

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**HEMOPARASITOS DE AVES SILVESTRES (PASSERIFORMES) NO  
CERRADO DO BRASIL CENTRAL, DF**

**ALAN FECCHIO**

Orientador: Miguel Ângelo Marini, Ph.D.

Brasília-DF

2006

ALAN FECCHIO

**HEMOPARASITOS DE AVES SILVESTRES (PASSERIFORMES) NO  
CERRADO DO BRASIL CENTRAL, DF**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Miguel Ângelo Marini, Ph.D.

Brasília-DF

2006

ALAN FECCHIO

**HEMOPARASITOS DE AVES SILVESTRES (PASSERIFORMES) NO  
CERRADO DO BRASIL CENTRAL, DF**

Dissertação aprovada junto ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Miguel Ângelo Marini  
Orientador – UnB

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina H. F. Macedo  
Membro Titular – UnB

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Alice S. Alves  
Membro Titular – UERJ

---

Prof. Dr. Jader Marinho-Filho  
Suplente – UnB

Brasília, março de 2006

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Miguel Ângelo Marini pela orientação, dedicação e paciência com seu aluno “Anarquista”.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Érika Martins Braga que me recebeu em seu laboratório e dedicou boa parte de seu tempo em me ensinar a identificar os hemoparasitos aviários.

Aos membros da banca examinadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina H. F. Macedo, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Alice S. Alves e Prof. Dr. Jader Marinho-Filho pelas valiosas sugestões e críticas ao trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, especialmente aos secretários Bruno e Fabiana pela ajuda nas questões burocráticas.

À CAPES e CNPq pelas bolsas de estudo durante os 24 meses de curso.

À administração e funcionários da Estação Ecológica de Águas Emendadas.

Aos amigos de laboratório e colegas de campo Ruy, Luciana, Leonardo, Nadinni, Sheila, Luane e Charles que me ajudaram muito na coleta de sangue durante os vários meses de anilhamento.

Aos amigos do Laboratório de Malária da Universidade Federal de Minas Gerais em especial à Marcia Gomes Campos pela valiosa ajuda na observação dos esfregaços.

Aos pais do Léo (Danilo e Julieta) que me receberam em sua casa durante a primeira etapa das observações dos esfregaços.

Ao Fred por ter me dado abrigo durante a segunda etapa em Belo Horizonte.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>6</b>
<b>Área de estudo</b>	<b>6</b>
<b>Captura das aves</b>	<b>7</b>
<b>Coleta do material para análise</b>	<b>8</b>
<b>Quantificação dos hemoparasitos</b>	<b>8</b>
<b>Análises estatísticas</b>	<b>9</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>10</b>
<b>Variação temporal na prevalência</b>	<b>11</b>
<b>Espécies migratórias</b>	<b>12</b>
<b>DISCUSSÃO</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSÕES</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>26</b>

## RESUMO

Parasitos têm fundamental influência sobre a ecologia e evolução de seus hospedeiros podendo afetar populações, comunidades ecológicas e ecossistemas. O objetivo do presente estudo foi determinar a prevalência de hemoparasitos de aves silvestres em uma área de Cerrado do Brasil Central. Para isso foram examinados 428 indivíduos pertencentes a 23 espécies e oito famílias de Passeriformes capturados entre abril de 2005 e janeiro de 2006 em cinco fitofisionomias na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. Apenas 24 indivíduos (5,6%) estavam parasitados pelos gêneros *Haemoproteus* ou *Plasmodium*. Apenas três famílias se encontraram parasitadas: Emberizidae (10,4%), Tyrannidae (4,3%) e Furnariidae (2,9%). Quatro espécies de aves são descritas pela primeira vez como hospedeiras de *Haemoproteus* (*Cypsnagra hirundinacea*, *Elaenia chiriquensis*, *Neothraupis fasciata* e *Suiriri affinis*) e três para *Plasmodium* (*Elaenia cristata*, *Neothraupis fasciata* e *Phacellodomus rufifrons*). Não foram encontradas diferenças significativas nas prevalências de parasitismo entre as estações seca (6,5%) e chuvosa (5,6%). A prevalência durante a estação reprodutiva foi similar a da estação não reprodutiva, ambas com 5,6% de parasitismo. Espécies migratórias (2,3%) não diferiram das espécies residentes (7,0%) na prevalência de parasitismo por ambos os gêneros de hemoparasitos. A baixa prevalência de hemoparasitos encontrada na área de Cerrado estudada é uma das menores já registradas para comunidades de aves silvestres na região Neotropical e no Mundo, confirmando os padrões encontrados em estudos realizados no Brasil e na região Neotropical.

Palavras-chave: Cerrado, *Haemoproteus*, hemoparasitos, Passeriformes, *Plasmodium*.

## ABSTRACT

Parasites have a fundamental influence on the ecology and evolution of their hosts, possibly affecting populations, communities and ecosystems. The objective of this study was to assess the prevalence of blood parasites in wild birds in a Cerrado area in Central Brazil. A total of 428 individuals belonging to 23 species and eight families of the order Passeriformes were captured between April 2005 and January 2006 in five different phytophysiognomic types of Cerrado at the Águas Emendadas Ecological Station, DF, Brazil. Analyses revealed that only 24 individuals (5.6%) were infected by parasites from the genera *Haemoproteus* or *Plasmodium*. Only three families, Emberizidae (10.4%), Tyrannidae (4.3%) and Furnariidae (2.9%), were infected. Six bird species were identified as hosts to *Plasmodium* (*Elaenia cristata*, *Neothraupis fasciata* e *Phacellodomus rufifrons*) or *Haemoproteus* (*Cypsnagra hirundinacea*, *Elaenia chiriquensis*, *Neothraupis fasciata* e *Suiriri affinis*) for the first time. No significant difference for prevalence of parasites was found between the dry and rainy seasons (6.5% and 5.6%, respectively), and prevalence during the reproductive period (5.6%) was similar to that of the non-reproductive period (5.6%). Migratory bird species (2.3%) did not differ from resident bird species (7.0%). The low haemoparasite prevalence found for the Cerrado in the present study is one of the lowest registered for wild bird communities in the Neotropics and around the world. The results confirm patterns observed in previous studies in Brazil and the Neotropics.

Keywords: Blood parasites, *Haemoproteus*, Passeriformes, *Plasmodium*, savanna.

## INTRODUÇÃO

O estudo das interações entre parasitos e hospedeiros é de fundamental importância para se entender processos ecológicos, evolutivos e comportamentais, incluindo seleção sexual (Hamilton & Zuk 1982, Clayton 1991), migração (Altizer et al. 2000) e capacidade competitiva (Maksimowich & Mathis 2000). Por exemplo, indivíduos parasitados podem ser mais susceptíveis a predadores e menos hábeis para estabelecer territórios (Anderson & May 1979, Laferty & Morris 1996). Portanto o impacto de parasitos sobre a sobrevivência e reprodução de seus hospedeiros tem manifestações não somente na dinâmica populacional do hospedeiro, mas também na abundância relativa e na estrutura de comunidade, dispersão e diversidade genética (Scott 1988).

Patógenos e parasitos podem operar como espécies-chave, representando um papel crucial na manutenção da diversidade em comunidades ecológicas e ecossistemas (revisado por McCallum & Dobson 1995). Por outro lado, podem ameaçar a biodiversidade causando declínio de populações naturais, uma vez que, parasitos diminuem tanto a sobrevivência como a reprodução de seus hospedeiros (Anderson & May 1978, Altizer et al. 2001). Além disso, podem ser responsáveis por extinções locais de espécies endêmicas. Por exemplo, a introdução acidental de insetos vetores em Maui (Havaí), no século XIX e, posteriormente, a introdução de espécies exóticas de aves parasitadas por *Plasmodium relictum* são apontadas como responsáveis por algumas das extinções de aves endêmicas do Havaí (Warner 1968, van Riper et al. 1986). Porém, patógenos ainda são pouco considerados na biologia da conservação. Apenas recentemente dados sobre prevalência e distribuição de hemoparasitos têm sido usados para responder questões ecológicas, evolutivas e comportamentais (Ricklefs et al. 2004, Fallon et al. 2005, Mendes et al. 2005).



Um diverso grupo de parasitos helmintos e protozoários usa o sangue de aves como habitat para crescimento e reprodução. Esses parasitos incluem filarídeos que vivem nos tecidos e cavidades peritoniais de seus hospedeiros e liberam microfírias na circulação; protozoários flagelados (*Trypanosoma*) que circulam no sangue periférico; e esporozoários intracelulares (Filo: Apicomplexa) os quais completam parte de seu complexo ciclo de vida dentro de células sanguíneas (Garnham 1966). Dentro do último grupo, *Plasmodium*, *Haemoproteus* e *Leucocytozoon* (Subordem Haemosporina) são os três principais gêneros encontrados em aves e têm sido registrados em 68 % das espécies de aves examinadas (Atkinson & van Riper 1991). Baseado em uma classificação morfológica, esses três gêneros incluem uma alta diversidade de espécies como consequência de uma alta especificidade pelo hospedeiro (Garnham 1966, Atkinson & van Riper 1991). Esses protozoários apresentam ampla distribuição global, assim como seus vetores (insetos hematófagos da ordem Diptera) e já foram descritos parasitando diversos grupos de aves em praticamente todas as regiões geográficas (Bennett 1993, Bennett et al. 1993, 1994). Entretanto, a malária aviária está ausente em áreas remotas, onde não existem vetores apropriados ou não foram colonizadas por parasitos (Warner 1968, van Riper et al. 1986). Vetores também são escassos em locais com baixas temperaturas (Earlé & Underhill 1992) e alta salinidade (Figuerola 1999).

Estudos relatando a prevalência de hemoparasitos em aves foram conduzidos em diversos países da Europa (Bennett et al. 1982, Merilä et al. 1995), África (Bennett et al. 1974, Ashford et al. 1976, Bennett & Herman 1976, Wink & Bennett 1976, Bennett et al. 1978), Ásia (McClure et al. 1978), América Central (Bennett et al. 1980, Sousa & Herman 1982, Young et al. 1993) e, principalmente, América do Norte (Greiner et al. 1975, Barnard & Bair 1986, Kirkpatrick & Suthers 1988). Por outro lado, América do Sul, Oceania e ilhas oceânicas estão entre as regiões menos estudadas. No Brasil, apesar da grande diversidade e elevado endemismo de aves, foram

realizados apenas quatro estudos sobre prevalência de hemoparasitos em comunidades de aves silvestres: na Mata Atlântica de Minas Gerais (Sebaio 2002), em São Paulo (Bennett & Lopes 1980, Woodworth-Lynas et al. 1989) e na Amazônia (Lainson et al. 1970).

Pouco se sabe sobre a transmissão sazonal de hemoparasitos em regiões tropicais e subtropicais onde vetores permanecem ativos o ano todo (Atkinson et al. 1988). A sazonalidade na prevalência de hemoparasitos em populações de aves silvestres tem sido mostrada em diversos estudos conduzidos em regiões temperadas (Weatherhead & Bennett 1991, 1992, Hatchwell et al. 2000, Deviche et al. 2001), onde condições climáticas extremas limitam sua transmissão aos meses quentes do ano. Muitos destes estudos foram conduzidos com espécies migratórias em suas áreas de reprodução e, portanto, limitados a poucos meses consecutivos. Aves migratórias diferem das residentes por serem expostas a pelo menos duas faunas de parasitos durante seu ciclo anual (Moller & Erritzoe 1998, Waldenström et al. 2002). Além disso, o esforço reprodutivo leva a um aumento na prevalência de parasitos através da redução de recursos alocados para defesa do hospedeiro (Sheldon & Verhulst 1996).

No presente estudo, foram amostradas aves silvestres (Passeriformes) residentes e migratórias durante 10 meses consecutivos em cinco fitofisionomias de Cerrado no Brasil Central, para responder às seguintes questões: (i) existe sazonalidade na prevalência de *Haemoproteus* e *Plasmodium* na comunidade de aves do Cerrado? (ii) a prevalência é menor durante a estação seca? (iii) a prevalência é maior durante o período reprodutivo? (iv) espécies migratórias são mais parasitadas do que as residentes?

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi conduzido na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), próximo a Planaltina, Distrito Federal, Brasil (15°32'-15°38'S e 47°33'-47°37'W). Segundo Marinho-Filho et al. (1998) e Silva Jr. & Felfili (1996), esta representa uma das mais importantes Unidades de Conservação do Brasil Central, tanto sob o ponto de vista da preservação de seus habitats e paisagens, como por apresentar elevada biodiversidade. A importância se deve ainda à média ação antrópica presente na área e ainda por possuir em seus limites o divisor das águas das Bacias Tocantins e Paraná, no qual deriva o nome da Unidade. A reserva possui 10.500 ha e está isolada de outras reservas por áreas urbanas, fazendas e áreas alteradas, exceto pela presença de poucos corredores de vegetação natural (Figura 1). Várias fitofisionomias regionais encontram-se representadas na ESECAE, particularmente o cerrado típico, os campos sujo e limpo, as matas de galeria alagáveis e as veredas. Maiores detalhes sobre a vegetação podem ser encontrados em Silva Jr. & Felfili (1996) e sobre a fauna em Marinho-Filho et al. (1998).

O efeito sazonal no Cerrado é marcadamente relevante, constituído por duas estações claramente definidas: a estação seca e fria (maio a setembro) e outra chuvosa e quente (outubro a abril) (Eiten 1993). O inverno é excepcionalmente seco, havendo meses em que não se registra sequer um dia de chuva. A precipitação média anual na região do Distrito Federal varia entre 1500 e 1750 mm com temperaturas entre 20 a 26°C (Nimer 1979) e a altitude varia de 850 a 1340 m (Eiten 1993).



Figura 1. Localização da área de estudo, Estação Ecológica de Águas Emendadas, (ESECAE) no Distrito Federal.

### **Captura das aves**

As aves foram capturadas entre abril de 2005 e janeiro de 2006 em cinco fitofisionomias do Cerrado: cerrado típico, cerrado ralo, parque cerrado, campo sujo e campo limpo. Foram utilizadas 10 a 20 redes de neblina de 12m de comprimento por 2,5m de altura e malha de 35mm. As redes permaneciam abertas desde o nascer do sol até o final da manhã e eram vistoriadas em intervalos médios de 30 minutos para a retirada das aves. Os indivíduos capturados foram identificados e marcados com anilhas metálicas fornecidas pelo "Centro de Pesquisas para Conservação de Aves Silvestres" (CEMAVE / IBAMA).

### **Coleta do material para análise**

Esfregaços sangüíneos foram confeccionados no campo, utilizando-se lancetas descartáveis para punção do tarso esquerdo da ave e obtenção de uma gota de sangue. Logo em seguida, os esfregaços foram secos ao ar e fixados com metanol. Para cada indivíduo capturado, uma a cinco lâminas foram confeccionadas. No laboratório de Malária do Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal de Minas Gerais, as lâminas foram coradas por uma solução de GIEMSA em água tamponada (pH 7,2-7,4) a uma diluição de 1:10 e examinadas ao microscópio óptico (Olympus 3H).

### **Quantificação dos hemoparasitos**

A detecção de parasitos no sangue das aves foi feita com microscópio óptico utilizando objetiva de imersão (aumento de 1000x). As lâminas foram examinadas a partir da visualização de 200 campos microscópicos com distribuição homogênea de eritrócitos (média de 150 hemácias/campo). Para cada indivíduo foram observados 20.000 a 40.000 eritrócitos. Neste trabalho avaliaram-se os seguintes parâmetros: (i) Prevalência geral: definida como a porcentagem de indivíduos infectados na amostra considerando todos os parasitos registrados; (ii) Prevalência específica: definida como a porcentagem de indivíduos infectados na amostra considerando um determinado gênero de parasito.

## **Análises estatísticas**

O teste do Qui-Quadrado para amostras independentes foi utilizado para avaliar diferenças entre as frequências de infecções para os períodos de seca e chuva, estação reprodutiva e não reprodutiva e entre espécies migratórias e residentes quanto à presença dos parasitos encontrados. O teste Binomial foi utilizado para comparar prevalências (porcentagem de indivíduos infectados) dos gêneros de hemoparasitos entre os dois períodos sazonais. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas para  $p \leq 0,05$ . Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o programa Bioestat 3.0 (Ayres et al. 2003).

Para testar as diferenças sazonais na prevalência de hemoparasitos entre as diferentes espécies de hospedeiros e gêneros de parasitos foram removidos das análises os meses de transição entre as estações seca e chuvosa (abril e outubro). Portanto foi considerada estação seca o período de maio a setembro e estação chuvosa os meses de novembro, dezembro e janeiro.

## RESULTADOS

Foram analisados 428 indivíduos de 23 espécies, representando oito famílias da ordem Passeriformes (Tabela I). Apenas 24 indivíduos (5,6%) de seis espécies estavam parasitados, sendo *Haemoproteus* o gênero de hemoparasito mais prevalente (4,2%), seguido de *Plasmodium* (1,4%). Nenhum outro hemoparasito e nenhuma infecção mista por ambos os gêneros de parasitos foi detectada (Tabela I). Das seis espécies parasitadas, quatro representaram novos registros de hospedeiros para *Haemoproteus* (*Cypsnagra hirundinacea*, *Elaenia chiriquensis*, *Neothraupis fasciata* e *Suiriri affinis*) e três para *Plasmodium* (*Elaenia cristata*, *Neothraupis fasciata* e *Phacellodomus rufifrons*).

Dos 24 indivíduos infectados *Haemoproteus* foi detectado em 75% e *Plasmodium* em 25%. Apenas três famílias se encontraram parasitadas: Emberizidae (n = 115; 10,4%), Tyrannidae (n = 258; 4,3%) e Furnariidae (n = 35; 2,9%) (Tabela I). Entretanto, as famílias Formicariidae, Mimidae, Muscicapidae e Troglodytidae tiveram apenas um ou dois indivíduos analisados (Tabela I).

O gênero *Haemoproteus* esteve presente em quatro das seis espécies parasitadas, sendo mais prevalente nos emberizídeos (n = 11 aves parasitadas; 9,6% de infecção) incluindo as espécies *Cypsnagra hirundinacea* (29,4%) e *Neothraupis fasciata* (11,1%), seguido dos tiranídeos, destacando-se *Suiriri affinis* (26,3%) (Tabela I). Por outro lado, *Plasmodium* foi encontrado em baixos níveis nas espécies *Phacellodomus rufifrons* (3,2%), *Elaenia cristata* (2,7%), *Neothraupis fasciata* (1,9%) e *Elaenia chiriquensis* (0,8%) (Tabela I). As duas primeiras espécies foram parasitadas apenas por *Plasmodium*, enquanto as espécies *Neothraupis fasciata* e *Elaenia chiriquensis* foram as únicas a serem parasitadas pelos dois gêneros de parasito.

## Varição temporal na prevalência

A prevalência, além de baixa, variou entre abril de 2005 e janeiro de 2006 com dois pequenos picos entre abril e julho e entre novembro e dezembro. Não houve diferença significativa ( $\chi^2 = 0,021$ ,  $p = 0,886$ ) nas prevalências de parasitismo entre a estação seca ( $n = 201$  aves amostradas; 6,5% infectadas) e chuvosa ( $n = 179$  aves amostradas; 5,6% infectadas). Não houve diferença significativa ( $\chi^2 = 0,042$ ,  $p = 0,837$ ) nas prevalências de parasitismo entre a estação reprodutiva ( $n = 178$  aves amostradas; 5,6% infectadas) e não reprodutiva ( $n = 250$  aves amostradas; 5,6% infectadas). Maio foi o mês com maior prevalência ( $n = 14$  aves amostradas), com 14,3% ( $n = 2$  infectados) dos indivíduos parasitados por *Plasmodium*. Dezembro foi o mês com maior número de aves analisadas ( $n = 100$ ), mas com prevalência média (5%) de parasitos (Figura 2).

A prevalência por *Plasmodium* apresentou um padrão de distribuição irregular ao longo dos meses. A prevalência de infecções foi maior em maio ( $N = 14$  aves amostradas; 14,3% de infecção) e zero nos meses de abril, agosto, setembro, outubro, dezembro e janeiro (Figura 3). Não houve diferença significativa ( $Z = 1,503$ ,  $p = 0,132$ ) nas infecções por *Plasmodium* entre os dois períodos sazonais, apesar da maior prevalência na seca ( $n = 201$  aves amostradas; 2,5% infectadas) do que na chuva ( $n = 179$  aves amostradas; 0,6% infectadas) (Figura 4).

O parasito mais abundante, *Haemoproteus* apresentou maior prevalência no mês de julho (10,2%) e zero nos meses de maio, agosto, setembro, outubro e janeiro (Figura 3). Não houve diferença ( $Z = 0,493$ ,  $p = 0,622$ ) nas prevalências de parasitismo entre a estação seca ( $n = 201$  aves amostradas; 4% de infecção) e chuvosa ( $n = 179$  aves amostradas; 5% de infecção) para este parasito (Figura 4).



## **Espécies migratórias**

A prevalência de parasitos das três espécies migratórias (*Elaenia chiriquensis*, *Myiarchus swainsoni* e *Volatinia jacarina*) foi comparada com a das outras 20 espécies residentes (Tabela I). Não houve diferença significativa ( $\chi^2 = 2,922$ ,  $p = 0,087$ ) nas prevalências, apesar da tendência de maior parasitismo nas espécies residentes (n = 299 aves amostradas; 7,0% de infecção) do que nas espécies migratórias (n = 129 aves amostradas; 2,3% de infecção).

Tabela I. Número de indivíduos examinados e parasitados por *Haemoproteus* ou *Plasmodium* e prevalência geral, para as espécies capturadas entre abril de 2005 e janeiro de 2006 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

Família/Espécie	Número de indivíduos		Número de indivíduos infectados com		Prevalência geral
	Examinados	Infectados	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	
Emberizidae	115	12	11 (9,6)	1 (0,9)	10,4
<i>Ammodramus humeralis</i>	29	0	0	0	0
<i>Charitospiza eucosma</i>	1	0	0	0	0
<i>Cypsnagra hirundinacea</i> <sup>a</sup>	17	5	5 (29,4)	0	29,4
<i>Emberizoides herbicola</i>	8	0	0	0	0
<i>Neothraupis fasciata</i> <sup>a</sup>	54	7	6 (11,1)	1 (1,9)	13,0
<i>Sporophila plumbea</i>	2	0	0	0	0
<i>Volatinia jacarina</i> <sup>b</sup>	4	0	0	0	0
Dendrocolaptidae	13	0	0	0	0
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	13	0	0	0	0
Furnariidae	35	1	0	1 (2,9)	2,9
<i>Phacellodomus rufifrons</i> <sup>a</sup>	31	1	0	1 (3,2)	3,2
<i>Synallaxis albescens</i>	4	0	0	0	0
Mimidae	2	0	0	0	0
<i>Mimus saturninus</i>	2	0	0	0	0
Muscicapidae	1	0	0	0	0
<i>Turdus amaurochalinus</i>	1	0	0	0	0
Formicariidae	2	0	0	0	0
<i>Thamnophilus torquatus</i>	2	0	0	0	0
Troglodytidae	2	0	0	0	0
<i>Thryothorus leucotis</i>	1	0	0	0	0
<i>Troglodytes aedon</i>	1	0	0	0	0
Tyrannidae	258	11	7 (2,7)	4 (1,6)	4,3
<i>Camptostoma obsoletum</i>	1	0	0	0	0
<i>Elaenia chiriquensis</i> <sup>a, b</sup>	120	3	2 (1,7)	1 (0,8)	2,5
<i>Elaenia cristata</i> <sup>a</sup>	110	3	0	3 (2,7)	2,7
<i>Elaenia flavogaster</i>	1	0	0	0	0
<i>Myiarchus swainsoni</i> <sup>b</sup>	5	0	0	0	0
<i>Myiopagis viridicata</i>	1	0	0	0	0
<i>Myiophobus fasciatus</i>	1	0	0	0	0
<i>Suiriri affinis</i> <sup>a</sup>	19	5	5 (26,3)	0	26,3
Total geral	428	24	18 (75,0)	6 (25,0)	5,6
Prevalência		5,6	4,2	1,4	

a = Novos registros de espécies hospedeiras; b = espécies migratórias.

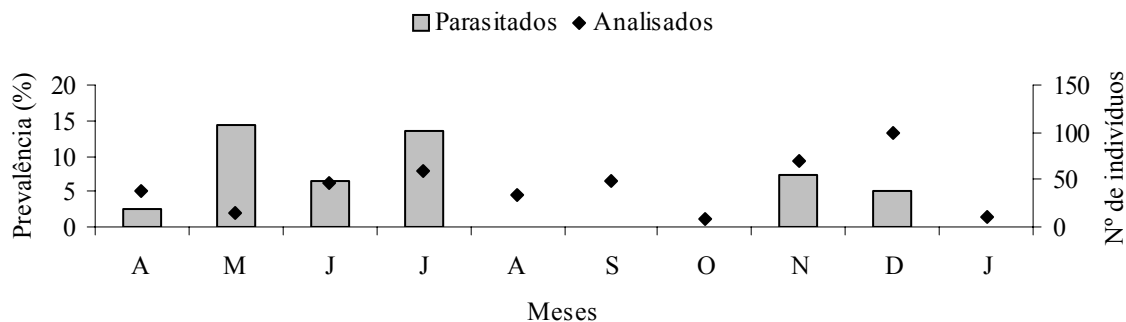


Figura 2. Prevalência geral mensal entre abril de 2005 e janeiro de 2006 na na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

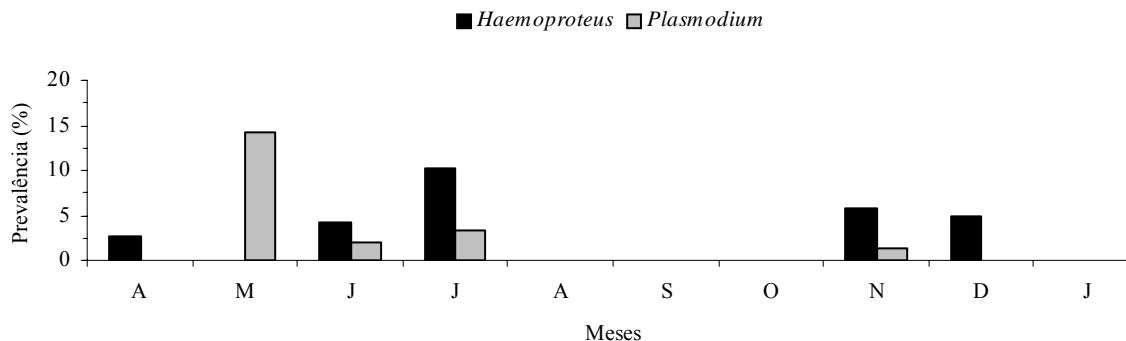


Figura 3. Prevalência mensal de *Haemoproteus* e *Plasmodium* entre abril de 2005 e janeiro de 2006 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

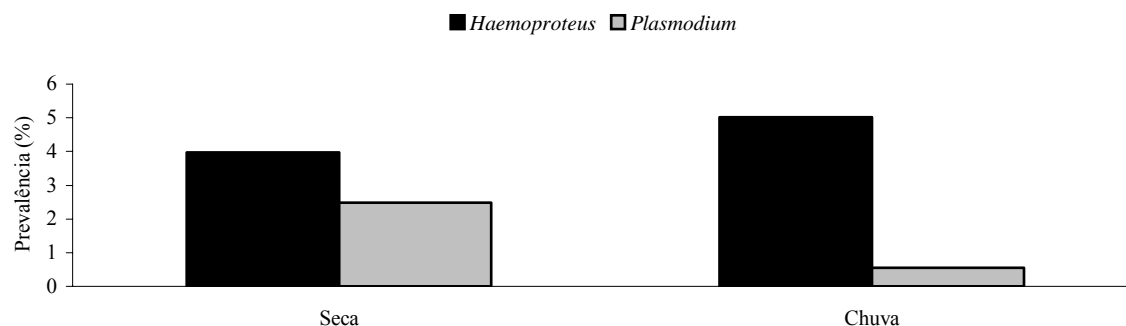


Figura 4. Prevalência sazonal de *Haemoproteus* e *Plasmodium* nas estações seca (maio a setembro) e chuvosa (novembro a janeiro), na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

## DISCUSSÃO

A prevalência de hemoparasitos encontrada para as espécies amostradas na área de Cerrado estudada (5,6%) é uma das mais baixas já registradas para comunidades de aves silvestres tanto para a região Neotropical como para o Mundo (Tabela II). Prevalências de hemoparasitos para comunidades de aves silvestres Neotropicais menores que a registrada no Cerrado foram encontradas apenas em El Salvador (4,9%) (Winchell 1978) e na Bolívia (5,1%) (Bennett et al. 1991). Valores de prevalência zero foram registrados apenas em duas ilhas do Oceano Pacífico (Steadman et al. 1990, Peirce & Adlard 2004) (Tabela II), locais onde não existem vetores apropriados ou não foram colonizados pelos parasitos. Numa escala regional, a prevalência encontrada no presente estudo para o Cerrado (5,6%) é estatisticamente inferior à encontrada por Sebaio (2002) na Mata Atlântica de Minas Gerais (15,8%;  $Z = 5,252$ ,  $p < 0,001$ ) e na Amazônia (10,3%;  $Z = 1,958$ ,  $p \leq 0,05$ ) (Lainson et al. 1970). Entretanto, não apresenta diferenças significativas em relação aos estudos realizados na Mata Atlântica de São Paulo por Bennett & Lopes (1980) (7,8%;  $Z = 1,599$ ,  $p = 0,110$ ) e Woodworth-Lynas et al. (1989) (8%;  $Z = 1,782$ ,  $p = 0,075$ ).

Numa escala global, o valor encontrado para o Cerrado é estatisticamente inferior aos valores encontrados nas revisões feitas para a região Neotropical (10,5%;  $Z = 3,308$ ,  $p = 0,001$ ), América do Norte (36,9%;  $Z = 13,387$ ,  $p < 0,001$ ) e sudeste da Ásia (16,3%;  $Z = 5,988$ ,  $p < 0,001$ ) (Greiner et al. 1975, McClure et al. 1978, White et al. 1978). Segundo White et al. (1978) a grande diversidade da avifauna Neotropical, somada ao grande número de endemismos, poderia oferecer um grande potencial para elevada prevalência de hematozoários de aves em relação à região Neártica. Entretanto, uma comparação da prevalência de hemoparasitos de aves entre as duas regiões mostrou que a prevalência na região Neártica (36,9%) é, substancialmente, mais alta

que na região Neotropical (10,5%). De acordo com Bennett & Borrero (1976) a prevalência de hemoparasitos da rica e diversificada avifauna das florestas tropicais da América Central e América do Sul deveria ser semelhante às áreas tropicais similares da África e Ásia. Entretanto, os valores encontrados em estudos na região Etiopiana são mais semelhantes aos da Neártica do que aos da Neotropical e da Ásia.

A excepcional baixa prevalência encontrada neste estudo para o Cerrado pode ser atribuída a dois fatores não mutuamente exclusivos. Primeiro, uma possível escassez de vetores apropriados. A baixa abundância de vetores pode estar relacionada à baixa umidade do ar no Cerrado durante o período de seca (maio a setembro). A baixa umidade pode afetar parasitos através de sua influência negativa sobre vetores. Por exemplo, a elevada abundância de vetores nas florestas do Havaí parece ser responsável pela alta prevalência de *Plasmodium* nas florestas chuvosas, comparado com as florestas secas (van Riper et al. 1986). Entretanto, baixa umidade relativa do ar pode ter pouco efeito sobre ectoparasitos hematófagos, dado o alto conteúdo de água em sua dieta Moyer et al. (2002). Por outro lado, muitos desses vetores têm um complicado ciclo de vida, incluindo estágios de vida livre, e podem ser vulneráveis em ambientes áridos. Apesar de não serem conhecidos, os vetores para os hemoparasitos na área do presente estudo, eles são provavelmente insetos dípteros pertencentes à família Hippoboscidae e Ceratopogonidae (Bennett & Coombs 1975, Atkinson & van Riper 1991) e, portanto, podem sofrer com a baixa umidade na área de estudo. Além disso, as formações vegetais na área de estudo, parecem não oferecer micro-habitats adequados necessários à reprodução de seus potenciais vetores durante a estação seca. As coletas foram realizadas em áreas de cerrado com pouca cobertura vegetal, onde não é possível a formação de poças e acúmulo de água, o que é fundamental para o desenvolvimento dos estágios larvais de vetores (Atkinson & van Riper 1991).

A segunda explicação pode estar relacionada à baixa diversidade de hemoparasitos na área de estudo, uma vez que, apenas dois gêneros de hemoparasitos foram registrados, *Haemoproteus* e *Plasmodium*. Comparativamente, estudos realizados na África, América Central e América do Sul com prevalências superiores ao do presente estudo, registraram de quatro a sete gêneros de hemoparasitos (Tabela II). Os hemoparasitos do gênero *Leucocytozoon*, encontrados em altas frequências nas aves da América do Norte e, microfilárias em aves da região Neotropical, contribuíram substancialmente para altas taxas de parasitismo nos estudos realizados nestas regiões (Tabelas II e III). Portanto, a ausência desses hemoparasitos nos esfregaços sanguíneos examinados no presente estudo pode ter contribuído para a baixa taxa de infecção encontrada no Cerrado. A ausência de *Leucocytozoon* no presente estudo pode ser atribuída à baixa diversidade e abundância de aves migratórias da América do Norte no Cerrado. Este gênero de parasito foi encontrado em baixas frequências em aves migratórias na América do Sul, América Central (Bennett & Borrero 1976, Bennett et al. 1980, Sousa & Herman 1982, Young et al. 1993) e, até mesmo no Brasil (Bennett & Lopes 1980, Woodworth-Lynas et al. 1989) (Tabela II).

Estas duas hipóteses para explicar a baixa prevalência encontrada no Cerrado não são suficientes para explicar a semelhança de prevalência com os estudos realizados na Mata Atlântica de São Paulo (Bennett & Lopes 1980 e Woodworth-Lynas et al. 1989) onde as condições climáticas são mais favoráveis para maior abundância de insetos vetores e vários parasitos já foram registrados. Isto revela que mais estudos são necessários para entender estas diferenças de prevalência dentro da região Neotropical e entre regiões biogeográficas.

O presente estudo é o primeiro a mostrar que não existem diferenças sazonais na prevalência de hemoparasitos em comunidade de aves silvestres no Brasil, sendo também o primeiro já registrado para a América do Sul. A maioria dos estudos conduzidos nesta região

foram feitos em um curto período de tempo (dois a quatro meses) (Lainson et al. 1970, Forrester et al. 1977, Bennett et al. 1991, Rodrigues & Matta 2001, Matta et al. 2004), portanto, sem a possibilidade de detectar diferenças sazonais na prevalência desses parasitos. Apesar de alguns trabalhos mostrarem flutuações mensais e anuais na prevalência de hemoparasitos (Bennett & Lopes 1980, Woodworth-Lynas et al. 1989), ou mesmo diferença sazonal (Sebaio 2002), a metodologia destes estudos (coletas feitas em diferentes locais) limita afirmações acerca de variações sazonais. Tais variações podem ser explicadas pela diferença nas espécies amostradas em cada região, que podem estar relacionadas com diferentes susceptibilidades dos hospedeiros. Além disso, em cada região foram amostrados diferentes habitats e, portanto, a prevalência pode diferir devido a fatores relacionados ao ambiente como áreas de nidificação, presença ou ausência de vetores, etc, ou uma combinação de ambos (Bennett & Lopes 1980). Por outro lado, diferenças sazonais na prevalência de hemoparasitos ocorrem com maior frequência em regiões temperadas (Kirkpatrick & Suthers 1988, Weatherhead & Bennett 1991, 1992, Hatchwell et al. 2000, Schrader et al. 2003) onde a sazonalidade climática é mais pronunciada, limitando a transmissão desses parasitos aos meses quentes do ano (Atkinson et al. 1988).

A intensidade de infecções por parasitos frequentemente aumenta durante a estação reprodutiva do hospedeiro, como consequência da reprodução dos vetores e aumento da susceptibilidade dos hospedeiros devido à atividade hormonal e desgaste fisiológico associado à reprodução (Atkinson & van Riper 1991). Além disso, parasitos muitas vezes ajustam sua reprodução a do hospedeiro para garantir uma transmissão eficiente aos futuros hospedeiros (Foster 1969, Christe et al. 2000). Por exemplo, alguns estudos têm mostrado um aumento na prevalência de hemoparasitos de aves durante a estação reprodutiva em regiões temperadas (Weatherhead & Bennett 1991, Hatchwell et al. 2000). Portanto, deveria ser esperado um aumento na prevalência de hemoparasitos durante a estação reprodutiva nas aves amostradas no

Cerrado. Se tal diferença não foi encontrada entre hospedeiros potencialmente susceptíveis a estes parasitos, conclui-se que as duas razões levantadas acima, escassez de vetores e baixa diversidade de parasitos, podem estar definindo tanto a baixa prevalência de parasitismo como a ausência de sazonalidade nas infecções por hemoparasitos nas aves do Cerrado.

Assumindo que aves migratórias sofrem mais do que as residentes devido a maior pressão de parasitos encontrada em diferentes locais, deveria ser esperada uma prevalência maior de parasitismo nas primeiras. Apesar de espécies migratórias serem expostas a diferentes faunas de parasitos e insetos vetores (Moller & Erritzoe 1998) e terem infecções mais severas do que as espécies residentes (Bennett & Fallis 1960, Greiner et al. 1975), não foram encontradas diferenças significativas nas prevalências de hemoparasitos entre os dois grupos de aves no Cerrado. Resultado semelhante foi encontrado em 19 espécies de Passeriformes na América do Norte (Garvin & Remsen 1997). Uma possível explicação para a semelhança de parasitismo encontrada entre os dois grupos é que as espécies migratórias tenham desenvolvido um sistema imunológico mais eficiente no combate às infecções do que as residentes para escapar dessa maior pressão de parasitos. Essa hipótese ganha suporte pela comparação das prevalências de parasitismo entre as duas espécies mais abundantes e filogeneticamente próximas na área de estudo: a espécie migratória *E. chiriquensis* (n = 120 aves amostradas; 2,5% de infecção) e a espécie residente *E. cristata* (n = 110 aves amostradas; 2,7% de infecção). Ambas tiveram, praticamente, a mesma prevalência de infecção por hemoparasitos, não apresentando diferenças significativas ( $Z = 0,108$ ,  $p = 0,914$ ).

Os seis novos registros de espécies de hospedeiros descritas no presente estudo refletem a escassez de estudos sobre hemoparasitos de aves silvestres no Brasil. Esse fato evidencia a necessidade de se obter mais conhecimentos sobre os hospedeiros de hemoparasitos aviários, uma vez que, a taxonomia desses parasitos tem sido construída usando características morfológicas e



espécies de hospedeiros como critérios de suporte (Garnham 1966, Atkinson & van Riper 1991). Além disso, explicações para as grandes diferenças de prevalência entre estudos de uma mesma região biogeográfica ou entre regiões dependerão de mais estudos.

Tabela II. Comparações de prevalências de hemoparasitos em comunidades de aves silvestres entre diferentes regiões biogeográficas, países e ilhas oceânicas. Incluídos apenas os estudos realizados após as revisões feitas para a região Neotropical (White et al. 1978) e Neártica (Greiner et al. 1975).

Região/ País	Indivíduos		Prevalência (%)	Prevalência						Referência
	Examinados	Parasitados		H	L	P	T	M	O	
<b>Neotropical</b>										
Brasil (DF)	428	24	5,6	4,2	0	1,4	0	0	0	Presente estudo
Brasil (SP)	3449	268	7,8	3,3	0,06	1,2	0,8	2,6	0,1	Bennett & Lopes 1980
Brasil (SP)	15574	1240	8,0	3,3	0,07	0,6	1,2	2,6	0,7	Woodworth-Lynas et al. 1989
Brazil (MG)	925	146	15,8	3,2	-	9,2	3,8	0,03	-	Sebaio 2002
El Salvador	246	12	4,9	4,1	0	1,6	0	0	0	Winchell 1978
Bolívia	641	33	5,1	1,4	0	1,1	0,3	1,9	0,6	Bennett et al. 1991
Jamaica <sup>a</sup>	1791	133	7,4	4,2	0,2	1,4	0,4	0,6	0,8	Bennett et al. 1980
Colômbia	159	16	10,1	0	0	1,3	3,8	5,7	0	Matta et al. 2004
Costa Rica	479	51	11,0	9,4	0,4	0,4	0,2	1,0	-	Young et al. 1993
Costa Rica	354	44	12,4	4,8	0,3	0,6	2,0	7,6	-	Valkiunas et al. 2004
México	196	25	12,8	7,7	1,0	1,0	2,6	2,0	1,0	Bennett et al. 1991
Colômbia	315	50	15,9	6,7	0	0,6	0,9	8,2	0,6	Rodríguez & Matta 2001
Panamá	3715	661	17,8	9,0	0,5	5,3	2,0	2,9	0,2	Sousa & Herman 1982
Dominica, Martinica e Santa Mônica <sup>a</sup>	370	93	34,0	34,0	0	0	0	0	-	Apanius et al. 2000
Revisão	35555	3743	<b>10,5</b>	7,4	0,2	1,9	0,6	1,2	0,4	White et al. 1978
Total	64017	6539	<b>10,2</b>							

**Neártica**

Canadá	276	108	39,1	9,4	29,0	0	4,7	0	0	Bennett et al. 1992
Canadá	197	69	35,0	12,2	21,3	0	4,6	0,5	0	Williams 1978
EUA	697	204	29,3	9,9	16,6	3,0	4,2	1,0	0	Kirkpatrick & Suthers 1988
EUA	1547	658	42,5	6,3	36,5	1,0	7,3	1,0	0	Barnard & Bair 1986
Revisão	57026	21048	<b>36,9</b>	19,5	17,7	3,8	3,9	3,1	0,6	Greiner et al. 1975
Total	59743	22087	<b>37,0</b>							

**Etiopiana**

Senegal	809	93	11,5	9,4	0,1	1,7	0,5	0,4	0,1	Bennett et al. 1978
Kênia	116	23	20,4	14,2	2,6	3,5	0,9	-	-	Peirce 1976
Madagascar <sup>b</sup>	64	14	21,9	0	12,5	3,1	3,1	0	3,1	Bennett & Blancou 1974
Chade	389	89	22,9	14,7	0	2,8	0,3	6,4	1,3	Williams et al. 1977
Uganda	922	217	23,5	19,4	1,5	1,2	0,1	1,3	-	Bennett et al. 1974
Etiópia	4199	1172	27,9	18,2	5,0	3,8	2,5	3,4	0,2	Ashford et al. 1976
Gana	135	43	31,9	21,5	3,0	0,7	5,9	5,2	-	Wink & Bennett 1976
Kênia, Tanzânia e Zaire	647	242	37,4	16,1	14,2	5,4	1,7	2,9	4,3	Bennett & Herman 1976
Uganda	1076	404	37,5	35,7	1,9	0,8	0,7	2,0	0	Bennett et al. 1977
Total	8357	2297	<b>27,5</b>							

**Ásia**

Revisão	55289	9026	<b>16,3</b>	11,3	2,7	0,8	0,2	1,8	1,1	McClure et al. 1978
---------	-------	------	-------------	------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------------

**Ilhas Oceânicas**

Cook <sup>c</sup>	79	0	0	0	0	0	0	-	0	Steadman et al. 1990
Heron <sup>c</sup>	104	0	0	0	0	0	0	0	0	Peirce & Adlard 2004
Havaí <sup>c</sup>	2365	184	7,8	0	0	7,8	0	0	0	van Riper et al. 1986
Papua Nova Guiné <sup>c</sup>	141	46	32,6	32,6	3,5	0	0,7	0	0,7	Jones 1985
Mascarene <sup>b</sup>	357	150	42,0	1,1	26,7	6,4	3,9	0	9,5	Peirce et al. 1977
Total	3046	380	<b>12,5</b>							

---

*H = Haemoproteus, L = Leucocytozoon, P = Plasmodium, T = Trypanosoma, M = microfilária, Outros inclui: Akiba, Atoxoplasma,*

*Babesia, Haemogregarina, Hepatozoon e Lankesterella.*

Ilhas do: a = Oceano Atlântico; b = Oceano Índico; c = Oceano Pacífico.

Tabela III. Comparação de prevalências e frequências de hemoparasitos de aves em seis regiões do Continente Americano.

	Brasil					Região	
	Cerrado <sup>a</sup>	2002 <sup>b</sup>	1989 <sup>c</sup>	1980 <sup>d</sup>	1970 <sup>e</sup>	Neotropical <sup>f</sup>	Neártica <sup>g</sup>
Total de aves examinadas	428	925	15574	3449	145	35555	57026
Total de aves infectadas	24	146	1240	268	15	3743	21048
Prevalência geral	5,6	15,8 <sup>i</sup>	8,0	7,8	10,3 <sup>i</sup>	10,5 <sup>i</sup>	36,9 <sup>i</sup>
Total de infecções	24	151	1343	284	18	4107	27771
Prevalência do parasito em relação ao total de infecções							
<i>Haemoproteus</i>	75,0	22,5	39,0	42,3	16,7	63,8	40,0
<i>Plasmodium</i>	25,0	53,0	7,5	14,1	38,9	16,3	7,9
<i>Trypanosoma</i>	0	22,5	13,7	10,2	5,6	4,8	8,1
<i>Leucocitozoon</i>	0	0	0,82	0,01	0	1,3	36,3
Microfilária	0	2,0	30,7	31,3	27,8	10,7	6,4
Outros <sup>h</sup>	0	0	8,3	2,2	11,1	3,1	1,3

Dados obtidos: a = este estudo; b = Sebaio (2002); c = Woodworth-Lynas et al. (1989); d =

Bennett & Lopes (1980); e = Lainson et al. (1970); f = White et al. (1978); g = Greiner et al.

(1975); h = Outros inclui: *Akiba*, *Atoxoplasma*, *Babesia*, *Haemogregarina*, *Hepatozoon* e

*Lankesterella*.

i = Prevalência estatisticamente maior do que a do presente estudo.

## CONCLUSÕES

A prevalência encontrada no presente estudo é a terceira mais baixa já registrada em estudos de hemoparasitos de aves silvestres na América do Sul, sendo uma das menores já registradas para comunidades de aves silvestres na região Neotropical e no Mundo. O presente estudo mostrou que não existem diferenças nas prevalências de parasitismo entre as estações seca e chuvosa, assim como, entre as estações reprodutiva e não reprodutiva nas espécies de aves na área de Cerrado amostrada. Espécies migratórias não são mais parasitadas do que as residentes como relatado em estudos anteriores. Mais estudos sobre hemoparasitos são necessários para compreender as grandes diferenças de prevalências em comunidades de aves de uma mesma região biogeográfica ou entre regiões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altizer, S., Foufopoulos, J. & Gager, A. 2001. Diseases and conservation. **Encyclopedia of Biodiversity**. Vol 2, Academic Press, pp. 109-126.
- Altizer, S. M., Oberhauser, K. S. & Brower, L. P. 2000. Associations between host migration and the prevalence of a protozoan parasite in natural populations of adult monarch butterflies. **Ecological Entomology**. 25: 125-139.
- Anderson, R. M. & May, R. M. 1978. Regulation and stability of host-parasite population interactions. I. Regulatory processes. **Journal of Animal Ecology**. 47: 219-247.
- Anderson, R. M. & May, R. M. 1979. Population biology of infectious diseases: part I. **Nature**. 280: 361-367.
- Apanius, V., Yorinks, N., Bermingham, E. & Ricklefs, R. E. 2000. Island and taxon effects in parasitism and resistance of Lesser Antillean birds. **Ecology**. 81: 1959-1969.
- Ashford, R. W., Palmer, T. T., Ash, J. S. & Bray, R. S. 1976. Blood parasites of Ethiopian birds. 1. General Survey. **Journal of Wildlife Diseases**. 12: 409-426.
- Atkinson, C. T., Forrester, D. J. & Greiner, E. C. 1988. Epizootiology of *Haemoproteus meleagridis* (Protozoa: Haemosporina) in Florida: seasonal transmission and vector abundance. **Journal of Medical Entomology**. 25: 45-51.
- Atkinson, C. T. & van Riper, C. III 1991. Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leococytozoon*, and *Haemoproteus*. In: Loye, J. E. & Zuk, M. (eds). **Bird-parasite interactions**. Oxford University Press, Oxford, pp. 19-48.
- Ayres, M., Ayres, Jr. M., Ayres, D. L. & Santos, A. L. 2003. **BioEstat 3.0 Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, 291 pp.

- Barnard, W. H. & Bair, R. D. 1986. Prevalence of avian hematozoa in central Vermont. **Journal of Wildlife Diseases**. 22: 365-374.
- Bennett, G. F. 1993. Phylogenetic distribution and possible evolution of the avian species of the Haemoproteidae. **Systematic Parasitology**. 26: 39-44.
- Bennett, G. F., Aguirre, A. A. & Cook, R. S. 1991. Blood parasites of some birds from northeastern Mexico. **Journal of Parasitology**. 77: 38-41.
- Bennett, G. F. & Blancou, J. 1974. A note on the blood parasites of some birds from the Republic of Madagascar. **Journal of Wildlife Diseases**. 10: 239-240.
- Bennett, G. F. & Borrero, J. I. 1976. Blood parasites of some birds from Colombia. **Journal of Wildlife Diseases**. 12: 454-458.
- Bennett, G. F. & Coombs, R. F. 1975. Ornithophilic vectors of avian hematozoa in insular Newfoundland. **Canadian Journal of Zoology**. 53: 1241-1246.
- Bennett, G. F. & Fallis, A. M. 1960. Blood parasites of birds in Algonquin Park, Canada, and a discussion of their transmission. **Canadian Journal of Zoology**. 38: 261-273.
- Bennett, G. F. & Herman, C. M. 1976. Blood parasites of some birds from Kenya, Tanzania and Zaire. **Journal of Wildlife Diseases**. 12: 59-65.
- Bennett, G. F. & Lopes, O. S. 1980. Blood parasites of some birds from São Paulo state, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 75: 117-134.
- Bennett, G. F., Bishop, M. A. & Peirce, M. A. 1993. Checklist of the avian species of *Plasmodium* Marchiafava and Celli, 1885 (Apicomplexa) and their distribution by avian family and Wallacean life zones. **Systematic Parasitology**. 26: 171-179.
- Bennett, G. F., Blancou, J., White, E. M. & Williams, N. A. 1978. Blood parasites of some birds from Senegal. **Journal of Wildlife Diseases**. 14: 67-73.



- Bennett, G. F., Garvin, M. & Bates, J. M. 1991. Avian hematozoa from West-Central Bolivia. **Journal of Parasitology**. 77: 207-211.
- Bennett, G. F., Montgomerie, R. & Seutin, G. 1992. Scarcity of haematozoa in birds breeding on the Arctic Tundra of North America. **Condor**. 94: 289-292.
- Bennett, G. F., Okia, N. O. & Cameron, M. F. 1974. Avian hematozoa of some Ugandan birds. **Journal of Wildlife Diseases**. 10: 458-465.
- Bennett, G. F., Peirce, M. A. & Earlé, R. A. 1994. An annotated checklist of the valid avian species of *Haemoproteus*, *Leucocytozoon* (Apicomplexa, Haemosporida) and *Hepatozoon* (Apicomplexa, Haemogregarinidae). **Systematic Parasitology**. 29: 61-73.
- Bennett, G. F., Thommes, F., Blancou, J. & Artois, M. 1982. Blood parasites of some birds from the Lorraine region, France. **Journal of Wildlife Diseases**. 18: 81-88.
- Bennett, G. F., White, E. M. & Williams, N. A. 1977. Additional observations on the blood parasites of Ugandan birds. **Journal of Wildlife Diseases**. 13: 251-257.
- Bennett, G. F., Witt, H. & White, E. M. 1980. Blood parasites of some Jamaican birds. **Journal of Wildlife Diseases**. 16: 29-38.
- Christe, P., Arlettaz, R. & Vogel, P. 2000. Variation in intensity of a parasitic mite (*Spinturnix myoti*) in relation to the reproductive cycle and immunocompetence of its bat host (*Myotis myotis*). **Ecology Letters**. 3: 207-212.
- Clayton, D. H. 1991. Coevolution of avian grooming and ectoparasite avoidance. In: Loye, J. E. & Zuk, M. (eds.). **Bird-parasite interactions: ecology, evolution and behaviour**. Oxford University Press, pp. 258-289.
- Deviche, P., Greiner, E. C. & Manteca, X. 2001. Seasonal and age-related changes in blood parasite prevalence in Dark-eyed Juncos (*Junco hyemalis*, Aves, Passeriformes). **Journal of Experimental Biology**. 289: 456-466.

- Earlé, R. A. & Underhill, L. G. 1992. Absence of haematozoa in some Charadriiformes breeding in the Taimyr Peninsula, Russia. **Ardea**. 81: 21-24.
- Eiten, G. 1993. Vegetação do Cerrado. In: Pinto, M. N. (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Editora Universidade de Brasília, Brasília – DF, pp. 17-73.
- Fallon, S. M., Bermingham, E. & Ricklefs, R. E. 2005. Host specialization and geographic localization of avian malaria parasites; a regional analysis in the Lesser Antilles. **American Naturalist**. 165: 466-480.
- Figuerola, J. 1999. Effects of salinity on rates of infestation of waterbirds by haematozoa. **Ecography**. 22: 681-685.
- Forrester, D. J., Greiner, E. C. & McFarlane, R. W. 1977. Blood parasites of some Columbiform and Passeriform birds from Chile. **Journal of Wildlife Diseases**. 13: 94-96.
- Foster, M. S. 1969. Synchronized life cycles in the orange-crowned warbler and its mallophagan parasites. **Ecology**. 50: 315-323
- Garnham, P. C. 1966. **Malaria parasites and other haemosporidia**. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 1114 pp.
- Garvin, M. C. & Remsen, J. V. Jr. 1997. An alternative hypothesis for heavier parasite loads of brightly colored birds: exposure at the nest. **Auk**. 114: 179-191.
- Greiner, E. C., Bennett, G. F., White, E. M. & Coombs, R. F. 1975. Distribution of the avian hematozoa of North America. **Canadian Journal of Zoology**. 53: 1762-1787.
- Hamilton, W. D. & Zuk, M. 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? **Science**. 218: 384-387.
- Hatchwell, B. J., Wood, M. J., Anwar, M. & Perrins, C. M. 2000. The prevalence and ecology of the haematozoan parasites of European Blackbirds, *Turdus merula*. **Canadian Journal of Zoology**. 78: 684-687.

- Jones, H. I. 1985. Hematozoa from montane forest birds in Papua New Guinea. **Journal of Wildlife Diseases**. 21: 7-10.
- Kirkpatrick, C. E. & Suthers, H. B. 1988. Epizootiology of blood parasite infections in passerine birds from central New Jersey. **Canadian Journal of Zoology**. 66: 2374-2382.
- Laferty, K. D. & Morris, K. 1996. Altered behavior of parasitized killifish increases susceptibility to predation by bird final hosts. **Ecology**. 77: 1390-1397.
- Lainson, R., Shaw, J. J. & Humphrey, P. S. 1970. Preliminary survey of the blood parasites of birds of the area de pesquisas ecológicas do Guamá, Belém, Pará, Brasil. **Journal of Parasitology**. 56: 197-198.
- Maksimowich, D. S. & Mathis, A. 2000. Parasitized salamanders are inferior competitors for territories and food resources. **Ethology**. 106: 319-329.
- Marinho-Filho, J., Rodrigues, F. & Guimarães, M. 1998. **Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas**. História Natural e Ecologia em um fragmento de cerrado do Brasil Central. SEMATEC, IEMA, IBAMA, Brasília-DF, 92 pp.
- Matta, N. E., Basto, N., Gutierrez, R., Rodríguez, O. A. & Greiner, E. C. 2004. Prevalence of blood parasites in Tyrannidae (Flycatchers) in the eastern plains of Colombia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 99: 271-274.
- McCallum, H. & Dobson, A. 1995. Detecting disease and parasite threats to endangered species and ecosystems. **Trends in Ecology and Evolution**. 10: 190-194.
- McClure, H. E., Poonswad, P., Greiner, E. C. & Laird, M. 1978. **Haematozoa in the birds of eastern and southern Asia**. Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canada, 296 pp.

- Mendes, L., Piersma, T., Lecoq, M., Spaans, B. & Ricklefs, R. E. 2005. Disease-limited distributions? Contrasts in the prevalence of avian malaria in shorebird species using marine and freshwater habitats. **Oikos**. 109: 396-404.
- Merilä, J., Björklund, M. & Bennett, G. F. 1995. Geographic and individual variation in haematozoan infections in the greenfinch, *Carduelis chloris*. **Canadian Journal of Zoology**. 73: 1798-1804.
- Moller, A. P. & Erritzoe, J. 1998. Host immune defence and migration in birds. **Evolutionary Ecology**. 12: 945-953.
- Moyer, B. R., Drown, D. M. & Clayton, D. H. 2002. Low humidity reduces ectoparasite pressure: implications for host life history evolution. **Oikos**. 97: 223-228.
- Nimer, E. 1979. **Climatologia do Brasil: recursos naturais e meio ambiente**. IBGE, Brasília-DF, 420 pp.
- Peirce, M. A. 1976. Haematozoa of east African birds: I. Blood parasites of birds from Marsabit, Nakuru, Ngulia and east Rudolf in Kenia. **Journal of Wildlife Diseases**. 12: 148-153.
- Peirce, M. A. & Adlard, R. D. 2004. Absence of blood parasites in birds on Heron Island, Great Barrier Reef. **Corella**. 28: 38-39.
- Peirce, M. A., Cheke, A. S. & Cheke, R. A. 1977. A survey of blood parasites of birds in the Mascarene Islands, Indian Ocean with descriptions of two new species and taxonomic discussion. **Ibis**. 19: 451-561.
- Ricklefs, R. E., Fallon, S. M. & Bermingham, E. 2004. Evolutionary relationships, cospeciation and host switching in avian malaria parasites. **Systematic Biology**. 53: 111-119.
- Rodríguez, O. A. & Matta, N. E. 2001. Blood parasites in some birds from eastern plains of Colombia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 96: 1173-1176.

- Schrader, M. S., Walters, E. L., James, F. C. & Greiner, E. C. 2003. Seasonal prevalence of haematozoan parasite of Red-bellied woodpeckers (*Melanerpes carolinus*) and its association with host condition and overwinter survival. **Auk**. 120: 130-137.
- Scott, M. E. 1988. The impact of infection and disease on animal populations: implications for conservation biology. **Conservation Biology**. 2: 40-56.
- Sebaio, F. 2002. **Hemoparasitos em aves de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais**. MSc Thesis, UFMG, Belo Horizonte, 82 pp.
- Sheldon, B. C. & Verhulst, S. 1996. Ecological immunology: costly parasite defences and trade-offs in evolutionary ecology. **Trends in Ecology and Evolution**. 11: 317-321.
- Silva, Jr. M. C. & Felfili, J. M. 1996. **A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas**. SEMATEC, IEMA, IBAMA, Brasília, 43 pp.
- Sousa, O. E. & Herman, C. M. 1982. Blood parasites of birds from Chiriqui and Panama Provinces in the Republic of Panama. **Journal of Wildlife Diseases**. 18: 205-221.
- Steadman, D. W., Greiner, E. C. & Wood, C. S. 1990. Absence of blood parasites in indigenous and introduced birds from the Cook Islands, South Pacific. **Conservation Biology**. 4: 398-404.
- van Riper, C. III, van Riper, S. G., Goff, M. L. & Laird, M. 1986. The epizootiology and ecological significance of malaria in Hawaiian land birds. **Ecological Monographs**. 56: 327-344.
- Valkiunas, G., Iezhova, T. A., Brooks, D. R., Hanelt, B., Brant, S. V., Sutherlin, M. E. & Causey, D. 2004. Additional observations on blood parasites of birds in Costa Rica. **Journal of Wildlife Diseases**. 40: 555-561.

- Waldenström, J., Bensch, S., Kiboi, S., Hasselquist, D. & Ottosson, U. 2002. Cross-species infection of blood parasites between resident and migratory songbirds in Africa. **Molecular Ecology**. 11: 1545-1554.
- Warner, R. E. 1968. The role of introduced diseases in the extinction of the endemic Hawaiian avifauna. **Condor**. 70: 101-120.
- Weatherhead, P. J. & Bennett, G. F. 1991. Ecology of Red-winged Blackbird parasitism by haematozoa. **Canadian Journal of Zoology**. 69: 2352-2359.
- Weatherhead, P. J. & Bennett, G. F. 1992. Ecology of parasitism of Brown-headed Cowbirds by haematozoa. **Canadian Journal of Zoology**. 70: 1-7.
- White, E. M., Greiner, E. C., Bennett, G. F. & Herman, C. M. 1978. Distribution of the hematozoa of Neotropical birds. **Revista de Biología Tropical**. 26: 43-102.
- Williams, N. A. 1978. Hematozoa of wild birds from British Columbia. **Journal of Parasitology**. 64: 556-558.
- Williams, N. A., Bennett, G. F. & Troncy, P. M. 1977. Avian hematozoa of some birds from Tchad. **Journal of Wildlife Diseases**. 13: 59-61.
- Winchell, E. J. 1978. Hematozoa of some birds of El Salvador. **Journal of Parasitology**. 64: 558-559.
- Wink, M. & Bennett, G. F. 1976. Blood parasites of some birds from Ghana. **Journal of Wildlife Diseases**. 12: 587-590.
- Woodworth-Lynas, C. B., Caines, J. R. & Bennett, G. F. 1989. Prevalence of avian haematozoa in São Paulo state, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 84: 515-526.
- Young, B. E., Garvin, M. C. & McDonald, D. B. 1993. Blood parasites in birds from Monteverde, Costa Rica. **Journal of Wildlife Diseases**. 29: 555-560.