da predação: mesmo após um ninho com sucesso, pode realizar novas nidificações. Dessa forma, numa mesma estação reprodutiva fornece informações de várias nidificações. Os

ninhos são construídos por ambos os membros do casal. Os ninhos são abertos, em formato de taças no sub-bosque e nunca reutilizados, após o sucesso ou o fracasso.

Indivíduos foram localizados visual ou auditivamente e atraídos, com o *play-back* do canto da espécie, às redes de neblina de malha 30 mm. Cada indivíduo capturado recebeu uma combinação única de anéis metálicos e plásticos coloridos, para reconhecimento individual. A sobrevivência dos adultos em cada ano e em cada fragmento, foi estimada pela proporção anual de adultos sobreviventes.

A partir do encontro dos ninhos em atividade, foi realizado monitoramento diário para a determinação dos fatores relacionados abaixo, de cada ninho, e para calcular o sucesso reprodutivo da espécie: a) data de início e término da nidificação b) sucesso ou fracasso do ninho c) dias de sobrevivência de cada ninho d) sobrevivência dos filhotes e) período de dependência dos filhotes após deixarem o ninho f) período em que permanecem no território parental. Foi considerado ninho com sucesso quando ao menos um filhote sobreviveu até o abandono do ninho.

Neste trabalho, o território foi considerado segundo a definição de Brown (1974): setores da área de vida do casal, onde não há sobreposição de outros (casais ou indivíduos). Para analisar a influência do fator disponibilidade de alimento e suas interações com tamanho de fragmento e taxas de predação, foi realizado o experimento de alimento disponibilizado. Neste experimento, metade dos territórios monitorados foram considerados experimentais e a outra metade, territórios controle. Os casais de territórios experimentais receberam, em dias alternados e a partir da postura do primeiro ovo, 10 larvas de besouros (tenebrionídeos). Estas larvas foram disponibilizadas em comedouros a aproximadamente cinco metros do primeiro ninho de cada território. No caso de fracasso do primeiro ninho, o comedouro com larvas foi disponibilizado dentro deste ninho abandonado. A divisão de casais (territórios) experimentais ou controle,

permaneceu fixa, em todo o estudo: o casal considerado controle na primeira estação reprodutiva, assim permaneceu até o final da última estação acompanhada. O mesmo procedimento ocorreu para casais experimentais. O alimento permaneceu disponível no mesmo local até o final da última nidificação, até os filhotes serem vistos independentes do alimento fornecido pelos adultos.

Foram acompanhados casais em territórios de três fragmentos de diferentes extensões: 23, 105 e 196 ha, durante as estações reprodutivas de 2000, 2001 e 2002. As áreas de cada fragmento foram utilizadas como co-variável na análise de influência na disponibilidade de alimento e taxas de predação.

Com o objetivo de analisar a sobrevivência diária nos ninhos, foi aplicado o método de Mayfield (1975), que calcula a taxa diária de sobrevivência como o seguinte:

$$\text{taxa diária de sobrevivência} = 1 - \frac{\sum \text{número de ninhos predados}}{\sum \text{dias que todos os ninhos estão expostos}}$$

A probabilidade de sucesso final é a proporção de sucessos em todas as nidificações, e foi calculado à base dos ninhos observados. A mesma probabilidade foi também calculada a partir dos resultados obtidos pelo Método de Mayfield - (taxa diária de sobrevivência)²³. O expoente 23 equivale ao período de nidificação. Ambos os cálculos foram utilizados para comparação e discussão. Dessa forma, probabilidade de sucesso final foi comparada entre os fragmentos. De posse dos valores de probabilidade, foi possível calcular o número de ninhos necessários para que um tivesse sucesso, em cada fragmento, que é somente o inverso da probabilidade de sucesso final.

O teste de G de independência foi utilizado para: verificar se a utilização do alimento disponibilizado é diferente entre machos e fêmeas e se a utilização destes recursos por ambos os sexos é diferente ao longo do dia, avaliar se o alimento disponibilizado diminui o intervalo de nidificação (intervalo estimado como número de

dias entre o último de atividade do ninho anterior e o primeiro do seguinte), se o tamanho de postura e prole é diferente entre territórios controle e experimentais e entre fragmentos e se o número de dias em que os filhotes permaneceram no território parental é diferente, entre experimentais e controle. O mesmo teste, com a correção de Williams- comparação entre porcentagens, foi utilizado para verificar as diferenças entre fragmentos: da proporção de ninhos com sucesso por número de tentativas, das porcentagens e probabilidades de sucesso dos ninhos e da sobrevivência dos adultos (entre anos total, entre anos nos fragmentos, entre fragmentos). Foram cumpridas as premissas de cada teste e a hipótese nula foi rejeitada quando a probabilidade de um teste era menor que alfa (0,05).

RESULTADOS

De 103 ninhos encontrados, divididos entre 18 casais e três fragmentos: 23 ha (dois casais, seis ninhos), 105 ha (oito casais, 68 ninhos) e 196 ha (oito casais, 29 ninhos) a predação foi a causa de 81 perdas (79%). A diferença de número de ninhos entre os fragmentos maiores (mesmo número de casais) é decorrente do maior número de nidificações (tentativas) no fragmento de 105 ha que no de 196. A porcentagem de sucesso no fragmento de 105 ha ($5/68 = 7\%$), foi menor que no de 196 ha ($17/29 = 59\%$) ($G = 28,9$; g.l. 1; $p < 0,05$): menos ninhos com sucesso, maior número de tentativas. Se mais ninhos no fragmento de 196 ha têm sucesso, conseqüentemente menos tentativas serão realizadas.

Nem sempre a predação foi evidente, mas todo ovo desaparecido foi considerado predado. Em todos os ninhos mal-sucedidos, não haviam indícios de catástrofes naturais (*e.g.* queda de um galho de árvore no ninho causados por tempestades) ou de ninhos abandonados pelos adultos, ou de ovos inférteis que nunca chegaram à eclosão dos

filhotes. Todos os eventos de predação ocorreram na fase de incubação dos ovos e todos os filhotes chegaram à fase de saída do ninho. Não houve predação na fase de filhotes.

Em fragmentos de áreas menores que 23 ha, foram encontrados machos de *Thamnophilus caeruleus* sozinhos. Ao longo de todo o estudo, fêmeas foram visualizadas esporadicamente em um destes fragmentos (2 ha), sempre fora da estação reprodutiva e foram capturadas e marcadas (N = 9). No entanto, nenhuma foi observada no mesmo fragmento novamente. Quatro destas fêmeas foram acompanhadas, mas permanentemente em territórios do fragmento de 105 ha.

Relação do tamanho do fragmento e sobrevivência

No fragmento de 23 ha foram encontrados seis ninhos e nenhum teve sucesso. O tamanho amostral neste fragmento foi menor que o esperado e, de acordo com o método de Hensler e Nichols (1981), para se comparar as taxas de fragmentos diferentes, ao menos 20 ninhos são necessários em cada. Pelo fato do número de ninhos encontrados neste fragmento ser inferior a 20, não foram considerados em análises comparativas.

A taxa diária de sobrevivência nos ninhos do fragmento de 105 ha foi de 0,88, menor que no de 196 ha, que foi de 0,95 ($Z = 2,02$; $p < 0,05$, Figura 2). O total de 10 filhotes foi produzido no fragmento de 105 ha e 40 no de 196 ha. O total de 17 ninhos tiveram sucesso no de 196 ha e cinco ninhos no de 105 ha.

Ambos os cálculos de probabilidade de sucesso no fragmento indicam que esta é associada ao tamanho do fragmento. O cálculo a partir da porcentagem de ninhos com sucesso ($G = 28,9$; g.l. 1; $p < 0,05$), indica que 14 ninhos são necessários para que um tenha sucesso no fragmento de 105 ha e 1,69 são necessários no de 196 ha. O cálculo a partir da taxa diária de sobrevivência, Método de Mayfield ($G = 9,78$; g.l. 1; $p < 0,05$), indica que 19 ninhos são necessários no fragmento de 105 ha e 3,25 no de 196 ha, para que um tenha sucesso.

Não foi observada a mudança de território por nenhum adulto e o desaparecimento de algum destes foi considerado mortalidade. O número de indivíduos observado em cada fragmento manteve-se fixo em todos os anos, pois o adulto desaparecido foi substituído no ano seguinte. A diferença de sobrevivência entre anos total, entre anos nos fragmentos, e entre fragmentos não foi significativa ($p > 0,05$, Tabela 1).

A porcentagem de adultos que sobreviveram no fragmento de 196 ha foi de 100%, ao longo do período de estudo. No de 23 ha, foi de 75% em todos os anos, o que equivale a, ao menos, uma mortalidade no ano. No fragmento de 105 ha, a proporção máxima de adultos sobreviventes foi de 94% (nos anos de 2001 e 2002) e a mínima, de 81% (no ano de 2000). A máxima proporção de adultos sobreviventes no total foi de 97% (no ano de 2002) e a mínima, de 83% (no ano de 2000). A menor sobrevivência foi encontrada entre as fêmeas ao longo do estudo, no fragmento de 23 ha ($G = 6,9$; g.l. 15; $p < 0,05$), no de 105 ha ($G = 4,4$; g.l. 63; $p < 0,05$) e em ambos os fragmentos ($G = 9,72$; g.l. 79; $p < 0,05$). A mortalidade destas sempre esteve associada à predação: pelo menos uma foi encontrada predada dentro do ninho no fragmento de 23 ha em cada ano; no de 105 ha, três o foram no ano de 2000.

Influência da disponibilidade de alimento

Em todos os territórios experimentais, o casal utilizou o alimento disponibilizado, machos ($n = 104$) e fêmeas ($n = 89$) o fizeram igualmente ($G = 1,07$; g.l. 192; $p > 0,05$). O aumento da disponibilidade de alimento influenciou o intervalo entre as nidificações, o que permitiu maior número de tentativas no fragmento de 105 ha. Casais experimentais nidificaram em intervalos menores do que casais controle, em todos os fragmentos, tanto depois de uma tentativa com sucesso (média de 29 dias para os experimentais e 43 dias para os controle. $G = 13,46$; g.l. 22, $p < 0,05$), quanto depois

da predação (média de 11 dias para os experimentais e 29 dias para os controle, $G = 54,74$; g.l. 75; $p < 0,05$).

Apenas no de 105 ha, o número de nidificações dos casais experimentais (40) foi significativamente maior que os controle (27) ($G = 59,44$; g.l. 66; $p < 0,05$). No total, o maior número de tentativas por casal em território experimental foi de 15 e o mínimo, de oito. O maior número de tentativas dos casais em territórios controle foi de oito e o mínimo, de seis. Neste fragmento também houve diferença na taxa de sobrevivência diária dos ninhos, entre casais experimentais (taxa = 0,91, 40 ninhos) e controle (taxa = 0,84, 27 ninhos) ($Z = 2,11$ $p < 0,05$). A postura dos casais experimentais teve o acréscimo de um ovo depois da primeira nidificação. Este aumento foi significativo no fragmento de 105 ha ($G = 14,56$; g.l. 46; $p < 0,05$), no de 196 ha ($G = 10,72$; g.l. 14; $p < 0,05$) e em ambos combinados ($G = 24$; g.l. 60; $p < 0,05$). A postura, nestes casos, passou de dois para três ovos. No entanto, o número de filhotes que deixou o ninho diferiu, entre territórios experimentais e controle, apenas no fragmento de 196 ha ($G = 5,71$; g.l. 8; $p < 0,05$). A perda desta diferença no fragmento de 105 ha deve-se, provavelmente, à elevada taxa de predação: o número de ovos não influencia no número de filhotes que saem do ninho. Na comparação entre territórios experimentais, a média do número de filhotes que chegam a esta fase é maior no fragmento de 196 ha (2,35 filhotes por ninho) do que no de 105 ha (2 filhotes por ninho) ($G = 30,59$; g.l. 57; $p < 0,05$).

O número de dias em que os filhotes permaneceram no território parental foi maior nos experimentais do fragmento de 105 ha (média de 14 nos controle e 34 dias nos experimentais, $G = 22,05$; g.l. 9; $p < 0,05$), no de 196 ha (média de 14 nos controle e 21 nos experimentais, $G = 30,84$; g.l. 49; $p < 0,05$) e em ambos combinados, (média de 14 dias nos controle e de 21 nos experimentais; $G = 56,52$; g.l. 49; $p < 0,05$). Não foi

verificada diferença entre os territórios experimentais do fragmento de 105 e 196 ha nesta análise ($p > 0,05$).

DISCUSSÃO

A ausência de pares em fragmentos menores que 23 ha pode ser explicada pelo fato de oferecer condições menos favoráveis à reprodução, como elevada taxa de predação e baixa disponibilidade de alimento. Menos machos pareados são encontrados em fragmentos pequenos e depois de várias tentativas de pareamento, é comum estes abandonarem o fragmento em busca de outros, com condições mais favoráveis (Villard *et al.* 1993, Hatchwell *et al.* 1996, Halupka 1998, Amar e Redpatch 2002). Várias fêmeas foram registradas durante curto tempo no outono e inverno, em um fragmento de 2 ha e nenhuma permaneceu neste até a estação reprodutiva.

O sucesso reprodutivo de *T. caerulescens* foi maior no fragmento de 196 ha, o maior dentre os estudados. Este resultado confirma as hipóteses e resultados em literatura: o tamanho do fragmento é relacionado com o sucesso reprodutivo das aves a partir de um tamanho mínimo de fragmento (Roth e Johnson 1993, Hoover *et al.* 1995, Weinberg e Roth 1998, Willson *et al.* 2001). No presente estudo, o tamanho mínimo de fragmento que mostra a relação deste com a taxa de predação é 105 ha.

Apesar da aparente pouca diferença de tamanho entre estes fragmentos (91 ha), os fragmentos de 105 ha têm taxas de sucesso reprodutivo significativamente inferiores que os localizados no de 196 ha. Observa-se, no entanto, diferença na forma (“shape”) destes fragmentos (Figura 1). O comprimento do fragmento de 105 ha é de 2.655m e a maior largura, de 945m. O comprimento do fragmento de 196 ha é de 2.050 e a maior largura, de 1.931m. Estes valores mostram que o de 105 tem formato alongado e o de 196 ha, arredondado. Fragmentos de formato alongado oferecem condições mais hostis às aves que os arredondados: menor número e diversidade de espécies e, provavelmente,

maiores taxas de predação (Ranta *et al.* 1998, Watson 2003). Devido à aparente pouca diferença de área destes fragmentos (91 ha), somado ao formato alongado do de 105 ha e arredondado do de 196 ha, a forma (“shape”) destes deve ser analisada, para possibilitar a correlação de sucesso reprodutivo, forma e tamanho do fragmento, que não foi o objetivo deste trabalho.

No fragmento de 196 ha não houve registro de mortalidade de adultos em nenhum dos anos de estudo e 40 filhotes foram produzidos. A taxa de predação foi tão elevada no menor fragmento (23 ha), que não houve produção de filhotes. No de 105 ha, 10 filhotes foram produzidos, enquanto foi registrada a mortalidade de oito adultos. A análise de “fonte-ralo” não pode ser realizada, pois faltam registros de sobrevivência dos filhotes depois de abandonado o território parental: não há informações de dispersão ou conquista de outro território no mesmo fragmento, o que impossibilita avaliar a sobrevivência destes. No entanto, é possível uma estimativa: enquanto que no de 196 ha há “excesso” de filhotes produzidos e a mortalidade total de filhotes ainda garantiria a estabilidade da população, é necessário que 80% dos filhotes do fragmento de 105 ha tenha sobrevivido para que esta população seja mantida, ao longo do estudo. Vários trabalhos mostram que a sobrevivência de filhotes de Passeriformes chega a 35% depois da dispersão para novos territórios, em áreas fragmentadas (Trine 1998, Porneluzi e Faaborg 1999, Friesen *et al.* 1999). Se a sobrevivência dos filhotes no fragmento de 105 ha estiver dentre as estimadas em literatura, ou for menor que 80%, este é um fragmento-ralo de *T. caerulescens*, que deve manter a população a partir da produção de filhotes no fragmento de 196 ha.

O alimento fornecido causou diminuição no intervalo entre as nidificações, em todos os casais de territórios experimentais. No fragmento de 105 ha, onde houve taxa mais elevada de predação, que no de 196 ha, há diferença entre casais experimentais e

controle no número de nidificações, causada pela diminuição do intervalo nos experimentais, e na taxa de sucesso reprodutivo. O maior número de tentativas pode ter elevado a chance de obter sucesso, que foi atingido na segunda metade da estação reprodutiva por todos os casais neste fragmento. Estes resultados sugerem que o alimento fornecido diminui os gastos energéticos com as nidificações, impede que menos tentativas sejam realizadas e aumenta a chance de sucesso reprodutivo, já sugerido ou demonstrado por vários autores (*e.g.* Wunderle-Jr 1982, Roper 1996, Kleindorfer *et al.* 1997, Zanette e Jenkins 2000, Amar *et al.* 2003). O aumento de alimento disponível pode diminuir a taxa de predação, pois os adultos permanecem em forrageio menos tempo, o que diminui o tempo de exposição dos ninhos aos predadores (Holmes *et al.* 1992, Castro *et al.* 2003). Além disso, quanto mais alimento disponível, os filhotes se desenvolvem mais rápido, podem ter comportamento que evitem a predação (*e.g.*: fugir do ninho mediante a aproximação do predador) e o quanto antes, podem abandonar o ninho, fatos que aumentam o sucesso reprodutivo (Starck *et al.* 1993, Kleindorfer *et al.* 1997). No fragmento de 196 ha, a influência do alimento fornecido não ocorreu sobre o sucesso dos casais experimentais, provavelmente devido à menor taxa de predação ali encontrada, ou à maior oferta de alimento natural, ou uma combinação de ambos estes fatores.

O número de ovos postos foi maior nos territórios experimentais, em todos os fragmentos. Mas, este fator influenciou no número de filhotes apenas no fragmento de 196 ha. Esta influência não foi verificada no de 105 ha devido à elevada taxa de predação na fase de ovos. O alimento disponível, experimentalmente acrescentado ou não, influencia o tamanho da prole, já sugerido e demonstrado por alguns autores (*e.g.* Burke e Nol 1998, Castro *et al.* 2003, Amar *et al.* 2003). A influência do alimento fornecido no número de ovos postos ocorreu durante a primeira nidificação, pois foi

oferecido durante esta e o aumento ocorreu na segunda nidificação. O alimento disponível no período de “pré-postura” exerce grande influência no número de ovos postos em várias espécies e pode ser determinante neste caso (Hochachka and Boag 1987, Nilsson e Svensson 1993, Nakamura 1995).

Lack (1947, 1948, 1949) sugeriu que o tamanho da prole é primariamente determinado pela disponibilidade de alimento, que deve ser suficiente para alimentar os filhotes e ainda garantir a manutenção de boas condições energéticas dos adultos parentais. Skutch (1949, 1966) argüiu que o tamanho da prole está relacionado à predação: quanto menos filhotes, menor atração de predadores, devido à menor atividade nos ninhos pelos adultos e filhotes. A predação ocorreu somente durante a incubação, nunca na fase de filhotes. Roper e Goldstein (1997) já haviam demonstrado que a atividade não influencia a predação nos ninhos e os resultados do presente trabalho reforçam a sugestão de Lack (1947, 1948, 1949).

Os filhotes de territórios experimentais levaram mais tempo para dispersar do que os de territórios controle, em ambos os fragmentos. O alimento fornecido pode ter agido na retenção destes filhotes. Atwood *et al.* (1990) e Burt e Peterson (1993) demonstraram que a concentração de recursos alimentares pode reter os juvenis no território parental: áreas adjacentes podem não oferecer condições suficientes para a dispersão.

Há interação e influência dos fatores tamanho do fragmento, predação nos ninhos e alimento experimentalmente disponibilizado na reprodução de *Thamnophilus caerulescens*. Fragmentos menores apresentam condições hostis à reprodução desta espécie: taxa de predação elevada, em ninhos e adultos. Casais em territórios experimentais nidificam em intervalos mais curtos que os em territórios controle, o que pode aumentar a chance de sucesso depois da predação, e apresentam aumento

significativo de postura e de tamanho de prole. Casais que nidificam no maior fragmento (196 ha) têm taxas de sucesso superiores aos casais em fragmentos menores, mais filhotes são produzidos devido ao aumento da prole dos territórios experimentais. Há sugestões de que os fragmentos menores sejam fragmentos-ralo e o maior, fragmento-fonte de *T. caerulescens*.

Os resultados deste trabalho trazem ao menos uma sugestão para políticas de conservação da avifauna em paisagens fragmentadas: no mínimo, um fragmento deve ter mais de 190 ha. Em fragmentos menores, várias espécies de aves podem não ser capazes de reproduzir em taxas satisfatórias para a manutenção da população. E a presença de um fragmento maior, que funcione como fonte de indivíduos aos adjacentes, menores, deve ser fundamental para o estabelecimento permanente de várias espécies de aves florestais, inclusive aquelas ameaçadas ou sob risco de extinção. Resultados como este são encontrados na literatura corrente (e.g. Pulliam 1988, Askins 1995, Donovan *et al.* 1995, Brawn e Robinson 1996, Friesen *et al.* 1999, Porneluzi e Faaborg 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amar, A. e S. Redpatch 2002. Determining the cause of the hen harrier decline on the Orkney Islands: an experimental test of two hypothesis. *Anim. Conserv.* 5: 21-28.
- Amar, A., S. Redpatch e S. Thirgood 2003. Evidence for food limitation in the declining hen harrier population on the Orkney Islands, Scotland. *Biol. Conserv.* 111: 377-384.
- Askins, R.A. 1995. Hostile landscapes and the decline of migratory songbirds. *Science* 267: 11956-1957.
- Atwood, J.L., M.J. Elpers e C.T. Collins 1990. Survival of breeders in Santa Cruz Island and Mainland California Scrub jay population. *Condor* 92: 783-788.
- Bauchau, V. e I. Seinen 1997. Clutch desertion and re-nesting in pied flycatchers: an experiment with progressive clutch removal. *Anim. Behav.* 54: 153-161.
- Brawn, J.D. e S.K. Robinson 1996. Source-sink population dynamics may complicate the interpretation of long-term data. *Ecology* 77: 3-12.
- Brown, J.L. 1974. Alternate routes to sociality in jays- with a theory for the evolution of altruism and communal breeding. *Amer. Zool.* 14: 63-80.
- Burke, D.M. e E. Nol 1998. Influence of food abundance, nest-site habitat, and forest fragmentation on breeding Ovenbirds *Auk* 115: 96-104.
- Burt, D.B. e A.T. Peterson 1993. Biology of cooperative-breeding Scrub jays (*Aphelocoma caerulescens*) of Oxaca, Mexico. *Auk* 110: 207-214.
- Castro, I.; D.H. Brunton; K.M. Mason; B. Ebert e R. Griffiths 2003. Life history traits and food supplementation affect productivity in a translocated population of the endangered Hihi (Stitchbird, *Notiomis cincta*). *Biol. Conserv.* 114: 271-280.
- Davis, W.J. e D.J. Graham 1991. The influence of food on reproductive strategies in a monogamous kingfisher, (*Chloroceryle amazona*). *Auk* 108: 780-798.
- Donovan, T.M., F.R. Thompson, J. Faaborg e J.R. Probst 1995. Reproductive success of migratory birds in habitat sources and sinks. *Conserv. Biol.* 9: 1380-1395.
- Erikstad, K. E. e T. Tveraa 1995. Does the cost of incubation set limits to clutch size in common eiders *Somateria mollissima*? *Oecologia* 103: 270-274.
- Friesen, L., M.D. Cadman e R.J. MacKay 1999. Nesting success of neotropical migrant songbirds in a highly fragmented landscape. *Conserv. Biol.* 13: 338-346.
- Halupka, K. 1998. Nest-site selection and nest predation in meadow pipits. *Folia Zool.* 47: 29-37.

- Hatchwell, B.J., D.E. Chamberlain e C.M. Perrins 1996. The reproductive success of blackbirds *Turdus merula* in relation to habitat structure and choice of nest site. *Ibis* 138: 256-262.
- Hatschbach, G. e H. Moreira-Filho 1972. Catálogo florístico do Parque Estadual de Vila Velha. *Bol.UFPR-Botânica* 28: 1-50.
- Hensler, G.L. e J.D. Nichols 1981. The Mayfield method of estimating nesting success: a model, estimators and simulation results. *Wil. Bull.* 93: 42-53.
- Hochachka, W.M. e D.A. Boag 1987. Food shortage for breeding black-billed magpies (*Pica pica*): an experiment using supplemental food. *Can. J. of Zool.* 65: 1270-1274.
- Holmes, R.T., T.W. Sherry, P.P. Marra e K.E. Petit 1992. Multiple brooding and productivity of a neotropical migrant, the black-throated blue warbler (*Dendroica caerulescens*), in an unfragmented temperate forest. *Auk* 109: 321-333.
- Hoover, J.P., M.C. Brittingham e L.J. Goodrich 1995. Effects of forest patch size on nesting success of wood thrushes. *Auk* 112: 146-155.
- Huhta, E., J. Jokimäki e P. Rahko 1998. Distribution and reproductive success of the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca* in relation to forest patch size and vegetation characteristics: the effect of scale. *Ibis* 140: 214-222.
- Kleindorfer S., H. Hoi e R. Ille 1997. Nesting growth patterns and antipredator responses: a comparison between four *Acrocephalus* warblers. *Bratislava: 52: 677-685.*
- Kuituken, M. e M. Makinen 1993. An experiment on nest-site choice of the common treecreeper in fragmented Boreal forest. *Ornis Fennica* 70 : 163-167.
- Lack D. 1947. The significance of clutch size. *Ibis* 89: 302-352.
- _____ 1948. Natural selection and family size in the starling. *Evolution* 2: 95-110.
- _____ 1949. Comments on Mr. Skutch's paper on clutch size. *Ibis* 91: 455-458.
- Maack, R. 1981. Geografia física do Estado do Paraná. Rio de Janeiro: José Olímpio, Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná. 442 pp.
- Martin, T.E. 1987. Food as a limitation breeding birds, a life history perspective. *Ann. Rev. in Ecol. and System.* 18: 453-487.
- Mayfield, H.F. 1975. Suggestions for calculating nests success. *Wil. Bull.* 87: 456- 466.
- Melo, C. e M.A.Marini 1997. Predação de ninhos artificiais em fragmentos de matas do Brasil Central. *Ornit. Neot.* 8: 7-14.

- Milonoff, M. 1991. Renesting ability and clutch size in precocial birds. *Oikos* 62: 189-194.
- Nakamura, M. 1995. Effects of supplemental feeding and female age on timing of breeding in the alpine accentor *Prunella collaris*. *Ibis* 137: 56-63.
- Nilson J. e E. Svensson 1993. The frequency and timing of laying gaps. *Ornis Scandin.*: 122-126.
- Porneluzi, P.A. e J. Faaborg 1999. Season-long fecundity, survival and viability of ovenbirds in fragmented and unfragmented landscapes. *Conserv.Biol.* 13: 1151-1161.
- Pulliam, H.R. 1988. Sources, sinks and population regulation. *Amer. Nat.* 132: 652-661.
- Ranta, P.; T. Blom; J. Niemelä; E. Joensuu e M. Siitonen 1998. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiv. And conserv.* 7: 385-403.
- Ricklefs, E. E. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithson Cont. Zool.* 9: 1-48.
- Rolland, C., E. Danchin e M. de Fraipont 1998. The evolution of coloniality in birds in relation to food, habitat, predation, and life-history traits: A comparative analysis. *Amer. Nat.* 151: 514-529.
- Roper, J. J. 1996. Nest predation and its importance for a Neotropical bird, the Western Slaty Antshrike, *Thamnophilus atrinucha*: the problem, experiments and simulations. PhD Philosophy thesis University of Pennsylvania 163 pp.
- Roper, J.J. e R.R. Goldstein 1997. A test of the Skutch hypothesis: does activity at nests increase nest predation risk? *J. of Av. Biol.* 28: 111-116.
- Roth R.R. e R.K. Johnson 1993. Long-term dynamics of a wood thrush population breeding in a forest fragment. *Auk* 110: 37-48.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 912 pp.
- Skutch, A. F. 1949. Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *Ibis* 91: 430-455.
- _____ 1966. A breeding bird census and nesting success in Central America. *Ibis* 108: 1-16.
- Soler, M e J.J. Soler 1996. Effects of experimental food provisioning on reproduction in the Jackdaw *Corvus monedula*, a semi-colonial species. *Ibis* 138: 377-383.
- Starck, J.M., S. König e E. Gwinner 1995. Growth of Stonechats *Saxicola torquata* from Africa and Europe: an analysis of genetic and environmental components. *Ibis* 137: 519-531.

- Stratford, J.A. e P.C. Stouffer 2001. Reduced feather growth rates of two common birds inhabiting central Amazonian Forest fragments. *Conserv.Biol.* 15: 721-728.
- Suarez A., .K.S. Pfenning e S.K. Robinson 1997. Nesting success of a disturbance-dependent songbird on different kinds of edges. *Conserv. Biol.* 11: 928-935.
- Takeda, I.J.M. e P.V. Farago 2001. *Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha: guia de campo*, volume 1. Curitiba: I.J.M. Takeda, 419 pp.
- Trine, C.L. 1998. Wood thrush population sinks and implications for the Scale of regional conservation strategies. *Conserv. Biol.* 12: 576-585.
- Villard, M.A., P.R. Martin e C.G. Drummond 1993. Habitat fragmentation and pairing success in the ovenbird (*Seiurus aurocapillus*) *Auk* 110: 759-768.
- Watson, D.M. 2003 Long term consequences of habitat fragmentation- highland birds in Oxaca, México. *Biol. Conserv.* 111: 283-303.
- Weinberg, H.J. e R.R. Roth 1998. Forest area and habitat quality for nesting wood thrushes. *Auk* 115: 879-889.
- Willson, M.F., J.L. Morrison, K.E. Sieving, T. L. de Santo, L. Santisteban e I. Díaz 2001. Patterns of predation risk and survival of bird nests in a Chilean Agrcultural landscape. *Conserv. Biol.* 15: 447-456.
- Wunderle-Jr. J.M. 1982. The timing of the breeding season in the Nananaquit (*Coereba flaveola*) on the Island of Grenada, W.I. *Biotropica* 14: 124-131.
- Zanette, L. e B. Jenkins 2000. Nesting success and nest predators in forest fragments: a study using real and artificial nests. *Auk*: 117: 445-454.

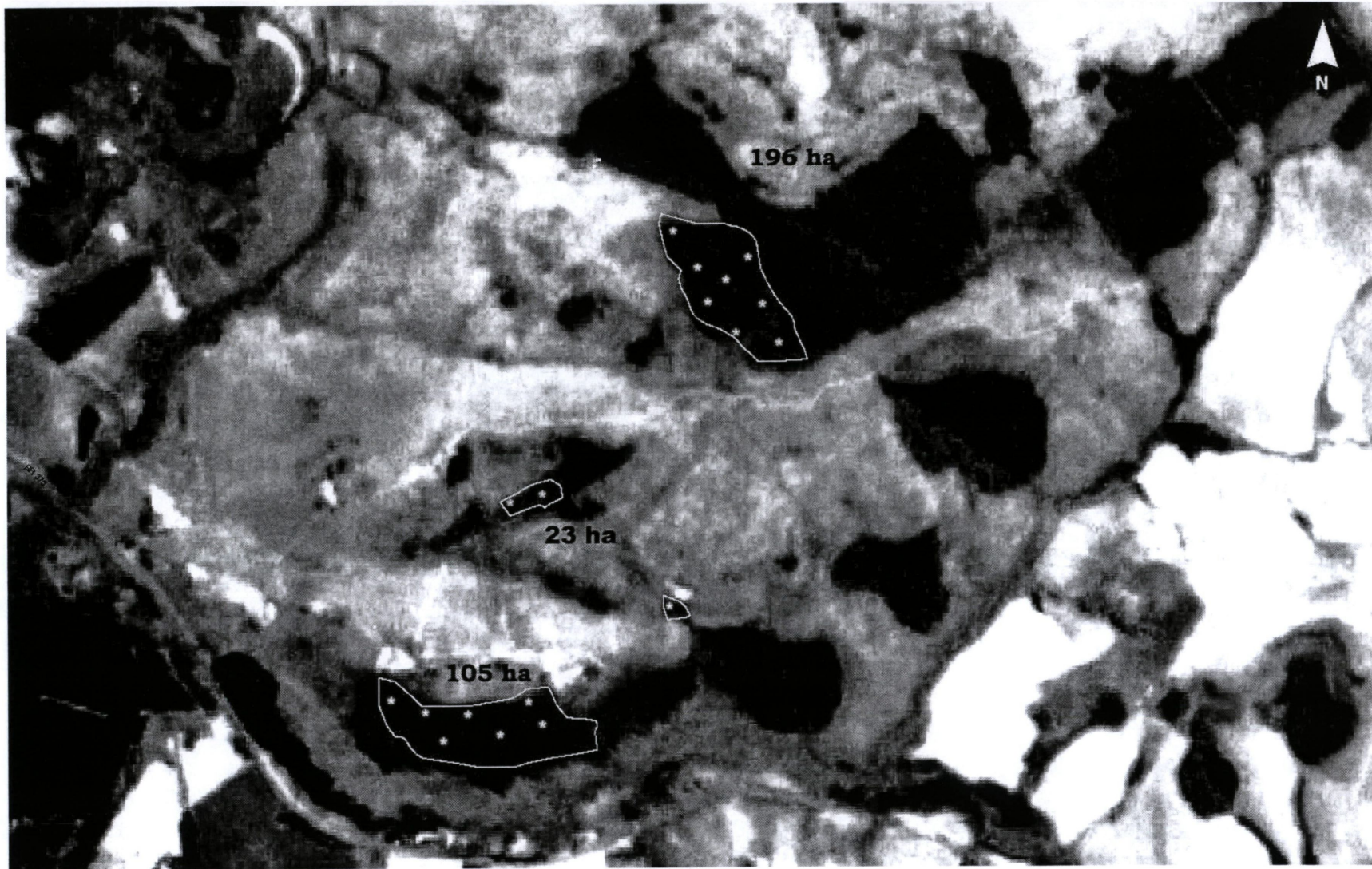


Figura 1: Imagem de satélite do Parque Estadual de Vila Velha (escala de referência 1: 20.000). Em escuro, os fragmentos florestais. Nas áreas mais claras, campos naturais. Marcados com as áreas (ha) os três fragmentos nos quais houve acompanhamento de ninhos de *Thamnophilus caerulescens*, além de destacadas as regiões trabalhadas em cada fragmento e os territórios de *T. caerulescens* acompanhados.

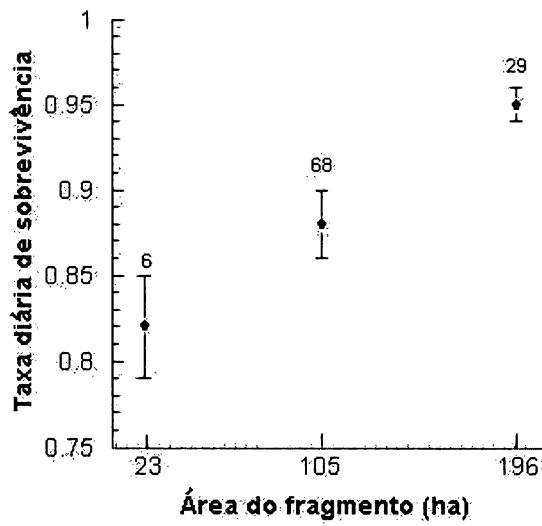


Figura 2: Taxas de sobrevivência diária nos ninhos de *Thamnophilus caerulescens*

(média + desvio padrão e tamanho amostral acima), nos fragmentos de 23,105 e 196 ha ($Z = 2,02$; $p < 0,05$, comparando os fragmentos 105 e 196, com número de ninhos satisfatórios para a comparação).

Tabela 1: Porcentagem de adultos sobreviventes nos fragmentos de 23 e 105 ha: porcentagem total, entre machos (M), entre fêmeas (F), ano e número de indivíduos observados em cada fragmento, todos os anos. No fragmento de 196 ha, não houve registro de mortalidade de adultos em todo o período de estudo.

Fragmento (ha)/Sexo	Anos				Total (n)
	2000	2001	2002	2003	
23	75	75	75	75	4
M	100	100	100	100	2
F	75	75	75	75	2
105	81	94	94	87	16
M	100	100	87	100	8
F	62	87	100	75	8

CAPÍTULO 2

EXPERIMENTOS TENDENCIOSOS DE PREDACÃO EM NINHOS ARTIFICIAIS: COMO EVITÁ-LOS*

RESUMO

Predação em ninhos é a principal causa dos fracassos reprodutivos de muitas espécies de aves e pode estar relacionada ao tamanho do fragmento. Para avaliar o efeito desta variável sobre a predação, experimentos com ninhos artificiais são amplamente utilizados. Os métodos encontrados na literatura, são variados e comumente não trazem explicações sobre cada opção. Variam principalmente quanto ao intervalo de revisões e tempo total de exposição dos ninhos e tipo de ovos. Para que os resultados obtidos sejam confiáveis e reflitam a pressão de predação exercida nos ninhos naturais, é necessário que os métodos não causem vícios amostrais e resultados tendenciosos. Neste trabalho, é discutida uma série experimental durante o desenvolvimento de um trabalho com ninhos artificiais, até que fosse alcançado um método que evitasse os vícios amostrais detectados e resultados tendenciosos. Foram testados diferentes intervalos de revisões (48, 24, 12 horas e crepusculares) e dois períodos de disponibilização do ninho: dia e noite. Também foram oferecidos dois tipos de ovos diferentes (de *Coturnix coturnix* e de *C. japonica*), para avaliar a diferença na predação entre estes. A disponibilização dos ninhos durante a noite evitou que gralhas (*Cyanocorax chrysops*), predassem os ovos assim que disponíveis, por estarem seguindo os pesquisadores. Os resultados das revisões crepusculares mostraram que toda a predação ocorreu durante o dia, que sugere as gralhas (*C. chrysops*) como o principal grupo de predadores na área de estudo. Ovos de *Coturnix coturnix* e de *C. japonica* foram predados igualmente. O experimento que mostrou evitar tendências foi o de disponibilizar os ninhos durante a noite, revisar em cada 24 horas e manter o

experimento por 48 horas. Dessa forma, a forte interferência das gralhas foi eliminada, pois evitou que estas encontrassem os pesquisadores na colocação ou revisão dos ninhos. Depois do experimento corretamente montado, foram evidenciados alguns padrões de predação em ninhos nos fragmentos, resultados apresentados e discutidos no capítulo seguinte.

Palavras-chave: métodos, ninhos artificiais, predação em ninhos.

ABSTRACT

Nest predation is the primary cause of reproductive failure in many species of birds, and may interact with forest fragment size in its importance. To test this importance nest predation experiments have often been used. Experiments described in the literature often vary in their methods, and the rationale behind these methods is often undescribed. Methods vary most with respect to exposure and nest checking intervals, but nest and egg types vary as well. For the results of nest predation experiments to be useful, methods must avoid bias to avoid faulty analyses. Here we report a series of nest-predation experiments that were developed to avoid the bias of a predator that learned to follow the investigator in establishing the experiment. Experiments included various intervals and times for nest revisions (12, 24, 48, day, night and crepuscular), two times for setting up the experiments (day and night) and two egg sizes (*Coturnix coturnix* and *C. japonica*), but not all combinations of all factors were used. The different checking intervals and times of nest placement and nest revision established how to avoid the predator, which was identified as the jay (*Cyanocoraz chrysops*) and that in these fragments, all predation was diurnal. The jay was able to follow the investigators both while placing the experimental nests as well as checking them. Thus, to avoid the jay, it was necessary to place, as well as check, the experimental nests at night. When this was established, it was found that nest exposure time of 48 hours was

* Capítulo apresentado na forma da Ararajuba: Revista Brasileira de Ornitologia

long enough to demonstrate variable predation rates among fragments. There was no indication that egg size mattered in this study. This study shows that often, surprising biases may be found in the use of predation experiments. Also, a new pattern of the effects of forest fragment size on nest predation was found, which is reported in a different paper.

Key words: nest predation experiment, forest fragmentation, bias

INTRODUÇÃO

Predação nos ninhos é a principal causa do fracasso reprodutivo das aves (Ricklefs 1969, Martin 1987). Diversas são as variáveis ambientais que podem influenciar a taxa de predação: tamanho do fragmento florestal, localização dos ninhos e densidade vegetacional (Wilcove 1985, Martin 1988, Zanette e Jenkins 2000, Roper 2000, 2003). Para compreender algumas destas variáveis, e avaliar sua importância na predação nos ninhos, vários estudos incluem experimentos com ninhos artificiais. A utilização destes ninhos permite a escolha de variáveis que serão testadas e pode fornecer amostragem maior que os ninhos naturais, o que resulta em análises confiáveis (Wilcove 1985, Martin 1988, Ball *et al.* 1994). Em geral, mostram que o ambiente pode influir na taxa de predação, e recentemente, muitos trabalhos demonstraram a influência do tamanho do fragmento nesta taxa (revisão em Stephens *et al.* 2003).

O tamanho do fragmento pode influenciar a taxa de predação nos ninhos. Maiores taxas devem ser encontradas quanto menor for a área do fragmento (Yahner e Scott 1988, Burger *et al.* 1994, Leite e Marini 1999, Zanette e Jenkins 2000, Duca *et al.* 2001). Ninhos localizados próximos à borda devem sofrer maiores taxas de predação do que aqueles no interior da floresta (Small e Hunter 1988, King *et al.* 1998, revisão em Lahti 2001).

O tipo de borda também pode ser um fator que influencia as taxas de predação nos ninhos: bordas “bruscas” e “suaves”, bordas com ambiente urbano e com ambiente rural (*e.g.* Angelstam 1986, Sargent *et al.* 1998, Melampy *et al.* 1999)

Tão diversificados são os métodos encontrados em literatura, em relação ao tempo total de exposição dos ninhos, intervalos das revisões, número e tipo de ovos utilizados. No entanto, poucos são os trabalhos que explicam os motivos que levaram os autores a desenvolvê-los (revisão em Paton, 1994).

O período total mais comum, utilizado nos experimentos, é de 12 a 16 dias, equivalente ao período de incubação de várias espécies (Seitz e Zegers 1993, Hannon e Cotterill 1998, King *et al.* 1998, Duca *et al.* 2001). No entanto, período de sete dias é comum, para evitar que os ovos apodreçam e seu odor interfira nos resultados (Burger *et al.* 1994, Leimgruber *et al.* 1994, Keyser *et al.* 1998). Períodos inferiores são menos comuns (Telleria e Santos 1992, Sargent *et al.* 1998, Yahner e Scott 1998).

Os intervalos das revisões também são variados. São realizadas uma vez por semana (Hannon e Cotterill 1998, Fenske-Crawford e Niemi 1997) ou apenas no final do experimento (Leimgruber *et al.* 1994, King *et al.* 1998, Sargent *et al.* 1998, Melampy *et al.* 1999). Quando o período total equivale ao de incubação de uma determinada espécie utilizada como comparação, revisões em cada três dias são comuns (Zanette 2002, Zanette e Jenkins 2000). Intervalos inferiores são menos encontrados (em cada 24 horas, Picman e Schriml 1994).

O número de ovos utilizado nos experimentos normalmente varia entre um e dois, mas, em nenhum caso é bem explicada a escolha (Burger *et al.* 1994, Picman e Schriml 1994, King *et al.* 1998). Desde que a predação é considerada com a perda de um ovo (Telleria e Santos 1992, Seitz e Zegers 1993, Hannon e Cotterill 1998), o segundo ovo parece supérfluo. A utilização de ovos artificiais, de “plasticine” ou argila

também é encontrada (Skagen *et al.* 1999, Zanette e Jenkins 2000, Pärt e Wretenberg 2002). Apesar do ovo artificial ser o que mais difere dos outros tipos utilizados, especialmente pelo odor e palatabilidade, inferem informações acerca dos principais predadores, que deixam marcas de bicos e dentes nos ovos.

Dúvida corrente em literatura é o tipo e tamanho de ovos utilizados em experimentos deste tipo (Reitsman *et al.* 1990, Roper 1992, Haskell 1995). Os ovos de codorna-comum são mais de três vezes maiores que os encontrados em ninhos naturais nas mesmas condições. Além disso, quanto maior o ovo, mais espessa sua casca, o que pode dificultar a predação por pequenos mamíferos, o que favorece a tendência em avaliar somente os efeitos das espécies de porte maior (Roper 1992, 2000).

Cautela observada nos experimentos é em relação ao tipo de ninho utilizado. Os ninhos oferecidos devem se assemelhar, ao máximo, aos de uma espécie que nidifica na área de estudo, nas mesmas condições (solo, sub-bosque ou dossel). Este fato evita o oferecimento de uma situação estranha aos predadores (Sasvári *et al.* 1995, Zanette e Jenkins 2000, Pärt e Wretenberg 2002).

Os resultados destes experimentos podem refletir a pressão de predação em ovos de ninhos naturais na área (Wilson *et al.* 1998). Além de fornecer informações sobre as principais espécies de predadores na área (*e.g.* utilização de câmeras fotográficas com sensor, Martin 1988, Picman e Schriml 1994). Para tal, devem evitar vícios amostrais que causam resultados tendenciosos.

Experimentos com ninhos artificiais têm vantagens e desvantagens. As vantagens incluem capacidade de escolher a exata localização do ninho, o que permite testar aspectos específicos do ambiente, e a habilidade de controlar o esforço amostral e força estatística (Wilcove 1985, Martin 1988, Ball *et al.* 1994). Por outro lado, existem outros problemas além dos citados acima, e os resultados devem ser interpretados com

cautela, especialmente porque fornecem informações sobre os predadores e não sobre as presas (Roper e Goldstein 1992, Leimgruber *et al.* 1994, Roper 2000). Ninhos artificiais são consideravelmente diferentes dos naturais em aparência, tipos de ovos, localização exata no substrato, além da perturbação humana causada pelos pesquisadores ao disponibilizar e revisar os ninhos (Leimgruber *et al.* 1994, Hannon e Cotterill 1998). Somado a estes fatores, outros experimentos têm questionado que algumas espécies de predadores podem ser excluídas das análises por incapacidade em predar ovos de *Coturnix coturnix*, o tipo mais utilizado nos experimentos (Roper 1992, Fenske-Crawford e Niemi 1997, Hannon e Cotterill 1998, Sargent *et al.* 1998). Outros fatores, como a ausência de adultos e cuidado parental nos ninhos, podem ser características que afetam diretamente os resultados dos experimentos (*e.g.* Storaas 1988, Sargent *et al.* 1998, Wilson *et al.* 1998).

Raramente é possível antecipar se os resultados obtidos nos experimentos irão refletir a pressão de predação na área de estudo, pois as tendências causadas pela comunidade de predadores ou pelo método de colocação dos ninhos, tempo total do experimento e o intervalo de revisões, não podem ser antecipados e controlados (Roper 2003).

Um estudo desenvolvido no Parque Estadual de Vila Velha teve como objetivo, analisar as interações de tamanho do fragmento, taxa de predação nos ninhos e disponibilidade de alimento na reprodução de uma espécie-modelo, *Thamnophilus caerulescens* (Capítulo 1). Para esta finalidade, foi necessário encontrar ninhos naturais desta espécie em número suficiente para análises estatísticas. No primeiro ano deste estudo, todos os ninhos de *T. caerulescens* encontrados sofreram predação, o que impossibilitou qualquer comparação de fragmentos. Para ao menos se avaliar o efeito do tamanho do fragmento nas taxas de predação, houve a necessidade em desenvolver o

experimento com ninhos artificiais, cujo objetivo foi analisar os efeitos de tamanho do fragmento sobre a predação em ninhos artificiais de sub-bosque. Várias etapas foram realizadas para chegar a um método que fornecesse resultados sem tendências causadas por vícios e/ou erros de amostragem. Tendo em vista este processo de antecipar os efeitos causados, o objetivo desta série de experimentos foi desenvolver métodos experimentais sem tendências, que informem os efeitos do tamanho de fragmento em predação em ninhos artificiais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual de Vila Velha (25° 15' S; 50° 05' W). A descrição da área de estudo encontra-se no Capítulo 1. A compilação dos variados métodos amostrais encontrados em literatura encontram-se resumidos nas tabelas 1 e 2.

Os ninhos utilizados eram abertos, em forma de taça e compostos por sisal, em uma armação de arame. As dimensões dos ninhos eram de 5 cm de profundidade total e 7,5 cm de diâmetro. Eram revestidos por *Tillandsia usneoides* (barba-de-bode), para amenizar a conspicuidade causada pelo arame. Foram colocados em forquilhas horizontais de arbustos entre 0,2 a 1,5 m do solo, assemelhando-se à localização dos ninhos de *Thamnophilus caerulescens*. Foi considerada a predação no ninho se ao menos um ovo desaparecesse ou fosse danificado, então, optou-se pela utilização de um único ovo em cada ninho. Várias etapas foram realizadas para escolher o método ideal, e encontram-se divididas (tabela 3):

Experimento 1: Entre os meses de dezembro de 2000 e fevereiro de 2001, foram realizadas as primeiras amostragens mensais. A partir das 9h, 20 ninhos foram disponibilizados em três fragmentos (1; 2,5 e 105 ha), com um ovo de codorna-comum (*Coturnix coturnix*). As revisões eram realizadas em dias alternados (48 horas).

Experimento 2: Como primeira tentativa de evitar o vício, iniciada em março de 2001, ninhos foram disponibilizados durante a noite, a partir do crepúsculo vespertino. A partir desta primeira modificação do experimento foram adicionados quatro fragmentos. Assim, 20 ninhos foram acompanhados mensalmente, em sete fragmentos de áreas 1; 2; 2,5; 3; 23; 105 e 196 ha. As revisões eram realizadas ainda no intervalo de 48 horas.

Experimento 3: Realizado no mês de abril de 2001. Nos mesmos sete fragmentos do experimento anterior, 20 ninhos foram disponibilizados nesse mês, a partir do crepúsculo vespertino (durante a noite). Devido às elevadas taxas de predação ainda verificadas no método do experimento 2 (ver resultados), optou-se por realizar as revisões no menor intervalo possível: em cada 12 horas.

Experimento 4: A opção foi de disponibilizar os ovos a partir do crepúsculo vespertino e revisar em cada 24 horas. Este procedimento ocorreu entre maio de 2001 e abril de 2003 nos quais 20 ninhos foram disponibilizados nos mesmos sete fragmentos utilizados nos experimentos 2 e 3.

Neste experimento, devido à elevada taxa de predação anteriormente encontrada, tornou-se necessário avaliar o período no qual ocorria a maior proporção de predação, noturno ou diurno. Revisões foram realizadas nos crepúsculos matutino e vespertino, entre os meses de abril e maio de 2002. Assim, em cada revisão, foi possível determinar em qual dos períodos ocorria a maior taxa de predação. Neste caso, o intervalo mínimo entre as revisões foi de seis e o máximo, de nove horas.

Originalmente, o método previa manter o experimento por 12 dias, período de incubação de *Thamnophilus caerulescens*. No entanto, mesmo quando os ninhos eram disponibilizados durante a noite, a maioria (72%) dos ovos eram predados antes do quarto dia. Vários testes de período total de exposição foram realizados. O período de

48 horas foi o escolhido, por ser suficiente em não apresentar resultados extremos: 0 ou 100% de predação.

Com a finalidade de analisar a influência do tamanho do ovo sobre a atração ou repulsa de predadores, metade dos ninhos disponibilizados em cada fragmento, continha um ovo de codorna-japonesa (*Coturnix japonica*), e a outra metade, um ovo de codorna-comum, entre os meses de dezembro de 2001 e janeiro de 2002. Os ovos de codorna-japonesa são cerca de duas vezes menores que os de codorna-comum, têm coloração uniforme e camuflada (bege-escuro). Este procedimento possibilitou a comparação de ovos diferentes em tamanho e coloração, disponíveis no mesmo local e tempo, e a análise da influência destes na predação.

Experimento final: Entre os meses de maio de 2001 a abril de 2003 seguiu-se o seguinte método: 20 ninhos foram disponibilizados mensalmente em sete fragmentos, de diferentes extensões e expostos durante o intervalo de 48 horas. Os fragmentos tinham áreas 1; 2; 2,5; 3; 23; 105 e 196 ha. Em cada ninho foi disposto um ovo de codorna-comum e as revisões ocorreram em cada 24 horas. A disponibilização dos ninhos e as revisões, sempre foram realizadas durante a noite, a partir do crepúsculo vespertino.

Para responder perguntas específicas, ao longo do desenvolvimento do método acima, algumas variações foram realizadas. Entre os meses de dezembro de 2001 e janeiro de 2002, metade dos ninhos receberam um ovo de codorna-japonesa (*Coturnix japonica*), e a outra metade, um ovo de codorna-comum (*Coturnix coturnix*). O período de revisão e tempo total do experimento se mantiveram como explicados acima. Entre os meses de abril e maio de 2002, as revisões ocorreram em cada crepúsculo, matutino e vespertino. Cada ninho recebeu um ovo de *Coturnix coturnix* e o tempo total do experimento se manteve em 48 horas.

A proporção de ninhos predados foi determinada pela divisão do número de ninhos predados pelo total de ninhos expostos, de cada amostra mensal e em cada fragmento.

Devido à utilização de intervalos diferentes de revisão ao logo do experimento, foi necessário padronizar os resultados. Isto foi realizado convertendo a proporção de ninhos sobreviventes à taxa de predação diária, elevando-se este valor expoente apropriado, quando o intervalo foi diferente de 24 horas. Assim, a proporção obtida no intervalo de 12 horas foi elevada ao quadrado e a obtida no intervalo de 48 horas foi extraída a raiz quadrada. Dessa forma, foi obtida a taxa de predação diária em cada fragmento, independente do intervalo das revisões. Ao subtrair este valor de 1, foi obtida a taxa diária de sobrevivência. O teste G de independência foi utilizado para verificar se: as taxas diárias de sobrevivência diferiram entre período de disponibilização noturno ou diurno e se os dois tipos de ovos foram predados em diferentes porcentagens. Foram cumpridas as premissas de cada teste e a hipótese nula foi rejeitada quando a probabilidade de um teste era menor que alfa (0,05).

RESULTADOS

Experimento 1: Durante a disponibilização diurna, 100% dos ovos foram predados na primeira revisão (48 horas). A partir deste resultado, suspeitou-se que o principal predador, ou grupo de predadores, tivesse atividade diurna e o método utilizado estava facilitando os predadores a encontrar os ninhos. Para evitar tendências causadas pelos métodos experimentais, foi iniciada uma série de experimentos, com a disponibilização noturna e mesmo intervalo das revisões.

Experimento 2: Ainda foram observadas elevadas taxas de predação. Na primeira revisão (48 horas), 100% dos ovos tinham sido predados em cinco dos sete fragmentos. Optou-se então, por intervalos de revisão mais curtos.

Experimento 3: Todos os ovos eram encontrados predados na segunda revisão. Este resultado sugeriu que, logo depois da primeira revisão (realizada durante o dia), predadores estavam acessando os ovos por indicação dos pesquisadores.

Experimento 4: Os métodos desenvolvidos neste experimento foram considerados os ideais. Os métodos e resultados obtidos em cada experimento encontram-se na tabela 3.

Quando comparadas as taxas diárias de sobrevivência obtidas nos ninhos expostos no experimento 1 (disponibilizados durante o dia) com as dos ninhos disponibilizados seguindo os métodos deste experimento (durante a noite) nos mesmos fragmentos (1; 3 e 105 ha), observa-se que houve diferença. As taxas foram significativamente diferentes em cada método ($G = 19,12$; g.l: 13; $p < 0,05$). Menores taxas foram encontradas nos ninhos disponibilizados e revisados durante o dia (0,06; 0,08; 0,12 nos fragmentos de 1; 2,5 e 105 ha, respectivamente). Maiores taxas, nos disponibilizados durante a noite (0,42 ;0,66; 0,8 nos fragmentos de 1; 2,5 e 105 ha, respectivamente).

Foi observado que *Cyanocorax chrysops* (gralhas-picaça), conhecidos predadores de ovos e filhotes (Uejima 1998), aprenderam a acessar os ninhos assim que estes eram disponibilizados. A disponibilização e revisão dos ninhos durante a noite mostrou-se adequada, pois neste período as gralhas não têm atividade.

Dos 280 ninhos revisados em cada crepúsculo, vespertino e matutino, 173 sofreram predação (62%) e todos no período diurno. Não houve diferença na predação dos dois tipos de ovos testados ($G = 0,006$; g.l.:27; $p > 0,05$). Os resultados de cada experimento encontram-se resumidos na tabela 3.

DISCUSSÃO

Fato conhecido é a capacidade de corvídeos aprenderem a seguir os pesquisadores e predação os ovos recém-disponibilizados (Ball *et al.* 1994). Disponibilizar os ninhos durante a noite pode ser uma forma de evitar esta tendência, se o principal grupo de predadores na área de estudo tiver atividade diurna, especialmente corvídeos.

As alterações no método foram realizadas devido à necessidade em evitar tendências, devido às gralhas e sua habilidade em aprender a utilizar as possibilidades do método experimental. O experimento deveria evitar estas chances, mas ainda permitir a predação natural de gralhas, pois são importantes predadores na região. Ao alterar o método, obviamente não foi descartada a importância das gralhas sobre a predação. Mas tornou possível avaliá-la sob uma condição mais próxima de uma situação natural. Ao alterar o método de disponibilização e revisão dos ninhos totalmente durante a noite, a interferência das gralhas foi eliminada.

A importância dos predadores diurnos no Parque Estadual de Vila Velha é relevante. Estes resultados seguem vários encontrados em literatura, os quais apontam para assembléia de predadores composta principalmente por corvídeos (Yahner e Scott 1988, Andrén 1992, Nour *et al.* 1993). Todos os ninhos revisados no crepúsculo vespertino e matutino tiveram ovos predados durante o dia.

Quanto ao tempo total do experimento, deve-se sempre estabelecer os que não forneçam resultados extremos, 0 ou 100% de predação, pois tais resultados não são informativos. Este fato já foi sugerido por Skagen *et al.* (1999), que também sugere que a diversidade de período dos experimentos encontrados em literatura deve ser decorrente da variação, composição e comportamento da comunidade de predadores.

Vários autores mostraram que os ovos de *Coturnix coturnix* não são consumidos por pequenos mamíferos, incapazes de ingeri-los (Roper e Goldstein 1992, Haskell

1995). No entanto, os resultados deste trabalho indicam que a utilização do ovo de codorna-comum não interfere bruscamente nos resultados encontrados, na área de estudo. Provavelmente pelo fato do principal predador ser diurno (*Cyanocorax chrysops*), localizar as presas pela visão e possuir tamanho corporal que possibilita a ingestão de ovos maiores (*Coturnix coturnix*) e menores (*C. japonica*).

O experimento correto, que evitou tendências foi definido: disponibilizar os ninhos durante a noite, revisar em cada 24 horas e manter o experimento por 48 horas. Assim, a forte interferência das gralhas foi eliminada, pois evitou que estas seguissem os pesquisadores depois da colocação ou revisão dos ninhos. Depois de corrigido o experimento, foi possível realizar um experimento para avaliar a relação do tamanho do fragmento com taxas de predação e os resultados deste trabalho encontram-se no Capítulo 3.

A cautela em se interpretar os resultados dos experimentos deve-se, em grande parte, por se tratar de resultados provenientes dos predadores e não das presas. Alguns trabalhos compararam os resultados dos experimentos com os obtidos em ninhos naturais e relatam diferenças significativas (Wilson *et al.* 1998, Zanette e Jenkins 2000, Pärt e Wretenberg 2002). Experimentos com ninhos artificiais devem reportar a pressão de predadores da área de estudo, que pode ser refletida em ninhos naturais em condições semelhantes, quanto ao tipo e estrato arbustivo-arbóreo. Estes resultados poderão fornecer ferramentas que auxiliam no entendimento de padrões e processos comuns no ambiente natural (Wilson *et al.* 1998). Para que isto ocorra, devem ser modelados de modo que a interferência humana seja minimizada, nos métodos e na interpretação dos resultados. Assim, atenção no desenvolvimento do experimento é necessária, já que estas tendências raramente podem ser antecipadas e podem variar nas diferentes áreas de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrén, H. 1992. Corvid density and nest predation in relation to forest fragmentation: a landscape perspective. *Ecology* 73: 794-804.
- Angelstam, P. 1986. Predation on ground-nesting birds' nests in relation to predator densities and habitat edge. *Oikos* 47: 365-373.
- Ball, I.J.; R.J. Gazda e D.B. McIntosh 1994. A simple device for measuring survival time of artificial nests. *J. Wildl. Manage.* 58: 793-796.
- Burger, L.D.; L. W. Burger e J. Faaborg 1994. Effects of prairie fragmentation on predation on artificial nests. *J. Wildl. Manage.* 58: 249-254.
- 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. *Condor* 102: 629-634.
- Duca, C.; J. Gonçalves e M. Â. Marini 2001. Predação em ninhos artificiais em fragmentos de matas de Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba* 9: 113-117.
- Estrada, A., A Rivera e R. Coates-Estrada 2002. Predation on artificial nests in a fragmented landscape in the tropical region of Los Tuxtlas, Mexico. *Biol. Conserv.* 106: 199-209.
- FenskeCrawford, T. J. e G. J. Niemi 1997. Predation of artificial ground nests at two types of edges in a forest-dominated landscape. *Condor* 99: 14-24.
- Hannon, S.J. e S. Cotterhill 1998. Nest predation in Asén woodlots in an agricultural area in Alberta: the enemy from within. *Auk* 115: 16-25.
- Haskell, D.G. 1995. Forest fragmentation and nest predation: are experiments with Japanese quail eggs misleading? *Auk* 112: 767-770.
- Jokimäki, J. e E. Huhta 2000. Artificial nest predation and abundance of birds along an urban gradient. *Condor*: 102: 838-847.
- Keyser, A.J.; G.E. Hill, E.C. Soehren 1998. Effects of forest fragment size, nest density and proximity to edge on the risk of predation to ground-nesting passerine birds. *Conserv. Biol.* 12: 986-994.
- King, D.I.; R.M. DeGraaf e C. R. Griffin 1998. Edge-related nest predation in clearcut and groupcut stands. *Conserv. Biol.* 12: 1412-1215.
- Lahti, D.C. 2001. The "edge-effect on nest predation". Hypothesis after twenty years. *Biol. Conserv.* 99: 365-374.
- Leimgruber, P. W.J. McShea e J.H. Rappole 1994. Predation on artificial nests in large forest blocks. *J. Wildl Manage.* 58: 254-260.

- Leite, L.O. e M. Â. Marini 1999. The effects of forest fragmentation on predation rates of artificial birds nests in Minas Gerais. *Ci. e Cult.* 51: 34-37.
- Linden, E.T. e E.K. Bollinger 1995. Depredation of artificial Ovenbird nests in a forest patch. *Wil. Bull.* 107: 169-174.
- Maina, G.G. e W.M. Jackson 2003. Effects on artificial nest predation in a tropical forest in Kenya. *Biol. Conserv.* 111: 161-169.
- Marini, M.A. 1997. Predation-mediated bird nest diversity: an experimental test. *Can. J. Zool.* 75: 317-323.
- Marini, M. A.; S.K. Robinson e E.J. Heske 1995. Edge effects on nest predation in the Shawnee National Forest, Southern Illinois. *Biol. Conserv.* 74: 203-213.
- Martin, T. E. 1987. Food as limit on breeding birds: a life history perspective. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18: 453-487.
- _____ 1988. Habitat and area effects on forest bird assemblages: is nest predation and underlying influence? *Ecology* 69: 74-84.
- Melampy, M.N.; E.L. Kershner. e M.A. Jones 1999. Nest predation in suburban and rural woodlots of Northern Ohio. *Am. Midl. Nat.* 141: 284-292.
- Nour, N.; E.M. Matthysen e A.A. Dhondt, A.A 1993. Artificial nest predation and habitat fragmentation: different trends in bird and mammal predators. *Ecography* 16:111-116.
- Pärt, T. e J. Wretenberg 2002. Do artificial nests reveal relative nest predation risk for real nests? *J. Av. Biol.* 33: 39-46.
- Paton, P.W. 1994. The effects of edge on avian nest success: how strong is the evidence? *Conserv. Biol.* 8: 17-26.
- Picman J. e L.M. Schriml 1994. A camera study of temporal patterns of nest predation in different habitats. *Wil. Bull.* 106: 456-465.
- Reitsman, L.R.; R.T. Holmes e T.W. Sherry 1990. Effects of removal of red squirrels, *Tamiasciurus hudsonicus*, and eastern chipmunk *Tamias striatus*, on nest predation in a northern hardwood forest: an artificial nest experiment. *Oikos* 57: 375-380.
- Ricklefs, E. E. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithson Cont. Zool.* 9: 1-48.
- Roper, J.J. 1992. Nest predation experiments with quail eggs: too much to swallow? *Oikos* 65: 528-530.
- _____ 2000. Experimental analysis of nest-sites and nest predation for a neotropical bird: stuck between a rock and a hard place. *Ararajuba* 8: 85-91.

- _____. 2003. Nest-sites influence predation differently at natural and experimental nests. *Ornit. Neotrop.* 14:1-14.
- Roper, J.J. e R.R. Goldstein 1997. A test of the Skutch hypothesis: does the activity at nests increase nest predation risk? *J. Av. Biol.* 28: 111-116.
- Sargent, R. A ; J.C. Kilgo; B.R. Chapman. e K.V. Miller 1998. Predation of artificial nests in hardwood fragments enclosed by pine and agricultural habitats. *J. Wildl. Manage.* 62: 1438-1442.
- Sasvári, L.; T. Csörgo e I. Hahn 1995. Bird nest predation and breeding density in primordial and man-made habitats. *Folia Zool.* 44: 305-314.
- Seitz, L.C. e D.A. Zegers 1993. An experimental study of nest predation in adjacent deciduous, coniferous and successional habitats. *Condor* 95: 297-304.
- Skagen, S.K.; T.R. Stanley e M.B. Dillon 1999. Do mammalian nest predators follow human scent trails in the shortgrass prairie? *Wil. Bull.* 111: 415-420.
- Small, M.F. e M.L. Hunter 1988. Forest fragmentation and avian nest predation in forested landscapes. *Oecologia* 76: 62-64.
- Stephens, S.E., D.N. Koons, J.J. Rotella e D.W. Willey 2003. Effects of habitat fragmentation on avian nesting success: a review of the evidence at multiple spatial scales. *Biol. Conserv.* 115: 101-110.
- Storaas, T. 1998. A comparison of losses in artificial and naturally occurring Capercaillie nests. *J. Wildl. Manage.* 52: 123-126.
- Telleria, J. L. e T. Santos 1992. Spatiotemporal patterns of egg predation in forest islands- an experimental approach. *Biol. Conserv.* 62: 29-33.
- Uejima, A.M.K. 1998. Ecologia da gralha-picaça, *Cyanocorax chrysops* (Vieillot, 1818) (Passeriformes: Corvidae) em três áreas ao longo da bacia do Rio Tibagi, Paraná, Brasil. Dissertação de mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Zoologia.
- Wilcove, D.S. 1985. Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. *Ecology* 66: 1211-1214.
- Wilson, G.R.; M.C. Brittingham e L.J. Goodrich 1998. How well do artificial nests estimate success of real nests? *Condor* 100: 357-364.
- Yahner R. H. e D.P. Scott 1988. Effects of forest fragmentation on depredation of artificial nests. *J. Wildl. Manage.* 53:21-25.
- Zanette, L. 2002. What do artificial nests tell us about nest predation? *Biol. Conserv.* 103: 323-329.

Zanette, L. e B. Jenkins 2000. Nesting success and nest predators in forest fragments: a study using real and artificial nests. *Auk*: 117: 445-454.

Tabela 1: Informações dos métodos utilizados em alguns dos trabalhos com experimentos disponíveis, que utilizam ovos de *Coturnix coturnix* (*), *C. coturnix* e “plasticine” (**) ou de *Gallus gallus* (***), número de ovos, substrato solo ou arbusto, em diferentes intervalo de revisões (dias), tempo total do experimento (dias) e se simulam ninhos de outras espécies na área.

Referência	Número	Substrato	Intervalo	Tempo	Simulam
Small e Hunter 1988 (*)	3	Solo	5+3	8	Não
Yahner e Scott 1988 (***)	2	Solo e arbusto	6	6	Não
Telleria e Santos 1992 (*)	1	Solo	2	2	Não
Seitz e Segers 1993 (*)	3	Solo e arbusto	3	12	Sim
Ball <i>et al.</i> 1994 (***)	1	Solo	10	10	Sim
Burger <i>et al.</i> 1994 (*)	1	Solo	7	7	Não
Picman e Schriml 1994 (*)	1	Solo e arbusto	1	92	Sim
Marini <i>et al.</i> 1995 (*)	3	Solo e arbusto	5	15	Não
Marini 1997 (*)	2	Arbusto	5	15	Sim
Hannon e Cotterill 1998 (***)	2	Solo	7	21	Sim
(*)	2	arbusto			
Sargent <i>et al.</i> 1998 (*)	2	Solo e arbusto	5	5	Sim
Melampy <i>et al.</i> 1999 (*)	3	Solo e arbusto	7	7	Não
Duca <i>et al.</i> 2001 (*)	1	Solo e arbusto	5	15	Não
Pärt e Wretenberg 2002 (**)	2 + 1	Solo	3	30	Sim
Roper 2003 (*)	1	Arbusto	1	22	Sim

Tabela 2: Informações dos métodos utilizados em alguns dos trabalhos com experimentos disponíveis, que utilizam ovos de *Colinus virginianus* (*), *C. virginianus* e de “plasticine” (**), *Passer domesticus* (***), *Taeniopygia guttata* (^), *Coturnix japonica* e de “plasticine” ou argila (κ), “plasticine” (□), e de *Gallus gallus* e “plasticine” (◻) número de ovos, substrato solo ou arbusto, em diferentes intervalo de revisões (dias), tempo total do experimento (dias) e se simulam ninhos de outras espécies na área.

Referência	Número	Substrato	Intervalo	Tempo total	Simulam
Leimgruber <i>et al.</i> 1994 (*)	2	Solo	Não	7	Não
Linden e Bollinger 1995 (*)	4	Solo	1	5	Sim
Sasvári <i>et al.</i> 1995 (***)	3	Solo	3	21	Sim
Fenske- Crawford e Niemi 1997 (*)	2	Solo	7	14	Sim
Keyser <i>et al.</i> 1998 (**)	2 + 2	Solo	7	7	Não
King <i>et al.</i> 1998 (^)	1	Arbusto	12	12	Sim
Wilson <i>et al.</i> 1998 (*)	2	Arbusto	5	28	Sim
Skagen <i>et al.</i> 1999 (κ)	2 + 1	Solo	3	3	Não
Dion <i>et al.</i> 2000 (κ)	1 + 1	Solo	4	12	Sim
Jökimaki e Huhta 2000 (κ)	1 + 1	Solo	não informa	21	Sim
King e De Graaf 2000 (***)	1	Arbusto	14	14	Sim
Zanette 2002; Zanette e Jenkins 2000 (□)	2	Arbusto	3 e 4	16	Sim
Estrada <i>et al.</i> 2002 (◻)	3 + 3	Solo	1	9	Sim
Maina e Jackson 2003 (◻)	2	Arbusto	3	13	Sim

Tabela 3: Resumo dos métodos e resultados encontrados em cada experimento da série: experimento, período de disponibilização dos ninhos (noturno ou diurno), tipo de ovo utilizado: de *Coturnix coturnix* (*), de *C. coturnix* e *C. japonica* (**), intervalo das revisões (horas), tempo total do experimento (horas) e resultados obtidos.

Experimento	Métodos			Resultados
	Período	Intervalo	Total	
1 (*)	Diurno	48	48	Predação total
2 (*)	Noturno	48	48	Predação em 72% dos ovos
3 (*)	Noturno	12	48	Predação total na segunda revisão
4 (**)	Noturno	24	48	Tipos de ovos predados na mesma proporção. Predação total menor que 80%.
4 (*)	Noturno crepuscular		48	Predação total menor que 80%, sempre no período diurno.
4 (*)	Noturno	24	48	Predação total menor que 80%. Taxas diárias de sobrevivência significativamente maiores que as encontradas no experimento 1

CAPÍTULO 3

EFEITO DO TAMANHO DO FRAGMENTO NA TAXA DE PREDACÃO EM NINHOS ARTIFICIAIS DE AVES NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ*

ABSTRACT

Nest predation experiments have frequently been used to study the effects of the size of artificial forest fragments on nest predation rates. Here experimental nests were used to test for natural forest fragment size on nest predation rates. Also tested was the prediction that nest predation rates should be associated with the nesting period of resident birds. Twenty experimental nests were placed monthly in seven forest fragments of various sizes from May 2002 to April 2003. Nests were placed at night to avoid bias due to the jay (*Cyanocorax chrysops*). One quail (*Coturnix coturnix*) egg was placed in each nest in a fork in a horizontal branch in a low shrub in the forest understory. Nests were checked 24 hours later, with one additional check another 24 hours later when the experiment was terminated. Time of year was unrelated to predation probability, suggesting that birds neither breed during a period of low predation, or that predators increase predation during the breeding season. Perhaps surprisingly, there was little or no relation between forest fragment size and overall predation rates. However, variation in predation rate was strongly inversely related to forest fragment size. Perhaps predator use of fragments is also inversely proportional to fragment size, as would be the case if smaller fragments supported fewer predators. This suggests a new dynamic for fragmented landscapes, in that not only may predation pressure be higher in smaller fragments, but that predation rate may be more variable. The relationship between predation and fragment size has always addressed the point of

* Capítulo apresentado na forma do periódico Conservation Biology

view of the prey, but we must consider the consequences of fragmentation for the predator as well.

Key words: fragment size, nest predation, artificial nests.

RESUMO

Experimentos com ninhos artificiais são amplamente utilizados para se verificar a influência do tamanho do fragmento nas taxas de predação. A maioria dos experimentos é realizada durante a estação reprodutiva das aves. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência do tamanho do fragmento natural sobre as taxas de predação em ninhos artificiais. Também foi avaliado se há interferência do período do ano na dinâmica da predação. Foram disponibilizados 20 ninhos mensalmente durante a noite, em sete fragmentos, entre maio de 2002 e abril de 2003. Cada ninho continha um ovo de *Coturnix coturnix* e localizado em forquilhas de arbustos no sub-bosque. As revisões ocorreram em cada 24 horas e o período de exposição foi de 48 horas. Os resultados indicam que há relação entre taxas de predação e tamanho de fragmento, em pequena escala. A interferência maior é encontrada na variância destas taxas: quanto menor o fragmento, mais variável é a predação. Este fato indica que a comunidade de predadores nos fragmentos menores é mais instável, o que sugere que os estes fragmentos são utilizados como locais de passagem e fonte provisória de recursos. Em fragmentos maiores são encontradas comunidades estáveis de predadores, refletida pelas taxas de predação pouco variáveis. O período do ano não afetou a dinâmica de predação e então, estes experimentos podem ser conduzidos em períodos amostrais mais longos que o da estação reprodutiva das aves. E assim poderão fornecer informações sobre a dinâmica de predadores na área de estudo, resultado provavelmente mascarado pelo curto período amostral da maioria dos trabalhos.

Palavras-chave: tamanho do fragmento, predação em ninhos, ninhos artificiais.

INTRODUÇÃO

A fragmentação florestal pode ter graves conseqüências na fauna e flora. Vários estudos têm demonstrado que a fragmentação reduz drasticamente o número de espécies da avifauna, aumenta a predação e parasitismo nos ninhos de várias espécies de aves (revisão em Debinski e Holt 2000 e Stephens *et al.* 2003). Com o objetivo de avaliar as conseqüências e o impacto da fragmentação na dinâmica da avifauna, vários trabalhos foram conduzidos nestas paisagens (Willis 1979, Sekercioglu 2002, Sekercioglu *et al.* 2002).

Um dos aspectos mais estudados é a relação do tamanho do fragmento com a predação em ninhos de aves (Wilcove 1985, Huhta *et al.* 1999, Zanette e Jenkins 2000). As taxas de predação podem estar inversamente correlacionadas ao tamanho do fragmento (Gates e Gysel 1978, Martin 1988, Telleria e Santos 1992). A taxa de predação mais elevada em fragmentos menores está provavelmente associada com a maior densidade e menor diversidade de ninhos nestes locais, que facilitam a localização pelos predadores (Gates e Gysel 1978, Marini 1997). Além disso, em fragmentos pequenos pode ser encontrada maior abundância de espécies generalistas, que se comportam como predadores em ninhos (Wilcove 1985, Andrén 1992, Leimgruber *et al.* 1994). Para avaliar estas relações, experimentos com ninhos artificiais são freqüentemente utilizados (Avery *et al.* 1989, Marini *et al.* 1995, Roper e Goldstein 1997, Roper 2000). Podem fornecer amostragem maior que os ninhos naturais, o que permite análises confiáveis e a escolha de variáveis que serão testadas, como variação do tipo vegetacional do fragmento ou a variação da predação em diferentes distâncias da borda (Martin 1988, Telleria e Santos 1992, Sargent *et al.* 1998, Zanette 2002).

Embora apresentem diferenças dos naturais, como ausência do cuidado parental e odor (Roper e Goldstein 1997), ninhos artificiais podem funcionar como uma

ferramenta importante no entendimento da relação tamanho de fragmento e taxa de predação, principalmente porque podem fornecer informações sobre as principais espécies de predadores na área (*e.g.* Martin 1988, Picman e Schriml 1994). Este tipo de informação deve ser obtida por métodos cautelosos, que evitem vícios de amostragem e resultados tendenciosos. Os resultados também devem ser interpretados com cautela, pois fornecem informações sobre os predadores e não sobre as presas (revisão de métodos e vícios causados por amostragens tendenciosas, no Capítulo 2). Amplamente encontrado em literatura são experimentos realizados apenas em meses da estação reprodutiva das aves (*e.g.* Fenske-Crawford e Niemi 1997, Melampy *et al.* 1999, Zanette e Jenkins 2000). Tais trabalhos enfocam o efeito da predação nas potenciais presas, as espécies-modelo que os ninhos experimentais simulam.

Estudos sobre a influência do tamanho do fragmento nas taxas de predação dos ninhos artificiais são amplamente desenvolvidos em áreas artificialmente fragmentadas, aquelas que sofreram diminuição de sua extensão por mecanismos antrópicos. Mas, algumas paisagens são formadas por mosaicos de fragmentos naturais e matriz de campos. Nestas áreas não houve o processo de fragmentação antrópica, e a vegetação florestal apresenta-se composta por “manchas florestais” de tamanhos variados, localizados em uma matriz de campos naturais, comumente utilizada para pasto ou cultivo. Vários estudos indicam que nestes fragmentos são encontrados os mesmos padrões de distribuição de espécies que nos artificiais: menor riqueza e abundância de espécies de aves em fragmentos menores (Anjos e Bóçon 1999, Anjos 2001, Watson 2003, Wethered e Lawes 2003). Há evidências de que fragmentos naturais estejam sujeitos às maiores taxas de predação em fragmentos pequenos, como observado em fragmentos artificiais (Whetered e Lawes 2003).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do tamanho do fragmento sobre a predação em ninhos. Foi testada a hipótese de que fragmentos naturais estão sujeitos aos mesmos processos que os artificiais. Em relação à predação, espera-se que as taxas de predação diminuam com o incremento do tamanho do fragmento. Dessa forma, uma correlação inversa de tamanho do fragmento e taxas de predação é esperada. Também foi avaliada a variação da predação ao longo do ano, para verificar algum efeito sazonal neste processo, que indicaria uma especialização do predador em ninhos durante o período reprodutivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual de Vila Velha (25° 15' S, 50° 05' W). A descrição da área de estudo encontra-se no Capítulo 1.

Os ninhos utilizados foram comprados em aviários comerciais. Eram em forma de taça, tecido com fibra vegetal de sisal, em uma armação de arame. As dimensões dos ninhos eram de 5 cm de profundidade e 7,5 cm de diâmetro. Para diminuir a conspicuidade do arame, eram revestidos por *Tillandsia usneoides* (barba-de-bode). Foram instalados em forquilhas horizontais de arbustos entre 0,2 a 1,5 m do solo, assemelhando-se à localização dos ninhos de *Thamnophilus caerulescens*. Esta semelhança foi considerada para oferecer à comunidade de predadores uma situação mais parecida com o que encontram em situação natural, cautela observada em vários experimentos (Sasvári *et al.* 1995, Zanette e Jenkins 2000, Pärt e Wrettemberg 2002). Os ninhos foram instalados entre 20m e 75 m da borda. Avaliar o efeito da distância da borda não foi o objetivo deste trabalho. Devido ao pequeno tamanho de seis fragmentos, não foi possível evitar distâncias inferiores a 100m, a recomendada pela literatura corrente, para evitar o efeito desta (Lahti 2001).

Entre os meses de maio de 2002 e abril de 2003, foram realizadas duas amostras mensais, com uma semana de intervalo. Em cada amostra foram disponibilizados 10 ninhos em sete fragmentos, durante 48 horas. Cada ninho continha um ovo de codorna-comum (*Coturnix coturnix*) e as revisões ocorreram em cada 24 horas. Os ninhos estavam distantes entre si no mínimo 5 e no máximo 12 metros. Apesar de ter sido evitada a repetição do ninho no mesmo galho ou arbusto entre as amostras, as análises não tratam os ninhos como réplicas. Os fragmentos utilizados neste estudo têm 1; 2; 2,5; 3; 23; 105 e 196 ha.

A proporção da predação foi determinada ao dividir o número de ninhos predados pelo total de ninhos expostos, na primeira revisão. Na segunda revisão, o número de ninhos predados foi dividido pelo total de ninhos sobreviventes do primeiro dia. Dessa forma, foi obtida a taxa diária de predação, duas em cada amostra: quatro por mês. A diferença entre 1 de cada um destes valores correspondeu à taxa diária de sobrevivência, no total de quatro taxas mensais. As variâncias entre cada taxa diária de sobrevivência em cada fragmento foram obtidas pela análise de cada taxa com as equivalentes em todos os meses. Por exemplo: a primeira taxa obtida no mês de maio foi analisada com a primeira obtida em cada mês, no mesmo fragmento, para obter a variância em um fragmento específico. O mesmo para a segunda, terceira e quarta taxa obtida no mês, o que totaliza quatro variâncias em cada fragmento, em todo o período de estudo.

O teste de regressão linear (regressão Proportional Hazards), foi utilizado para verificar se há influência do tamanho do fragmento sobre taxas diárias de sobrevivência, e sobre as variâncias destas taxas. O teste G de independência foi utilizado para verificar se há efeito da sazonalidade anual na atividade dos predadores. O teste *t* de Student foi aplicado para verificar: se as taxas de sobrevivência diária são diferentes nos

dois períodos do ano: reprodutivo (entre os meses de setembro e fevereiro) e não-reprodutivo (entre os meses de março a agosto) da avifauna presente na área de estudo. A análise de correlação e correlação parcial foi realizada para verificar se há relação das variáveis tamanho do fragmento, mês e taxas diárias de sobrevivência. Foram cumpridas as premissas de cada teste e a hipótese nula foi rejeitada quando a probabilidade de um teste era menor que alfa (0,05).

RESULTADOS

Quando analisados todos os fragmentos juntos, a análise de regressão mostra que as taxas de sobrevivência são influenciadas pelo tamanho do fragmento, ainda que em pequena escala ($r^2 = 0,19$; $F_{1,335} = 82,56$; $p < 0,05$; Figura 1). Pode ser observado que os valores são muito mais variáveis no fragmento de 1,46 ha (0 a 1) que no de 105 ha (*e.g.*) no qual as taxas variaram apenas entre 0,44 e 1. A variância destas taxas é inversamente relacionada com o tamanho do fragmento, em larga escala ($r^2 = 0,84$; $F_{1,27} = 140,35$; $p < 0,05$; Figura 2).

As taxas de sobrevivência diária são diferentes em cada mês, quando analisados todos os fragmentos juntos e em cada fragmento separadamente ($p < 0,05$). Mas, esta diferença deve ser aleatória entre meses, pois não difere entre os dois períodos do ano (reprodutivo e não reprodutivo) ($p > 0,05$). Também não há correlação das variáveis tamanho do fragmento, mês e taxas diárias de sobrevivência ($p > 0,05$).

DISCUSSÃO

No Parque Estadual de Vila Velha, apenas a variável tamanho do fragmento não é suficiente para explicar os eventos de predação. O padrão “menores taxas de sobrevivência em fragmentos menores” não foi encontrado, na escala sugerida amplamente pela literatura corrente (*e.g.* Telleria e Santos 1992).

Estudos conduzidos no Estado de Minas Gerais não encontraram relação do tamanho do fragmento e predação menores (Melo e Marini 1997, Leite e Marini 1999, Duca *et al.* 2001). Os autores sugerem que os fragmentos estudados, de até 330 ha em Floresta Atlântica e Cerrado, são ecologicamente borda em sua totalidade e não refletem a relação de mais predação em fragmentos. Outros experimentos com ninhos artificiais, encontraram pouca ou nenhuma relação de predação e tamanho de fragmento (*e.g.* Small e Hunter 1988, Burger *et al.* 1994, Hannon e Cotterill 1998, Willson *et al.* 2001). Hannon e Cotterill (1998), *e.g.*, quando todos os eventos de predação foram combinados, nenhuma relação foi encontrada. Quando examinado o padrão espacial de predação, observaram que diferentes espécies de predadores utilizam os fragmentos de forma também diferente, o que gera taxas de predação semelhantes entre fragmentos de tamanhos distintos. Alguns autores têm sugerido analisar outras variáveis, para resultados mais precisos (Heske 1995, Hartley e Hunter-Jr, 1998).

Dentre outras variáveis que podem ser consideradas está a dinâmica da comunidade de predadores, que pode ser diferente entre fragmentos de variados tamanhos. Este fato foi sugerido por Wilcove (1985), e não foi testado em estudos posteriores. No entanto, experimentos com ninhos artificiais são comumente desenvolvidos em períodos específicos do ano, em prazos curtos. Assim, alterações na dinâmica de predação podem não ser detectadas. Yahner (1995) sugeriu que estes períodos experimentais curtos podem não ser suficientes para detectar alterações na predação entre diferentes períodos.

No presente estudo, pode se verificar que a predação foi mais variável quanto menor o fragmento. Estes resultados sugerem que comunidades de predadores não são sustentadas em fragmentos menores, utilizando-os de passagem. Se encontram ovos disponibilizados, são obtidas baixas taxas de sobrevivência. Se os ovos são

disponibilizados em dias que os predadores não circulam no fragmento, são obtidas taxas de sobrevivência iguais a 1. Quanto menor o fragmento, mais variável será a predação ao longo de um período, porque mais variável é a dinâmica de predadores. Quanto maior o fragmento, taxas mais estáveis serão encontradas, indicando que a comunidade de predadores deve ser menos variável. Os resultados deste trabalho mostram elevada dinâmica de predadores em fragmentos menores que 105 ha. Estes resultados sugerem que os fragmentos naturais estão sujeitos a processos semelhantes que os fragmentados artificialmente: o tamanho do fragmento é um fator que influencia a predação. No caso do presente estudo, esta influência é primeiramente sobre a dinâmica de predadores. Uma vez que estudos de duração semelhante não foram realizados em fragmentos artificiais, não é possível realizar uma comparação ampla dos resultados. Neste caso, sugere-se a realização de experimentos em períodos mais longos nestes fragmentos, para verificar a dinâmica de predadores.

Os resultados apresentados neste trabalho mostram que não há necessidade em desenvolver experimentos em períodos específicos do ano, em fragmentos naturais. Não houve diferença nas taxas de sobrevivência dos ninhos artificiais encontradas em ambos os períodos: reprodutivo e não-reprodutivo. Há diferença entre os meses do ano, que deve ser decorrente da dinâmica de predação mencionada acima, por ter se mostrado aleatória. Assim, experimentos podem ser realizados durante o período não-reprodutivo, pois não há alterações decorrentes do período do ano. Se verificada esta semelhança em fragmentos artificiais, experimentos podem ser desenvolvidos ao longo de um ano, para se verificar a dinâmica da predação ao longo deste período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrén, H. 1992. Corvid density and nest predation in relation to forest fragmentation: a landscape perspective. *Ecology* 73: 794-804.
- Anjos, L. dos 2001. Comunidades de aves florestais: implicações na conservação, p. 17-37. *Em: Albuquerque, J.L.B.; Cândido-Jr, J.F.; Straube, F.C. e Roos, A.L. Ornitologia e conservação, da ciência às estratégias. Tubarão: Unisul.*
- Anjos, L. dos e R. Bóçon 1999. Bird communities in natural forest patches in Southern Brazil. *Wil. Bull.* 111: 397-414.
- Avery, M.I.; F.L.R. Winder. e V.M. Egan 1989. Predation on artificial nests adjacent to forestry plantations in northern Scotland. *Oikos* 55: 321-323.
- Burger, L.D.; L. W. Burger e J. Faaborg 1994. Effects of prairie and forest fragmentation on predation of artificial nests. *J. Wildl. Manage.* 58: 249-254.
- Debinski, D. M. e R.D. Holt. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conserv. Biol.* 14: 342-355.
- Duca, C.; J. Gonçalves. e M.Â Marini 2001. Predação em ninhos artificiais em fragmentos de matas de Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba* 9: 113-117.
- FenskeCrawford, T. J. e G. J. Niemi 1997. Predation of artificial ground nests at two types of edges in a forest-dominated landscape. *Condor* 99: 14-24.
- Gates, J.E. e L. W. Gysel 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology* 59: 871-883.
- Hannon, S.J. e S. Cotterhill 1998. Nest predation in Asén woodlots in an agricultural area in Alberta: the enemy from within. *Auk* 115: 16-25.
- Hartley, M.J. e M. L. Hunter-Jr 1998. A meta-analysis of forest cover, edge effects and artificial nest predation rates. *Conserv. Biol.* 12: 465-469.
- Heske, E.J 1995. Mammalian abundances on forest-farm edges versus forest interior in Southern Illinois: is there an edge effect? *Journ. of mammal.* 76: 562-568.
- Huhta, E.; J. Jokimaki. e P. Rahko 1999. Breeding success of pied flycatchers in artificial forest edges: the effect of a suboptimally shaped foraging area. *Auk*: 116: 528-535.
- Lahti, D.C. 2001. The “edge-effect on nest predation”. Hypothesis after twenty years. *Biol. Conserv.* 99: 365-374.
- Leimgruber, P. ; W. J. McShea e J.H. Rappole 1994. Predation on artificial nests in large forest blocks. *J. Wildl Manage.* 58: 254-260.

- Leite, L.O. e M. Â. Marini 1999. The effects of forest fragmentation on predation rates of artificial bird nests in Minas Gerais. *Ci. e Cult.* 51: 34-37.
- Marini, M.A. 1997. Predation-mediated bird nest diversity: an experimental test. *Can. J. Zool.* 75: 317-323.
- Marini, M.A.; S. K. Robinson e E. J. Heske 1995. Edge effects on predation in the Shawnee national forest, Southern Illinois. *Biol. Conserv.* 74: 203-213.
- Martin, T. E. 1988. Habitat and area effects on forest bird assemblages: is nest predation and underlying influence? *Ecology* 69: 74-84.
- Melampy, M.N.; E. L. Kershner e M. A. Jones 1999. Nest predation in suburban and rural woodlots of Northern Ohio. *Am. Midl. Nat.* 141: 284-292.
- Melo, C. e M. Â. Marini 1997. Predação de ninhos artificiais em fragmentos de matas do Brasil Central. *Ornit. Neotrop.* 8: 7-14.
- Pärt, T. e J. Wretenberg 2002. Do artificial nests reveal relative nest predation risk for real nests? *J. Av. Biol.* 33: 39-46.
- Picman J. e L. M. Schriml 1994. A camera study of temporal patterns of nest predation in different habitats. *Wil. Bull.* 106: 456-465.
- 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: 85-91.
- Roper, J.J. e R. R. Goldstein 1997. A test of the Skutch hypothesis: does the activity at nests increase nest predation risk? *J. Av. Biol.* 28: 111-116.
- Sargent, R. A ; J.C. Kilgo; B. R. Chapman e K. V. Miller 1998. Predation of artificial nests in hardwood fragments enclosed by pine and agricultural habitats. *J. of Wildl. Manage.* 62: 1438-1442.
- Sasvári, L.; T. Csörgo e I. Hahn 1995. Bird nest predation and breeding density in primordial an man-made habitats. *Folia Zool.* 44: 305-314.
- Sekercioglu, C.H. 2002. Forest fragmentation hits insectivorous birds hard. *Direct. in Sci.* 1: 62-64.
- Sekercioglu, C.H.; P. R Ehrlich; G. C. Daily; D. Aygen; D. Goehring. e R. F. Sandi 2002. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *PNAS* 99: 263-277.
- Telleria, J. L. e T. Santos 1992. Spatiotemporal patterns of egg predation in forest islands- an experimental approach. *Biol. Conserv.* 62: 29-33.
- Small, M.F. e M. L. Hunter 1988. Forest fragmentation and avian nest predation in forested landscapes. *Oecologia* 76: 62-64.

- Stephens, S.E.; D.N. Koons; J.J. Rotella e D.W. Willey. 2003. Effects of habitat fragmentation on avian nesting success: a review of the evidence at multiple spatial scales. *Conserv. Biol.* 115: 101-110.
- Yahner, R.H.1995. Forest fragmentation, artificial nest studies, and predator abundance. *Conserv. Biol.* 10: 672-673.
- Watson, D.M. 2003. Long term consequences of habitat fragmentation- highland birds in Oxaca, México. *Biol. Conserv.* 111: 283-303.
- Whetered, R. E M.J. Lawes 2003. Matrix effects on bird assemblages in fragmented Afromontane forests in South Africa. *Biol. Conserv.* 114: 327-340.
- Wilcove, D.S. 1985. Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. *Ecology* 66: 1211-1214.
- Willis, E.O.1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Pap. Av. Zool., São Paulo* 33: 1-25.
- Willson, M.F., J.L. Morrison, K.E. Sieving, T. L. de Santo, L. Santisteban e I. Díaz 2001. Patterns of predation risk and survival of bird nests in a Chilean Agrcultural landscape. *Conserv. Biol.* 15: 447-456.
- Zanette, L 2002. What do artificial nests tell us about nest predation? *Biol. Conserv.* 103: 323-329.
- Zanette, L. e B. Jenkins 2000. Nesting success and nest predators in forest fragments: a study using real and artificial nests. *Auk*: 117: 445-454.

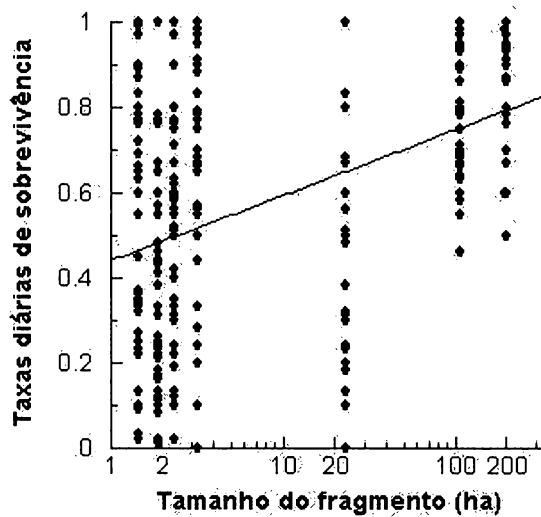


Figura 1: Relação do tamanho do fragmento com as taxas diárias de sobrevivência dos ninhos artificiais, obtidas mensalmente em sete fragmentos ($r^2 = 0,19$; $F_{1,335} = 82,56$; $p < 0,05$).

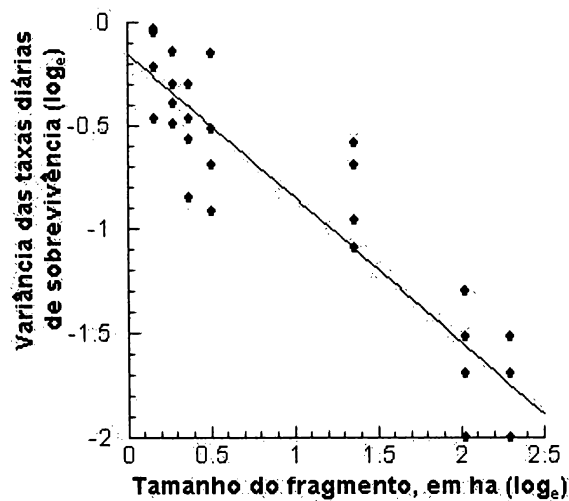


Figura 2: Relação do tamanho do fragmento (\log_e) e variância das taxas diárias de sobrevivência (\log_e) dos ninhos artificiais, obtidas em sete fragmentos ($r^2 = 0,84$; $F_{1,27} = 140,35$; $p < 0,05$). Os resultados apresentam distribuição log normal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há interação e influência dos fatores tamanho do fragmento, predação nos ninhos e alimento experimentalmente disponibilizado na reprodução de *Thamnophilus caerulescens*. Fragmentos menores apresentam condições hostis à reprodução desta espécie: taxa de predação elevada, em ninhos e adultos. Casais em territórios experimentais nidificam em intervalos mais curtos que os em territórios controle, o que pode aumentar a chance de sucesso depois da predação, e apresentam aumento significativo de postura e de tamanho de prole. Casais que nidificam no maior fragmento (196 ha) têm taxas de sucesso superiores aos casais em fragmentos menores, mais filhotes são produzidos devido ao aumento da prole dos territórios experimentais. Há sugestões de que os fragmentos menores sejam fragmentos-ralo e o maior, fragmento-fonte de *T. caerulescens*.

No experimentos realizados com ninhos artificiais, também foi verificada a influência do tamanho do fragmento nas taxas de predação. Taxas mais elevadas são encontradas em fragmento menores. Também pode se verificar que a predação foi mais variável quanto menor o fragmento. Estes resultados sugerem que comunidades de predadores não são sustentadas em fragmentos menores, utilizando-os de passagem. Se encontram ovos disponibilizados, são obtidas baixas taxas de sobrevivência. Se os ovos são disponibilizados em dias que os predadores não circulam no fragmento, são obtidas taxas de sobrevivência iguais a 1. Quanto menor o fragmento, mais variável será a predação ao longo de um período, porque mais variável é a dinâmica de predadores. Quanto maior o fragmento, taxas mais estáveis serão encontradas, indicando que a comunidade de predadores deve ser menos variável. Os resultados deste trabalho mostram elevada dinâmica de predadores em fragmentos menores que 105 ha. Estes resultados sugerem que os fragmentos naturais estão sujeitos a processos semelhantes que os fragmentados

artificialmente: o tamanho do fragmento é um fator que influencia a predação. No caso do presente estudo, esta influência é primeiramente sobre a dinâmica de predadores. Uma vez que estudos de duração semelhante não foram realizados em fragmentos artificiais, não é possível realizar uma comparação ampla dos resultados. Neste caso, sugere-se a realização de experimentos em períodos mais longos nestes fragmentos, para verificar a dinâmica de predadores.

Os resultados deste trabalho trazem ao menos uma sugestão para políticas de conservação da avifauna em paisagens fragmentadas: no mínimo, um fragmento deve ter mais de 190 ha. Em fragmentos menores, várias espécies de aves podem não ser capazes de reproduzir em taxas satisfatórias para a manutenção da população. E a presença de um fragmento maior, que funcione como fonte de indivíduos aos adjacentes, menores, deve ser fundamental para o estabelecimento permanente de várias espécies de aves florestais, inclusive aquelas ameaçadas ou sob risco de extinção. Resultados como este são encontrados na literatura corrente (*e.g.* Pulliam 1988, Askins 1995, Donovan *et al.* 1995, Brawn e Robinson 1996, Friesen *et al.* 1999, Porneluzi e Faaborg 1999). Além disso, fragmentos menores podem não sustentar uma comunidade estável de predadores, que os utilizam esporadicamente. Além de manter populações viáveis de aves, fragmentos-fonte (maiores que 190 ha) também mantêm estável a comunidade de predadores. Assim, a relação predador e presa pode ser mantida de maneira também estável.