

SADY ALEXIS CHAVAUTY VALDES

**Estudo da contaminação por agrotóxicos em aves da
Família Caprimulgidae no Parque Nacional das Emas (GO)**

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente
Orientador: Prof. Dr. Valdemar Luiz Tornisielo

**Piracicaba
2007**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Valdes, Sady Alexis Chavauty

Estudo da contaminação por agrotóxicos em aves da Família Caprimulgidae no Parque Nacional das Emas (GO) / Sady Alexis Chavauty Valdes; orientador Valdemar Luiz Tornisielo. - - Piracicaba, 2007.

109 f. : fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Áreas de conservação 2. Avifauna 3. Cromatografia gasosa capilar
4. Inseticidas I. Título

CDU 502.743

“Para conviver humanamente, inventamos a economia, a política, a cultura, a ética e a religião. Mas nos últimos séculos o fizemos sob a inspiração da competição de todos com todos. Isso gerou a falta de solidariedade, o individualismo, a acumulação privada e o consumismo irresponsável. O resultado? Uma solidão aterradora e uma profunda desumanização.

Esse ciclo deve se encerrar, caso contrário ele conduzirá a Terra e a humanidade a um impasse sem retorno. O remédio está em nós: a cooperação que gera a comunidade e a participação de todos na construção de um mundo no qual todos possam caber e viver minimamente felizes.

Esta é a nova centralidade social, a nova racionalidade necessária e salvadora: o sentimento profundo de pertença, de solidariedade, de familiaridade, de hospitalidade, de cuidado e de tolerância, sentados todos à mesma mesa, desfrutando juntos a generosidade da natureza.”

Leonardo Boff

Dedico...

... a meus sobrinhos, Murilo, Bruno, Alex, Rafael e Victor.

... a meus pais e meus irmãos, pelo incondicional apoio.

... a meus bons amigos, Gargama, Má, Mário, Vivi, Césio, Gumboro, Doda, Mari, Nataxa, Kojac e Fred, que mesmo à distância sempre se fizeram presentes.

... à Celina, por toda a felicidade que sempre me traz.

Agradeço...

- ... ao professor Francisco Sánchez-Bayo por todas as dicas na parte de colheita de material das aves.*
- ... ao professor Steven Lehotay pela disponibilidade em colaborar na escolha do método de extração.*
- ... à pesquisadora Adriani Hass e à sua equipe, pelo senso de cooperação e pelo treinamento na captura das aves.*
- ... ao IBAMA, pelas licenças de pesquisa.*
- ... aos funcionários do Parque Nacional das Emas, pela colaboração durante a permanência no Parque.*
- ... à prefeitura do município de Chapadão do Céu - GO, pela disposição em participar da discussão da questão do uso de agrotóxicos no entorno do Parque.*
- ... às revendas de agrotóxicos de Chapadão do Céu e Mineiros por todas as informações concedidas.*
- ... ao educador Eder Victor Kanieski, pela sua vontade em participar do Projeto e multiplicar informações junto ao máximo de alunos e professores de Chapadão do Céu.*
- ... ao pesquisador Jorge José do Vale Oliveira, do ITAL-Campinas, pela colaboração nas análises cromatográficas.*
- ... ao pesquisador Álvaro J. Santos Neto, do Instituto de Química de São Carlos - USP, pela colaboração nas análises cromatográficas.*
- ... às pesquisadoras Sílvia Brondi e Ana Rita de Araújo Nogueira, da Embrapa Pecuária Sudeste, pela colaboração nas análises cromatográficas.*
- ... a todos os funcionários da Bioagri Laboratórios Ltda, pela colaboração nas análises cromatográficas, em especial ao Marcelo Viana de Moraes por todo o cuidado nas análises.*
- ... à professora Maria Victória Ramos Ballester e seus alunos André e Daniel, do Laboratório de Geoprocessamento do CENA-USP, pela colaboração na análise de imagens.*
- ... aos colegas do PAE, Chico Krug, Tatinha, Quienly, Paulinha, Dario e Paulo por todo o aprendizado.*
- ... a TODOS os colegas da Ecotoxicologia, em especial ao amigo Franklin, companheiro de bancada e de discussões filosóficas.*
- ... ao amigo Nabor, pelo auxílio em campo.*
- ... a todos os funcionários do CENA que participaram de forma direta ou indireta deste trabalho.*
- ... à CPG, pela compreensão das dificuldades que permearam este trabalho.*
- ... ao professor Valdemar, pela liberdade que me deu em conduzir este trabalho e pela coragem e energia depositadas nesta idéia.*
- ... ao Fundo Nacional do Meio Ambiente, à CAPES e à FAPESP pelo amparo a esta pesquisa.*

RESUMO

VALDES, S. A. C. **Estudo da contaminação por agrotóxicos em aves da família Caprimulgidae no Parque Nacional das Emas (GO)**. 2007. xxx f. Tese (doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

O cerrado brasileiro é o segundo maior bioma do país e abriga nascentes de diversos rios da bacia amazônica, sendo considerado um dos “hotspots” mundiais pela organização Conservation International. O Parque Nacional das Emas (GO), declarado Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO em dezembro de 2001, possui inúmeras espécies endêmicas do cerrado, sendo uma Unidade de Conservação muito importante para a manutenção da biodiversidade deste bioma. Uma destas espécies é o bacurau-do-rabo-branco (*Eleothreptus candicans*), espécie da Família Caprimulgidae em perigo de extinção. O entorno do Parque é ocupado por latifúndios agrícolas de uso intensivo. A utilização de agrotóxicos é constante nesta região e, quando feita de forma excessiva ou incorreta, pode gerar um grande impacto para a biodiversidade local. As aves são consideradas indicadores ambientais adequados quanto à exposição a estas substâncias, pois, de modo geral, são mais sensíveis a estes produtos do que outros vertebrados, além de serem mais propensas à contaminação. O objetivo deste trabalho foi verificar se a utilização de agrotóxicos nas fazendas do entorno do Parque Nacional das Emas provocou contaminação no alimento ingerido por aves da família Caprimulgidae capturadas neste Parque. Para o estudo foram selecionados três produtos de grande uso nas fazendas do entorno do Parque: endossulfam, monocrotofós e parationa-metílica. Entre novembro de 2004 e dezembro de 2006 foram colhidas 155 amostras de conteúdo digestivo. A análise de resíduos dos produtos analisados foi feita por cromatografia gasosa, utilizando detector de captura de elétrons para endossulfam e detector fotométrico de chama para monocrotofós e parationa-metílica. As análises não identificaram resíduos de monocrotofós em nenhuma das amostras e de parationa-metílica em uma amostra, na concentração de $14,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg peso corpóreo}^{-1}$. 117 amostras apresentaram contaminação por endossulfam, A contaminação média encontrada nas amostras foi de $1,2 \mu\text{g} \cdot \text{kg peso corpóreo}^{-1}$. Não houve correlação entre contaminação e distância à fonte de aplicação também não houve correlação entre contaminação e época de aplicação de agrotóxicos. Os resultados mostram que ocorre contaminação por endossulfam através da dieta nas aves do Parque Nacional das Emas. Quanto a produtos organofosforados, deve ser escolhido um método com maior sensibilidade para a detecção destes produtos em conteúdo digestivo.

Palavras-chave: agrotóxicos; aves; Caprimulgidae; Parque Nacional das Emas; cromatografia gasosa.

ABSTRACT

VALDES, S. A. C. **Pesticide contamination in birds of the Caprimulgidae family at Emas National Park (Goiás-Brazil)**. 2007. xxx f. Thesis (doctoral) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

Cerrado is the second largest Brazilian biome and includes many river springs of the Amazon Basin. It is considered as one of the world hotspots by the Conservation International organization. The Emas National Park is a national park located in the state of Goiás and it was declared Patrimony of the Humanity by UNESCO in December 2001, with several endemic species that make this conservation unit a very important location for biodiversity preservation. One of the endemic species is the white-winged nightjar (white tailed bacurau), (*Eleothreptus candicans*), of the Caprimulgidae family, an endangered species. The park is surrounded by large agriculture farms, where pesticide utilization is constant. Pesticides, when excessively or incorrectly applied, might be of great impact to local biodiversity. Birds are commonly used as environmental indicators to pesticide exposition, as these animals are more sensitive and they are more often contaminated by pesticides than other vertebrates. The aim of this study was to verify whether pesticides applied at farms surrounding the Emas National Park were contaminating food intake by birds of the Caprimulgidae family captured inside this park. Three pesticides were selected to this study by its extensive use in neighbor farms: endosulfan, monocrotophos and parathion-methyl. In the period between November 2004 and December 2006, 155 samples of digestive content were collected. Residues of the above mentioned products were detected by gas chromatography, using an electron capture detector for endosulfan and a flame photometric detector for monocrotophos and parathion-methyl detection. Residues of monocrotophos were not found in any of the samples tested, while parathion-methyl residues were detected in only one sample, in a concentration of $14.7 \mu\text{g} \cdot \text{kg body weight}^{-1}$. Endosulfan contamination was found in 117 samples. The mean contamination found was $1.2 \mu\text{g} \cdot \text{kg body weight}^{-1}$. There is no correlation between contamination and distance to the source of pesticide application, and also no correlation was found between contamination and pesticide application season. Results show that avian population in Emas National Park is contaminated with endosulfan by diet intake. Regarding organophosphate products, a most sensitive detection method is necessary in order to evaluate the presence of these products in avian digestive content.

Keywords: pesticides; birds; Caprimulgidae; Emas National Park; gas chromatography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1. MAPAS

Mapa 1 – Domínio do bioma Cerrado.....	23
Mapa 2 - Situação fundiária do entorno do Parque Nacional das Emas (GO).....	26
Mapa 3 – Modelo de imagem para cálculo de distância entre ponto de captura e fazenda mais próxima.....	51
Mapa 4 - Parque Nacional das Emas (GO), estradas internas, marcos e fazendas do entorno	58

2. FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Limite oeste do Parque Nacional das Emas (GO). À esquerda da cerca, Parque Nacional das Emas. À direita, lavoura de soja.....	27
Fotografia 2 – Limite sul do Parque Nacional das Emas (GO). À esquerda, trator aplicando agrotóxico. À direita da estrada, Parque Nacional das Emas ...	27
Fotografia 3 – Pesquisador em estrada interna do Parque Nacional das Emas (GO) em procedimento de procura de aves de interesse	43
Fotografia 4 – Pesquisador momentos antes de captura de <i>Eleothreptus candicans</i> . No detalhe, ave pousada sobre cupinzeiro	44
Fotografia 5 – Soltura de ave após procedimento de colheita de amostra.....	44
Fotografia 6 – Introdução de sonda em cavidade oral durante procedimento de colheita de conteúdo digestivo em <i>Eleothreptus candicans</i>	46
Fotografia 7 – Ave da Família Caprimulgidae durante procedimento de colheita de conteúdo digestivo.....	46

3. QUADROS

Quadro 1 - <i>Eleothreptus candicans</i> : A) fêmea adulta; B) macho jovem; C) macho adulto.....	29
Quadro 2 – Curvas analíticas de calibração das moléculas monocrotófos, parationa metílica, alfa endossulfam, beta endossulfam e sulfato de endossulfam, com respectivos equações da reta e valores de R ²	67

Quadro 3 – Professores e alunos de escolas de Chapadão do Céu participando do projeto “Estudo da contaminação por agrotóxicos em aves da Família Caprimulgidae no Parque Nacional das Emas (GO)”	80
Quadro 4 - Estrutura química dos agrotóxicos rastreados em conteúdo digestivo de aves do Parque Nacional das Emas: A) endossulfam; B) monocrotofós; C) parationa metílica.....	83

4. GRÁFICOS

Gráfico 1 - Cromatograma modelo para alfa endossulfam, beta endossulfam e sulfato de endossulfam obtido em CG-DCE	61
Gráfico 2 – Cromatograma modelo para monocrotofós e parationa-metílica obtido em CG-DFC	62
Gráfico 3 – Cromatograma de amostra de conteúdo digestivo obtido de <i>Caprimulgus parvulus</i> contaminada por parationa-metílica, obtido em CG-DFC	69
Gráfico 4 – Correlação linear entre distância ao ponto de contaminação mais próximo e contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006	70
Gráfico 5 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006, de acordo com a distância ao ponto de contaminação mais próximo.....	71
Gráfico 6 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006, de acordo com a distância ao ponto de contaminação mais próximo	71
Gráfico 7 – Correlação linear entre tempo de armazenamento e contaminação por endossulfam encontrada em amostras de conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006	72
Gráfico 8 – Contaminação por endossulfam observada em amostras de conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque	

Nacional das Emas (GO) de acordo com o tempo de armazenamento das amostras.....	73
Gráfico 9 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006, de acordo com a idade.....	74
Gráfico 10 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006, de acordo com o sexo.....	75
Gráfico 11 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006, de acordo com o sexo	75
Gráfico 12 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em quatro espécies de aves capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006	76
Gráfico 13 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em quatro espécies de aves capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006	77
Gráfico 14 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006, de acordo com o horário de captura.....	77
Gráfico 15 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006, de acordo com a fase lunar.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Época de plantio, ciclo e agrotóxicos utilizados nas principais culturas do entorno do Parque Nacional das Emas (GO).....	53
Tabela 2 - Ingrediente ativo, produto formulado, classe de uso, grupo químico, classificação toxicológica do ingrediente ativo, classificação ambiental do produto formulado, indicações e volumes de uso do ingrediente ativo nas culturas do entorno do Parque Nacional das Emas e DL50 de agrotóxicos comercializados em Mineiros (GO) e Chapadão do Céu (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006.....	54
Tabela 3 - Pontos percorridos em cada rota determinada no Parque Nacional das Emas (GO) para procura de aves da Família Caprimulgidae.....	57
Tabela 4 - Número de indivíduos de diferentes espécies da Família Caprimulgidae capturados em rotas estabelecidas no Parque Nacional das Emas (GO) durante o período de novembro de 2004 a novembro de 2006.....	59
Tabela 5 - Número de capturas realizadas em aves da Família Caprimulgidae para colheita de conteúdo digestivo no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e outubro de 2006.....	59
Tabela 6 - Tempos de retenção sob condições otimizadas em cromatografia gasosa de moléculas de agrotóxicos utilizadas no entorno do Parque Nacional das Emas.....	61
Tabela 7 – Limites de detecção (LOD) e de quantificação (LOQ) para cinco agrotóxicos de uso freqüente no entorno do Parque Nacional das Emas (GO).....	63
Tabela 8 – Concentrações de agrotóxicos utilizadas para validação de método de extração.....	64
Tabela 9 – Recuperação de monocrotofós em cromatógrafo gasoso com detector fotométrico de chama após extração por partição líquido-líquido.....	64
Tabela 10 – Recuperação de parationa-metílica em cromatógrafo gasoso com detector fotométrico de chama após extração por partição líquido-líquido.....	64

Tabela 11 – Recuperação de alfa endossulfam em cromatógrafo gasoso com detector de captura de elétrons após extração por partição líquido-líquido.....	65
Tabela 12 – Recuperação de beta endossulfam em cromatógrafo gasoso com detector de captura de elétrons após extração por partição líquido-líquido.....	65
Tabela 13 – Recuperação de sulfato de endossulfam em cromatógrafo gasoso com detector de captura de elétrons após extração por partição líquido-líquido.....	65
Tabela 14 – Concentrações utilizadas para a confecção de curvas analíticas de calibração, com base nos limites de quantificação (LOQs), para a determinação de resíduos de agrotóxicos em conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae.....	66
Tabela 15 – Número de amostras contaminadas e contaminação média por alfa e beta endossulfam, sulfato de endossulfam e endossulfam total em amostras de conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae colhidas no Parque Nacional das Emas entre novembro de 2004 e novembro de 2006.....	69
Tabela 16 – Contaminação média por endossulfam e desvio-padrão em amostras de conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae colhidas no Parque Nacional das Emas em 2006.....	73
Tabela 17 – Escolas do município de Chapadão do Céu (GO), séries e número de alunos presentes em palestra de divulgação do projeto “Estudo da contaminação por agrotóxicos em aves da Família Caprimulgidae no Parque Nacional das Emas (GO)”	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

UC – Unidade de Conservação

PNE – Parque Nacional das Emas

DDT – dicloro-difenil-tricloroetano

DDD – 2,2-bis-*p*-clorofenil-1,1-dicloroetano

CG – cromatografia gasosa

IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza

ATP – tri-fosfato de adenosina

DDE – dicloro-difenil-dicloroetileno

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

μ DCE – micro detector de captura de elétrons

DFC - detector fotométrico de chama

LOD – limite de detecção

LOQ – limite de quantificação

DL50 – dose letal 50%

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1. O Cerrado e o Parque Nacional das Emas.....	22
2.2. O <i>Eleothreptus candicans</i> (Pelzeln, 1867).....	28
2.3. Os Agrotóxicos.....	32
3. HIPÓTESE.....	39
4. OBJETIVOS GERAIS.....	40
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	41
6. MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
6.1. Identificação dos agrotóxicos utilizados no entorno do PNE e épocas de aplicação. Seleção dos compostos a serem rastreados.....	42
6.2. Detecção e quantificação dos agrotóxicos selecionados em conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae no PNE.....	42
6.2.1. Captura das aves.....	42
6.2.2. Colheita das amostras.....	45
6.2.3. Extração.....	47
6.2.4. Análise cromatográfica.....	48
6.2.5. Análise estatística.....	49
6.3. Envolvimento da comunidade local na discussão do uso de agrotóxicos no entorno do PNE.....	51

7. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E RESULTADOS.....	52
7.1. Identificação dos agrotóxicos utilizados no entorno do PNE e épocas de aplicação. Seleção dos compostos a serem rastreados.....	52
7.2. Captura das aves e colheita das amostras.....	57
7.3. Extração, detecção e quantificação das moléculas selecionadas nas amostras.....	60
7.3.1. Estabelecimento das condições cromatográficas.....	60
7.3.2. Determinação dos limites de detecção e de quantificação.....	62
7.3.3. Validação do método de extração.....	63
7.3.4. Curvas analíticas de calibração.....	66
7.3.5. Quantificação de agrotóxicos em amostras de campo.....	68
7.3.5.1. Organofosforados.....	68
7.3.5.2. Organoclorados.....	68
7.4. Envolvimento da comunidade local na discussão do uso de agrotóxicos no entorno do PNE.....	78
8. DISCUSSÃO.....	81
9. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	93
10. CONCLUSÕES.....	94
11. REFERÊNCIAS.....	95
ANEXO A.....	101
ANEXO B.....	103

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado, segundo maior bioma da América do Sul, ocupa também o segundo lugar em termos de destruição de habitat. Características históricas (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 2007), topográficas e geográficas tornaram o Cerrado brasileiro a mais importante fronteira agrícola mundial (CARVALHO, 2006). Devido à degradação de suas paisagens naturais, este bioma é considerado uma das 25 áreas com riqueza de biodiversidade mais ameaçadas do planeta (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2007; MYERS et al., 2000). Menos de 2% da área total do Cerrado está protegida por Unidades de Conservação (UC's) federais de proteção integral (IBAMA, 2002), como é o caso do Parque Nacional das Emas (PNE).

O PNE, com 131864 há, é considerado Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO (UNESCO, 2003). Além de proporcionar a manutenção histórica da biodiversidade, possui alta diversidade de fisionomias vegetais e protege várias espécies de mamíferos e aves ameaçadas de extinção e endêmicas. Por estes motivos e pela alta concentração de espécies de aves de áreas abertas este Parque é reconhecido internacionalmente. Dentro de seus limites, o Parque abriga mais de 400 espécies de aves (HASS, 2003¹).

O bacurau-de-rabo-branco é uma das espécies mais raras e mais ameaçadas da Família Caprimulgidae. A espécie, classificada como “em perigo” pela Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (BRASIL, 2007), é atualmente encontrada, no Brasil, apenas no PNE. Hoje, a população de

¹ HASS, A. **Avifauna do Parque Nacional das Emas**. Relatório não publicado integrante do Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas, Goiás. 2003. 95 p.

Eleothreptus candicans existente no PNE, estimada em 4000 indivíduos, requer uma série de ações para a sua conservação (HASS et al., 2006²).

Aves apresentam-se mais sensíveis do que outros vertebrados à exposição a diversos compostos, incluindo diversos agrotóxicos (GRUE; SHIPLEY, 1984; PARKER; GOLDSTEIN, 2000). Além de possuírem baixos níveis de enzimas detoxificantes (PARKER; GOLDSTEIN, 2000), características como hábitos alimentares específicos e capacidade em fazer grandes deslocamentos fazem com que, além de maior sensibilidade, as aves apresentem maior susceptibilidade à contaminação por agrotóxicos. O PNE tem seu entorno ocupado por latifúndios agrícolas, com predomínio de cultura de grãos (RAMOS-NETO, 2000), onde defensivos agrícolas são utilizados em larga escala. Por serem insetívoras, as aves da Família Caprimulgidae estão predispostas à contaminação por agrotóxicos pelo consumo de insetos contaminados provenientes de lavouras onde estes produtos foram utilizados. O estudo do estado de contaminação caracteriza-se, portanto, como uma importante ação para a conservação do *Eleothreptus candicans*.

A análise de resíduos de agrotóxicos em aves silvestres geralmente é feita através de achados *post-mortem* ou então demanda o sacrifício de animais ou a utilização de ovos. Algumas alternativas vêm sendo testadas com o intuito de determinar o grau de contaminação por agrotóxicos em aves sem a necessidade de sacrifício do animal. Um exemplo é a determinação da atividade colinesterásica em amostras de sangue (TRUDEAU; SANS CARTIER, 2000; VALDES, 2001). A desvantagem é que este método não pode ser aplicado em aves de tamanho muito reduzido, além de avaliar apenas a exposição a organofosforados e carbamatos

² HASS, A., RODRIGUES, F. H. G., COSTA, E. G. C., SCHNEIDER, M. P. C., MACHADO, R. B. e BUZZETTI, D. R. C. Plano de manejo para a conservação do bacurau-de-rabo-branco *Eleothreptus candicans*. Documento não publicado, Brasília. 44 p. 2006.

(SÁNCHEZ-BAYO; WARD; BEASLEY, 1999, VALDES, 2001). Em 1999, Sánchez-Bayo, Ward e Beasley apresentaram uma técnica não destrutiva de colheita de conteúdo digestivo, a qual permite a recaptura da ave e possibilita o monitoramento em estudos de longo prazo, avaliando os resultados de possíveis medidas de correção na utilização de agrotóxicos. A técnica proposta, utilizando água morna na indução do regurgitamento, é bastante segura, ao contrário da utilização de eméticos, sendo muito utilizada em estudos de dieta de aves, pois apresenta um bom grau de recuperação do alimento ingerido. Este método só foi associado à detecção de agrotóxicos por Sánchez-Bayo, Ward e Beasley (1999), que analisaram os compostos DDT, DDD, endossulfam, diuron e parationa-metílica por ensaio imunoenzimático do tipo ELISA.

Neste trabalho pretendeu-se contribuir para a avaliação do impacto que a utilização de agrotóxicos pode provocar na avifauna do PNE em três frentes. Primeiramente, adaptando a metodologia clássica de determinação de resíduos por cromatografia gasosa (CG) para amostras de conteúdo do trato digestivo de aves, sem a necessidade de sacrifício de animais. Além disso, avaliando a contaminação por via digestiva e suas características em aves da espécie *Eleothreptus candicans* e espécies correlatas capturadas no PNE. E finalmente, contribuindo com a elaboração do Plano de Manejo da espécie *Eleothreptus candicans*, endêmica do Cerrado e ameaçada de extinção, e estendendo estes resultados a outras espécies.

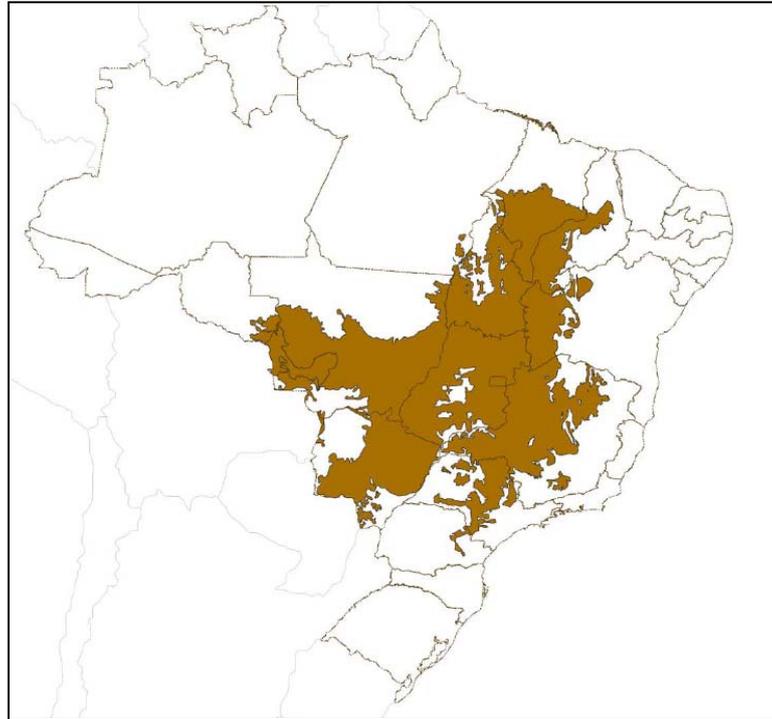
Outro objetivo foi contribuir com a gestão ambiental do PNE, seja por meio do envolvimento da comunidade local na discussão da questão dos agrotóxicos no entorno do Parque ou pelo fornecimento de informações técnicas úteis na tomada de decisões políticas que regulem o impacto gerado por agrotóxicos ao ambiente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Cerrado e o Parque Nacional das Emas

O bioma Cerrado, com seus domínios representados no Mapa 1, é o segundo maior da América do Sul, atrás apenas do bioma Amazônia. Em termos de destruição de habitat, ocupa também o segundo lugar. A partir da década de sessenta, com a construção de Brasília-DF e abertura de uma nova rede rodoviária, foram descobertas novas vocações para os solos de Cerrado, permitindo novas atividades agrárias rentáveis em detrimento de uma biodiversidade até então pouco alterada (IBAMA, 2007). A topografia favorável e as estações de seca e de chuva bem definidas conferem ao Cerrado condições para o desenvolvimento das principais culturas brasileiras anuais (CARVALHO, 2006). Com isso, muitos ecossistemas deram lugar à pecuária e agricultura extensivas e a degradação do Cerrado tornou-se mais evidente (NEPSTAD et al., 1997).

Atualmente, restam cerca de 20% da cobertura original do Cerrado (IBAMA, 2007; MYERS et al., 2000; WWF BRASIL, 2006). O grau de ameaça que atinge este bioma e o alto número de espécies endêmicas fizeram com que a organização não-governamental “Conservation International” o incluísse entre os 25 “hotspots” mundiais, que são áreas muito ricas em biodiversidade e altamente ameaçadas (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2007; MYERS et al., 2000). Como agravante, menos de 2% da área total do Cerrado está preservada em UC's federais de proteção integral (GEO BRASIL, 2002) e muitas destas áreas não estão estruturadas adequadamente para preservar a integridade do meio ambiente (WWF, 1999).



Mapa 1 – Domínio do bioma Cerrado

Fonte: WWF BRASIL. Mapa do Bioma Cerrado. Brasília, ago. 2006. Disponível em <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/biomas/bioma_cerrado/mapa_bioma_cerrado/index.cfm> Acesso em: 15 mar. 2007.

Uma das UC's de Cerrado é o PNE. Esta Unidade foi criada pelo Decreto nº 49.874, de 11 de janeiro de 1961, com o objetivo de proteger uma amostra representativa do bioma Cerrado, bem como proteger o habitat da fauna endêmica e conservar diversas nascentes e cursos d'água. O Parque teve seus limites modificados pelo Decreto nº 70.376, de 06 de abril de 1972, ficando, então, com área total de 131864 ha, abrangendo terras dos municípios de Mineiros, Chapadão de Céu e Serranópolis, no estado de Goiás, e Costa Rica, no Mato Grosso do Sul (IBAMA, 2004).

O PNE é reconhecido internacionalmente pela alta concentração de espécies de aves de áreas abertas. Em 1999, o "Workshop Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal", desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente, indicou 87 áreas prioritárias (BRASIL, 1999). Nesta

ocasião, o PNE e áreas circunvizinhas foram destacados como “áreas de importância biológica extremamente alta”, pois ancoram elementos raros e/ou ameaçados de extinção da biota, representando também importante elo na estratégia de elaboração de um corredor entre Cerrado e Pantanal.

Em dezembro de 2001, o Parque voltou a ser reconhecido pela inclusão na seleta lista mundial de áreas consideradas Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO (UNESCO, 2003). Sua inclusão no sítio denominado “Áreas Protegidas de Cerrado”, em conjunto com o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, é devida à posição central, que proporcionou a manutenção histórica da biodiversidade, à alta diversidade de fisionomias vegetais e às várias espécies de mamíferos e aves ameaçadas de extinção e endêmicos. O PNE apresenta quase todas as variações fisionômicas encontradas para o Cerrado. Os campos limpos, campos sujos e campos cerrados somam 78,5% e as áreas de campo denso representam 13,8% da área do parque. O restante da área é composto por áreas úmidas (4,8%) e por áreas de floresta (2,9%) (RAMOS-NETO, 2000).

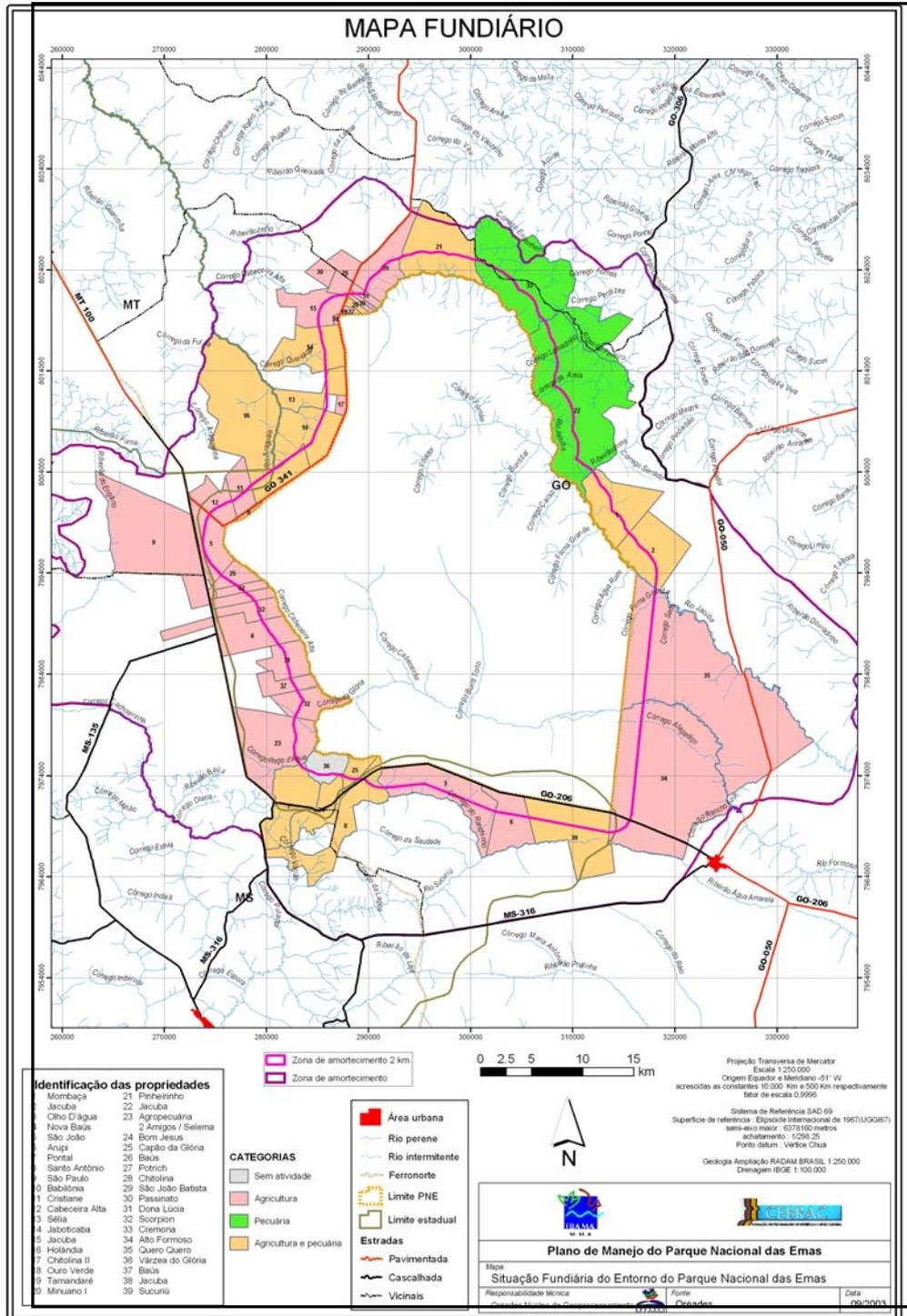
O PNE abriga dentro de seus limites mais de 400 espécies de aves, protegendo o maior número de espécies endêmicas que qualquer outra UC federal com avifauna conhecida (HASS, 2003³). Braz (2003) analisou o sistema atual de UC's de proteção integral, englobando todas as UC's do Cerrado com mais de dez mil hectares e concluiu que o PNE é a área mais representativa em conservação da avifauna endêmica do Cerrado. A autora verificou que o Parque Nacional Serra da Canastra (MG) e o PNE são as UC's mais representativas em espécies ameaçadas de extinção, protegendo 22 e 21 espécies, respectivamente.

³ HASS, A. **Avifauna do Parque Nacional das Emas**. Relatório não publicado integrante do Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas, Goiás. 2003. 95 p.

Em contraste com a importância do PNE para a conservação da diversidade biológica regional, o processo de fragmentação do entorno é drasticamente acelerado e visível. O Mapa 2 mostra que esta UC configura uma ilha isolada imersa em uma matriz de latifúndios agrícolas, com predomínio de cultura de grãos, ocorrendo também pastagens em menor escala (RAMOS-NETO, 2000). Na Fotografia 1 observa-se uma das cercas do Parque, na margem leste, evidenciando que as lavouras ficam muito próximas à UC. A aplicação de agrotóxicos nestas áreas é feita em larga escala (Fotografia 2).

Dentre as aves campestres registradas no PNE, onze espécies são pertencentes à ordem Caprimulgiformes (BAGNO; HASS; RODRIGUES, 2003⁴). Estas aves são insetívoras, ficando expostas à contaminação por via digestiva pela ingestão de insetos contaminados por agrotóxicos provenientes das lavouras do entorno do Parque.

⁴ BAGNO, M. A.; HASS, A.; RODRIGUES, F. H. G. Birds of Emas National Park (Goiás, Brazil) and surrounding areas: conservation relevance for the Cerrado avifauna. Bird **Conservation International**. Artigo submetido e aceito com correções. 2003.



Mapa 2 – Situação fundiária do entorno do Parque Nacional das Emas (GO)
Fonte: IBAMA - IBAMA. **Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas**. Brasília, 2004. 591 p.



Fotografia 1 – Limite oeste do Parque Nacional das Emas (GO). À esquerda da cerca, Parque Nacional das Emas. À direita, lavoura de soja.



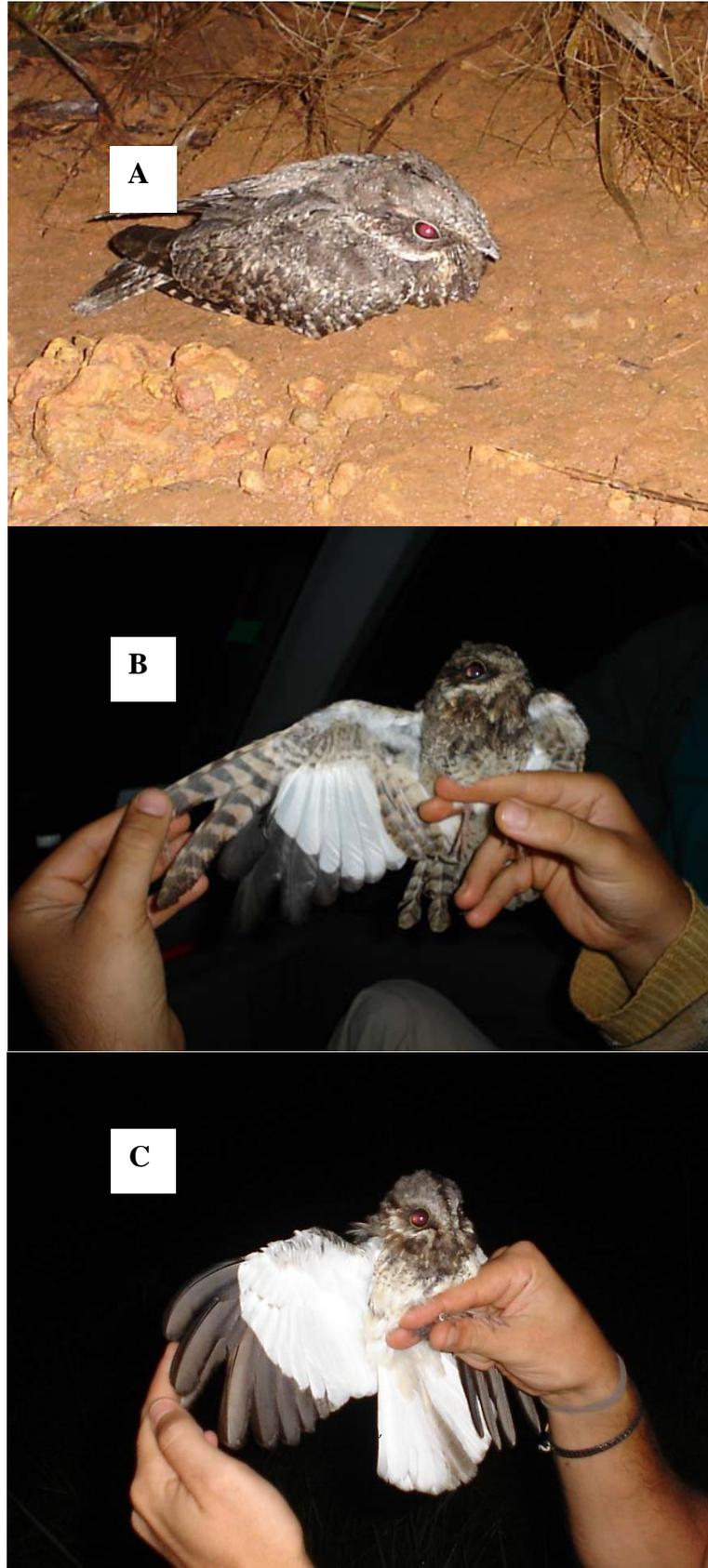
Fotografia 2 – Limite sul do Parque Nacional das Emas (GO). À esquerda, trator aplicando agrotóxico. À direita da estrada, Parque Nacional das Emas.

2.2. O *Eleothreptus candicans* (Pelzeln, 1867)

O *Eleothreptus candicans* – bacurau-de-rabo-branco – é uma das espécies mais raras e ameaçadas da Família Caprimulgidae. De biologia pouco conhecida até o início deste século, já foi enquadrada como criticamente ameaçada por Collar et al. (1992), com alta prioridade de pesquisa e conservação (PARKER III; STOTZ; FITZPATRICK, 1996). Atualmente é classificada como “em perigo” pela Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (BRASIL, 2007), em concordância com o disposto pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), que também a considera “em perigo”, pois a espécie enfrenta alto risco de extinção na natureza em futuro próximo (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2007). Os critérios que enquadraram a espécie nesta categoria de ameaça são:

B1: área de ocorrência estimada em menos de 100 km², e estimativas que indicam: **a** – área severamente fragmentada ou existente em apenas uma localidade; **b** – Declínio contínuo, observado, inferido ou projetado para os seguintes elementos: **i** – extensão de ocorrência; **ii** – área de ocupação; **iii** – área, extensão e/ou qualidade do habitat (THE WORLD CONSERVATION UNION, 2006).

O bacurau-de-rabo-branco (Quadro 1) é considerado endêmico ao bioma Cerrado (SILVA, 1997), com ocorrência em fisionomias abertas, do tipo “campo sujo” e “campo limpo” (CLEERE, 2002; POPLER, 2003; RODRIGUES et al., 1999). Apesar de sua distribuição ser considerada ampla por Silva (1997), existem registros históricos apenas para duas localidades no Brasil e registros atuais somente no PNE (RODRIGUES et al., 1999), além de dois registros em países vizinhos (DAVIS; FLORES, 1994; GRIM; SUMBERA, 2006; LOWEN et al., 1996).



Quadro 1 – *Eleothreptus candicans*: A) fêmea adulta; B) macho jovem; C) macho adulto.

Historicamente, *Eleothreptus candicans* é conhecido por dois espécimes coletados no início do século XIX (CLEERE, 2002). Mais de cem anos depois, em setembro de 1985, a espécie foi novamente registrada no Brasil, no PNE (COLLAR et al., 1992). Depois disso, o bacurau-de-rabo-branco foi novamente registrado no mesmo local em épocas similares: em setembro de 1986 e de 1989, seis e dois indivíduos, respectivamente, e em outubro de 1990, apenas um indivíduo registrado (COLLAR et al., 1992).

Em 1997, sete anos após o último registro da espécie no Brasil, um macho foi encontrado empoleirado em um cupinzeiro a cerca de 200 m da estrada principal do PNE (RODRIGUES et al., 1999). Após este registro, a espécie foi registrada frequentemente entre 1999 e 2002, em rondas noturnas nas estradas internas do Parque (HASS et al., 2006⁵).

A população de *Eleothreptus candicans* existente no PNE utiliza predominantemente a fisionomia campo sujo (88%), seguida de campo limpo (9%), o que corresponde à distribuição de fisionomias dentro do Parque (HASS, 2006⁶). A espécie, insetívora, inicia o forrageamento ao entardecer, sobrevoando e capturando insetos crepusculares em vôo. Quando a luminosidade diminui, a espécie parece modificar a estratégia, adotando a tática sedentária (senta e espera), conforme observado em indivíduos equipados com rádio-transmissores (HASS et al., 2006⁵). Pople (2003), em observações feitas no Paraguai, também identificou este padrão de comportamento alimentar e, em relação a deslocamentos, identificou vôos com

⁵ HASS, A., RODRIGUES, F. H. G., COSTA, E. G. C., SCHNEIDER, M. P. C., MACHADO, R. B. e BUZZETTI, D. R. C. Plano de manejo para a conservação do bacurau-de-rabo-branco *Eleothreptus candicans*. Documento não publicado, Brasília. 44 p. 2006.

⁶ HASS, A. Conservando Caprimulgus candicans no Brasil. Relatório não publicado. Brasília: FINATEC. 91 p. 2006.

distância máxima de 440 metros do poleiro. HASS et al. (2006⁷), equipando aves com rádio-transmissores, determinou áreas de vida de 20 hectares, em média.

Hoje, a população de *Eleothreptus candicans* existente no PNE é estimada em 4000 indivíduos (HASS et al., 2006⁷). No entanto, a autora esclarece que outros estimadores devem ser utilizados para determinar este número com maior precisão. Segundo o Plano de Manejo elaborado para a espécie (HASS et al., 2006⁷), há cinco ações para a conservação da espécie que devem ser seguidas:

- 1 – Fiscalização e legislação.
- 2 – Proteção da espécie e seu habitat.
- 3 – Monitoramento e pesquisa.
- 4 – Conscientização pública e capacitação.
- 5 – Colaboração e comunicação internacional.

O uso de agrotóxicos no entorno do PNE pode trazer prejuízos à espécie e seu habitat. O estudo do estado de contaminação caracteriza-se, portanto, como uma importante ação para a conservação do *Eleothreptus candicans*. Não existem na literatura científica informações sobre contaminação por agrotóxicos em fauna silvestre do PNE.

⁷ HASS, A., RODRIGUES, F. H. G., COSTA, E. G. C., SCHNEIDER, M. P. C., MACHADO, R. B. e BUZZETTI, D. R. C. Plano de manejo para a conservação do bacurau-de-rabo-branco *Eleothreptus candicans*. Documento não publicado, Brasília. 44 p. 2006.

2.3. Os Agrotóxicos

Os agrotóxicos exercem a importante função de estabilizar a produção agrícola, permitindo formas mais econômicas de plantio e colheita, aumentando a qualidade, as safras e reduzindo as perdas durante estocagem e transporte (HAYES JUNIOR, 1991). Contudo, o intenso crescimento agrícola a partir da década de sessenta tornou determinadas culturas totalmente dependentes do uso de agrotóxicos. A utilização destes produtos, se feita de forma incorreta e indiscriminada, pode trazer conseqüências diretas ao homem, pela exposição a resíduos da aplicação, e conseqüências indiretas, pela distribuição e persistência de resíduos.

Após a aplicação, os agrotóxicos dispersam-se pelo ambiente em sua composição original ou, mais comumente, decompostos em resíduos. Atingem então o solo, o ar, a água, a vegetação e os invertebrados. A partir destes substratos, a fauna silvestre fica exposta a estes poluentes (FAVA et al., 1993).

Os principais agrotóxicos utilizados são os inseticidas, os herbicidas e os fungicidas. Os inseticidas têm grande importância na ecotoxicologia, já que neste grupo é comum a associação entre alta toxicidade e alto risco de exposição da população não alvo (CHAMBERS; CARR, 1995). O grupo dos inseticidas organoclorados, cujo principal exemplo é o dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), foi o primeiro a ser utilizado em larga escala na agricultura (SMITH, 1991).

A literatura científica internacional do final da década de sessenta e da década de setenta é farta em trabalhos que evidenciam o impacto do uso de organoclorados sobre a fauna silvestre de diversos países. Dindal e Peterle, em 1968, já descreviam o impacto do DDT sobre anatódeos, detectando e quantificando resíduos do agrotóxico nestes animais. Neste mesmo sentido, Heath, em 1969,

descreveu a presença de resíduos de organoclorados em patos pretos nos Estados Unidos.

Um efeito deletério provocado pela contaminação por agrotóxicos organoclorados é particularmente importante em aves. Estes produtos causam distúrbios no transporte de cálcio ou na atividade da cálcio-ATPase (SMITH, 1991), podendo alterar formato, tamanho ou espessura da casca dos ovos (BLUS; WIEMEYER; BUNCK, 1997), aumentando a probabilidade de quebras (COOKE, 1973; LUNDHOLM, 1987). Ratcliffe (1967), na Inglaterra, foi o primeiro a observar alterações em ovos. Subseqüentemente, ele as atribuiu a organoclorados (RATCLIFFE, 1970). Blus et al. (1997) verificaram que ovos coletados antes de 1945 (início do uso de organoclorados) apresentavam casca mais grossa que os coletados após 1945. Outro problema atribuído ao DDT relacionado à toxicidade em animais selvagens é a feminilização de aves e répteis (ANDERSON et al., 1982 e FRY, 1995). O DDT apresenta atividade estrogênica comprovada em aves e mamíferos (FRY, 1995), enquanto o DDE, um de seus metabólitos, é um potente antagonista de receptores androgênicos (KELCE et al., 1995).

Apesar das restrições vigentes ao uso de organoclorados, eles ainda são poluentes ambientais. Embora o DDT possa ser degradado por radiação ultravioleta ou por microorganismos, seus metabólitos são também persistentes e tóxicos (VIEIRA; TORRES; MALM, 2001). Além disso, organoclorados como DDT e dieldrin são transportados a grandes distâncias e com grande velocidade a partir do local de aplicação (SCHMIDT et al., 2001). Modelos matemáticos indicam que concentrações atmosféricas de DDT e DDE permanecerão acima dos limites detectáveis até 2010 e 2060, respectivamente (SCHMIDT et al., 2001).

O desenvolvimento de resistência pelos vetores, a alta persistência ambiental, a tendência à bioacumulação e problemas relacionados à carcinogenicidade fizeram com que, a partir da década de setenta, fossem tomadas medidas restritivas à utilização de organoclorados para determinados fins em diversos países (CHAMBERS; CARR, 1995; SMITH, 1991; VIEIRA; TORRES; MALM, 2001). No Brasil, o DDT teve o seu uso banido na agricultura em 1985, podendo ser utilizado apenas em programas de controle de vetores de malária e leishmaniose. Desde 1993, o governo brasileiro recomenda a substituição do DDT pelo piretróide deltametrina no controle de endemias (VIEIRA; TORRES; MALM, 2001). No entanto, o organoclorado endossulfam é rotineiramente utilizado em culturas de algodão, soja, café e cacau (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2006).

Com o início das restrições aos organoclorados, surgiu a necessidade de utilização de novos inseticidas agrícolas, que não apresentassem as características negativas daquelas moléculas e que tivessem eficácia contra as pragas, a fim de garantir a alta produtividade. Com isso, os inibidores de colinesterases – organofosforados e carbamatos - passaram a ser amplamente utilizados. Estes inseticidas foram considerados ambientalmente seguros, já que são pouco estáveis, apresentam pequena taxa de dispersão no ambiente e pouca capacidade de bioacumulação na cadeia alimentar (JOHNSTON, 2001 e SCHMIDT et al., 2001). No entanto, a exposição de organismos não-alvo a estes inseticidas é bastante comum, resultando em inúmeros casos de intoxicação aguda em amostras significativas da população silvestre, particularmente em aves (JOHNSTON, 2001 e SCOLLON et al., 2001). A maior sensibilidade de aves a inseticidas anticolinesterásicos é atribuída a baixos níveis de enzimas detoxificantes, (GALLO; LAWRYK, 1991; PARKER; GOLDSTEIN, 2000).

Organofosforados e carbamatos podem ser absorvidos pelo trato gastrointestinal, pela pele íntegra e pelas vias aéreas (BARON, 1991; GALLO; LAWRYK, 1991; HOSEA; FINLAYSON; LITRELL, 2001). Dentre as três vias de absorção, a gastrointestinal é a única que pode ocorrer por exposição secundária. A exposição primária é caracterizada pelo consumo de vegetais ou insetos contaminados, ou pela ingestão do próprio inseticida, no caso de formulações granulares. A exposição secundária, via de intoxicação clássica em aves de rapina, é caracterizada pelo consumo de presas contaminadas (HOSEA; FINLAYSON; LITRELL, 2001). Elliott et al. (1996) encontraram evidências de que agrotóxicos como carbofuran e fensulfotion persistem no ambiente por tempo prolongado sob determinadas condições, contaminando aves aquáticas e causando intoxicação secundária em aves predadoras, muitos meses após a aplicação dos inseticidas.

Depois de absorvidos, organofosforados e carbamatos são rapidamente distribuídos entre órgãos e tecidos (BARON, 1991), exercendo seus efeitos tóxicos pela inibição da acetilcolinesterase, com sintomatologia relacionada a disfunções em sistema nervoso periférico e central e evolução para convulsões, coma, depressão do centro respiratório e morte (MORETTO; JOHNSON, 1987).

A exposição a concentrações não letais pode induzir alterações comportamentais, levando a outra forma de impacto em aves. Galindo et al. (1985) reportaram que codornas contaminadas com baixas concentrações de parationa tornavam-se mais susceptíveis à predação. Meyers et al. (1992) concluíram que, após a ingestão dos organofosforados dimetoato e clorpirifós, algumas aves apresentaram capacidade de confecção de ninhos comprometida, o que afeta o sucesso reprodutivo. Além disso, doses não letais de diazinon e parationa são embriotóxicas para aves (MENEELY; WYTTENBACH, 1989).

Além de pesquisas em países da América do Norte, há também registros de intoxicação por inseticidas anticolinesterásicos em outros lugares, como na Inglaterra (BROWN et al., 1996) e na África do Sul, onde, num período de sete anos, 90 % dos casos de intoxicação na fauna silvestre foram atribuídos a agrotóxicos organofosforados, sendo as aves as vítimas mais freqüentes (FOURIE et al., 1996).

Pelos inúmeros relatos existentes na literatura de intoxicações agudas por anticolinesterásicos, é fácil concluir que, apesar das inúmeras vantagens em relação aos organoclorados, estes inseticidas são também um problema ambiental. Na região dos trópicos, onde está a maior biodiversidade de aves do planeta, este problema pode ser ainda maior, pelas altas temperaturas e pelo sistema de produção agrícola. Na Argentina, no verão de 1996, foram encontrados 5093 gaviões papa-gafanhotos (*Buteo swainsoni*) mortos, na região dos pampas (SCOLLON et al., 2001). Estas aves se reproduzem nos Estados Unidos, Canadá e México, migrando durante o inverno em grandes grupos para os pampas argentinos, que são predominantemente agrícolas. Scollon et al. (2001) analisaram 4109 destas aves e concluíram que todas elas haviam morrido por intoxicação por dois organofosforados, o dimetoato – 103 animais - e o monocrotofós – 4006 animais. A propensão destes gaviões a se deslocar em grandes grupos torna-os susceptíveis à mortalidade em larga escala quando expostos a inseticidas (SCOLLON et al., 2001). Este tipo de incidente já havia sido documentado nos pampas argentinos em anos anteriores, mostrando o quão freqüentes podem ser acidentes deste tipo (GOLDSTEIN et al., 1999a e GOLDSTEIN et al., 1999b).

A ubiqüidade e a facilidade de captura e colheita de material tornam as aves objeto de estudo em avaliações em fauna do impacto do uso de agrotóxicos. Além disso, as aves se apresentam mais sensíveis do que outros vertebrados à exposição

a diversos compostos (GRUE; SHIPLEY, 1984; PARKER; GOLDSTEIN, 2000). Contudo, há problemas relacionados tanto com a quantificação da exposição como com a avaliação do impacto que ela acarreta em populações de aves silvestres (BLUS; HENNY, 1997).

A análise de resíduos de agrotóxicos em aves silvestres geralmente é feita através de achados *post-mortem*, ou então demanda o sacrifício de animais ou a utilização de ovos. Algumas alternativas vêm sendo testadas com o intuito de determinar o grau de contaminação por agrotóxicos em aves sem a necessidade do sacrifício do animal. Um exemplo é a determinação da atividade colinesterásica em amostras de sangue (TRUDEAU; SANS CARTIER, 2000; VALDES, 2001). A desvantagem é que este método não pode ser aplicado a aves de tamanho muito reduzido, além de avaliar apenas a exposição a organofosforados e carbamatos (SÁNCHEZ-BAYO; WARD; BEASLEY, 1999, VALDES, 2001).

Considerando a dificuldade em determinar o real impacto de agrotóxicos em populações de aves, Sánchez-Bayo, Ward e Beasley (1999) verificaram que a análise de agrotóxicos no alimento permitia comparar a exposição pela dieta entre aves de mesma espécie residentes em diferentes pontos de uma mesma área geográfica, estudando, em populações de aves, o impacto relativo à utilização de agrotóxicos agrícolas. Para isso, estes autores apresentaram uma técnica não destrutiva de colheita de conteúdo de trato digestivo, a qual permite a recaptura da ave e possibilita o monitoramento em estudos de longo prazo, avaliando os resultados de possíveis medidas de correção na utilização de agrotóxicos. A técnica proposta, utilizando água morna na indução do regurgitamento, é bastante segura, ao contrário da utilização de eméticos, sendo muito utilizada em estudos de dieta de aves, pois apresenta um bom grau de recuperação do alimento ingerido. Este

método só foi associado à detecção de agrotóxicos por Sánchez-Bayo, Ward e Beasley (1999).

3. HIPÓTESE

A hipótese testada foi que a utilização de agrotóxicos nas fazendas do entorno do PNE causa contaminação do alimento ingerido por aves da Família Caprimulgidae do Parque de modo crescente, conforme diminui a distância às lavouras (fontes de contaminação).

4. OBJETIVOS GERAIS

Neste trabalho pretendeu-se contribuir em três frentes para a avaliação do impacto que a utilização de agrotóxicos pode provocar na avifauna do PNE. Primeiramente, pela adaptação da metodologia clássica de determinação de resíduos por cromatografia gasosa (CG) para amostras de conteúdo do trato digestivo de aves, sem a necessidade de sacrifício de animais. Em segundo lugar, pela avaliação da contaminação por via digestiva e suas características em aves da espécie *Eleothreptus candicans* e espécies correlatas capturadas no Parque. E finalmente, por contribuir com a elaboração do Plano de Manejo da espécie *Eleothreptus candicans*, endêmica do Cerrado e ameaçada de extinção, e estendendo estes resultados a outras espécies.

Outro objetivo foi contribuir com a gestão ambiental do PNE, seja por meio do envolvimento da comunidade na discussão dos assuntos do Parque ou pelo fornecimento de informações técnicas úteis na tomada de decisões políticas que regulem o impacto gerado por agrotóxicos ao meio ambiente.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A) Identificar agrotóxicos utilizados no entorno do PNE e épocas de aplicação. Selecionar aqueles com maior risco de contaminação para *Eleothenreptus candicans* pelo volume utilizado e pela toxicidade para aves.
- B) Detectar e quantificar resíduos dos agrotóxicos selecionados em conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae no PNE, em pontos com diferentes distâncias às lavouras e em diferentes épocas do ano, utilizando técnicas cromatográficas de detecção de resíduos.
- C) Estimular o envolvimento da comunidade local na discussão do uso de agrotóxicos no entorno do PNE.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1. Identificação dos agrotóxicos utilizados no entorno do PNE e épocas de aplicação. Seleção dos compostos a serem rastreados.

As informações sobre utilização de agrotóxicos foram obtidas junto a agrônomos atuantes em pontos de vendas destes produtos nos municípios de Mineiros (GO) e Chapadão do Céu (GO). Por solicitação dos entrevistados, os pontos de vendas e as pessoas que colaboraram não serão identificados. O entrevistas foram feitas durante os períodos de captura, consistindo das seguintes perguntas:

- A. Quais as culturas presentes nas fazendas do entorno do PNE e que culturas são utilizadas no período de entressafra das culturas principais?
- B. Quais os inseticidas de maior uso nestas culturas?
- C. Qual o ciclo de anual de plantio e quando são aplicados os produtos citados?

A seleção das moléculas a serem rastreadas por cromatografia foi feita dentre os produtos citados, com base em dados de literatura referentes a toxicidade para diferentes aves e a volume de uso recomendado para as culturas do entorno.

6.2. Detecção e quantificação dos agrotóxicos selecionados em conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae no PNE.

6.2.1. Captura das aves

O período de captura foi noturno. As estradas internas do PNE foram percorridas à velocidade máxima de $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, com uma ou duas pessoas iluminando com farol de mão sobre a caçamba do veículo (Fotografia 3). A cada

avistamento, por reflexo da luz, de uma ave de interesse, o veículo parou e o pesquisador aproximou-se do animal com uma lanterna de menor intensidade. As aves foram capturadas com uma das mãos, sem uso de puçá, rede ou qualquer ferramenta (Fotografia 4). Após determinação do ponto de captura com uso de equipamento de GPS, as aves foram conduzidas até o veículo para identificação, anilhamento, sexagem, pesagem e colheita de conteúdo alimentar. Para cada ave capturada preencheu-se uma ficha de captura e colheita de material (ANEXO A). A seguir as aves foram prontamente liberadas, aguardando-se até que elas voassem espontaneamente (Fotografia 5).



Fotografia 3 – Pesquisador em estrada interna do Parque Nacional das Emas (GO) em procedimento de procura de aves de interesse.



Fotografia 4 – Pesquisador momentos antes de captura de *Eleothreptus candicans*. No detalhe, ave pousada sobre cupinzeiro.



Fotografia 5 – Soltura de ave após procedimento de colheita de amostra.

6.2.2. Colheita das amostras

O conteúdo alimentar de papo e pró-ventrículo foi colhido de acordo com método descrito por Sánchez-Bayo, Ward e Beasley (1999), com algumas adaptações a aves da família Caprimulgidae. De acordo com o método utilizado, a ave foi contida firmemente por uma pessoa, deixando a musculatura abdominal e o pescoço livres. A outra pessoa então abriu o bico da ave cuidadosamente e colocou uma sonda mamária bovina, de aço inox, sobre a língua do animal (Fotografia 6). Esticando o pescoço da ave, a sonda passou pela porção inicial do esôfago e pelo papo, alcançando o pró-ventrículo. Então foi injetada água mineral em temperatura entre 40 e 50°C lentamente com uma seringa. Ao primeiro sinal de refluxo, a administração de água foi interrompida e o tubo retirado rapidamente, com a ave sendo colocada sobre o béquer de coleta (Fotografia 7). O material colhido foi armazenado em frascos de vidro com tampa e transportado em caixa térmica com gelo até um congelador (-20°C) no próprio PNE. Depois este material foi transportado em gelo até a Laboratório de Ecotoxicologia do CENA - USP, onde foi mantido à temperatura de -20°C até o momento da extração.



Fotografia 6 – Introdução de sonda em cavidade oral durante procedimento de colheita de conteúdo digestivo em *Eleothreptus candicans*.



Fotografia 7 – Ave da Família Caprimulgidae durante procedimento de colheita de conteúdo digestivo.

6.2.3. Extração

Nos procedimentos de extração foram utilizados os seguintes reagentes, sais e equipamentos:

- padrão analítico certificado de parationa-metílica Chem Senice, Inc. Pureza: 98,8%;
- padrão analítico certificado de monocrotófos: AccuStandard®. Pureza: 97,9%;
- padrão analítico certificado de alfa endossulfam: Hoechst®. Pureza: 99,8%;
- padrão analítico certificado de beta endossulfam: Hoechst®. Pureza: 99,3%;
- padrão analítico certificado de sulfato de endossulfam: Riedel-de-Haën®. Pureza: 99,0%;
- diclorometano Tedia Brazil® HPLC/Spectro;
- acetato de etila Mallinckrodt Nanograde®;
- sulfato de sódio anidro Anidrol® previamente condicionado a 300°C por 6 horas;
- rotaevaporador Heidolph® VV2000 com banho maria Heidolph® WB2000;
- nitrogênio comprimido. Pureza: 99,9%.

O método de extração utilizado, baseado em partição líquido-líquido, é apresentado abaixo:

- avolumou-se a amostra para 20 mL;
- adicionou-se 10 mL de diclorometano à amostra em um funil de separação de 125 mL;
- agitou-se manualmente por 1 min;
- com funil simples, com lã de vidro e sulfato de sódio anidro, recolheu-se a fase orgânica em balão de evaporação.

- repetiu-se por três vezes o procedimento;
- evaporou-se em rotaevaporador a 40°C;
- finalizou-se a secagem com nitrogênio;
- avolumou-se para 1 mL de acetato de etila.

6.2.4. Análise cromatográfica

Nas análises cromatográficas utilizou-se o cromatógrafo gasoso Agilent® 6890, modificando-se as condições e o detector de acordo com a molécula a ser analisada. Para organoclorados foram utilizadas as seguintes condições:

Detector: micro detector de captura de elétrons (μ DCE)

Coluna: HP-5 (30 m x 0,32 mm x 0,25 μ m)

Gás de arraste: nitrogênio (N_2)

Fluxo de N_2 : 1 mL \cdot min⁻¹

Gás de “make up”: N_2

Fluxo combinado (fluxo na coluna + “make up”): 30 mL \cdot min⁻¹

Modo de injeção: “splitless”

Volume de injeção: 1 μ L

Temperatura do injetor: 260°C

Temperatura do detector: 280°C

Rampa de temperaturas: 120°C por 1 min; eleva 15°C \cdot min⁻¹ até 280°C; mantém por 5,33 min.

Tempo total de corrida: 17 min

As seguintes condições cromatográficas foram utilizadas para as moléculas de organofosforados:

Detector: detector fotométrico de chama (DFC) modo Fósforo

Coluna: SGE ID-BP10 (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm)

Gás de arraste: N_2

Fluxo de N_2 : 1 mL \cdot min⁻¹

Fluxo de H_2 : 75 mL \cdot min⁻¹

Fluxo de ar: 100 mL \cdot min⁻¹

Fluxo de “make up”: 15 mL \cdot min⁻¹

Modo de injeção: “splitless”

Volume de injeção: 1 μL

Temperatura do injetor: 250°C

Temperatura do detector: 250°C

Rampa de temperaturas: 100°C por 1 min; eleva 20°C \cdot min⁻¹ até 280°C; mantém por 5 min.

Tempo total de corrida: 15 min

6.2.5. Análise estatística

Para o cálculo das distâncias entre pontos de pontos de captura e fazenda mais próxima foi utilizado o programa ArcGIS, versão 9.1, traçando a menor reta

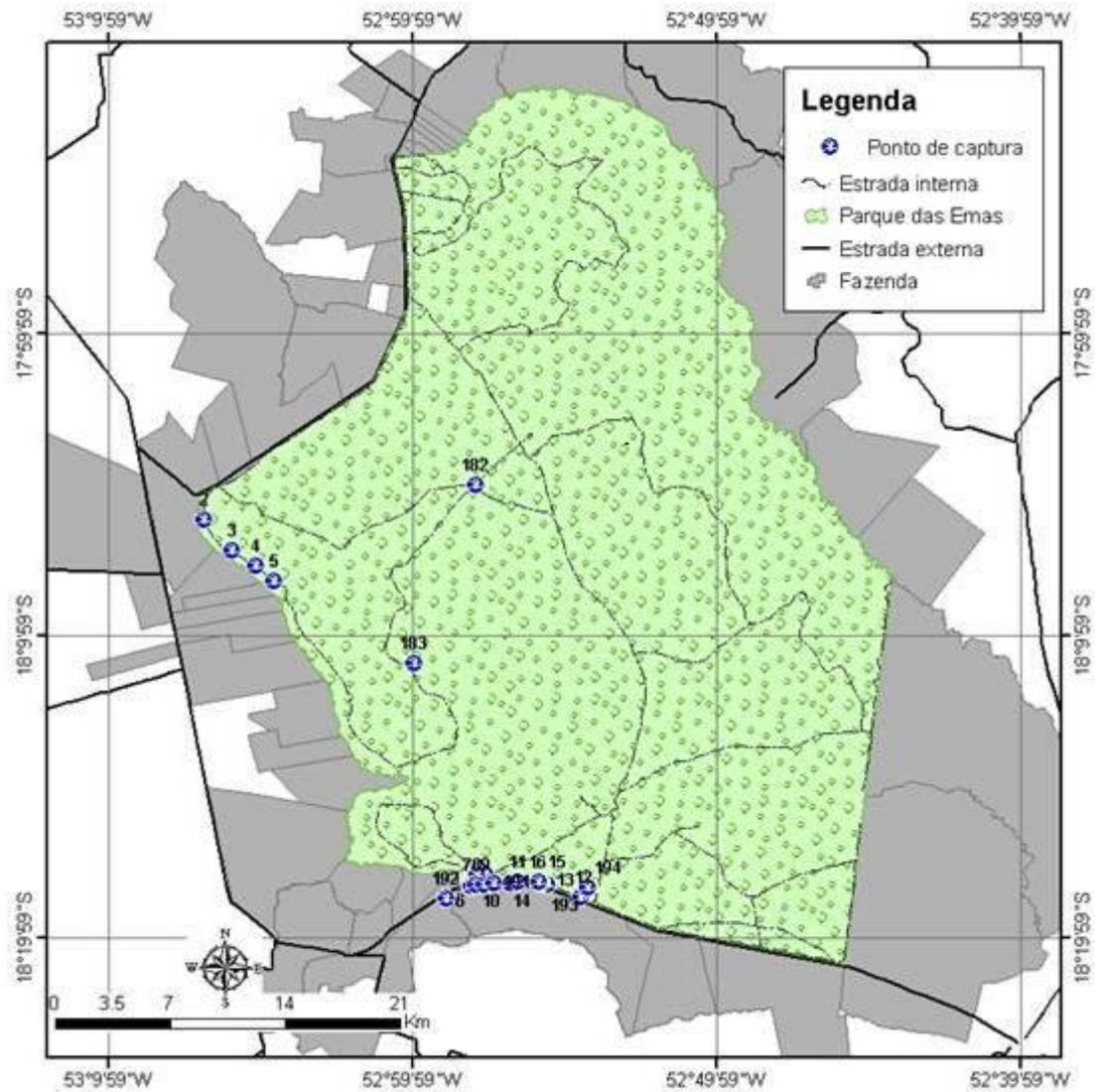
entre o ponto de captura e o limite mais próximo do PNE em imagem semelhante à apresentada no Mapa 3.

Na construção de curvas de calibração considerou-se a média de duas réplicas de injeções para cada concentração e cada composto e foi feita regressão linear, com cálculo de R-quadrado e equação da reta.

Na análise inferencial dos resultados referentes à quantificação de agrotóxicos em amostras de campo foi feita análise descritiva dos valores de contaminação referentes às moléculas de organoclorados. Entre as variáveis “distância à fonte de contaminação” e “contaminação individual” foi feita estatística de colunas para verificar se os parâmetros apresentavam distribuição Gaussiana e a seguir calculou-se a correlação linear de Spearman. O mesmo é válido para os dados “tempo de armazenamento” e “contaminação individual”.

Para comparar diferenças estatísticas entre grupos, quando mais de dois grupos foram comparados foi feita estatística de colunas para verificar se a distribuição dos dados era Gaussiana e a seguir foi feito o ANOVA de uma via seguido de pós-teste de Tukey ou Bonferroni. Nas comparações entre dois grupos foram feitos testes “t”, com nível de significância de 1%.

Para a construção de curvas de calibração foi utilizado o programa Microsoft® Office Excel 2003. Nas demais análises utilizou-se o GraphPad Prism versão 4.00 para Windows, GraphPad Software, San Diego, Califórnia, USA, www.graphpad.com.



Mapa 3 – Modelo de imagem para cálculo de distância entre ponto de captura e fazenda mais próxima.

6.3. Envolvimento da comunidade local na discussão do uso de agrotóxicos no entorno do PNE.

Para estimular a participação local na discussão do assunto do projeto foram realizadas palestras em escolas de ensino fundamental e médio de Chapadão do Céu. Além disso, alguns alunos, acompanhados por professores, foram selecionados e participaram de campanhas de captura no PNE.

7. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E RESULTADOS

7.1. Identificação dos agrotóxicos utilizados no entorno do PNE e épocas de aplicação. Seleção dos compostos a serem rastreados.

De acordo com as entrevistas feitas em pontos de venda de defensivos agrícolas nos municípios de Mineiros (GO) e Chapadão do Céu (GO), as safras cultivadas nas fazendas do entorno do PNE são soja, algodão e milho. As culturas de entressafra são milheto, sorgo e girassol. De acordo com o mercado, ocorrem variações anuais nas áreas cultivadas com estes produtos. Na Tabela 1 são apresentadas informações sobre plantio, ciclo, inseticidas utilizados em maior volume e outros produtos utilizados nas safras de soja, algodão e milho.

Na Tabela 2 são relacionados os princípios ativos de todos os compostos citados, juntamente com informações relevantes para a seleção dos agrotóxicos a serem pesquisados no decorrer do trabalho.

A partir destas informações foram escolhidos três produtos para detecção e quantificação, com base no volume utilizado em campo e na toxicidade para aves. Foram eles: endossulfam, monocrotofós e parationa-metílica, indicados em negrito na Tabela 2.

Tabela 1 – Época de plantio, ciclo e agrotóxicos utilizados nas principais culturas do entorno do Parque Nacional das Emas (GO).

Culturas do entorno	Plantio	Ciclo	Principais inseticidas	Outros produtos citados		
				Inseticidas	Fungicidas	Herbicidas
soja	outubro a novembro	130 dias	No início: endossulfam (Thiodan®) e cipermetrina (Cipermetrina®). A partir de 90 dias: metamidofós (Metamidofós®) e monocrotofós (Azodrin®).	clorpirifós (Lorsban®), lufenurom (Match®), novalurom (Galaxy®), parationa-metílica (Nitrosil®), triflumurom (Certero® e Alsystin®)	tebuconazol (Folicur®), epoxiconazol + piraclostrobina (Opera®) e trifloxystrobin + propiconazol e (Sphere®)	
algodão	dezembro	7 meses	Até 50 dias: endossulfam (Thiodan), metamidofós (Metamidofós®), monocrotofós (Azodrin®), parationa-metílica (Nitrosil®), tiametoxam (Cruiser® e Actara®) e carbossulfam (Marshall®). Depois de 80 dias: cipermetrina (Cipermetrina®), deltametrina (Decis®), beta-ciflutrina (Bulldock®).	acetamiprido (Mospilan®), benfuracarbe (Laser®), teflubenzurom (Nomolt®) e clorpirifós (Lorsban®)	carbendazim (Derosal®)	clomazona (Gamit®), diurom (Diurom®), glifosato (Glifosato®, Round-up® e Pilarsato®), alacloro (Laço®), MSMA (MSMA®), flumioxazina (Sumisoya®), 2,4-D (Amino®), dicloreto de paraquate + diurom (Gramocil®), clorimurom-etílico (Classic®), lactofem (Cobra®), imazetapir (Pivot®), haloxifope-P-metílico (Verdict® e Gallant®), nicosulfuron (Sanson®) e carfentrazona (Aurora®)
milho	outubro a dezembro	120 dias	Lufenurom (Match®), novalurom (Galaxy®), triflumurom (Certero® e Alsystin®) e teflubenzurom (Nomolt®), utilizados apenas nos primeiros 30 dias.	cipermetrina (Cipermetrina®), metomil (Lannate®), clorpirifós (Lorsban®), tiodicarbe (Larvin®)		isoxaflutole (Provence®), nicossulfuron (Sanson®) e atrazina (Atrazina®).

Tabela 2 - Ingrediente ativo, produto formulado, classe de uso, grupo químico, classificação toxicológica do ingrediente ativo, classificação ambiental do produto formulado, indicações e volumes de uso do ingrediente ativo nas culturas do entorno do Parque Nacional das Emas e DL50 de agrotóxicos comercializados em Mineiros (GO) e Chapadão do Céu (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (continua).

Ingrediente ativo	Produto formulado	Classe de uso ^a	Grupo químico	Classificação toxicológica I.A. ^b	Classificação ambiental P.F. ^c	Indicações e volume de uso (g I.A. · ha ⁻¹) ^d	DL50 (mg · kg ⁻¹)
2,4-D	Aminol 806	H	ácido ariloxialcanóico	I	I	M - 403 a 1209 S - 806 a 1209	>1000 (patos selvagens) 668 (<i>Coturnix japonica</i> e <i>Columba livia</i>)
acetamiprido	Mospilan	I	neonicotinóide	III	II	A - 20	472 (<i>Phasianus colchicus</i>) 180 (<i>Colinus virginianus</i>)
alaclo-ro	Laço CE	H	cloroacetanilida	III	III	A, G, M e S - 2400 a 3360	1536 (<i>Colinus virginianus</i>) 940 (<i>Colinus virginianus</i>)
atrazina	Atrazina Nortox 500 SC	H	triazina	III	II	M e So - 1500 a 3250	>2000 (<i>Anas platyrhynchos</i>) 4237 (<i>Coturnix japonica</i> adulto)
benfuracarbe	Laser 400 SC	I	metilcarbamato de benzofuranila	II	II	A - 0,6 a 1 kg · 100 kg semente ⁻¹ M - 0,7 a 1 kg · 100 kg semente ⁻¹	92 (<i>Gallus gallus domesticus</i>)
beta-ciflutrina	Bulldock 125 SC	I	piretróide	II	I	A - 10 a 12,5 M - 5 S - 2,5 a 7,5	>2000 (<i>Coturnix japonica</i>)
carbendazim	Derosal 500 SC	F	benzimidazol	III	III	A - 40 g · 100 kg semente ⁻¹ / S - 50 g · 100 kg semente ⁻¹ ou 250 a 300 g · ha ⁻¹	5826-15595 (codornas)
carbosulfana	Marshal 400 SC	A-I-N	metilcarbamato de benzofuranila	II	II	A - 120	10 (<i>Anas platyrhynchos</i>) 82 (codornas) 20 (<i>Phasianus colchicus</i>)
carfentrazone-etílica	Aurora 400 CE	H	triazolona	IV	II	A - 40 a 60 M e S - 10 a 12,48	>1000 (codornas)
cipermetrina	Cipermetrina Nortox 250 CE	I	piretróide	II	I	A - 12,5 a 62,5 M - 12,5 a 15 S - 15 a 25	>10000 (<i>Anas platyrhynchos</i>) >2000 (<i>Gallus gallus domesticus</i>)
ciproconazol / trifloxistrobina	Sphere	F	triazol + estrobirulina	III / II	II	S - 24 / 56,25 a 32 / 75	ciproconazol 150 (<i>Coturnix japonica</i>) trifloxistrobina >2000 (<i>Colinus virginianus</i>) >2250 (<i>Anas platyrhynchos</i>)
clomazona	Gamit	H	isoxazolidinona	III	II	A - 800 a 1000 S - 800 a 1250	>2510 (<i>Colinus virginianus</i> e <i>Anas platyrhynchos</i>)
clorimurrom-etílico	Classic	H	sulfoniluréia	III	III	S - 15 a 20	>2510 (<i>Anas platyrhynchos</i>)

Tabela 2 - Ingrediente ativo, produto formulado, classe de uso, grupo químico, classificação toxicológica do ingrediente ativo, classificação ambiental do produto formulado, indicações e volumes de uso do ingrediente ativo nas culturas do entorno do Parque Nacional das Emas e DL50 de agrotóxicos comercializados em Mineiros (GO) e Chapadão do Céu (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (continuação).

Ingrediente ativo	Produto formulado	Classe de uso ^a	Grupo químico ^b	Classificação toxicológica I.A. ^c	Classificação ambiental P.F. ^d	Indicações e volume de uso (g I.A. · ha ⁻¹)	DL50 (mg · kg ⁻¹)
clorpirifós	Lorsban 480 BR	A-I	organofosforado	II	II	A - 144 a 960 M - 192 a 480 S - 120 a 480 So - 240 a 360	490 (<i>Anas platyrhynchos</i>) 122 (<i>Passer domesticus</i>) 32-102 (<i>Gallus gallus domesticus</i>)
deltametrina	Decis Ultra 100 CE	I	piretróide	III	II	A - 10 M - 5	>4640 (<i>Anas platyrhynchos</i>)
diurom	Diuron Nortox	H	uréia	III	II	A - 560 a 2000	sem dados
diurom / dicloreto de paraquate	Gramocil	H	uréia + bipiridílio	III / I	II	A, M e S - 200 / 400 a 300 / 600	dicloreto de paraquate 175 (<i>Colinus virginianus</i>) 199 (<i>Anas platyrhynchos</i>)
endossulfam	Thiodan CE	A-I	clorociclodieno	I	I	A - 350 a 875 S - 350 a 525	205-245 (<i>Anas platyrhynchos</i>) 620-1000 (<i>Phasianus colchicus</i>) epoxiconazol >2000 (codornas)
epoxiconazol / piraclostrobina	Opera	F	triazol / estrobirulina	III	II	M - 37,5 / 99,75 S - 25 / 66,5 a 30 / 79,8	piraclostrobina >2000 (<i>Colinus virginianus</i>)
flumioxazina	Sumisoya	H	ciclohexenodicarboximida	IV	III	A - 25 S - 25 a 60	>2250 (<i>Colinus virginianus</i>)
glifosato	Glifosato Nortox	H	glicina substituída	IV	III	M e S - 480 a 2880	>3851 (<i>Colinus virginianus</i>)
haloxifope-P-metilico	Verdict R	H	ácido ariloxifenoxipropiônico	III	III	A e S - 48 a 60	1159 (<i>Colinus virginianus</i>)
imazetapir	Pivot	H	imidazolinona	III	* - Registro Decreto 24.114/34	S - 106	>2150 (<i>Colinus virginianus</i> e <i>Anas platyrhynchos</i>)
isoxaflutole	Provence 750 WG	H	isoxazol	III	II	M - 60	>2150 (codornas e <i>Anas platyrhynchos</i>)
lactofem	Cobra	H	éter difenílico	III	II	S - 148,8 a 180 A - 7,5 a 50 M - 15	>2510 (codornas)
lufenurom	Match CE	I	benzoiluréia	III	II	S - 7,5	>2000 (<i>Colinus virginianus</i> e <i>Anas platyrhynchos</i>)
metamidofós	Metamidofós Fersol 600	A-I	organofosforado	I	II	A - 210 a 420 S - 150 a 450	10 (<i>Colinus virginianus</i>)
metomil	Lannate Star	I	metilcarbamato de oxima	I	II	A - 172 M - 129 S - 107,5	15,9 (<i>Anas platyrhynchos</i>) 15,4 (<i>Phasianus colchicus</i>) 4,8 (<i>Anas platyrhynchos</i>) 3,7 (<i>Coturnix japonica</i> macho) 0,94 (<i>Colinus virginianus</i> macho) 6,7 (<i>Gallus gallus domesticus</i>) 2,8 (<i>Phasianus colchicus</i> jovem) 6,5 (<i>Rhynchotus rufescens</i>) 2,8 (<i>Columba livia</i>) 1,5 (<i>Paser domesticus</i>)
monocrotofós	Azodrin 400	A-I	organofosforado	I	I	A - 120 a 320 S - 100 a 148	

Tabela 2 - Ingrediente ativo, produto formulado, classe de uso, grupo químico, classificação toxicológica do ingrediente ativo, classificação ambiental do produto formulado, indicações e volumes de uso do ingrediente ativo nas culturas do entorno do Parque Nacional das Emas e DL50 de agrotóxicos comercializados em Mineiros (GO) e Chapadão do Céu (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (conclusão).

Ingrediente ativo	Produto formulado	Classe de uso ^a	Grupo químico ^b	Classificação toxicológica I.A. ^c	Classificação ambiental P.F. ^d	Indicações e volume de uso (g I.A. · ha ⁻¹)	DL50 (mg · kg ⁻¹)
MSMA	MSMA Sanachem 720 SC	H	organoarsênico	II	II	A - 1800 a 2880	425200 (codornas)
nicossulfurom	Sanson 40 SC	H	sulfoniluréia	III	II	M - 50 a 60	>2250 (<i>Colinus virginianus</i>)
novalurom	Galaxy 100CE	I	benzoiluréia	IV	II	A - 10 M - 15 S - 7,5 a 10	>2000 (<i>Anas platyrhynchos</i>)
parationa- metilica	Parathion 600 CE Pikapau	I	organofosforado	I	II	A - 270 a 480 M - 390 S - 270 a 402	3 (<i>Falco sparverius</i>) 7,5 (<i>Sturnus vulgaris</i>) 6 – 10 (<i>Anas platyrhynchos</i>) 8 (<i>Colinus virginianus</i>) 10-24 (<i>Agelaius phoeniceus</i>) 8 (<i>Phasianus colchicus</i>) 4438 (<i>Coturnix japonica</i> macho) 2912 (<i>Coturnix japonica</i> fêmea) 1988 (<i>Colinus virginianus</i>)
tebuconazol	Folicur 200 CE	F	triazol	IV	II	M e So - 200 S - 60 a 150	2912 (<i>Coturnix japonica</i> fêmea) 1988 (<i>Colinus virginianus</i>)
teflubenzurom	Nomolt 150	I	benzoiluréia	IV	II	A e S - 7,5 M - 7,5 a 15	>2250 (codornas)
tiametoxam	Cruiser 700 WS	I	neonicotinóide	III	III	A - 140 a 210 g · 100 kg semente ⁻¹ M - 105 a 210 g · 100 kg semente ⁻¹ S - 35 a 105 g · 100 kg semente ⁻¹	1552 (<i>Colinus virginianus</i>) 576 (<i>Anas platyrhynchos</i>)
tiodicarbe	Larvin 350	I	metilcarbamato de oxima	II	II	A - 70 a 525 S - 52,5 a 525	2023 (<i>Coturnix japonica</i>)
triflumuron	Alsystin 480 SC	I	benzoiluréia	IV	III	A e S - 14,4 M - 24	561 (<i>Colinus virginianus</i>)

^a A - acaricida; I - inseticida; F - fungicida; H - herbicida; N - nematocida.

^b I - extremamente tóxico; II - altamente tóxico; III - medianamente tóxico; IV - pouco tóxico.

^c I - produto altamente perigoso; II - produto muito perigoso; III - produto perigoso.

^d A - algodão; S - soja; M - milho; So - sorgo; G - girassol.

Fontes:

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Sistema de Informação de Agrotóxicos (SIA)**. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp>>. Acesso em: 23 mar. 2006.

TOMLIN, C. D. S. (Ed.). *The e-pesticide manual*. 13. ed. Farnham: BCPC, 2004-05. CD-ROM.

EXTOXNET - The EXTension TOXicology NETwork. Disponível em: <<http://extoxnet.orst.edu>>. Acesso em: 7 nov. 2006.

7.2. Captura das aves e colheita das amostras

Durante o período de novembro de 2004 a novembro de 2006 foram realizadas dez campanhas de captura e colheita de material, com 157 colheitas de conteúdo digestivo. Foram determinadas oito rotas de captura, com o intuito de percorrer a maior parte possível das estradas internas do PNE. As rotas 1 a 8 apresentam, respectivamente, as seguintes distâncias: 36,7; 37,6; 36,4; 38,9; 25,2; 67,7; 35,3 e 43,4 km. Estipulou-se percorrer uma vez cada rota em cada campanha. Quando não houve captura em alguma das rotas, ela foi percorrida pela segunda vez. As estradas internas do PNE têm seus cruzamentos e outros pontos importantes sinalizados por marcos com letras. Na Tabela 3 são apresentados os pontos percorridos em cada rota. No Mapa 4 é apresentado uma representação do PNE, com as estradas internas, os marcos e as fazendas do entorno.

Tabela 3 - Pontos percorridos em cada rota determinada no Parque Nacional das Emas (GO) para procura de aves da Família Caprimulgidae.

ROTA	PONTOS	DISTÂNCIA TOTAL (km)
1	A - X - W - P2 - V - U2 - U1	36,7
2	X - Z1 - Y - W	37,6
3	A - K2 - L - K1 - C - B - pista de pouso	36,4
4	B - J - G - F - E - D - C	38,9
5	Y - VY - V	25,2
6	V - P1 - N - M - O - P1	67,7
7	O - U1 - R - S - Q	35,3
8	U2 - T1 - TU2 - T - Q	43,4

Tabela 4 - Número de indivíduos de diferentes espécies da Família Caprimulgidae capturados em rotas estabelecidas no Parque Nacional das Emas (GO) durante o período de novembro de 2004 a novembro de 2006.

	<i>Eleothreptus candicans</i>	<i>Hydropsalis torquata</i>	<i>Caprimulgus parvulus</i>	<i>Nyctidromus albicollis</i>	TOTAL
Rota 1	10	1	6	0	17
Rota 2	9	4	5	0	18
Rota 3	55	0	1	1	57
Rota 4	5	4	6	0	15
Rota 5	13	1	1	0	15
Rota 6	17	3	3	0	23
Rota 7	0	3	2	3	8
Rota 8	0	0	3	0	3
Fora de rota	0	0	0	1	1
TOTAL	109	16	27	5	157

Tabela 5 - Número de capturas realizadas em aves da Família Caprimulgidae para colheita de conteúdo digestivo no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e outubro de 2006.

	<i>Eleothreptus candicans</i>	<i>Hydropsalis torquata</i>	<i>Caprimulgus parvulus</i>	<i>Nyctidromus albicollis</i>	TOTAL
nov 2004	14	1	0	0	15
fev 2005	13	0	0	0	13
mai 2005	11	0	1	0	12
jul 2005	1	2	0	0	3
ago 2005	14	3	2	1	20
nov 2005	10	2	4	1	17
jan 2006	7	2	6	0	15
abr 2006	24	3	3	1	31
out 2006	8	1	9	1	19
nov 2006	7	2	3	0	12
TOTAL	109	16	28	4	157

Além da colheita de material, foram levantadas as seguintes informações: horário de captura, sexo, idade e peso do animal, localização da captura (estrada do Parque e coordenadas geográficas), condições de céu, vento e lua, paisagem de vegetação predominante, temperatura da água e volume administrado. No Anexo B podem ser visualizados os dados coletados de cada ave capturada entre julho de 2005 e outubro de 2006.

7.3. Extração, detecção e quantificação das moléculas selecionadas nas amostras

A extração das moléculas selecionadas foi feita no Laboratório de Ecotoxicologia do CENA – USP. A análise cromatográfica foi realizada na Bioagri Laboratórios Ltda, em Piracicaba – SP.

7.3.1. Estabelecimento das condições cromatográficas

Devido à baixa sensibilidade do espectrômetro de massas especialmente para os organofosforados optou-se por utilizar a detecção por captura de elétrons (DCE) para os organoclorados e pela detecção fotométrica de chama (DFC) para os organofosforados. Inicialmente foram feitas injeções de 1 µL de padrões analíticos certificados dos compostos de interesse (alfa endossulfam, beta endossulfam, sulfato de endossulfam, monocrotofós e parationa-metílica) nas concentrações de 50 ng · mL⁻¹ em acetato de etila em cromatógrafo gasoso equipado com colunas e detectores adequados para cada grupo de compostos, apresentados em 6.2.4. Então foram otimizadas as condições cromatográficas de forma a se obter picos cromatográficos bem separados no menor tempo de corrida possível. Desta forma, a

rampa de temperaturas que apresentou o melhor resultado foi a apresentada em 6.2.4. Os tempos de retenção de cada molécula são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Tempos de retenção sob condições otimizadas em cromatografia gasosa de moléculas de agrotóxicos utilizadas no entorno do Parque Nacional das Emas (GO).

Molécula	Tempo de retenção (min)
Monocrotofós	9,3
Parationa-metílica	9,8
Alfa endossulfam	10,6
Beta endossulfam	11,3
Sulfato de endossulfam	11,9

No Gráfico 1 é apresentado cromatograma modelo para as moléculas de organoclorados selecionadas, obtido em cromatógrafo gasoso com detector de captura de elétrons. O cromatograma modelo para os organofosforados de escolha, obtido em cromatógrafo gasoso com detector fotométrico de chama, é apresentado no Gráfico 2.

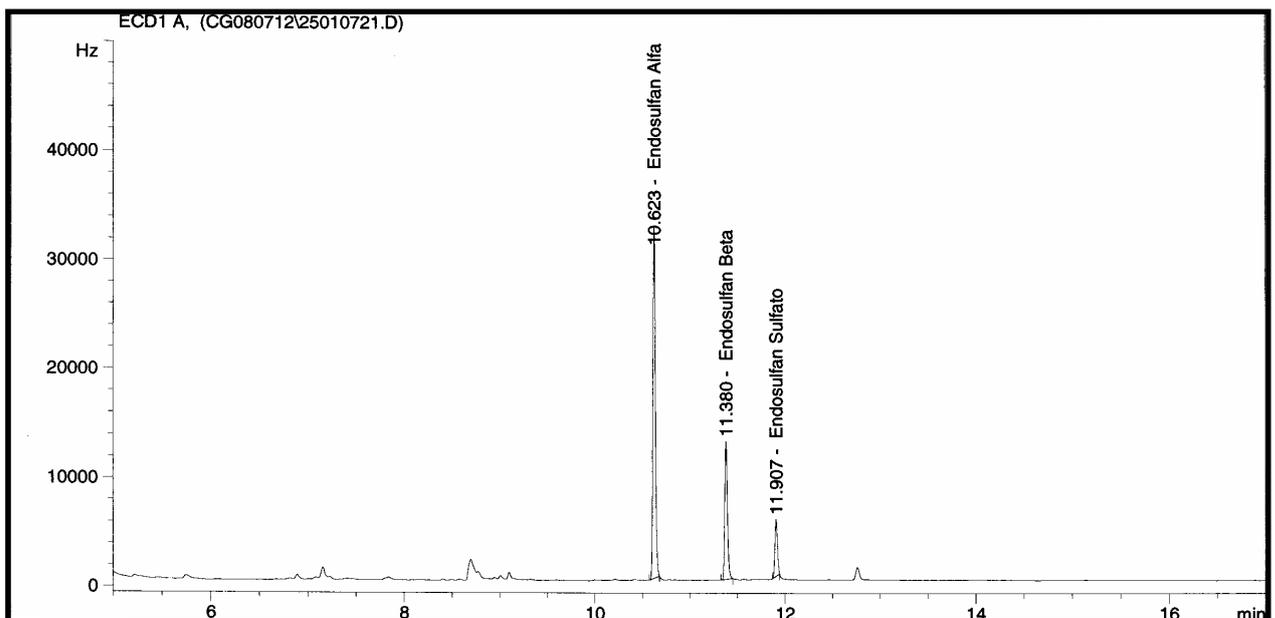


Gráfico 1 – Cromatograma modelo para alfa endossulfam, beta endossulfam e sulfato de endossulfam obtido em CG-DCE.

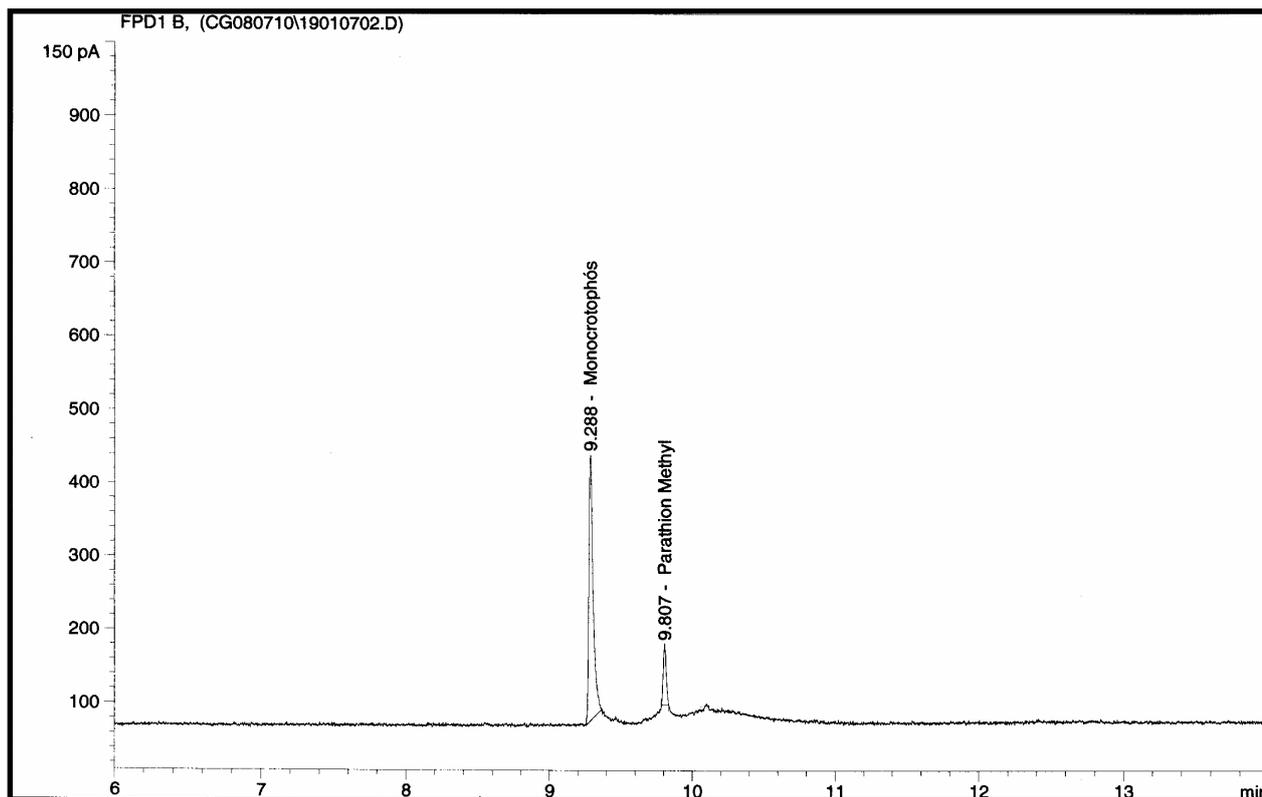


Gráfico 2 – Cromatograma modelo para alfa monocrotophós e parationa-metílca obtido em CG-DFC.

7.3.2. Determinação dos limites de detecção e de quantificação

Para a validação do método de extração e para a confecção de curvas analíticas de calibração foram determinados os limites de detecção e de quantificação. O limite de detecção (LOD) foi calculado multiplicando-se por três o valor do ruído observado no tempo de retenção do analito de interesse (LEITE, 1996). O limite de quantificação (LOQ) foi calculado multiplicando-se por dez o valor desse ruído (BRONDI; SPOLJARIC; LANÇAS, 2005). Estes limites são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Limites de detecção (LOD) e de quantificação (LOQ) para cinco agrotóxicos de uso freqüente no entorno do Parque Nacional das Emas (GO).

Agrotóxico	LOD ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	LOQ ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)
monocrotofós	100	333,3
parationa-metílica	100	333,3
alfa endossulfam	16,3	54,4
beta endossulfam	7	23,3
sulfato de endossulfam	8	26,6

7.3.3. Validação do método de extração

Para a validação do método de extração, procedemos à fortificação de água destilada com os padrões analíticos certificados dos compostos de interesse. Optou-se por utilizar água, primeiramente para poupar as amostras colhidas no PNE e também por apresentarem, as amostras, consistência bastante líquida, já que a maior parte do conteúdo é formada pela água adicionada durante o procedimento de colheita da amostra.

Foram preparadas soluções de 20 mL de água destilada fortificada com três níveis de concentração dos padrões analíticos de interesse, atingindo a concentração final, após extração e concentração, de $0,5 \cdot \text{LOQ}$, $2 \cdot \text{LOQ}$ e $5 \cdot \text{LOQ}$. Na Tabela 8 são apresentadas as concentrações de cada molécula em cada nível de fortificação.

Para cada nível de fortificação foram preparadas três soluções por molécula. Cada uma destas soluções foi submetida ao procedimento de extração detalhado no item 6.2.3. Além destas soluções foi preparada uma solução referência de 1 mL de acetato de etila fortificada com cada um dos níveis de concentração. Os extratos e

as referências foram injetados em equipamento de cromatografia gasosa. Os resultados de recuperação de monocrotofós são apresentados na Tabela 9.

Tabela 8 – Concentrações de agrotóxicos utilizadas para validação de método de extração.

	Nível de fortificação (ng · mL ⁻¹)		
	0,5 · LOQ	2 · LOQ	5 · LOQ
monocrotofós	165	660	1650
parationa metílica	165	660	1650
alfa endossulfam	28	112	280
beta endossulfam	12	48	120
sulfato de endossulfam	13	52	130

Tabela 9 – Recuperação de monocrotofós em cromatógrafo gasoso com detector fotométrico de chama após extração por partição líquido-líquido

MONOCROTOFÓS		
Nível de fortificação (ng · mL ⁻¹)	Recuperação média ± DP (ng · mL ⁻¹)	Recuperação (%)
165	76,98 ± 14,16	46,65
660	595,93 ± 263,64	90,29
1650	1374,83 ± 588,50	83,32

Na Tabela 10 são apresentados os resultados de recuperação para parationa metílica nos três níveis de fortificação.

Tabela 10 – Recuperação de parationa-metílica em cromatógrafo gasoso com detector fotométrico de chama após extração por partição líquido-líquido

PARATIONA-METÍLICA		
Nível de fortificação (ng · mL ⁻¹)	Recuperação média ± DP (ng · mL ⁻¹)	Recuperação (%)
165	96,21 ± 18,33	58,31
660	670,16 ± 226,58	101,54
1650	1666,53 ± 536,51	101,00

Os resultados de recuperação do isômero alfa endossulfam são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Recuperação de alfa endossulfam em cromatógrafo gasoso com detector de captura de elétrons após extração por partição líquido-líquido

ALFA ENDOSSULFAM		
Nível de fortificação (ng · mL ⁻¹)	Recuperação média ± DP (ng · mL ⁻¹)	Recuperação (%)
28	16,91 ± 4,60	60,39
112	107,29 ± 54,14	95,79
280	288,66 ± 128,49	103,09

Os três níveis de fortificação e a respectiva recuperação de beta endossulfam são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Recuperação de beta endossulfam em cromatógrafo gasoso com detector de captura de elétrons após extração por partição líquido-líquido

BETA-ENDOSSULFAM		
Nível de fortificação (ng · mL ⁻¹)	Recuperação média ± DP (ng · mL ⁻¹)	Recuperação (%)
12	7,96 ± 2,47	66,33
48	47,20 ± 24,52	98,34
120	131,19 ± 60,58	109,32

Na Tabela 13 são apresentados os valores de recuperação para o sulfato de endossulfam nos três níveis de fortificação.

Tabela 13 – Recuperação de sulfato de endossulfam em cromatógrafo gasoso com detector de captura de elétrons após extração por partição líquido-líquido

SULFATO DE ENDOSSULFAM		
Nível de fortificação (ng · mL ⁻¹)	Recuperação média ± DP (ng · mL ⁻¹)	Recuperação (%)
13	9,40 ± 2,82	72,32
52	52,12 ± 26,91	100,22
130	145,05 ± 65,47	111,57

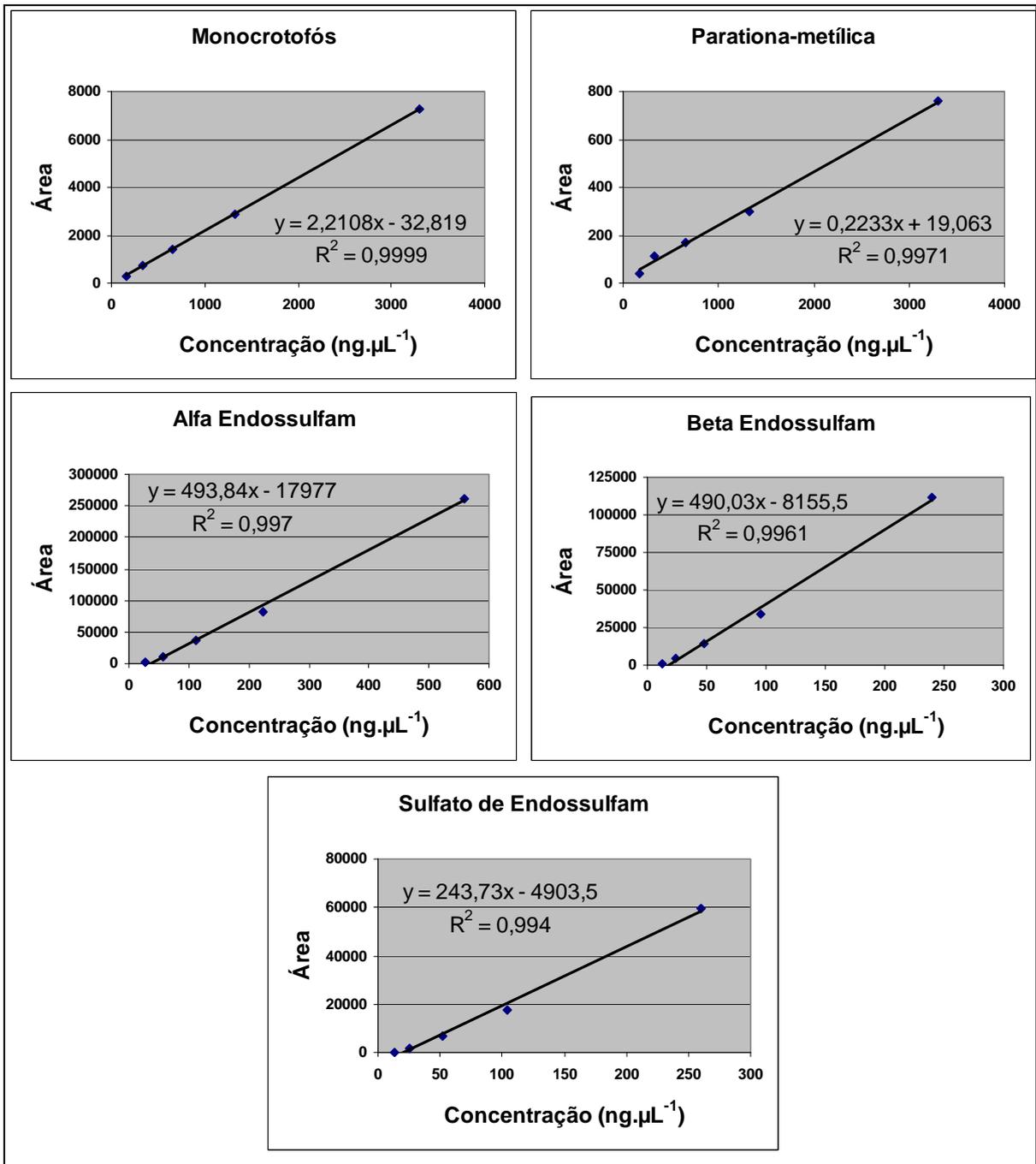
7.3.4. Curvas analíticas de calibração

Para a quantificação de resíduos das moléculas selecionadas foram estabelecidas curvas analíticas de calibração. Para isto foram preparadas soluções de acetato de etila com os padrões analíticos certificados de cada composto a ser analisado. As concentrações foram escolhidas de acordo com os LOQ's determinados para cada composto: 0,5 · LOQ, 1 · LOQ, 2 · LOQ, 4 · LOQ e 10 · LOQ. As concentrações utilizadas para o estabelecimento das curvas analíticas de calibração de cada composto são apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14 – Concentrações utilizadas para a confecção de curvas analíticas de calibração, com base nos limites de quantificação (LOQ's), para a determinação de resíduos de agrotóxicos em conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae.

	Concentração (ng . μL^{-1})				
	0,5 · LOQ	1 · LOQ	2 · LOQ	4 · LOQ	10 · LOQ
monocrotofós	165	330	660	1320	3300
parationa-metílica	165	330	660	1320	3300
alfa endossulfam	28	56	112	224	560
beta endossulfam	12	24	48	96	240
sulfato de endossulfam	13	26	52	104	260

No Quadro 2 são apresentadas as curvas analíticas de calibração utilizadas para quantificação de resíduos de monocrotofós, parationa-metílica, alfa endossulfam, beta endossulfam e sulfato de endossulfam nas amostras de campo.



Quadro 2 – Curvas analíticas de calibração das moléculas monocrotofós, parationa-metílica, alfa endossulfam, beta endossulfam e sulfato de endossulfam, com respectivos equações da reta e valores de R^2 .

7.3.5. Quantificação de agrotóxicos em amostras de campo

Das 157 amostras colhidas em campo, uma foi perdida durante o armazenamento e outra foi perdida durante a extração. Foram analisadas, portanto, 155 amostras. Os níveis de resíduos encontrados em conteúdo digestivo são apresentados em μg ou ng de resíduo $\cdot \text{kg}$ de peso corpóreo⁻¹.

7.3.5.1. Organofosforados

Em todas as amostras analisadas o nível de resíduo de monocrotofós ficou abaixo do limite de detecção. Quanto à parationa-metílica, entre todas as amostras, apenas uma apresentou resíduo acima do nível de detecção. O nível encontrado foi de $14,74 \mu\text{g} \cdot \text{kg}$ de peso corpóreo⁻¹. A ave contaminada é uma fêmea adulta da espécie *Caprimulgus parvulus*, capturada em outubro de 2006, a 59 m da fonte de contaminação mais próxima, a fazenda Holândia. O cromatograma obtido com a injeção desta amostra é apresentado no Gráfico 3.

7.3.5.2. Organoclorados

Das 155 amostras analisadas, 119 apresentaram contaminação por alfa endossulfam, beta endossulfam e/ou sulfato de endossulfam acima do limite de detecção. A contaminação por endossulfam total, ou seja, a soma das três moléculas, variou entre $0,26$ e $2,28 \mu\text{g} \cdot \text{kg}$ de peso corpóreo⁻¹. O número de aves contaminadas por cada molécula e a contaminação média encontrada são apresentados na Tabela 15.

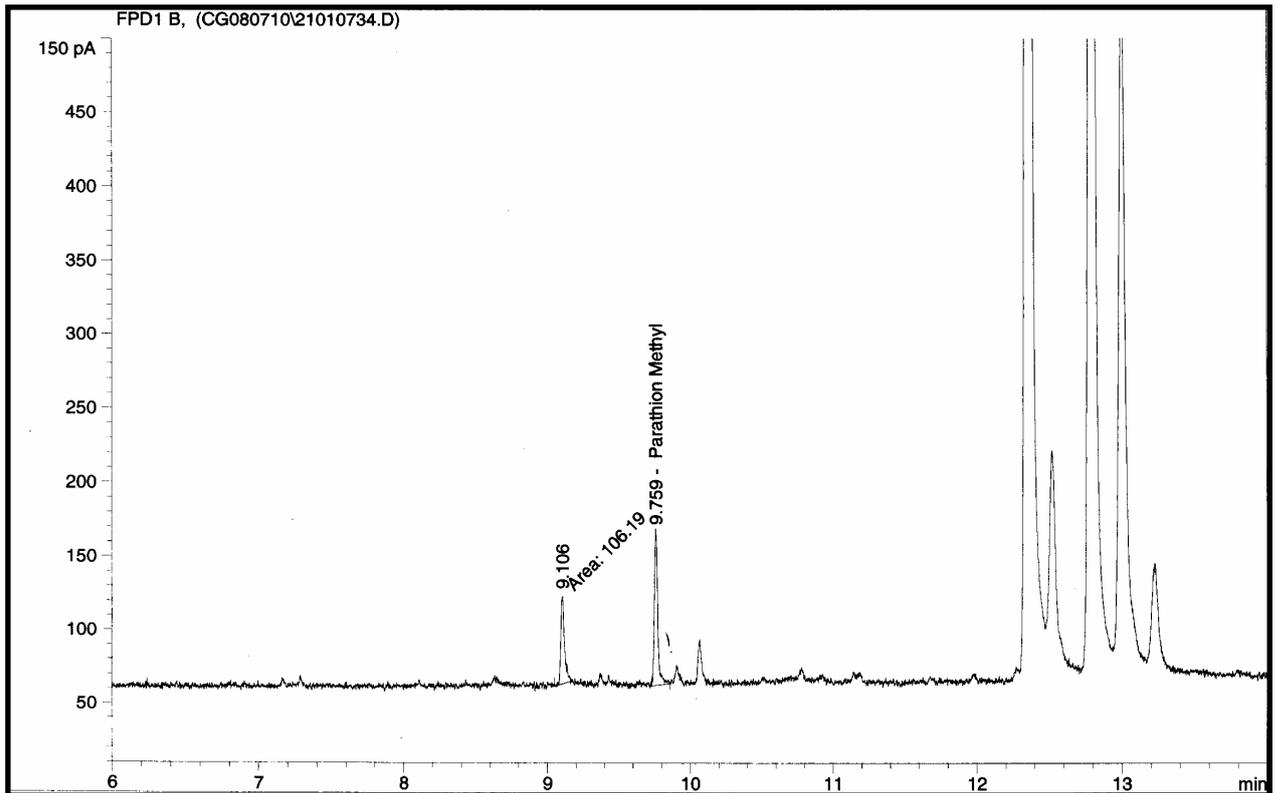


Gráfico 3 – Cromatograma de amostra de conteúdo digestivo de ave da espécie *Caprimulgus parvulus* contaminada por parationa-metilica, obtido em CG-DFC.

Tabela 15 – Número de amostras contaminadas e contaminação média por alfa e beta endossulfam, sulfato de endossulfam e endossulfam total em amostras de conteúdo digestivo de aves da família Caprimulgidae colhidas no Parque Nacional das Emas entre novembro de 2004 e novembro de 2006.

	Alfa endossulfam	Beta endossulfam	Sulfato de endossulfam	Endossulfam total
Amostras contaminadas / total de amostras	87 / 155 (56,13%)	81/155 (52,26%)	118 / 155 (76,13%)	119 / 155 (76,77%)
Contaminação média \pm desvio padrão (ng kg ⁻¹)	736,48 \pm 132,73	353,86 \pm 66,10	429,72 \pm 82,86	1204,73 \pm 522,07

Para os resultados apresentados a seguir, é considerada a contaminação por endossulfam total.

A) Distância à fonte de contaminação

A correlação entre distância à fazenda mais próxima e grau de contaminação por endossulfam total da ave capturada é apresentada no Gráfico 4. Na figura observa-se a reta que melhor se ajusta aos pontos, verificando que não houve correlação significativa entre os dois parâmetros.

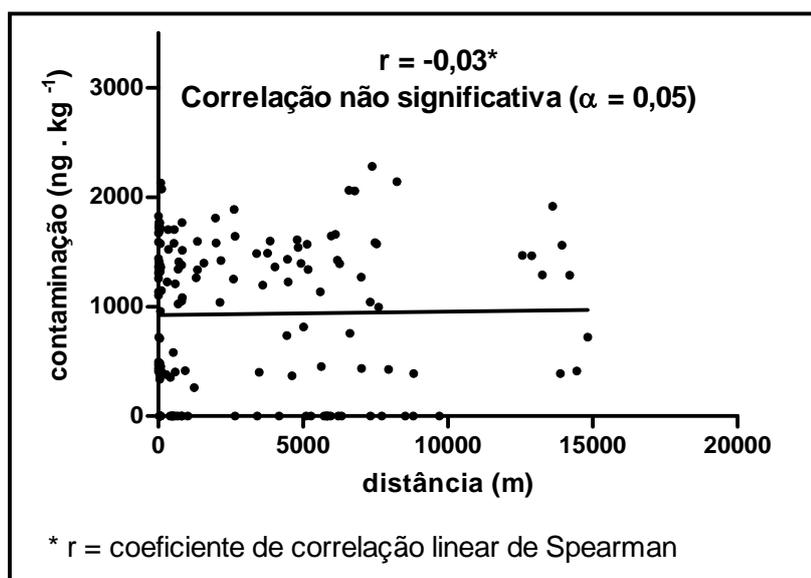


Gráfico 4 – Correlação linear entre distância ao ponto de contaminação mais próximo e contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006.

No Gráfico 5 são apresentados os mesmos dados, separados em quatro grupos de distâncias à fazenda mais próxima: 0 a 100 m, 101 a 1000 m, 1001 a 5000 m e 5001 a 15000 m. No Gráfico 6 são considerados apenas os animais capturados em 2006. Em ambos os casos não houve diferenças significativas entre os grupos.

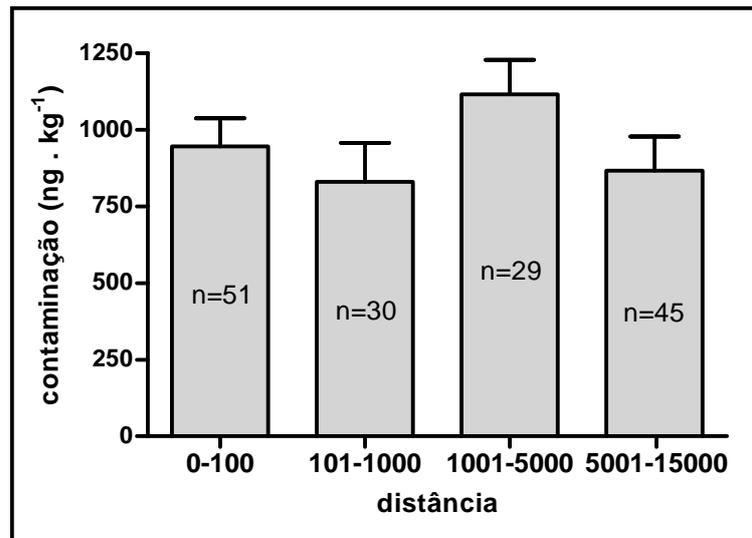


Gráfico 5 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006, de acordo com a distância ao ponto de contaminação mais próximo.

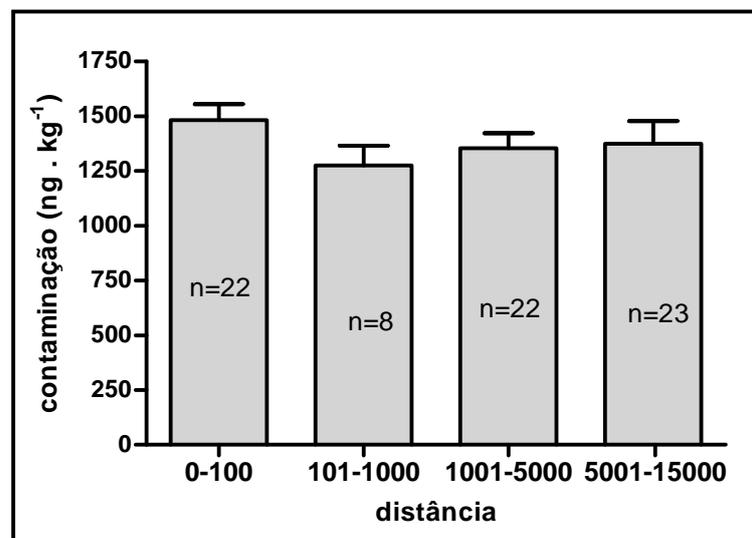


Gráfico 6 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006, de acordo com a distância ao ponto de contaminação mais próximo.

B) Tempo de armazenamento das amostras

No Gráfico 7 é apresentada a correlação entre tempo de armazenamento das amostras à temperatura de -20°C e grau de contaminação encontrado.

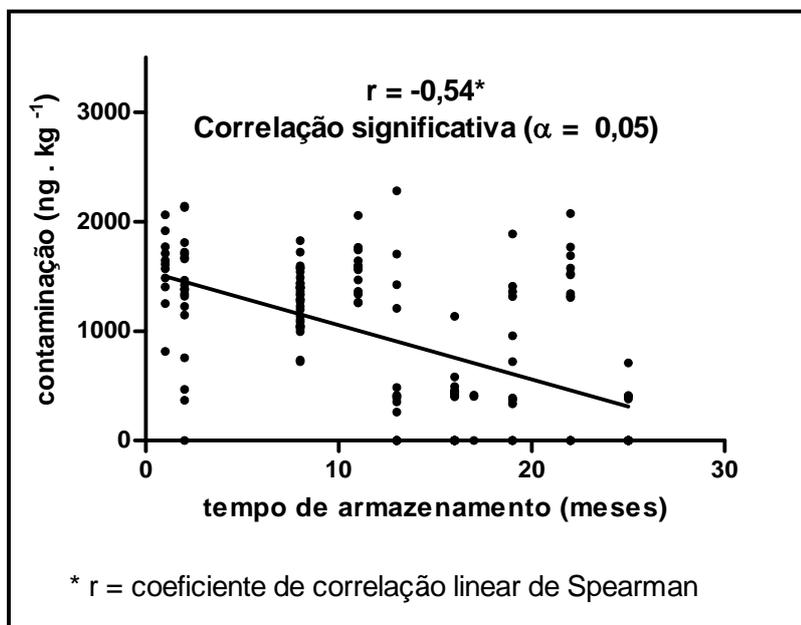


Gráfico 7 – Correlação linear entre tempo de armazenamento e contaminação por endossulfam encontrada em amostras de conteúdo digestivo de aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006.

Conforme o coeficiente de correlação linear de Spearman obtido, observa-se que houve correlação negativa, com $P < 0,001$, significando que quanto maior o tempo de armazenamento, menor a contaminação observada. No Gráfico 8 são apresentadas as médias de contaminação observadas em cada campanha de captura, com respectivos desvios-padrão. Observa-se que, excetuando as amostras colhidas em fevereiro de 2005, há diferenças estatisticamente significativas nas seis primeiras capturas em relação às amostras que ficaram armazenadas por menor tempo.

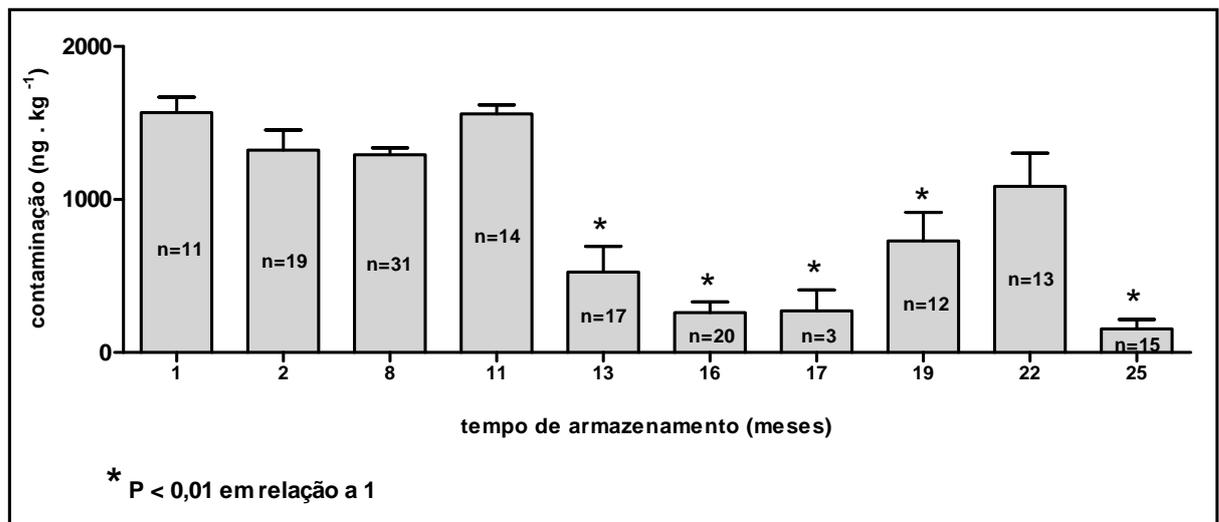


Gráfico 8 – Contaminação por endossulfam observada em amostras de conteúdo digestivo de aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) de acordo com o tempo de armazenamento das amostras.

C) Época do ano

Na Tabela 16 são mostrados os valores médios e desvios-padrão de contaminação por endossulfam total observados nas amostras colhidas nas quatro capturas realizadas em 2006. Não houve diferenças significativas entre as médias, porém observa-se uma tendência maior de contaminação nos meses de chuva (janeiro e novembro).

Tabela 16 – Contaminação média por endossulfam e desvio-padrão em amostras de conteúdo digestivo de aves da família Caprimulgidae colhidas no Parque Nacional das Emas em 2006.

Data da captura	n	Contaminação ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}$ de peso corpóreo ⁻¹)	
		Média	Desvio-padrão
jan 06	14	1,568	0,3368
abr 06 ^b	31	1,322	0,572
out 06	19	1,292	0,2591
nov 06	11	1,559	0,2163

D) Idade

No Gráfico 9 são comparadas amostras obtidas de aves adultas com aquelas obtidas de aves jovens ou filhotes, quanto à contaminação por endossulfam total. Não houve diferença significativa entre os grupos.

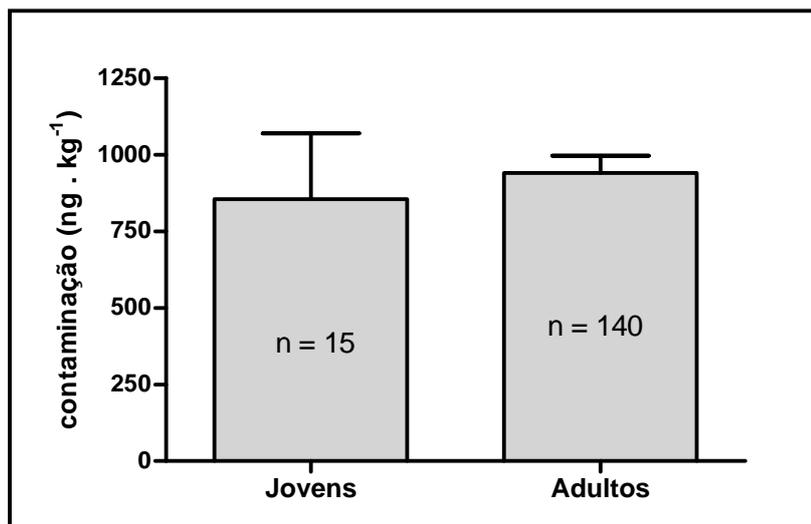


Gráfico 9 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006, de acordo com a idade.

E) Sexo

A comparação entre machos e fêmeas em relação à contaminação por endossulfam total é apresentada no Gráfico 10. Observou-se uma maior contaminação nas fêmeas. No entanto, ao comparar os dois grupos apenas nas amostras colhidas em 2006, observa-se que não há diferença significativa entre dois sexos com relação à contaminação observada. Isto é visualizado no Gráfico 11.

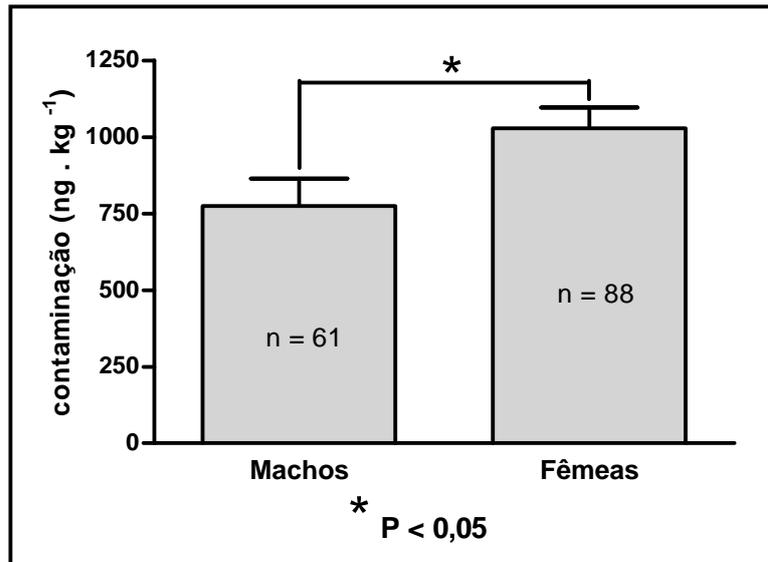


Gráfico 10 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006, de acordo com o sexo.

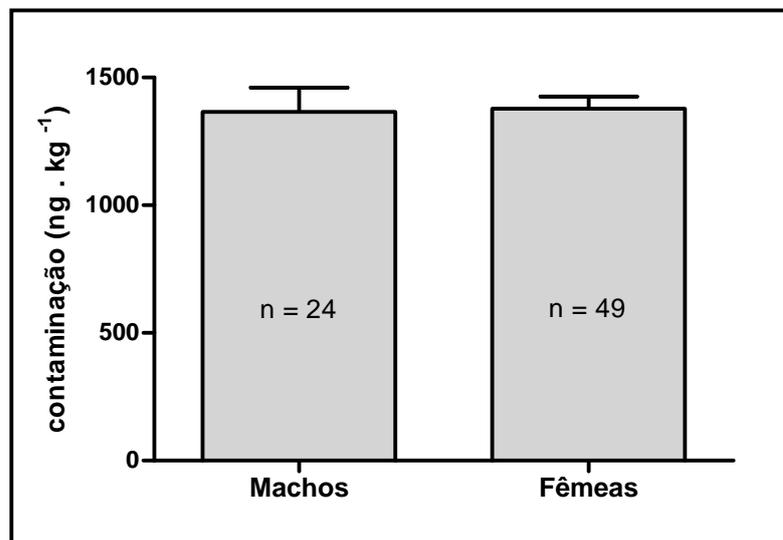


Gráfico 11 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006, de acordo com o sexo.

F) Espécies

Foram comparados valores de contaminação por endossulfam total entre as quatro espécies das quais foi colhido conteúdo digestivo. Estes dados são apresentados no Gráfico 12. Observa-se uma maior contaminação nas aves da espécie *Caprimulgus parvulus* em relação às outras espécies. Ao serem analisados apenas os dados de aves contaminadas capturadas em 2006 (Gráfico 13), observa-se que ainda há uma tendência à maior contaminação em *Caprimulgus parvulus*, porém não há diferenças estatísticas significativas em contaminação entre as quatro espécies.

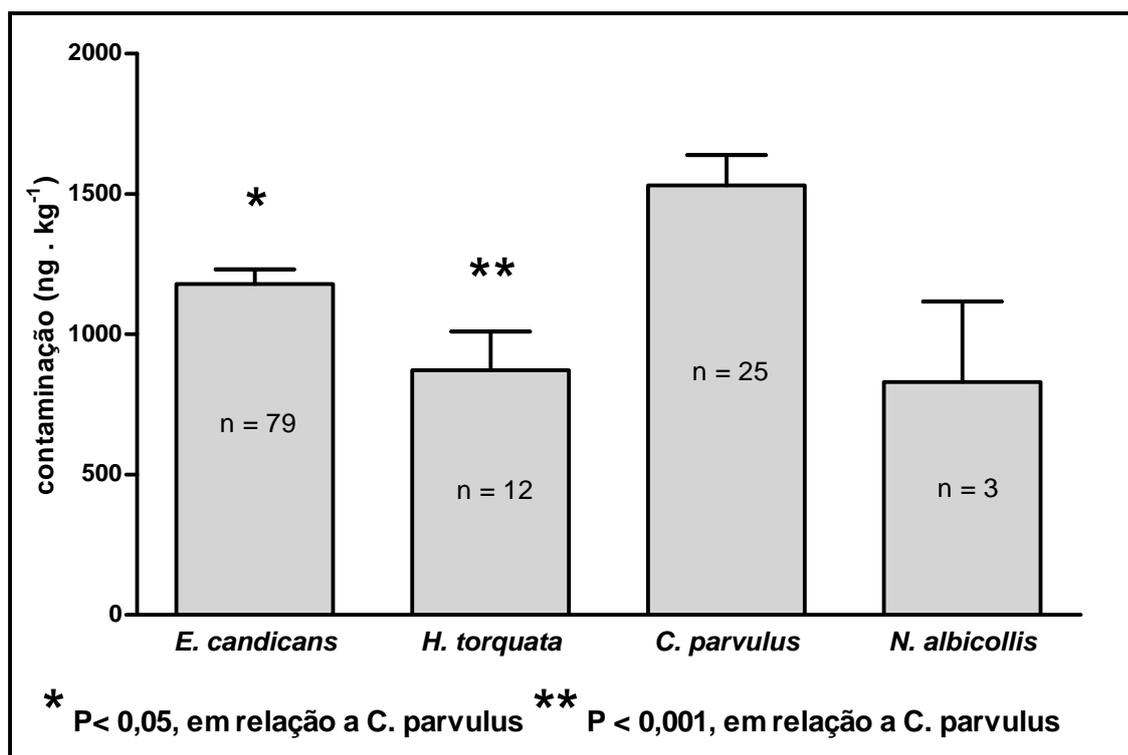


Gráfico 12 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em quatro espécies de aves capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre novembro de 2004 e novembro de 2006.

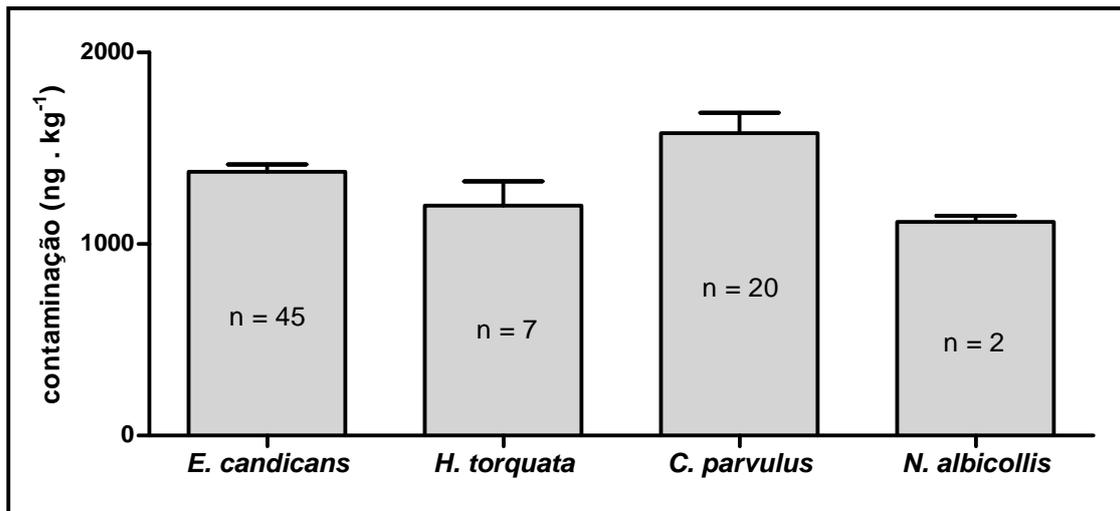


Gráfico 13 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em quatro espécies de aves capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006.

G) Horário de captura

O nível de contaminação encontrado nos diferentes horários de captura e colheita de material não apresentou diferenças significativas. Estes resultados são apresentados no Gráfico 14.

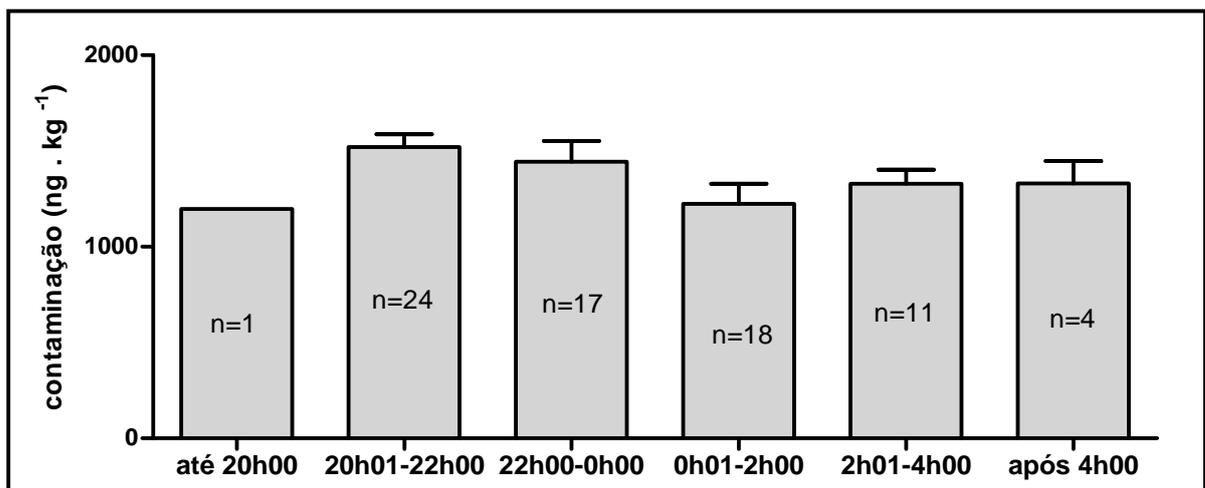


Gráfico 14 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006, de acordo com o horário de captura.

H) Fase lunar

Foram comparados os níveis médios de contaminação encontrados de acordo com a fase lunar, em 2006. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes fases. Não foram feitas capturas durante a lua crescente. Estes resultados são apresentados no Gráfico 15.

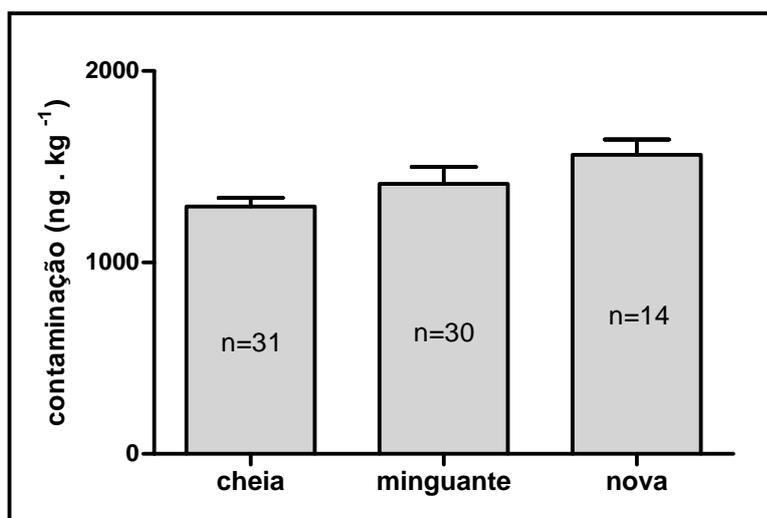


Gráfico 15 – Contaminação por endossulfam por via digestiva em aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas (GO) entre janeiro e novembro de 2006, de acordo com a fase lunar.

7.4. Envolvimento da comunidade local na discussão do uso de agrotóxicos no entorno do PNE.

Em novembro de 2006, em três escolas de Chapadão do Céu foi apresentada a palestra “O Cerrado entre os biomas brasileiros: construindo o futuro”. Nesta palestra foram abordados características e problemas de todos os biomas brasileiros, com especial destaque para o Cerrado e para problemas associados ao uso incorreto de agrotóxicos no entorno de Unidades de Conservação. O presente trabalho foi apresentado como exemplo de estudo para a conservação deste bioma,

com apresentação de perspectivas e resultados parciais. Na Tabela 17 são apresentadas as escolas, o número de alunos envolvidos e as séries que estiveram presentes nas apresentações.

Tabela 17 – Escolas do município de Chapadão do Céu (GO), séries e número de alunos presentes em palestra de divulgação do projeto “Estudo da contaminação por agrotóxicos em aves da Família Caprimulgidae no Parque Nacional das Emas (GO)”.

Escola	Séries	Número de alunos
Colégio Estadual Fruto da Terra	Ensino Médio	120
Escola Alicerce	Ensino Médio	40
Escola Municipal Flores do Cerrado	5ª a 8ª séries	60

Além disso, nove alunos de Ensino Médio do Colégio Estadual Fruto da Terra e da Escola Alicerce foram selecionados pelos professores e participaram de noites de captura e colheita de material no PNE. Estes alunos puderam conhecer o Parque durante a noite, observar a fauna local e participar da captura e colheita de material. No Quadro 3 são apresentadas imagens de alunos e professores participando do projeto.



Quadro 3 – Professores e alunos de escolas de Chapadão do Céu participando do projeto “Estudo da contaminação por agrotóxicos em aves da Família Caprimulgidae no Parque Nacional das Emas (GO)”

8. DISCUSSÃO

Na América Latina, o Brasil aparece como o maior consumidor de agrotóxicos, com um consumo estimado em 50% dos produtos comercializados nesta região (GARCIA, 1997). A utilização destes produtos, quando feita de modo incorreto, pode ser prejudicial ao ambiente. O *Eleothisreptus candicans*, ave em perigo de extinção e encontrada atualmente no Brasil apenas no PNE, pode sofrer as conseqüências da utilização de agrotóxicos, seja por seu hábito alimentar como por habitar um Parque localizado em meio à maior região agrícola brasileira. No presente trabalho, estudou-se a contaminação por agrotóxicos através da dieta nesta espécie e em espécies próximas. Para isso, foi utilizado o método de colheita de conteúdo digestivo proposto por Sánchez-Bayo, Ward e Beasley (1999), de forma a minimizar o estresse e os riscos de perda de indivíduos. Optou-se pelo método de cromatografia gasosa para a análise das amostras, utilizando dois tipos de detectores, de acordo com a molécula a ser identificada e quantificada.

Como primeira etapa, foi necessário identificar quais produtos vêm sendo utilizados no entorno do Parque. Com base em entrevistas, chegou-se aos resultados apresentados na Tabela 1. Com base nestas informações, foi construída a Tabela 2, que orientou a escolha das moléculas a serem rastreadas no material colhido das aves.

Dentre os produtos selecionados, o endossulfam, cuja estrutura química é apresentada no Quadro 4, é o que apresenta os menores valores de DL50, variando de 205 a mais de 2000 mg · kg⁻¹. Por outro lado, é o que apresenta os maiores volumes de uso nas culturas presentes no entorno do PNE.

O endossulfam é um composto organoclorado do grupo dos clorociclodienos, formado pelos isômeros alfa endossulfam, ou endossulfam I, e beta endossulfam, ou

endossulfam II. O sulfato de endossulfam é o principal metabólito encontrado. A meia-vida de alfa/beta endossulfam em solo é de 30 a 70 dias. Já o sulfato de endossulfam é degradado mais lentamente, sendo a meia-vida do endossulfam total de cinco a oito meses no ambiente (TOMLIN, 2005).

A principal via de eliminação do endossulfam em mamíferos é pelas fezes, sendo a maior parte excretada nas primeiras 48 horas após o contato com a substância. Resíduos de endossulfam acumulam-se em maior escala nos rins, se comparado com gordura corporal (TOMLIN, 2005). A excreção renal de 50% do volume ingerido ocorre em sete dias.

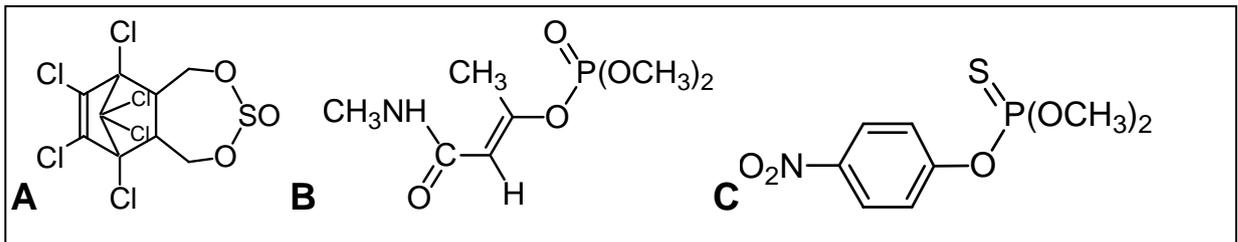
O monocrotofós é um inseticida do grupo dos organofosforados que apresenta valores de DL50 variando de 0,94 a 6,5 mg · kg⁻¹ nas espécies de aves em que já foram realizados estudos. Além de serem valores bastante baixos, este produto tem indicação de uso em algodão e soja e foi citado por vários entrevistados como tendo uso freqüente no entorno do Parque. Estas características levaram à escolha deste pesticida como uma das substâncias a serem rastreadas no material colhido das aves.

A estrutura química do monocrotofós é apresentada no Quadro 4. Ao contrário do endossulfam total, o produto é rapidamente degradado no solo, com meia-vida de 1 a 5 dias em condições de laboratório. Em mamíferos, após administração oral, 60 a 65% do volume administrado é excretado dentro de 24 horas, principalmente por via renal (TOMLIN, 2005).

A parationa-metílica, assim como o monocrotofós, foi citada pelos entrevistados como sendo de amplo uso nas fazendas do entorno do PNE. Seu uso é indicado em soja, algodão e milho, em volumes maiores que o monocrotofós

(ANVISA, 2006). A DL50 deste produto para as aves em que já foram realizados estudos também é bastante baixa, variando de 3 a 24 mg · kg⁻¹ (EXTOXNET, 2006).

A degradação da parationa-metílica em solos com atividade biológica ocorre rapidamente. Com base em coeficiente de sorção em solo e em estudos de lixiviação, a parationa-metílica pode ser classificada como composto de baixa a média mobilidade (TOMLIN, 2005).



Quadro 4 – Estrutura química dos agrotóxicos rastreados em conteúdo digestivo de aves do Parque Nacional das Emas: A) endossulfam; B) monocrotofós; C) parationa metílica.

A colheita de material foi iniciada paralelamente à escolha dos agrotóxicos a serem rastreados nas amostras. Optou-se por capturar não só a espécie *Eleothreptus candicans*, mas também espécies com proximidade taxonômica e de tamanhos parecidos, para que pudesse ser utilizado o mesmo material de colheita e aumentar o número amostral. Desta forma, foram capturadas aves das espécies *Caprimulgus parvulus*, *Nyctidromus albicollis* e *Hydopsalis torquata*, que têm hábitos alimentares semelhantes aos do bacurau-do-rabo-branco. Para amostrar o máximo da área do Parque, foram estabelecidas rotas de captura, apresentadas na Tabela 3 e cujos marcos de referência podem ser identificados no Mapa 4.

Na Tabela 4 observa-se o número de indivíduos capturados nas diferentes rotas. Um dado que chama a atenção é a superioridade no número de capturas de *Eleothreptus candicans* em relação a outras espécies. Apesar das espécies

possuírem hábitos alimentares semelhantes, elas utilizam diferentes fisionomias de Cerrado. Enquanto o *E. candicans* utiliza preferencialmente o campo sujo (88%), seguido pelo campo limpo (9%) (HASS, 2006¹), as outras espécies preferem campo sujo, campo cerrado, cerrado senso estrito e cerradão. Como estas fisionomias são mais arbustivas, a visualização de aves torna-se menos freqüente nestas paisagens, não significando necessariamente que haja menor número de indivíduos nelas. Além disso, no momento de aproximação do pesquisador para a captura da ave, é raro que haja fugas de indivíduos da espécie ameaçada de extinção, evento de ocorrência comum nas outras espécies. Ao observar a distribuição de espécies capturadas de acordo com a data da campanha de captura (Tabela 5), verificamos a mesma proporção entre as espécies.

As colheitas de material foram feitas baseando-se em método descrito por Sánchez-Bayo, Ward e Beasley (1999) e com dicas deste autor feitas em comunicação pessoal. O método mostrou-se bastante seguro, não havendo perda de animais durante a colheita. Além disso, o procedimento se mostrou bastante adequado para as espécies amostradas. Além de possuírem cavidade oral bastante ampla, os animais não aparentaram estresse durante ou após o procedimento de colheita de conteúdo digestivo, voando prontamente após a soltura. Esta técnica revela características de contaminação pela ingestão de alimentos contaminados, porém não permite inferir o status toxicológico do indivíduo. A técnica de colheita de material mostrou-se bastante eficiente e pouco impactante para um primeiro diagnóstico de contaminação, se comparada com quebra de ovos ou sacrifício de animais.

¹ HASS, A. Conservando *Caprimulgus candicans* no Brasil. Relatório não publicado. Brasília: FINATEC. 91 p. 2006.

Quanto à análise cromatográfica, foram testados diversos métodos de extração e detecção. Inicialmente, procurou-se analisar todos os resíduos de interesse por espectrometria de massas, porém o detector fotométrico de chama apresentou maior sensibilidade para os compostos organofosforados. Feita a opção por cromatografia gasosa e pelos detectores de captura de elétrons e fotométrico de chama, as condições cromatográficas foram otimizadas nestes equipamentos, chegando-se ao menor tempo de corrida possível com obtenção de picos cromatográficos separados e bem definidos para cada composto (Tabela 6). Então foram definidos os limites de detecção e quantificação, apresentados na Tabela 7. Com base nestes valores, foram determinadas as concentrações a serem utilizadas para validação do método de extração.

Não há na literatura científica trabalhos relatando o uso de conteúdo digestivo de aves como matriz para estudo de contaminação por agrotóxicos utilizando técnicas cromatográficas de análise. Isto gerou um grande investimento de tempo até se obter o método de extração multi-resíduo que apresentasse os melhores resultados de recuperação. Após diversos testes, chegou-se ao protocolo de extração por partição líquido-líquido indicado no item 6.2.3. Este protocolo baseou-se em informações constantes em Keith (1996) com adaptações para a matriz de estudo. Como apresentado nas Tabelas 9 a 13, para as cinco moléculas analisadas os dois níveis de fortificação mais altos apresentaram valores de recuperação aceitos pela literatura internacional, ou seja, entre 70 e 120%. O nível de fortificação mais baixo atingiu estes percentuais apenas para o sulfato de endossulfam (Tabela 13). Para as outras moléculas, a recuperação variou de 46,7% para o monocrotofos (Tabela 9) a 66,3% para o beta-endossulfam. Apesar disso, foi utilizado este protocolo de extração, considerando que, dentre os três níveis de fortificação para

as cinco moléculas, a maior parte dos valores de recuperação ficou entre limites aceitáveis.

Com as curvas de calibração apresentadas no Quadro 2, obtidas a partir de padrões certificados das moléculas a serem rastreadas, foram então quantificados os agrotóxicos nas amostras obtidas das aves. Com relação ao monocrotofós, não foi encontrada contaminação acima do limite de detecção em nenhuma das amostras. Em apenas uma amostra foi encontrado nível detectável de contaminação por parationa-metílica. O LOD destes dois compostos foi de $100 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, bastante acima do LOD obtido por Sánchez-Bayo, Ward e Beasley (1999) para parationa-metílica. No trabalho deste autor, foram analisados os compostos DDT, DDD, endossulfam, diuron e parationa-metílica por ensaio imunoenzimático do tipo ELISA, sendo o LOD de parationa-metílica igual $0,25 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, ou seja, 400 vezes mais sensível que o método utilizado no presente trabalho. O autor analisou conteúdo digestivo de aves em plantações de algodão na Austrália e encontrou aves contaminadas por parationa-metílica em níveis pouco superiores ao limite de detecção, sendo a contaminação máxima encontrada em uma amostra de $0,32 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. Se os valores de contaminação presentes nas amostras obtidas no PNE fossem próximos a estes, o método de detecção utilizado no presente trabalho não seria capaz de detectar.

Há evidências de que o uso de monocrotofós pode causar a morte de aves silvestres que se alimentem em regiões onde este produto é utilizado. Nos pampas argentinos, entre 1995 e 1996, GOLDSTEIN et al. (1999a) estimaram a morte de 5095 gaviões da espécie *Buteo swainsoni*. Analisando as carcaças, estes pesquisadores determinaram que o monocrotofós foi responsável por pelo menos 4000 mortes, encontrando resíduos desta substância em concentrações variando

entre 50 e 1080 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, sendo o método de análise a cromatografia gasosa equipada com detector fotométrico de chama. Este episódio levou a ações de proteção de gaviões e demais elementos da vida silvestre, sendo delimitada uma área onde foi proibida a utilização de monocrotofós (GOLDSTEIN et al., 1999b).

Apesar de não ter sido encontrado monocrotofós nas amostras provenientes de aves do PNE, não se pode dizer que esta substância estivesse ausente das amostras. Indica-se a utilização de metodologia mais sensível a este composto e análise de novas amostras para a obtenção de resultados conclusivos.

Quanto à parationa-metílica, apenas uma amostra apresentou contaminação acima do LOD, conforme exibido no Gráfico 3. Esta ave, uma fêmea da espécie *Caprimulgus parvulus*, apresentou contaminação igual a 14,7 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}$ de peso corpóreo⁻¹. Considerando os valores de DL50 para esta substância em outras espécies de aves, que variam de 3 a 24 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, observa-se que este valor é cerca de 1000 vezes inferior as valores de DL50. Conforme ressaltado acima, deve-se considerar que este método de colheita de material não permite inferir dados toxicológicos do animal analisado, já que apenas é amostrado aquilo que foi consumido pelo animal nas últimas horas e que ainda está presente no trato digestivo. No entanto, o nível de contaminação encontrado indica que este indivíduo foi exposto a concentrações significativas de parationa-metílica, podendo sofrer conseqüências de exposição a concentrações não-letais. O mecanismo de ação de inseticidas organofosforados é a inibição da acetilcolinesterase, enzima que degrada o neurotransmissor acetilcolina, presente no sistema nervoso de vertebrados e invertebrados (BARON, 1991). Isso faz com que a exposição a doses não-letais destas substâncias leve a uma série de manifestações clínicas que podem comprometer o sucesso reprodutivo de espécies silvestres, gerando tanto prejuízo à

população destas espécies quanto doses letais causariam. Em estudo realizado com codornas, Galindo et al. (1985) documentaram que concentrações não letais de parationa-metílica aumentam a susceptibilidade destas aves à predação. Neste mesmo sentido, Meyers et al. (1992) demonstraram que doses sub-letais de dois inseticidas organofosforados prejudicam a habilidade em confeccionar ninhos de diferentes espécies de passeriformes.

Apesar de apenas uma ave apresentar contaminação, este dado sugere a necessidade de investigações mais cuidadosas, já que o animal foi capturado em outubro, época de amplo uso de agrotóxicos no entorno, e a 59 metros da fonte de contaminação. Como no caso do monocrotofós, indica-se que sejam feitas novas análises, utilizando-se metodologia mais sensível para detecção de compostos organofosforados.

Diferentemente dos organofosforados analisados, os isômeros de endossulfam e/ou seu principal metabólito foram encontrados em 76,77% das amostras analisadas, como pode ser observado na Tabela 15. Ao analisar a Tabela 16, observa-se que não houve diferenças estatísticas nos níveis médios de contaminação encontrados em quatro meses do ano de 2006. Apesar disso, observa-se uma tendência a haver maior contaminação por endossulfam total na época de chuvas, quando ocorre aplicação deste produto nas culturas do entorno. Também de modo diferente dos organofosforados analisados, o endossulfam apresenta uma meia-vida prolongada no ambiente: cinco a oito meses (TOMLIN, 2005). Isto explica o achado do produto inclusive em meses onde não ocorre aplicação de pesticidas no entorno do PNE.

Por problemas em equipamentos, a análise das amostras só ocorreu após todas as colheitas de material. Enquanto isso as amostras ficaram armazenadas em

congelador a -20°C . No Gráfico 7 observa-se que houve correlação entre tempo de armazenamento das amostras e nível de contaminação encontrado. No Gráfico 8 são comparados os níveis médios de contaminação por endossulfam total nas dez campanhas de colheita de material. Nesta figura se observa que, a partir de 13 meses de armazenamento, as amostras apresentaram níveis de contaminação significativamente mais baixos em relação àquelas armazenadas por tempo menor. Apesar da estabilidade do endossulfam no ambiente ser relativamente alta, o endossulfam é lentamente hidrolisado em soluções aquosas ácidas ou básicas (TOMLIN, 2005), o que foi o caso das amostras colhidas em campo. Com base nisto, as outras comparações feitas em relação à contaminação por endossulfam levaram em consideração não apenas o conjunto total de amostras, mas também o grupo de amostras que ficou armazenado pelo período máximo de um ano. De todo modo, recomenda-se, para futuras análises de endossulfam, que amostras armazenadas à temperatura de -20°C sejam analisadas no menor tempo possível e que este período não ultrapasse um ano.

A contaminação por endossulfam nas amostras variou entre 0,26 e 2,28 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}$ de peso corpóreo⁻¹. A média entre todas as amostras foi de 1,2 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Todos os valores ficaram abaixo da DL50 para outras espécies de aves (entre 205 e 2000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Apesar da diferença entre a DL50 e os valores de contaminação encontrados, deve se considerar que as aves estão expostas cronicamente a estes produtos, podendo sofrer dos malefícios desta exposição prolongada. Garg et al. (2004) estudaram os efeitos da exposição crônica a doses não-letais de endossulfam em pintos e verificaram diversos efeitos hemato-bioquímicos e imunopatofisiológicos, como redução do número de linfócitos B circulantes, diminuição em peso relativo de timo e de Bursa de Fabricius, diminuição na resposta de

hipersensibilidade dérmica e depressão severa da resposta imunogênica de neutrófilos. A exposição crônica a este produto, como observada no PNE, pode comprometer a avifauna exposta.

Os dados não mostraram haver efeito da distância à fonte de contaminação mais próxima nos níveis de contaminação por endossulfam nas amostras, como pode ser observado no Gráfico 4. Separando os dados em classes de distância, também não se observou este efeito, tanto no total de amostras (Gráfico 5) como no grupo de amostras colhidas em 2006 (Gráfico 6). Isto poderia ser explicado se as aves se alimentassem em áreas próximas à área de aplicação de endossulfam e depois voassem para diferentes pontos do Parque. Mas aves da família Caprimulgidae fazem vôos curtos durante o período de alimentação, com distância máxima de 440 m do poleiro (POPLE, 2003). Dessa forma, o encontro de aves contaminadas em áreas centrais do PNE pode ser explicada por grandes deslocamentos de insetos contaminados ou pela dispersão do produto a grandes distâncias. Outros compostos organoclorados, como DDT e dieldrin, são transportados a grandes distâncias e com grande velocidade a partir do local de aplicação (SCHMIDT et al., 2001). São necessárias maiores investigações para confirmar uma ou outra hipótese.

O Gráfico 9 mostra que a contaminação por endossulfam em aves da Família Caprimulgidae independe da idade. O Gráfico 10 mostra que as fêmeas apresentaram maiores níveis de contaminação que os machos. No entanto, se forem considerados apenas os dados das aves capturadas em 2006 (Gráfico 11), esta característica deixa de existir. Considerando que houve degradação de endossulfam das amostras armazenadas por mais de um ano, se aceita apenas a segunda

informação, inexistindo, portanto, diferenças significativas de contaminação entre os sexos.

O mesmo é válido em relação à contaminação nas quatro espécies analisadas. Quando consideramos o total de amostras (Gráfico 12), há uma maior contaminação em aves da espécie *Caprimulgus parvulus*. Se considerarmos apenas amostras armazenadas há no máximo um ano (Gráfico 13), não há diferenças significativas entre as médias de contaminação das quatro espécies. Esta informação permite que dados sobre contaminação em conteúdo digestivo obtidos em espécies da Família Caprimugidae não ameaçadas de extinção possam ser extrapoladas para *Eleothreptus candicans*. Desta forma, o estudo de contaminação em períodos de acasalamento pode-se restringir a espécies não ameaçadas, evitando o manuseio de aves em perigo.

No Gráfico 14 são comparadas as médias de contaminação por endossulfam total obtidas em diferentes horários do período de atividade das aves. Não houve diferenças entre os horários. No Gráfico 15 observa-se que também não houve diferenças significativas em contaminação ao comparar capturas em diferentes fases da lua. Estas informações permitem dizer que as capturas podem ser realizadas em qualquer horário da noite ou fase lunar, sem comprometimento dos níveis de contaminação por endossulfam que serão encontrados. No entanto, para a análise de outras substâncias, recomenda-se que as capturas sejam realizadas em noites claras, quando há maior quantidade de insetos e maior possibilidade de ingestão de presas contaminadas.

Visando estimular a participação da comunidade local na discussão do uso de agrotóxicos no entorno do PNE, foram elaboradas palestras para serem apresentadas em escolas do município de Chapadão do Céu. É por este município,

de 5000 habitantes, que se tem acesso ao portão principal do Parque. As escolas de Chapadão do Céu atendem atualmente 1933 alunos, desde creche até ensino médio (CHAPADÃO DO CÉU, 2007). Com os números apresentados na Tabela 17, observa-se que o assunto foi discutido com mais de 10% dos alunos do município, abrangendo uma escola estadual, uma municipal e uma particular. Os alunos e professores envolvidos mostraram muito interesse no assunto, que já é abordado e discutido nas escolas. Apesar de residirem muito próximo ao PNE, a parte da população que já foi ao Parque o fez de forma superficial, não tendo acesso aos trabalhos que são desenvolvidos no Parque e às informações ali produzidas. Nesse sentido, levar alguns alunos junto a seus professores para participar de uma noite de captura colaborou para aumentar o interesse da população pelos assuntos do Parque. Além disso, os alunos foram selecionados pelos professores para poderem multiplicar entre seus colegas as idéias conservacionistas do projeto. Dessa forma, a divulgação do projeto, tanto nas palestras como nas saídas de campo, trouxe informações a jovens e professores que serão úteis na formação de opiniões sobre o balanço entre produção de alimentos e conservação da biodiversidade.

9. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

1. Para a análise de inseticidas do grupo organofosforados em conteúdo digestivo de aves silvestres deve ser utilizado método com limite de detecção próximo a $1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.
2. A análise de resíduos de agrotóxicos em conteúdo digestivo de aves deve ser realizada logo após a colheita de material. Se isso não for possível, as amostras devem ser armazenadas em congelador a -20°C pelo menor tempo possível, não ultrapassando o período de um ano.
3. As capturas de aves para colheita de conteúdo digestivo e análise de resíduos de endossulfam podem ser feitas em qualquer horário de atividade das aves e em qualquer fase lunar, sem comprometimento do nível de contaminação encontrado. Para análise de outros compostos, as capturas devem ser preferencialmente programadas para a lua cheia, quando há maior quantidade de insetos e maior possibilidade de contaminação pelas aves.

10. CONCLUSÕES

1. O método de colheita de material digestivo utilizado é bastante seguro e adequado para aves da Família Caprimulgidae.
2. Análises de contaminação por organofosforados em conteúdo digestivo de aves devem utilizar técnicas mais sensíveis de detecção do que a cromatografia gasosa com detector fotométrico de chamas.
3. A contaminação por endossulfam em conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae do PNE é encontrada até pelo menos oito meses após a sua utilização nas fazendas do entorno.
4. A contaminação por endossulfam em conteúdo digestivo de aves da Família Caprimulgidae do PNE é encontrada em aves que se alimentaram em pontos distantes de 0 a 15 quilômetros da fonte de contaminação mais próxima, em níveis semelhantes.
5. Informações sobre contaminação por endossulfam em conteúdo digestivo de *Caprimulgus parvulus*, *Nyctidromus albicollis* e *Hydopsalis torquata* podem ser extrapolados para *Eleothreptus candicans*.
6. O nível de contaminação por endossulfam em aves da Família Caprimulgidae do PNE não depende de sexo, de horário de captura, de fase lunar ou da espécie, considerando *Eleothreptus candicans*, *Caprimulgus parvulus*, *Nyctidromus albicollis* e *Hydopsalis torquata*.

11. REFERÊNCIAS

- ANDERSON, D. W. et al. Residues of *op*-DDT in southern California coastal sediments in 1971. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 29, p. 429-433, 1982.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Sistema de Informação de Agrotóxicos** (SIA). Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp>>. Acesso em: 7 nov. 2006.
- BARON, R. L. Carbamate insecticides. In: HAYES JUNIOR, W. J.; LAWS JUNIOR, E. R. (Ed.). **Handbook of pesticide toxicology**. California: Academic Press, 1991, v.2, p. 1125-1189.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. **BirdLife Species Factsheet**: white-winged nightjar. Disponível em: <<http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html?action=SpchTMDetails.asp&sid=2390&m=0>>. Acesso em: 16 mar. 2007.
- BLUS, L. J.; HENNY, C. J. Field studies on pesticides and birds: unexpected and unique relations. **Ecological Applications**, Washington, v. 7, n. 4, p. 1125-1132, 1997.
- BLUS, L. J.; WIEMEYER, S. N.; BUNCK, C. M. Clarification of effects of DDE on shell thickness, size, mass, and shape of avian eggs. **Environmental Pollution**, London, v. 95, n. 1, p. 67-74, 1997.
- BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. **Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal**. Brasília: MMA – Funatura – Conservation International – Fundação Biodiversitas; UnB, 1999.
- BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. **Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>>. Acesso em: 16 mar. 2007.
- BRAZ, V. da S. **A representatividade de Unidades de Conservação do Cerrado na preservação da avifauna**. 2003. Tese (Doutorado) – Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2003.
- BRONDI, S. H. G.; SPOLJARIC, F. C.; LANÇAS, F. M. Ultratrace analysis of organochlorine pesticides in drinking water by solid phase extraction coupled with large volume injection/gas chromatography/mass spectrometry. **Journal of Separation Science**, Atlanta, v. 28, p. 2243-2246, 2005.
- BROWN, P. et al. Identification of pesticide poisoning in wildlife. **Journal of Chromatography. A**, Amsterdam, v. 754, n. 1-2, p. 463-478, 1996.
- CARVALHO, J. L. N.. **Conversão do Cerrado para fins agrícolas na Amazônia e seus impactos no solo e no ambiente**. São Paulo: Piracicaba, 2006. 95 p.

CHAMBERS, J. E.; CARR, R. L. Biochemical mechanisms contributing to species differences in insecticidal toxicity. **Toxicology**, Amsterdam, v. 105, p. 291-304, 1995.

CHAPADÃO DO CÉU. Site oficial do município de Chapadão do Céu. Disponível em: <<http://www.chapadaodoceu.go.gov.br/educa.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

CLEERE, N. A review of the taxonomy and systematics of the Sickie-winged nightjars (Caprimulgidae). **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, London, v. 122, n. 3, p. 168-179, 2002.

COLLAR, N. J. et al. **Threatened birds of the Americas: the ICPB/IUCN Red Data Book**. Cambridge: ICBP, 1992.

CONSERVATION INTERNATIONAL. **Cerrado**. Disponível em: <<http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/cerrado/>> Acesso em: 15 mar. 2007.

COOKE, A. S. Shell thinning in avian eggs by environmental pollutants. **Environmental Pollution**, London, v. 4, p. 85-152, 1973.

DAVIS, S. E.; FLORES, E. First record of White-winged Nightjar *Caprimulgus candidans* for Bolivia. **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, London, v. 114, p. 127-128, 1994.

DINDAL, D. L.; PETERLE, T. J. Wing and body tissue relationships of DDT and metabolite residues in mallard and lesser scaup ducks. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 3, p. 37-48, 1968.

ELLIOTT, J. E. et al. Poisoning of bald eagle and red-tailed hawks by carbofuran and fensulfothion in the fraser delta of British Columbia, Canada. **Journal of Wildlife Diseases**, Ames, v. 32, n. 3, p. 486-491. 1996,

EXTOXNET - The EXTension TOXicology NETwork. Disponível em: <<http://extoxnet.orst.edu>>. Acesso em: 7 nov. 2006.

FAVA, J. et al. Research and development needs. In: KENDALL, R. J.; LACHER JUNIOR, T. E. (Ed.). **Wildlife toxicology and population modeling – integrated studies of agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 557-567.

FOURIE, N. et al. Poisoning of wildlife in South Africa. **Journal of South African Veterinary Association**, Pretoria, v. 67, n. 2, p. 74-76, 1996.

FRY, M. Reproductive effects in birds exposed to pesticides and industrial chemicals. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 103, p. 165-171, 1995.

GALINDO, J.C. et al. The effect of methyl parathion on susceptibility of bobwhite quail (*Colinus virginianus*) to domestic cat predation. **Behavioral and Neural Biology**, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 21-36, 1985.

GALLO, M. A.; LAWRYK, N. J. Organic phosphorous pesticides. In: HAYES JUNIOR, W. J.; LAWS JUNIOR, E. R. (Ed.). **Handbook of pesticide toxicology**. California: Academic Press, 1991, v.2, p. 917-1123.

GARCIA, E. G. Pesticide control experiences in Brazil. **Pesticide Safety**, v. 2, p. 5, 1997.

GARG, U. K. et al. Haemato-biochemical and immuno-pathophysiological effects of chronic toxicity with synthetic pyrethroid, organophosphate and chlorinated pesticides in broiler chicks. **International Immunopharmacology**, Amsterdam, v. 4, p. 1709-1722, 2004.

GOLDSTEIN, M. I. et al. Monodrotophos-induced mass mortality of Swainson's hawks in Argentina. **Ecotoxicology**, Dordrecht, v. 8, n. 3, p. 201-214, 1999a.

GOLDSTEIN, M. I. et al. Monitoring and assessment of Swainson's hawk in Argentina following restrictions on monocrotophos use, 1996-97. **Ecotoxicology**, Dordrecht, v. 8, n. 3, p.215-224, 1999b.

GRIM, T.; SUMBERA, R. A new record of endangered white-winged nightjar (*Eleothrptus candicans*) from Beni, Bolívia. **Wilson Bulletin**, Oberlin, v. 118, n.1, p. 109-122, 2006.

GRUE, C. E.; SHIPLEY, B. K. Sensitivity of nestling and adult starlings to dicrotophos, an organophosphate pesticide. **Environmental Research**, New York, v. 35, n. 2, p. 454-465, 1984.

HAYES JUNIOR, W. H. Introduction. In: HAYES JUNIOR, W. H.; LAWS JUNIOR, E. R. (Ed.). **Handbook of pesticide toxicology**. California: Academic Press, 1991. v.1, p. 1-37.

HEATH, R. G. Nationwide residues of organochlorine pesticides in wings of mallards and black ducks. **Pesticides Monitoring Journal**, Atlanta, v. 3, p. 115-123, 1969.

HOSEA, R. C.; FINLAYSON, B. J.; LITRELL, E. E. Forensic investigative techniques to identify impacts (primary and secondary) from three groups of pesticides on raptors in California. In: JOHNSTON, J. J. (Ed.). **Pesticides and wildlife**. Washington, DC: American Chemical Society, 2001. p. 38-51.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Cerrado**. Brasília. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/cerrado.htm>> Acesso em: 15 mar. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **GEO BRASIL**. Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. Brasília, 2002. 440 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas**. Brasília, 2004. 591 p.

JOHNSTON, J. J. Introduction to pesticides and wildlife. In: _____ (Ed.). **Pesticides and wildlife**. Washington, DC: American Chemical Society, 2001. p. 1-5.

KEITH, L. H. (ed.). **Compilation of EPA's sampling and analysis methods**. 2. ed. CRC, Lewis Publishers, Georgia, 1996. 1036 p.

KELCE, W. R. et al. Persistent DDT metabolite *p,p'*-DDE is a potent androgen receptor antagonist. **Nature**, London, v. 375, p. 581-585, 1995.

LEITE, F. **Validação em análise química (Validation Procedures in chemical analysis)**. Campinas: Átomo Ltda., 1996.

LOWEN, J. C. et al. Project YACUTINGA' 95: bird surveys and conservation priorities in eastern Paraguay. **Cotinga**, Sandy, v. 5, p. 14-19, 1996.

LUNDHOLM, C. E. Thinning of eggshells in birds by DDE: Mode of action on the eggshell gland. **Comparative Biochemistry and Physiology. C**, Oxford, v. 88, p. 1-22, 1987.

MENEELY, G. A.; WYTTEBACH, C. R. Effects of the organophosphate insecticides diazinon and parathion on bobwhite quail embryos: skeletal defects and acetylcholinesterase activity. **Journal of Experimental Zoology**, Philadelphia, v. 252, n. 1, p. 60-70, 1989.

MEYERS, S. M. et al. Comparative response of nestling European starlings and red-winged blackbirds to an oral administration of either dimethoate or chlorpyrifos. **Journal of Wildlife Diseases**, Ames, v. 28, n. 3, p. 400-406, 1992.

MORETTO, A.; JOHNSON, M. K. Toxicology of organophosphates and carbamates. In: COSTA, G. C.; GALLI, C. L.; MURPHY, S. D. (Ed.). **Toxicology of pesticides: experimental, clinical and regulatory perspectives**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1987. p. 33-48.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000.

NEPSTAD, D. C. et al. Land-use in Amazônia and the Cerrado of Brazil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 49, n. 1/2, p. 73-86, 1997.

PARKER III, T. A.; STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W. Ecological and distributional databases. In: STOTZ, D. F. (Ed.). **Neotropical birds: Ecology and conservation**. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

PARKER, M. L.; GOLDSTEIN, M. I. Differential toxicities of organophosphate and carbamate insecticides in the nestling European starling (*Sturnus vulgaris*). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 39, n. 2, p. 233-242, 2000.

POPLE, R. Ecology and status of the White-winged Nighthawk *Caprimulgus candidans*. 2003. Thesis (PhD) - University of Cambridge, Cambridge, UK, 2003.

RAMOS-NETO, M. B. **O Parque Nacional das Emas (GO) e o fogo**: implicações para a conservação biológica. 2000. 157 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

RATCLIFFE, D. A. Decrease in eggshell weight in certain birds of prey. **Nature**. London, v. 215, p. 208-210, 1967.

RATCLIFFE, D. A. Changes attributable to pesticides in egg breakage frequency and eggshell thickness in some British birds. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 7, p. 67-115, 1970.

RODRIGUES, F. H. G. et al. A new record of White-winged Nighthawk *Caprimulgus candidans* in Emas National Park, Goiás, Brazil. **Cotinga**, Sandy, v. 11, p. 83-85, 1999.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WARD, R.; BEASLEY, H. A new technique to measure bird's dietary exposure to pesticides. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 399, p. 173-183, 1999.

SCHMIDT, A. et al. Bioaccumulation of pesticides in bats from Missouri. In: JOHNSTON, J. J. (Ed.). **Pesticides and wildlife**. Washington, DC: American Chemical Society, 2001. p. 8-21.

SCOLLON, E. J. et al. Chemical and biochemical evaluation of Swainson's hawk mortalities in Argentina. In: JOHNSTON, J. J. (Ed.). **Pesticides and wildlife**. Washington, DC: American Chemical Society, 2001. p. 294-308.

SILVA, J. M. C. Endemic bird species and conservation in the Cerrado Region, South America. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 6, p. 435-460, 1997.

SMITH, A. G. Chlorinated hydrocarbon insecticides. In: HAYES JUNIOR, W. J.; LAWS JUNIOR, E. R. (Ed.). **Handbook of pesticide toxicology**. California: Academic Press, 1991. v.2, p. 731-916.

THE WORLD CONSERVATION UNION - IUCN. **2006 IUCN Red List of Threatened Species**. Categories & Criteria (version 3.1). Gland, 2006. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/info/categories_criteria2001#categories>. Acesso em: 16 mar. 2007.

TOMLIN, C. D. S. (Ed.). The e-pesticide manual. 13. ed. Farnham: BCPC, 2004-05. CD-ROM.

TRUDEAU, S.; SANS CARTIER, G. **Biochemical methods to determine cholinesterase activity in wildlife exposed to pesticides**. Québec: Canadian Wildlife Service, 2000. (Technical Report Series, 338).

UNESCO. **The World Heritage List. Brazil 2001**: Cerrado Protected Areas: Chapada dos Veadeiros and Emas National Parks, 2003. Disponível em: <<http://whc.unesco.org/nwhc/pages/doc/mainf3.htm>> Acesso em: 15 dez. 2004.

VALDES, S. A. C. **Caracterização *in vitro* dos efeitos de organofosforados e carbamatos sobre colinesterases plasmáticas e cerebrais de aves**. Estudo da relação atividade colinesterásica cerebral: densidade de receptores muscarínicos de acetilcolina em diagnósticos de intoxicação aguda por estes agrotóxicos. 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado em Patologia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

VIEIRA, E. D. R.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT environmental persistence from its use in a vector control program: a case study. **Environmental Research. Section A**, New York, v. 86, p.174-182, 2001.

WWF BRASIL. **Áreas protegidas ou espaços ameaçados?** Brasília: WWF, 1999. 17 p. (Série Técnica 1).

WWF BRASIL. **Ameaças ao Cerrado**. Brasília, ago. 2006. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/biomas/bioma_cerrado/bioma_cerrado_ameacas/index.cfm> Acesso em: 15 mar. 2007.

ANEXO A – Modelo de ficha de captura de aves da Família Caprimulgidae para colheita de conteúdo digestivo

FICHA DE CAPTURA E COLHEITA DE MATERIAL ESTOMACAL**ETIQUETA**

Espécie: _____

Data: _____ Horário: _____

Capturado por: _____ Colheita por: _____

Sexo: M F Ind.Idade: Adulto Jovem Filhote

Peso (g): -animal + saco: _____

- saco: _____

- animal: _____

Localização: Parque das Emas Entorno Outro

Estrada do Parque: _____

Coordenadas (UTM): _____; _____

Altitude (m): _____

Anilha: S N Número: _____

Temperatura ambiente (°C): _____ UR (%): _____

Céu: aberto nuvens esparsas parcialmente encoberto totalmente encobertoVento: sem vento fraco forte

Vegetação:

 campo limpo campo sujo campo cerrado cerrado estrito senso cerradão _____

LUA

 cheia minguante nova crescente aparente encoberta

Temperatura da água (°C): _____

Volume de água:

- administrado: _____ - acrescentado: _____

Demais observações:

ANEXO B – Dados coletados de aves da família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas entre novembro de 2004 e novembro de 2006.

Tabela - Aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas e dados coletados, entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (continua).

Amostra	Espécie ^I	Data	Horário	Sexo	Idade	Peso (g)	Estrada do Parque	Rota	Coordenadas (UTM)	Altitude (m)	Anilha	Temp. amb. (°C)	UR (%)	Céu ^{II}	Vento	Veg. ^{III}	Lua ^{IV}	Temp. água (°C)	Vol. adm. (mL)	Vol. acres. (mL)
1	E	28/11/04	22h12	Ind.	Jov.	49	O-M	6	0276289/7997115	808	G01166	20,9	92,5	NE	fraco	CS	CHE	54	15	5
2	E	28/11/04	23h10	M	Jov.	55	O-M	6	0277927/7995232	835	G01167	22	93,5	TE	fraco	CS	CHE	54	15	10
3	E	29/11/04	0h30	M	Jov.	51	O-M	6	0279314/7994385	844	G51381	21,6	92,2	PE	fraco	CS	CHE	54	13	10
4	H	29/11/04	1h20	M	Jov.	48	O-M	6	0280422/7993402	832	n	19,7	98,5	PE	fraco	CS	CHA	54	12	10
5	E	29/11/04	21h00	M	Jov.	53	K1-C	3	0292220/7975153	890	n	20,1	83,2	NE	fraco	CS	CHE	52	16	10
6	E	29/11/04	21h40	F	Ad.	53	K1-C	3	0292423/7975006	846	n	19,9	84,1	A	fraco	CS	CHE	52	20	15
7	E	29/11/04	22h10	M	Jov.	53,5	K1-C	3	0292845/7975047	838	n	21,3	79,8	A	zero	CS	CHE	50	20	0
8	E	29/11/04	22h30	F	Ad.	53	K1-C	3	0292888/7975009	838	n	20,3	83,6	A	zero	CS	CHE	51	20	10
9	E	29/11/04	23h15	M	Ad.	57	K1-C	3	0294306/7975144	844	n	21,8	79	PE	zero	CS	CHA	49	20	8
10	E	29/11/04	23h55	F	Ad.	52	K1-C	3	0294709/7975187	843	n	22,5	78,5	PE	zero	CS	CHE	50	20	0
11	E	30/11/04	22h40	F	Ad.	52	C-K1	3	0298374/7974274	834	G01169	25,5	71,5	PE	fraco	CS	CHE	49	20	8
12	E	30/11/04	23h45	F	Ad.	52	C-K1	3	0296467/7975029	839	G01170	22,9	83,9	PE	médio	CS	CHE	48	20	0
13	E	1/12/04	0h30	F	Ad.	56,5	C-K1	3	0296124/7975161	846	G01171	22,9	83,9	PE	forte	CS	CHA	50	20	0
14	E	1/12/04	1h05	M	Ad.	47	C-K1	3	0296067/7975211	850	G01172	20,8	88,2	NE	fraco	CS	CHA	45	9	10
15	E	1/12/04	1h30	F	Ad.	55	C-K1	3	0295987/7975249	854	G01174	20,8	88,2	NE	fraco	CS	CHA	61	12	0
16	E	1/2/05	21h34	M	Ad.	56	V-P1	6	0292074/7999418	862	G29775	21,7	86	A	fraco	CS	ME	39	10	0
17	E	1/2/05	22h41	M	Ad.	51	N-M	6	0288590/7988483	827	n	18,8	90	A	fraco	CS	ME	44	20	0
18	E	2/2/05	21h35	M	Ad.	51	A-K2	3	0292877/7975627	854	G52235	20,1	95,6	A	fraco	CL	ME	47	12	0
19	E	2/2/05	22h07	M	Ad.	59	K2-L	3	0292421/7975933	853	G29777	20,1	94,5	A	fraco	CL	ME	46	10	0
20	E	2/2/05	23h50	M	Ad.	55	K1-K2	3	0292242/7975240	851	G29766	18,4	98,5	A	fraco	CL	ME	45	20	10
21	E	3/2/05	0h38	M	Ad.	55	K1-K3	3	0292356/7975592	845	G29763	18,3	98	A	fraco	CL	ME	45	19	0
22	E	3/2/05	1h32	F	Ad.	56	K1-C	3	0292029/7974943	841	G29778	18,3	98,5	A	fraco	CS	ME	43,5	16	0
23	E	3/2/05	2h10	F	Ad.	50	K1-C	3	0292323/7975009	867	G29765	21,1	85,7	A	fraco	CS	ME	43	20	0
24	E	3/2/05	2h38	M	Ad.	49	K1-C	3	0292804/7974986	849	G29779	19,9	91,1	NE	fraco	CS	ME	40	20	0
25	E	3/2/05	3h11	F	Ad.	47	K1-C	3	0293364/7975081	857	G29780	20,1	92,4	NE	fraco	CS	ME	42	15	0
26	E	3/2/05	4h00	F	Ad.	57	K1-C	3	0290633/7974114	847	G29781	19,1	96,5	NE	fraco	CS	ME	40	17	0
27	E	3/2/05	4h35	F	Ad.	49	Pista Pouso	3	0298876/7974924	841	G29782	19,2	94,6	NE	fraco	CL	ME	40	12	0
28	E	3/2/05	5h00	F	Ad.	53	Pista Pouso	3	0298821/7974937	842	G29783	20,9	90,1	NE	fraco	CL	ME	39	18	0
29	E	1/5/05	19h38	F	Ad.	53	Sede-X	1	0301141/7982311	806	G62364	16	82,2	A	zero	CS	ME	46	13	0
30	C	2/5/05	21h35	F	Ad.	41	U2-U1	1	0290112/8008851	875	n	N	N	A	zero	CC	ME	44	15	0
31	E	2/5/05	22h02	F	Ad.	54	N-M	6	0288210/7982338	831	G62565	14,4	84,4	A	fraco	CC	ME	48	15	0

Tabela - Aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas e dados coletados, entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (continuação).

Amostra	Espécie ^I	Data	Horário	Sexo	Idade	Peso (g)	Estrada do Parque	Rota	Coordenadas (UTM)	Altitude (m)	Anilha	Temp. amb. (°C)	UR (%)	Céu ^{II}	Vento	Veg. ^{III}	Lua ^{IV}	Temp. água (°C)	Vol. adm. (mL)	Vol. acres. (mL)
32	E	3/5/05	20h00	M	Ad.	56	K1-C	3	0292219/7974938	831	G29763	16	76,9	A	zero	CS	ME	50	12	5
33	E	3/5/05	20h50	F	Ad.	56	K1-C	3	0294774/7975193	840	G29794	16,1	75,4	A	fraco	CS	ME	48	10	0
34	E	3/5/05	23h20	F	Ad.	51	K1-C	3	0294825/7975172	848	G62547	14,9	82	A	zero	CS	ME	49	13,5	6,5
35	E	3/5/05	23h50	F	Ad.	61	K1-C	3	0294966/7975211	847	G62531	16	75,6	A	forte	CS	ME	48	10	0
36	E	4/5/05	0h30	M	Ad.	60	K1-C	3	0295564/7975284	846	G52223	15,2	79,2	A	zero	CS	ME	44	12	8
37	E	4/5/05	1h00	M	Ad.	55	K1-C	3	0296056/7975188	847	G29786	14,6	80,2	A	fraco	CS	ME	45	11	9
38	E	4/5/05	1h42	M	Ad.	58	K1-C	3	0295982/7975254	849	G62566	13,5	85,3	A	fraco	CS	ME	44	19	5
39	E	4/5/05	2h16	F	Ad.	58	K1-C	3	0296345/7975072	848	G62508	13,6	86	A	fraco	CS	ME	42	10	0
40	E	4/5/05	20h00	M	Ad.	51	X-Z1	2	0312512/7984606	810	G51361	18,1	69,5	A	zero	CL	ME	45	7	5
41	E	11/7/05	19h20	F	Ad.	49	Y-VY	5	0306693/7996546	839	n	17	-	A	fraco	CS	CE	50	14	6
42	H	11/7/05	22h05	M	Ad.	50	O-M	6	0284910/7985607	810	n	13	-	A	fraco	CC	CA	44	8	12
43	H	11/7/05	22h30	F	Ad.	51	O-M	6	0284822/7984961	821	n	13	-	A	fraco	CC	CA	42	8	17
44	C	21/8/05	20h10	M	Ad.	41	E-F	4	0313761/7970928	819	n	21	-	A	zero	CC	CHE	47	8	12
45	H	21/8/05	20h45	F	Ad.	52	E-F	4	0314310/7976068	813	n	19	-	A	fraco	CS	CHA	47	13	0
46	H	21/8/05	21h10	Ind.	Ad.	47	F-G	4	0314352/7976711	823	n	19	-	NE	fraco	CS	CHA	46	10	0
47	H	21/8/05	21h42	F	Ad.	51	F-G	4	0308969/7974813	825	n	19,8	-	NE	fraco	CS	CHE	46	12,5	0
48	E	21/8/05	23h10	M	Ad.	51	C-K1	3	0296067/7975223	840	G29786	18	-	A	fraco	CS	CHA	44	16	4
49	E	21/8/05	23h35	M	Ad.	46	C-K1	3	0293773/7975140	840	G52221	18,5	-	NE	fraco	CS	CHA	44	11	12
50	N	22/8/05	0h30	M	Ad.	67	L-K2	3	0286706/7979906	798	N	18	-	PE	fraco	CC	CHA	43	19	0
51	E	22/8/05	1h20	F	Ad.	49	K2-A	3	0297675/7978161	822	N	15,5	-	PE	fraco	CS	CHA	46	13	0
52	E	22/8/05	2h45	F	Ad.	52,5	W-Y	2	0307881/7990983	829	n	14	-	A	zero	CS	CHA	50	20	0
53	E	22/8/05	3h15	F	Ad.	50,5	Y-Z1	2	0308838/7991239	839	n	13,3	-	A	zero	CS	CHA	49	15	4
54	E	22/8/05	19h05	F	Ad.	48,5	Y-VY	5	0307767/7991772	849	n	20	-	A	zero	CS	CHE	50	15	5
55	E	22/8/05	19h35	M	Ad.	45,5	Y-VY	5	0306610/7996360	848	n	20,5	-	A	zero	CS	CHE	50	12	8
56	E	22/8/05	19h55	F	Ad.	51	Y-VY	5	0306674/7996540	845	n	20	-	A	zero	CS	CHE	50	17	0
57	E	22/8/05	20h18	F	Ad.	46	Y-VY	5	0305587/7998497	844	n	19	-	A	zero	CS	CHE	50	20	0
58	E	22/8/05	20h35	F	Ad.	46	Y-VY	5	0305508/7998694	843	n	19	-	A	zero	CS	CHE	50	19	0
59	E	22/8/05	20h50	F	Ad.	50	Y-VY	5	0305017/7999218	843	n	18,2	-	A	zero	CS	CHE	50	13	0
60	E	22/8/05	21h03	F	Ad.	43	Y-VY	5	0304549/7999372	842	n	18,5	-	A	zero	CS	CHE	50	13	7
61	E	22/8/05	21h18	F	Ad.	48	Y-VY	5	0303842/7999503	839	n	19	-	A	zero	CL	CHE	47	16	4
62	C	23/8/05	0h08	M	Ad.	35	M-O	6	0279278/7994318	824	n	19	-	PE	fraco	CS	CHA	50	12	8

Tabela - Aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas e dados coletados, entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (continuação).

Amostra	Espécie ^I	Data	Horário	Sexo	Idade	Peso (g)	Estrada do Parque	Rota	Coordenadas (UTM)	Altitude (m)	Anilha	Temp. amb. (°C)	UR (%)	Céu ^{II}	Vento	Veg. ^{III}	Lua ^{IV}	Temp. água (°C)	Vol. adm. (mL)	Vol. acres. (mL)
63	E	24/8/05	0h28	M	Ad.	50	M-O	6	0276837/7996117	829	G51362	18	-	NE	fraco	CS	CHA	50	13,5	6,5
64	C	2/11/05	21h30	M	Ad.	46	X-W	1	0300625/7981228	766	n	21,5	-	A	fraco	CC	N	50	10	7,5
65	E	2/11/05	22h20	F	Ad.	55	W-P2	1	0298863/7992900	800	n	20,5	-	A	fraco	CS	N	50	17	0
66	E	2/11/05	22h40	F	Ad.	52	W-P2	1	0297521/7994991	820	n	19,5	-	A	fraco	CS	N	50	15	5
67	H	2/11/05	23/15	M	Ad.	47	V-U2	1	0291980/8006517	863	n	21	-	A	fraco	CC	N	50	13,5	6,5
68	C	3/11/05	0h45	F	Ad.	41	U2-T1	8	0297932/8017091	859	n	20,5	-	A	fraco	CE	N	50	11	0
69	N	3/11/05	2h25	M	Ad.	78	S-R	7	0289923/8018435	861	n	20	-	A	zero	CC	N	51	15	0
70	C	3/11/05	20h30	Ind.	Ind.	36	P1-O	6	0289345/7999070	871	n	21	-	TE	fraco	CC	N	50	9	0
71	E	3/11/05	21h35	M	Ad.	53	O-M	6	0276689/7996388	851	n	21	-	PE	zero	CS	N	49	10	10
72	E	3/11/05	21h55	M	Ad.	49	O-M	6	0277157/7995645	828	n	21	-	PE	zero	CS	N	50	14	6
73	E	3/11/05	22h20	M	Jov.	49	O-M	6	0279045/7994600	829	n	21	-	PE	zero	CS	N	49	12	8
74	C	3/11/05	23h45	Ind.	Ind.	32	V-voador	fora	0295177/8002640	821	n	22	-	A	zero	CC	N	50	8	9
75	H	4/11/05	1h45	M	Ad.	44	Y-Z1	2	0311577/7989817	826	n	19	-	A	fraco	CC	N	49	12,5	0
76	E	4/11/05	20h15	M	Ad.	54	Pista Pouso	3	0298654/7974979	841	n	19	-	NE	fraco	CS	N	50	20	0
77	E	4/11/05	20h40	F	Ad.	58	B-C	3	0299299/7974322	845	G62590	19	-	PE	médio	CS	N	50	14	6
78	E	4/11/05	21h10	M	Ad.	50	C-K1	3	0298351/7974324	841	n	19	-	PE	médio	CS	N	50	12,5	7,5
79	E	4/11/05	21h25	M	Jov.	42	C-K1	3	0297610/7974596	843	n	19	-	PE	médio	CS	N	50	16	4
80	E	4/11/05	22h15	F	Ad.	54	D-E	4	0297610/7974597	837	n	19	-	PE	fraco	CC	N	50	20	0
81	E	26/1/06	21h36	F	Ad.	45	A-K2	3	0295216/7976508	817	n	21,4	80	TE	zero	CC	ME	50	14	0
82	E	26/1/06	23h50	F	Ad.	55	K1-C	3	0292348/7974902	824	n	20,7	89	TE	fraco	CS	ME	50	14	0
83	E	27/1/06	0h20	M	Ad.	53	K1-C	3	0292411/7974929	829	G62569	20,3	92	TE	médio	CS	ME	50	20	10
84	E	27/1/06	1h21	M	Ad.	48	K1-C	3	0297635/7974475	835	G62534	19,9	95	TE	fraco	CS	ME	50	14	6
85	E	27/1/06	1h47	F	Ad.	59	K1-C	3	0297891/7974402	836	G52210	19,9	95	TE	fraco	CS	ME	50	12	8
86	C	27/1/06	3h30	F	Ad.	42	E-F	4	0314192/7975432	839	n	19,5	95	TE	zero	CC	ME	50	14	6
87	C	27/1/06	4h40	F	Ad.	46	F-G	4	0309592/7975083	832	n	20	94	TE	zero	CC	ME	50	13,5	6,5
88	E	27/1/06	21h29	F	Ad.	47	X-W	1	0301678/7988408	836	n	21	88	TE	zero	CS	ME	50	17	3
89	C	28/1/06	0h39	F	Ad.	45	TU2-T	8	0293652/8019383	862	n	21,9	86	PE	zero	CC	ME	50	15	0
90	H	28/1/06	2h25	M	Ad.	52	S-R	7	0289640/8018376	853	n	20,8	90	PE	fraco	CC	ME	50	13	7
91	H	28/1/06	2h57	M	Ad.	56	S-R	7	0289163/8018307	856	n	19,7	92	PE	fraco	CC	ME	50	15	3
92	C	28/1/06	21h25	M	Ad.	36	Y-VY	5	0306715/7994707	851	n	21,2	93	TE	médio	CS	ME	50	11	10
93	C	29/1/06	21h55	F	Ad.	46,5	Z1-Y	2	0313613/7988371	863	n	20,9	86	NE	fraco	CS	N	50	14	6

Tabela - Aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas e dados coletados, entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (continuação).

Amostra	Espécie ^I	Data	Horário	Sexo	Idade	Peso (g)	Estrada do Parque	Rota	Coordenadas (UTM)	Altitude (m)	Anilha	Temp. amb. (°C)	UR (%)	Céu ^{II}	Vento	Veg. ^{III}	Lua ^{IV}	Temp. água (°C)	Volume Adm. (mL)	Volume Acres. (mL)
94	E	29/1/06	22h43	F	Ad.	46,5	Z1-Y	2	0308433/7991225	848	n	21,2	88	PE	zero	CS	N	50	15	5
95	E	29/1/06	23h25	F	Ad.	52	Y-W	2	0303078/7989153	842	n	19,7	88	PE	médio	CS	N	50	17	7
96	E	11/4/06	1h50	F	Ad.	55,5	Pista Pouso	3	0298118/7975074	863	G62519	19,4	92	PE	zero	CS	CHA	50	15	8
97	E	11/4/06	2h40	F	Ad.	54	Pista Pouso	3	0299175/7974781	862	n	19,5	91	PE	zero	CS	CHE	50	16	4
98	E	11/4/06	3h05	M	Ad.	51,5	C-K1	3	0298758/7974080	862	G29784	18	93	NE	zero	CS	CHA	50	14	6
99	E	11/4/06	3h31	F	Ad.	50	C-K1	3	0298506/7974196	860	n	17,7	94	NE	zero	CS	CHA	50	8	12
100	E	11/4/06	4h27	M	Ad.	52,5	C-K1	3	0294149/7975134	850	n	18	93	NE	zero	CS	CHE	50	13,5	6,5
101	C	11/4/06	21h55	F	Ad.	54	T-TU2	8	0291979/8016192	814	n	20,3	89	PE	zero	CS	CHE	50	16	4
102	E	12/4/06	0h10	F	Ad.	54,5	U1-U2	1	0289310/8009840	865	n	18,7	93	PE	fraco	CS	CHA	50	16	9
103	E	12/4/06	1h10	F	Ad.	57,5	V-P2	1	0296473/7997809	826	n	18,2	92	PE	zero	CS	CHE	50	14	6
104	E	12/4/06	1h40	F	Ad.	54	P2-W	1	0298344/7993281	823	G29767	18,4	92	PE	zero	CS	CHE	50	20	0
105	E	12/4/06	2h30	F	Ad.	59	W-X	1	0301378/7909204	826	G01160	17,7	94	PE	zero	CS	CHA	50	15	5
106	E	12/4/06	3h25	F	Ad.	53,5	X-Sede	1	0300293/7980163	781	G01158	16,6	93	NE	zero	V	CHA	50	17	3
107	C	12/4/06	20h00	M	Jov.	47,5	G-F	4	0309176/7974890	827	n	20,1	92	PE	zero	CC	CHE	50	11	9
108	E	12/4/06	21h20	F	Ad.	59	E-D	4	0309763/7971150	841	n	19,5	90	A	zero	CS	CHA	50	13,5	6,5
109	E	12/4/06	22h00	M	Ad.	51	D-C	4	0304298/7972165	844	n	20,4	88	NE	zero	CS	CHA	50	13	7
110	E	12/4/06	22h30	F	Jov.	43	D-C	4	0302058/7972767	841	n	18,9	93	NE	zero	CS	CHA	50	14	6
111	E	12/4/06	23h00	F	Ad.	51,5	D-C	4	0299624/7973690	840	n	18,9	94	NE	fraco	CS	CHE	50	13,5	13
112	E	13/4/06	0h35	F	Ad.	60	X-Z1	2	0313066/7984529	803	n	18,3	94	PE	zero	CS	CHA	50	19	1
113	C	13/4/06	1h25	F	Ad.	46	Z1-Y	2	0314148/7987334	824	n	19,9	93	PE	zero	CS	CHE	50	14	6
114	H	13/4/06	1h55	F	Ad.	50,5	Z1-Y	2	0311486/7891957	820	n	19,5	94	PE	zero	CS	CHE	50	14	0
115	H	13/4/06	2h25	F	Ad.	52	Z1-Y	2	0310868/7993053	833	n	19,1	94	PE	zero	CS	CHA	50	14,5	5,5
116	E	13/4/06	2h50	M	Ad.	49,5	Z1-Y	2	0310620/7992770	841	n	18,7	94	PE	zero	CS	CHA	50	12,5	7,5
117	E	13/4/06	3h40	M	Ad.	58,5	Y-VY	5	0307447/7992448	844	n	18,1	95	A	zero	CS	CHA	50	14	6
118	E	13/4/06	4h00	M	Ad.	48	Y-VY	5	0307249/7992797	840	n	18	95	PE	zero	CS	CHA	50	18	2
119	E	13/4/06	4h20	F	Ad.	59	Y-VY	5	0306748/7994256	838	G01188	17,3	95	NE	zero	CS	CHA	50	20	6
120	H	13/4/06	5h20	F	Ad.	57	VY-V	5	0302144/7999766	844	n	17	95	NE	zero	CS	CHA	50	20	0
121	N	13/4/06	20h30	F	Ad.	77	S-R	7	0287870/8018726	848	n	20,6	89	NE	zero	CE	CHA	50	20	0
122	E	13/4/06	23h00	M	Ad.	49	O-M	6	0279269/7994345	829	G51381	19,7	91	NE	zero	CS	CHA	50	20	7,5
123	E	14/4/06	0h15	F	Ad.	55	M-N	6	0290917/7984265	815	n	21	87	NE	zero	CS	CHA	50	20	5
124	E	14/4/06	0h55	F	Ad.	59	M-N	6	0289137/7986704	817	n	20,9	90	NE	zero	CS	CHA	50	18	9

Tabela - Aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas e dados coletados, entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (continuação).

Amostra	Espécie ^I	Data	Horário	Sexo	Idade	Peso (g)	Estrada do Parque	Rota	Coordenadas (UTM)	Altitude (m)	Anilha	Temp. amb. (°C)	UR (%)	Céu ^{II}	Vento	Veg. ^{III}	Lua ^{IV}	Temp. água (°C)	Volume Adm. (mL)	Volume Acres. (mL)
125	E	14/4/06	1h15	F	Ad.	56	M-N	6	0288677/7987350	815	n	19,5	92	PE	zero	CS	CHE	50	17	13
126	E	14/4/06	1h40	F	Ad.	63	M-N	6	0287859/7988545	815	n	19,3	93	NE	zero	CS	CHA	50	20	5
127	E	18/10/06	20h05	M	Ad.	54	Pista Pouso	3	0298826/7974864	853	n	-	-	TE	zero	CS	ME	50	15	5
128	E	18/10/06	20h40	F	Ad.	55	C-K1	3	0297790/7974458	837	n	-	-	TE	zero	CS	ME	50	20	0
129	E	18/10/06	21h05	F	Ad.	55	C-K1	3	0292706/7974975	831	G62584	-	-	TE	médio	CS	ME	50	13	7
130	E	18/10/06	21h20	M	Ad.	56	C-K1	3	0292274/7974897	845	G29763	-	-	TE	médio	CS	ME	50	16	4
131	E	18/10/06	21h40	F	Ad.	61	k1-L	3	0291181/7976153	843	n	-	-	TE	fraco	CC	ME	50	16	4
132	C	18/10/06	23h00	F	Ad.	44	E-F	4	0313767/7971178	838	n	-	-	TE	zero	CE	ME	50	15	5
133	C	18/10/06	23h26	F	Ad.	44	E-F	4	0314176/7975113	838	n	-	-	TE	zero	CE	ME	50	15	10
134	C	19/10/06	1h55	M	Ad.	44	Z1-X	2	0308636/7983543	859	n	-	-	TE	médio	CC	ME	50	13	7
135	E	19/10/06	20h13	M	Ad.	50	N-M	6	0287512/7993036	830	n	-	-	TE	fraco	CS	ME	50	15	5
136	E	19/10/06	22h00	M	Ad.	53	M-O	6	0276309/7998557	838	n	-	-	TE	fraco	CS	ME	50	15	5
137	C	19/10/06	22h20	M	Ad.	41	O-P1	6	0278842/7998231	862	n	-	-	TE	médio	CS	ME	50	13	7
138	E	20/10/06	20h50	M	Jov.	51	P2-V	1	0296540/7998071	824	n	-	-	TE	zero	CS	ME	50	16	4
139	C	20/10/06	21h20	F	Ad.	43	V-U2	1	0293822/8003303	842	n	-	-	TE	fraco	CC	ME	50	13	5
140	C	20/10/06	21h45	F	Ad.	45	V-U2	1	0292559/8005727	848	n	-	-	TE	fraco	CC	ME	50	15	5
141	C	20/10/06	22h05	M	Ad.	45	V-U2	1	0291453/8006966	856	n	-	-	TE	fraco	CC	ME	50	15	5
142	C	20/10/06	23h10	Ind.	Filh.	35	Q-R	7	0287435/8019408	819	n	-	-	PE	zero	CE	ME	50	9	11
143	N	20/10/06	23h25	F	Ad.	64	Q-R	7	0288044/8019497	829	n	-	-	A	zero	CA	ME	50	20	0
144	H	21/10/06	0h00	M	Ad.	52	R-S	7	0291312/8017884	844	n	-	-	A	zero	CE	ME	50	20	0
145	C	21/10/06	1h20	F	Ad.	47	U1-O	7	0279820/8001267	882	n	-	-	A	zero	CS	ME	50	14	14
146	C	21/11/06	21h30	F	Ad.	39	C-K1	1	0301783/7987987	813	n			A	fraco	CC	N	50	10	10
147	E	22/11/06	21h25	F	Ad.	46	VY-Y	5	0306015/7997579	839	n	22,7	81	PE	zero	CS	N	50	15	3
148	E	22/11/06	22h55	M	Ad.	53	C-K1	3	0298735/7974064	838	G29784	19,7	92	PE	fraco	CS	N	50	15	5
149	E	22/11/06	23h20	Ind.	Jov.	44	C-K1	3	0298756/7974001	836	n	19,4	92	PE	médio	CS	N	50	11	9
150	E	22/11/06	23h40	M	Ad.	49	C-K1	3	0296163/7975099	842	G62526	20,3	87	PE	médio	CS	N	50	15	5
151	E	23/11/06	0h00		Ad.	55	C-K1	3	0294681/7975143	849	G62520	19,8	90	PE	médio	CS	N	50	20	0
152	C	23/11/06	20h50	F	Ad.	36	X-Z1	2	0308371/7983532	849	n	26	67	A	zero	CC	N	50	11	9
153	C	23/11/06	21h10	F	Ad.	47	X-Z1	2	0309830/7983539	846	n	21,7	81	NE	zero	CS	N	50	17	

Tabela - Aves da Família Caprimulgidae capturadas no Parque Nacional das Emas e dados coletados, entre novembro de 2004 e novembro de 2006 (conclusão).

Amostra	Espécie ^I	Data	Horário	Sexo	Idade	Peso (g)	Estrada do Parque	Rota	Coordenadas (UTM)	Altitude (m)	Anilha	Temp. amb. (°C)	UR (%)	Céu ^{II}	Vento	Veg. ^{III}	Lua ^{IV}	Temp. água (°C)	Volume Adm. (mL)	Volume Acres. (mL)
154	H	23/11/06	21h30	F	Ad.	46	X-Z1	2	0310168/7983518	842	n	20,7	88	A	zero	CC	N	50	17	3
155	E	23/11/06	22h00		Ad.	59	X-Z1	2	0312498/7984551	820	n	21,5	82	A	fraco	CS	N	50	16	4
156	E	23/11/06	22h35	M	Jov.	51	Z1-Y	2	0312150/7988778	835	n	22,7	77	A	zero	CS	N	50	15	5
157	H	24/11/06	0h25	F	Ad.	46	G-D	4	0305885/7976936	814	n	21,9	75	A	zero	CE	N	50	20	0

^I E - *Eleothreptus candicans*; H - *Hydropsalis torquata*; C - *Caprimulgus parvulus*; N - *Nyctidromus albicollis*.

^{II} A - aberto; NE - nuvens esparsas; PE - parcialmente encoberto; TE - totalmente encoberto.

^{III} Vegetação: CS - campo sujo; CC - campo cerrado; CE - cerrado estrito senso; CL - campo limpo; V - vereda; CA - cerradão.

^{IV} CE - crescente / encoberta; CA - crescente / aparente; CHE - cheia / encoberta; CHA - cheia / aparente; N - nova; ME - minguante / encoberta.