

Baixa prevalência de hemoparasitos em aves silvestres no Cerrado do Brasil Central

Low prevalence of blood parasites in Cerrado birds, Central Brazil

Alan Fecchio¹

fecchio@unb.br

Miguel Ângelo Marini²

marini@unb.br

Érika Martins Braga³

embraga@icb.ufmg.br

Abstract

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 508 individuals belonging to 26 species and nine families of the order Passeriformes were captured between April 2005 and March 2006 in five different phytophysognomic types of Cerrado at the Águas Emendadas Ecological Station, DF, Brazil. Analyses revealed that only 35 individuals (6.9% prevalence) were infected by parasites from the genera *Haemoproteus* or *Plasmodium*. Only three families, Emberizidae (9.9%), Tyrannidae (6.8%) and Furnariidae (2.2%), were infected. Six bird species were identified as hosts to *Plasmodium* or *Haemoproteus* for the first time. No significant difference for prevalence of parasites was found between the dry and rainy seasons (7.2% and 6.3%, respectively), and prevalence during the reproductive period (7.1%) was similar to that of the non-reproductive period (6.7%). Migratory bird species (3.4%) did not differ from resident bird species (8.3%). 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.

Key words: Avian malaria, *Haemoproteus*, Neotropical region, passerine birds, *Plasmodium*

Resumo

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 508 indivíduos pertencentes a 26 espécies e nove famílias de Passeriformes capturados entre abril de 2005 e março de 2006 em cinco fitofisionomias da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF, Brasil. Apenas 35 indivíduos (6,9%) estavam parasitados pelos gêneros *Haemoproteus* ou *Plasmodium*. Apenas três famílias se encontraram parasitadas: Emberizidae (9,9%), Tyrannidae (6,8%) e Furnariidae (2,2%). Seis espécies de aves são descritas pela primeira vez como hospedeiras de *Haemoproteus* ou *Plasmodium*. Não

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-900 Brasília DF, Brasil.

² Depto. Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-900 Brasília DF, Brasil.

³ Depto. Parasitologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6.627 - Campus Pampulha, 31270-901 Belo Horizonte MG, Brasil.

foram encontradas diferenças significativas nas prevalências de parasitismo entre as estações seca (7,2%) e chuvosa (6,3%). A prevalência durante a estação reprodutiva foi similar à da estação não reprodutiva. Espécies migratórias não diferiram das espécies residentes na prevalência de infecções por ambos os gêneros de hemoparasitos. A baixa prevalência de hemoparasitos encontrada na área de Cerrado estudada é uma das menores já registrada para comunidades de aves silvestres na região Neotropical e no mundo, confirmando os padrões encontrados em estudos anteriores realizados no Brasil e na região Neotropical.

Palavras-chave: *Haemoproteus*, malária aviária, Passeriformes, *Plasmodium*, região Neotropical.

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 e Zuk, 1982), migração (Altizer *et al.*, 2000) e capacidade competitiva (Maksimowich e Mathis, 2000). Por exemplo, indivíduos parasitados podem ser mais suscetíveis a predadores e menos hábeis para estabelecer territórios (Lafferty e Morris, 1996; Maksimowich e Mathis, 2000). 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, na dispersão e na diversidade genética (Scott, 1988).

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 e Herman, 1976; Wink e Bennett, 1976; Bennett *et al.*, 1978), Ásia (McClure *et al.*, 1978), América Central (Bennett *et al.*, 1980; Sousa e Herman, 1982; Young *et al.*, 1993) e, principalmente, América do Norte (Greiner *et al.*, 1975; Barnard e Bair, 1986; Kirkpatrick e 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 dois estudos sobre prevalência de hemoparasitos em comu-

nidades de aves silvestres, ambos na Mata Atlântica de São Paulo (Bennett e Lopes, 1980; Woodworth-Lynas *et al.*, 1989).

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 e Bennett, 1991; 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 e 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 e Verhulst, 1996).

No presente estudo, amostrou-se uma comunidade de aves silvestres (Passeriformes) residentes e migratórias durante um ano 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? A análise das respostas obtidas permitiu determinar a prevalência de hemoparasitos de aves silvestres em uma área de Cerrado do Brasil Central.

Material e métodos

O estudo foi conduzido na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESE-CAE), próximo a Planaltina, Distrito Federal, Brasil (15°32'-15°38'S e 47°33'-47°37'W). 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. Várias fitofisionomias do Cerrado encontram-se representadas na ESE-CAE, particularmente o cerrado típico, os campos sujo e limpo, as matas de galeria alagáveis e as veredas. 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). A precipitação média anual na região do Distrito Federal varia entre 1.500 e 1.750 mm com temperaturas entre 20 a 26°C e a altitude varia de 850 a 1.340 m (Eiten, 1993). As aves foram capturadas entre abril de 2005 e março 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 12 m de comprimento por 2,5 m de altura e malha de 35 mm. As redes permaneciam abertas desde o nascer do sol até o final da manhã e eram vistórias em intervalos

médios de 30 min 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).

Esfregaços sanguíneos 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 da Universidade Federal de Minas Gerais, as lâminas foram coradas por uma solução de GIEMSA em água tampoadada (pH 7,2-7,4) a uma diluição de 1:10 e examinadas ao microscópio óptico (Olympus 3H).

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).

O teste do Qui-Quadrado com correção de Yates 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. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas para $p < 0,05$. Para testar as diferenças sazonais na prevalência de hemoparasitos foram removidos das análises os meses de transição entre as estações seca e chuvosa (abril e outubro). Portanto, considerou-se estação seca o período de maio a setembro e estação chuvosa o período de novembro a março.

Resultados

Foram analisadas 508 aves de 26 espécies, representando nove famílias da ordem Passeriformes (Anexo 1). Apenas 35 indivíduos (6,9%) de seis espécies estavam parasitados, sendo *Haemoproteus* o gênero de hemoparasito

mais prevalente (5,3%), seguido de *Plasmodium* (1,6%). Nenhum outro hemoparasito e nenhuma infecção mista por ambos os gêneros de parasitos foi detectada (Anexo 1). Das seis espécies parasitadas, quatro representaram novos registros de hospedeiros para *Haemoproteus*: *Cypsnagra hirundinacea*, *Elaenia chiriquensis*, *Neothraupis fasciata* e *Suiriri suiriri* e quatro para *Plasmodium*: *E. chiriquensis*, *Elaenia cristata*, *N. fasciata* e *Phacellodomus rufifrons*.

Haemoproteus foi detectado em 77,1% dos 35 indivíduos infectados e *Plasmodium* em 22,9%. Apenas três famílias se encontraram parasitadas: Emberizidae (9,9% de infecção), Tyrannidae (6,8%) e Furnariidae (2,2%) (Anexo 1). Entretanto, as famílias Mimidae, Muscicapidae, Thamnophilidae, Troglodytidae e Vireonidae tiveram apenas um ou dois indivíduos analisados (Anexo 1).

O gênero *Haemoproteus* esteve presente em quatro das seis espécies parasitadas, sendo mais prevalente nos emberizídeos ($n = 12$ aves parasitadas; 9,2% de infecção) incluindo as espécies *C. hirundinacea* (29,4%) e *N. fasciata* (11,3%), seguido dos tiranídeos, destacando-se *S. suiriri* (41,9%) (Anexo 1). Por outro lado, *Plasmodium* foi encontrado em baixos níveis nas espécies *P. rufifrons* (2,5%), *E. cristata* (2,3%), *E. chiriquensis* (2,3%) e *N. fasciata* (1,6%) (Anexo 1). As duas primeiras espécies foram parasitadas apenas por *Plasmodium*, enquanto as espécies *N. fasciata* e *E. chiriquensis* foram as únicas a serem parasitadas pelos dois gêneros de parasito.

A prevalência, além de baixa, variou de 2,4% a 22,2% com picos em maio e julho (estação seca), outubro (transição) e fevereiro (estação chuvosa) (Figura 1). Não houve diferença significativa ($\chi^2 = 0,046$, $df = 1$, $p = 0,830$) nas prevalências de parasitismo entre a estação seca ($n = 221$ aves amostradas; 7,2% infectadas) e chuvosa ($n = 223$ aves amostradas; 6,3% infectadas). Não houve diferença significativa (χ^2

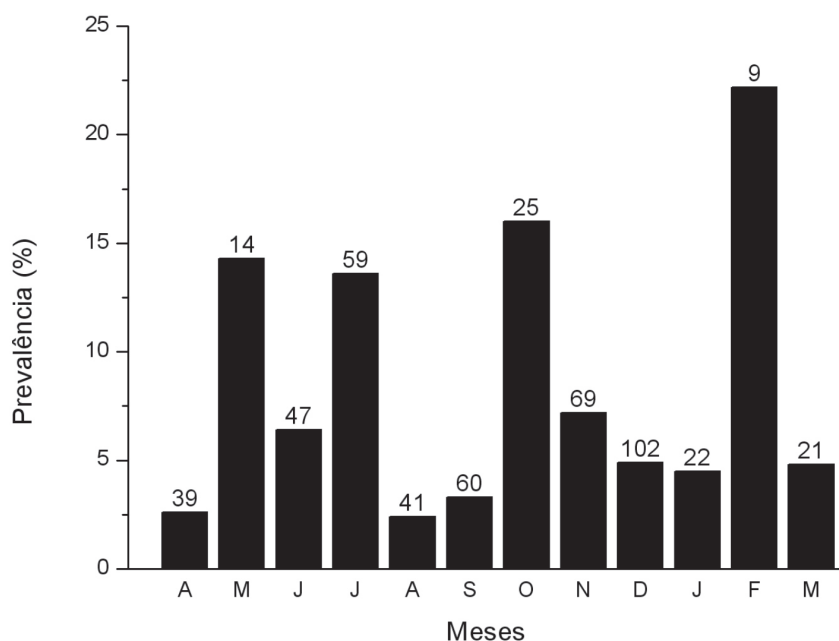


Figura 1. Prevalência geral mensal de hemoparasitos entre abril de 2005 e março de 2006 na Estação Ecológica de Águas Emendadas (DF), Brasil. Valores acima das barras indicam o número de indivíduos analisados.

Figure 1. Monthly prevalence of avian hematozoa between April 2005 and March 2006 at the Águas Emendadas Ecological Station (DF), Brazil. Numbers above bars indicate sample size.

= 0,000, df = 1, p = 1,000) nas prevalências de parasitismo entre a estação reprodutiva (n = 196 aves amostradas; 7,1% infectadas) e não reprodutiva (n = 312 aves amostradas; 6,7% infectadas). Fevereiro foi o mês com maior prevalência (n = 9 aves amostradas), com 22,2% (n = 2 infectados) dos indivíduos parasitados por *Haemoproteus* (Figura 2). Dezembro foi o mês com maior número de aves analisadas (n = 102), mas com prevalência média (4,9%) de parasitos (Figura 1). 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, dezembro, fevereiro e março (Figura. 2). Não houve diferença significativa ($\chi^2 = 0,599$, df = 1, p = 0,439) nas infecções por *Plasmodium* entre os dois períodos sazonais, apesar da tendência de maior prevalência na seca (n = 221 aves amostradas; 2,3% infectadas) do que na chuva (n = 223 aves amostradas; 0,9% infectadas).

O parasito mais abundante, *Haemoproteus* apresentou maior prevalência no mês de fevereiro (22,2%) e zero nos meses de maio e janeiro (Figura 2). Não houve diferença ($\chi^2 = 0,000$, df = 1, p = 1,000) nas prevalências de parasitismo entre a estação seca (n = 221 aves amostradas; 5% de infecção) e chuvosa (n = 223 aves amostradas; 5,4% de infecção) para este parasito. A prevalência de parasitos das quatro espécies migratórias *E. chiriquensis*, *Myiarchus swainsoni*, *Sicalis citrina* e *Volatinia jacarina* foi comparada com a das outras 22 espécies residentes (Anexo 1). Não houve diferença significativa ($\chi^2 = 3,033$, df = 1, p = 0,082) nas prevalências, apesar da tendência de maior parasitismo nas espécies residentes (n = 363 aves amostradas; 8,3% de infecção) do que nas espécies migratórias (n = 145 aves amostradas; 3,4% de infecção).

Discussão

A prevalência de hemoparasitos encontrada no Cerrado (6,9%) é uma das mais

baixas já registrada para comunidades de aves silvestres tanto para a região Neotropical como para o mundo (Anexo 2). Prevalências de hemoparasitos para comunidades de aves silvestres neotropicais menores que a registrada no Cerrado foram encontradas em El Salvador (4,9%) (Winchell, 1978) e na Bolívia (5,1%) (Bennett *et al.*, 1991b). Valores de prevalência zero foram registrados em duas ilhas do Oceano Pacífico (Steadman *et al.*, 1990; Peirce e Adlard, 2004), locais onde não existem vetores apropriados ou não foram colonizados pelos parasitos (Anexo 2). Numa escala regional, a prevalência encontrada para o Cerrado (6,9%) não apresenta diferenças significativas em relação aos estudos realizados na Mata Atlântica de São Paulo por Bennett e Lopes (1980) (7,8%; $\chi^2 = 0,369$, df = 1, p = 0,544) e Woodworth-Lynas *et al.* (1989) (8%; $\chi^2 = 0,635$, df = 1, p = 0,426).

Numa escala global, o valor encontrado para o Cerrado é estatisticamente inferior aos valores encontrados nas revisões feitas para a região Neotropical (10,5%; $\chi^2 = 6,684$, df = 1, p = 0,010), América do Norte (36,9%; $\chi^2 = 194,158$, df = 1, p < 0,001), Ásia (16,3%; $\chi^2 = 32,256$, df = 1, p < 0,001) e Europa (29,6%; $\chi^2 = 117,190$, df = 1, p < 0,001) (Greiner *et al.*, 1975; McClure *et al.*, 1978; White *et al.*, 1978; Peirce, 1981). 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 e Borrero (1976), a prevalência de hemoparasitos da rica e diversificada avifauna das florestas tropicais da América Central e da América do Sul deveria ser semelhante às áreas tropicais similares da África e da Ásia. En-

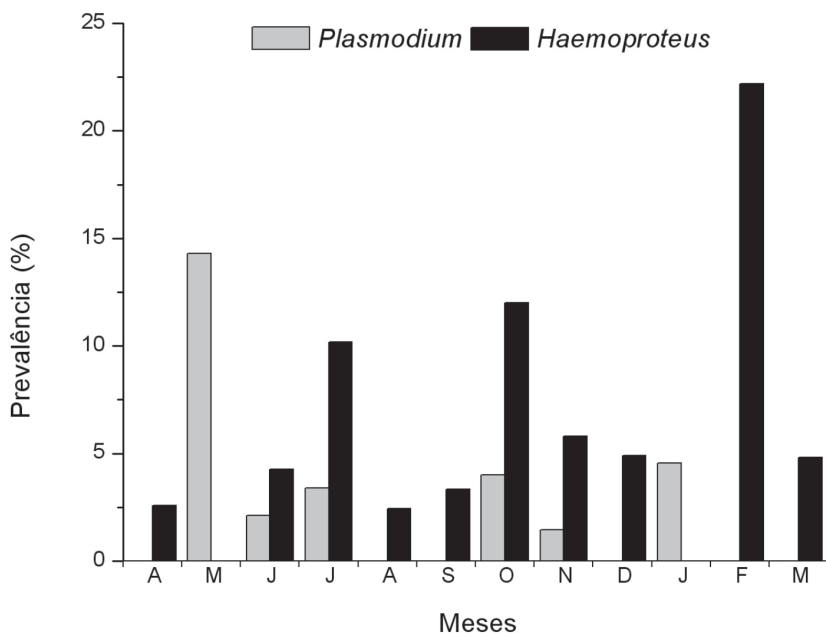


Figura 2. Prevalência mensal de *Haemoproteus* e *Plasmodium* entre abril de 2005 e março de 2006 na Estação Ecológica de Águas Emendadas (DF), Brasil.
Figure 2. Monthly prevalence of *Haemoproteus* and *Plasmodium* between April 2005 and March 2006 at the Águas Emendadas Ecological Station (DF), Brazil.

tretanto, os valores encontrados em estudos na região Etiópica são mais semelhantes aos da Neártica do que aos da Neotropical e da Ásia.

A excepcional baixa prevalência encontrada no 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 (Atkinson e van Riper, 1991). 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 e Coombs, 1975; Atkinson e van Riper, 1991) e, portanto, podem sofrer com a baixa umidade no Cerrado. Além disso, as formações vegetais na área de estudo parecem não oferecer microhabitats adequados necessários à reprodução de seus potenciais vetores. As coletas foram realizadas em áreas de cerrado com pouca cobertura vegetal, onde não é possível a formação de poças e o acúmulo de água, o que é fundamental para o desenvolvimento dos estágios larvais dos vetores.

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, na América Central e na América do Sul com prevalências superiores ao do presente estudo, registraram de quatro a sete gêneros de hemoparasitos (Anexo 2). Os hemoparasitos do gênero *Leucocytozoon*, encontrados em altas frequências nas aves da América do Norte, e microfílarias, em aves da região Neotropical, contribuíram substancialmente para altas taxas de parasitismo nos estudos realizados nestas regiões (Anexo 2). Portanto, a ausência desses hemoparasitos nos esfregaços sanguí-

neos examinados no presente estudo pode ter contribuído para a baixa taxa de infecção encontrada no Cerrado. A ausência de *Leucocytozoon* nas aves analisadas 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 nas Américas do Sul e Central (Bennett e Borrero, 1976; Bennett *et al.*, 1980; Sousa e Herman, 1982; Young *et al.*, 1993) e até mesmo no Brasil (Bennett e Lopes, 1980; Woodworth-Lynas *et al.*, 1989) (Anexo 2). 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 por Bennett e 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 a compreensão destas diferenças de prevalência dentro da região Neotropical e entre regiões biogeográficas.

O presente estudo é o primeiro a mostrar que não existe diferença sazonal 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) (Forrester *et al.*, 1977; Rodrigues e 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 e Lopes, 1980; Woodworth-Lynas *et al.*, 1989), 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 sus-

ceptibilidades 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 e presença ou ausência de vetores, ou uma combinação de ambos (Bennett e Lopes, 1980). Por outro lado, diferenças sazonais na prevalência de hemoparasitos ocorrem com maior frequência em regiões temperadas (Kirkpatrick e Suthers, 1988; Weatherhead e Bennett, 1992; Hatchwell *et al.*, 2000), 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 do aumento da suscetibilidade dos hospedeiros, devido à atividade hormonal e ao desgaste fisiológico associado à reprodução (Atkinson e van Riper, 1991). Além disso, parasitos muitas vezes ajustam sua reprodução a do hospedeiro, de forma a garantir uma transmissão eficiente aos futuros hospedeiros (Foster, 1969; Christie *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 e 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 suscetíveis 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 es-

perada uma prevalência maior de parasitismo nas primeiras. Apesar de espécies migratórias serem expostas a diferentes faunas de parasitos e insetos vetores (Moller e Erritzoe, 1998) e terem infecções mais severas do que as espécies residentes (Bennett e 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 e 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 = 131 aves amostradas; 3,8% de infecção) e a espécie residente *E. cristata* (n = 129 aves amostradas; 2,3% de infecção). Ambas tiveram, praticamente, a mesma prevalência de infecção por hemoparasitos, não apresentando diferenças significativas ($\chi^2 = 0,114$, df = 1, p = 0,736).

Considerações finais

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 e 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.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de mestrado concedidas a Alan Fecchio e de Produtividade em Pesquisa a Miguel Ângelo Marini. Aos administradores da Estação Ecológica de Águas Emendadas e à Márcia Gomes Campos pela ajuda na observação dos esfregaços sanguíneos.

Referências

ALTIZER, S.M.; OBERHAUSER, K. S. and 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.

APANUIS, V.; YORINKS, N.; BERMINGHAM, E. and 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. and BRAY, R.S. 1976. Blood parasites of Ethiopian birds I. General Survey. *Journal of Wildlife Diseases*, **12**:409-426.

ATKINSON, C.T.; FORRESTER, D.J. and 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. and VAN RIPER III, C. 1991. Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leococytozoon*, and *Haemoproteus*. In: J.E. LOYE and M. ZUK (eds.), *Bird-parasite interactions*. Oxford, Oxford University Press, p. 19-48.

BARNARD, W.H. and BAIR, R.D. 1986. Prevalence of avian hematozoa in central Vermont. *Journal of Wildlife Diseases*, **22**:365-374.

BENNETT, G.F.; AGUIRRE, A.A. and COOK, R.S. 1991a. Blood parasites of some birds from northeastern Mexico. *The Journal of Parasitology*, **77**:38-41.

BENNETT, G.F.; BLANCOU, J.; WHITE, E.M. and WILLIAMS, N.A. 1978. Blood parasites of some birds from Senegal. *Journal of Wildlife Diseases*, **14**:67-73.

BENNETT, G.F. and 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. and BORRERO, J.I. 1976. Blood parasites of some birds from Colombia. *Journal of Wildlife Diseases*, **12**:454-458.

BENNETT, G.F. and COOMBS, R.F. 1975. Ornithophilic vectors of avian hematozoa in insular Newfoundland. *Canadian Journal of Zoology*, **53**:1241-1246.

BENNETT, G.F. and 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. and HERMAN, C.M. 1976. Blood parasites of some birds from Kenya, Tanzania and Zaire. *Journal of Wildlife Diseases*, **12**:59-65.

BENNETT, G.F. and 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.; GARVIN, M. and BATES, J.M. 1991b. Avian hematozoa from West-Central Bolivia. *The Journal of Parasitology*, **77**:207-211.

BENNETT, G.F.; OKIA N.O. and CAMERON, M.F. 1974. Avian hematozoa of some Ugandan birds. *Journal of Wildlife Diseases*, **10**:458-465.

BENNETT, G.F.; THOMMES, F.; BLANCOU, J. and 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. and 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. and WHITE, E.M. 1980. Blood parasites of some Jamaican birds. *Journal of Wildlife Diseases*, **16**:29-38.

CHRISTE, P.; ARLETTAZ, R. and VOGEL, P. 2000. Variation in intensity of a parasitic mite (*Spinturnix myotis*) in relation to the reproductive cycle and immunocompetence of its bat host (*Myotis myotis*). *Ecology Letters*, **3**:207-212.

DEVICHE, P.; GREINER, E.C. and MANTECA, X. 2001. Seasonal and age-related changes in blood parasite prevalence in Dark-eyed Juncos (*Junco hyemalis*, Aves, Passeriformes). *Journal of Experimental Zoology*, **289**:456-466.

EITEN, G. 1993. Vegetação do Cerrado. In: M.N. PINTO (ed.), *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, p. 17-73.

FORRESTER, D.J.; GREINER, E.C. and 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.C. 1966. *Malaria parasites and other Haemosporidia*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1.114 p.

GARVIN, M.C. and REMSEN, J. V. JR. 1997. An alternative hypothesis for heavier parasite loads of brightly colored birds: exposure at the nest. *The Auk*, **114**:179-191.

GREINER, E.C.; BENNETT, G.F.; WHITE, E.M. and COOMBS, R.F. 1975. Distribution of the avian hematozoa of North America. *Canadian Journal of Zoology*, **53**:1762-1787.

HAMILTON, W.D. and 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. and PERRINS, C.M. 2000. The prevalence and ecology of the haematozoan parasites of Eu-

- ropean 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. and 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. and MORRIS, K. 1996. Altered behavior of parasitized killifish increases susceptibility to predation by bird final hosts. *Ecology*, **77**:1390-1397.
- MAKSIMOWICH, D.S. and MATHIS, A. 2000. Parasitized salamanders are inferior competitors for territories and food resources. *Ethology*, **106**:319-329.
- MATTA, N.E.; BASTO, N.; GUTIERREZ, R.; RODRÍGUEZ, O.A. and 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.
- MCCLURE, H.E.; POONSWAD, P.; GREINER, E.C. and LAIRD, M. 1978. *Haematozoa in the birds of Eastern and Southern Asia*. Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, 296 p.
- MERILÄ, J.; BJÖRKLUND, M. and 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. and ERRITZOE, J. 1998. Host immune defence and migration in birds. *Evolutionary Ecology*, **12**:945-953.
- PEIRCE, M.A. 1976. Haematozoa of east African birds: I. Blood parasites of birds from Marsabit, Nakuru, Ngulia and east Rudolf in Kenya. *Journal of Wildlife Diseases*, **12**:148-153.
- PEIRCE, M.A. 1981. Distribution and host-parasite check-list of the haematozoa of birds in western Europe. *Journal of Natural History*, **15**:419-458.
- PEIRCE, M.A.; CHEKE, A.S. and 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.
- PEIRCE, M.A. and ADLARD, R.D. 2004. Absence of blood parasites in birds on Heron Island, Great Barrier Reef. *Corella*, **28**:38-39.
- RODRÍGUEZ, O.A. and MATTA, N.E. 2001. Blood parasites in some birds from eastern plains of Colombia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **96**:1173-1176.
- SCOTT, M.E. 1988. The impact of infection and disease on animal populations: implications for conservation biology. *Conservation Biology*, **2**:40-56.
- SHELDON, B.C. and VERHULST, S. 1996. Ecological immunology: costly parasite defences and trade-offs in evolutionary ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, **11**:317-321.
- SOUSA, O.E. and 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. and WOOD, C.S. 1990. Absence of blood parasites in indigenous and introduced birds from the Cook Islands, South Pacific. *Conservation Biology*, **4**:398-404.
- VALKIUNAS, G.; IEZHOVA, T.A.; BROOKS, D.R.; HANELT, B.; BRANT, S.V.; SUTHERLIN, M.E. and CAUSEY, D. 2004. Additional observations on blood parasites of birds in Costa Rica. *Journal of Wildlife Diseases*, **40**:555-561.
- VALKIUNAS, G.; SALAMAN, P. and IEZHOVA, T.A. 2003. Paucity of hematozoa in Colombian birds. *Journal of Wildlife Diseases*, **39**:445-448.
- VAN RIPER, III, C.; VAN RIPER, S.G.; GOFF, M.L. and LAIRD, M. 1986. The epizootiology and ecological significance of malaria in Hawaiian land birds. *Ecological Monographs*, **56**:327-344.
- WALDENSTRÖM, J.; BENSCH, S.; KIBOI, S.; HASSELQUIST, D. and OTTOSSON, U. 2002. Cross-species infection of blood parasites between resident and migratory songbirds in Africa. *Molecular Ecology*, **11**:1545-1554.
- WEATHERHEAD, P.J. and BENNETT, G.F. 1991. Ecology of Red-winged Blackbird parasitism by haematozoa. *Canadian Journal of Zoology*, **69**:2352-2359.
- WEATHERHEAD, P.J. and 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. and HERMAN, C.M. 1978. Distribution of the hematozoa of Neotropical birds. *Revista de Biología Tropical*, **26**:43-102.
- WILLIAMS, N.A.; BENNETT, G.F. and 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. and 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. and 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. and MCDONALD, D.B. 1993. Blood parasites in birds from Monteverde, Costa Rica. *Journal of Wildlife Diseases*, **29**:555-560.

Submitted on June 18, 2007

Accepted on August 02, 2007

Anexo 1. Número de indivíduos examinados e parasitados por *Haemoproteus* ou *Plasmodium* e prevalência geral, para as espécies de hospedeiros capturadas entre abril de 2005 e março de 2006 na Estação Ecológica de Águas Emendadas (DF), Brasil. **Abreviações:** a, espécie de hospedeiro examinada pela primeira vez para hemoparasitos; b, novo registro de hospedeiro; c, espécie migratória.

Appendix 1. Number of individuals examined and infected for *Haemoproteus* or *Plasmodium* and general prevalence, for the species of hosts captured between April 2005 and March 2006 at the Águas Emendadas Ecological Station (DF), Brazil. **Abbreviations:** a, first time avian species examined for blood parasites; b, new host record; c, migratory species.

Famílias e espécies de hospedeiros	Número de aves		Número de aves infectadas com	
	Examinadas	Infectadas (%)	<i>Haemoproteus</i> (%)	<i>Plasmodium</i> (%)
Emberizidae	131	13 (9,9)	12 (9,2)	1 (0,8)
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	30	0	0	0
<i>Charitospiza eucosma</i> Oberholser, 1905 ^a	1	0	0	0
<i>Cypsnagra hirundinacea</i> (Lesson, 1831) ^{a,b}	17	5 (29,4)	5 (29,4)	0
<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	11	0	0	0
<i>Neothraupis fasciata</i> (Lichtenstein, 1823) ^{a,b}	62	8 (12,9)	7 (11,3)	1 (1,6)
<i>Sicalis citrina</i> Pelzeln, 1870 ^{a,c}	1	0	0	0
<i>Sporophila plumbea</i> (Wied, 1830)	5	0	0	0
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766) ^c	4	0	0	0
Dendrocolaptidae	17	0	0	0
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot, 1818)	17	0	0	0
Furnariidae	45	1 (2,2)	0	1 (2,2)
<i>Phacellodomus rufifrons</i> (Wied, 1821) ^b	40	1 (2,5)	0	1 (2,5)
<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	5	0	0	0
Mimidae	2	0	0	0
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	2	0	0	0
Muscicapidae	1	0	0	0
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	1	0	0	0
Thamnophilidae	2	0	0	0
<i>Thamnophilus torquatus</i> Swainson, 1825 ^a	2	0	0	0
Troglodytidae	2	0	0	0
<i>Thryothorus leucotis</i> Lafresnaye, 1845 ^a	1	0	0	0
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	1	0	0	0
Tyrannidae	307	21 (6,8)	15 (4,9)	6 (2,0)
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	1	0	0	0
<i>Elaenia chiriquensis</i> Lawrence, 1865 ^{a,b,c}	131	5 (3,8)	2 (1,5)	3 (2,3)
<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868 ^{a,b}	129	3 (2,3)	0	3 (2,3)
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	1	0	0	0
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859 ^c	9	0	0	0
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	1	0	0	0
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	1	0	0	0
<i>Suiriri suiriri</i> (Vieillot, 1818) ^{a,b}	31	13 (41,9)	13 (41,9)	0
<i>Suiriri islerorum</i> Zimmer, Whittaker & Oren, 2001 ^a	3	0	0	0
Vireonidae	1	0	0	0
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	1	0	0	0
Total	508	35	27 (77,1)	8 (22,9)
Prevalência (%)		6,9	5,3	1,6

Anexo 2. Comparações de prevalências de hemoparasitos em comunidades de aves silvestres entre diferentes regiões biogeográficas, países e ilhas oceânicas. **Abreviações:** a, H = *Haemoproteus*; L = *Leucocytozoon*; P = *Plasmodium*; T = *Trypanosoma*; M = microfilária; O = outros (*Akiba*, *Atoxoplasma*, *Babesia*, *Haemogregarina*, *Hepatozoon* e *Lankesterella*); b, Oceano Atlântico; c, Oceano Índico; d, Oceano Pacífico.

Appendix 2. Prevalence of avian blood parasites on the different continental land masses, countries and ocean islands. **Abbreviations:** a, H = *Haemoproteus*; L = *Leucocytozoon*; P = *Plasmodium*; T = *Trypanosoma*; M = microfilariae; O = others (*Akiba*, *Atoxoplasma*, *Babesia*, *Haemogregarina*, *Hepatozoon* and *Lankesterella*); b, Atlantic Ocean; c, Indic Ocean; d, Pacific Ocean.

Região	Número de aves			Parasito ^a						Referência
	Examinadas	Parasitadas	Prevalência (%)	H	L	P	T	M	O	
Neotropical										
Brasil	508	35	6,9	5,3	0	1,6	0	0	0	Este estudo
Brasil	3449	268	7,8	3,3	0,06	1,2	0,8	2,6	0,1	Bennett e Lopes (1980)
Brasil	15574	1240	8,0	3,3	0,07	0,6	1,2	2,6	0,7	Woodworth-Lynas <i>et al.</i> (1989)
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 <i>et al.</i> (1991b)
Colômbia	421	30	7,1	3,1	0,7	0,7	0	2,3	0,7	Bennett e Borrero (1976)
Jamaica ^b	1791	133	7,4	4,2	0,2	1,4	0,4	0,6	0,8	Bennett <i>et al.</i> (1980)
Colômbia	64	5	7,8	3,1	1,6	1,6	0	3,1	0	Valkiunas <i>et al.</i> (2003)
Colômbia	159	16	10,1	0	0	1,3	3,8	5,7	0	Matta <i>et al.</i> (2004)
Costa Rica	479	51	11,0	9,4	0,4	0,4	0,2	1,0	-	Young <i>et al.</i> (1993)
Costa Rica	354	44	12,4	4,8	0,3	0,6	2,0	7,6	-	Valkiunas <i>et al.</i> (2004)
México	196	25	12,8	7,7	1,0	1,0	2,6	2,0	1,0	Bennett <i>et al.</i> (1991a)
Colômbia	315	50	15,9	6,7	0	0,6	0,9	8,2	0,6	Rodríguez e Matta (2001)
Panamá	3715	661	17,8	9,0	0,5	5,3	2,0	2,9	0,2	Sousa e Herman (1982)
Dominica, Martinica e Santa Lúcia ^b	370	93	34,0	34,0	0	0	0	0	-	Apanius <i>et al.</i> (2000)
Revisão	35555	3743	10,5	7,4	0,2	1,9	0,6	1,2	0,4	White <i>et al.</i> (1978)
Total	64081	6544	10,2							
Neártica										
Revisão	57026	21048	36,9	19,5	17,7	3,8	3,9	3,1	0,6	Greiner <i>et al.</i> (1975)
Etiópica										
Senegal	809	93	11,5	9,4	0,1	1,7	0,5	0,4	0,1	Bennett <i>et al.</i> (1978)
Quênia	116	23	20,4	14,2	2,6	3,5	0,9	-	-	Peirce (1976)
Madagascar ^d	64	14	21,9	0	12,5	3,1	3,1	0	3,1	Bennett e Blancou (1974)
Chade	389	89	22,9	14,7	0	2,8	0,3	6,4	1,3	Williams <i>et al.</i> (1977)
Uganda	922	217	23,5	19,4	1,5	1,2	0,1	1,3	-	Bennett <i>et al.</i> (1974)
Etiópia	4199	1172	27,9	18,2	5,0	3,8	2,5	3,4	0,2	Ashford <i>et al.</i> (1976)
Gana	135	43	31,9	21,5	3,0	0,7	5,9	5,2	-	Wink e Bennett (1976)
Quênia, Tanzânia e Zaire	647	242	37,4	16,1	14,2	5,4	1,7	2,9	4,3	Bennett e Herman (1976)
Uganda	1076	404	37,5	35,7	1,9	0,8	0,7	2,0	0	Bennett <i>et al.</i> (1977)
Total	8357	2297	27,5							
Ásia										
Revisão	55289	9026	16,3	11,3	2,7	0,8	0,2	1,8	1,1	McClure <i>et al.</i> (1978)
Europa										
Revisão	14624	4239	29,6	10,9	11,8	5,4	4,3	-	3,3	Peirce (1981)
Ilhas Oceânicas										
Ilhas Cook ^d	79	0	0	0	0	0	0	-	0	Steadman <i>et al.</i> (1990)
Heron ^d	104	0	0	0	0	0	0	0	0	Peirce e Adlard (2004)
Havai ^d	2365	184	7,8	0	0	7,8	0	0	0	van Riper <i>et al.</i> (1986)
Papua Nova Guiné ^d	141	46	32,6	32,6	3,5	0	0,7	0	0,7	Jones (1985)
Ilhas Mascarene ^c	357	150	42,0	1,1	26,7	6,4	3,9	0	9,5	Peirce <i>et al.</i> (1977)
Total	3046	380	12,5							