

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA



PAULO GONZÁLEZ HOFSTATTER

“CONTRIBUIÇÕES AO PERFIL PARASITOLÓGICO DE  
PSITTACIDAE E DESCRIÇÃO DE UMA NOVA ESPÉCIE  
DE *EIMERIA*”

Este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo(a) candidato (a)  
*Paulo González Hofstatter*  
*Ana Maria Aparecida Guaraldo*  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Dissertação apresentada ao  
Instituto de Biologia para  
obtenção do Título de Mestre  
em Parasitologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ANA MARIA APARECIDA GUARALDO

Campinas, SP

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP

<b>H677c</b>	<p>Hofstatter, Paulo Gonzalez Contribuições ao perfil parasitológico de Psittacidae e descrição de uma nova espécie de Eimeria / Paulo Gonzalez Hofstatter. – Campinas, SP: [s.n.], 2011.</p> <p>Orientador: Ana Maria Aparecida Guaraldo. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.</p> <p>1. Apicomplexa. 2. Eimeria. 3. Papagaio (Ave). 4. Psittacidae. I. Guaraldo, Ana Maria Aparecida, 1951-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.</p>
--------------	---

**Título em inglês:** Contributions to the parasitological profile of Psittacidae and a description of a new Eimeria species.

**Palavras-chave em inglês:** Apicomplexa; Eimeria; Parrots; Psittacidae.

**Área de concentração:** Parasitologia.

**Titulação:** Mestre em Parasitologia.

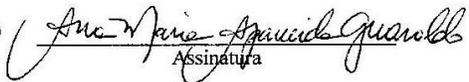
**Banca examinadora:** Ana Maria Aparecida Guaraldo, Arthur Gruber, Regina Maura Bueno Franco.

**Data da defesa:** 24/05/2011.

**Programa de Pós-Graduação:** Parasitologia.

Campinas, 24 de maio de 2011

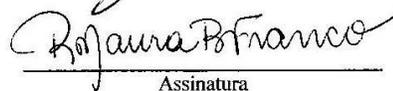
**BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra . Ana Maria Aparecida Guaraldo (Orientadora)   
Assinatura

Prof. Dr. Arthur Gruber

  
Assinatura

Profa. Dra . Regina Maura Bueno Franco

  
Assinatura

Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos Meireles

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Prof. Dr. Wesley Rodrigues da Silva

\_\_\_\_\_  
Assinatura

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Capes/BR, que na condição de órgão de fomento viabilizou economicamente a realização desta pesquisa, à qual pude me dedicar integralmente.

Gostaria de agradecer acima de tudo à Universidade Estadual de Campinas, à qual devo toda minha formação acadêmica.

Gostaria de agradecer à minha orientadora Profª. Dra. Ana Maria Ap. Guaraldo pela simpatia, apoio e orientação, pois sem ela não seria possível a realização do presente trabalho.

Agradeço ao Prof. Ângelo Pires do Prado pelas sugestões a respeito de taxonomia, assim como aos membros da pré-banca, professores Regina Maura Bueno Franco, Arthur Gruber, Wesley Rodrigues Silva e Nelson da Silva Cordeiro por suas valiosas críticas e sugestões.

Agradeço também aos criadores de aves e equipes de zoológicos e parques, os quais me acompanharam e ajudaram nas coletas de material.

## Epígrafe

*In considering the origin of species, it is quite conceivable that a naturalist, reflecting on the mutual affinities of organic beings, on their embryological relations, their geographical distribution, geological succession, and other such facts, might come to the conclusion that species had not been independently created, but had descended, like varieties, from other species.*

**On the origin of species, Charles Darwin, 1859**

## Resumo

### “Contribuições ao perfil parasitológico de Psittacidae e descrição de uma nova espécie de *Eimeria*”.

Psittacidae são aves de estimação bem conhecidas e comuns em zoológicos, parques e criatórios particulares. Têm uma ampla distribuição mundial, principalmente em regiões tropicais. Apesar de sua popularidade, pouco se sabe a respeito de seus parasitas, principalmente coccídios. O filo Apicomplexa é um grupo de protozoários predominantemente parasíticos de imensa importância médica e veterinária, o qual apresenta afinidades com Dinozoa, Ciliophora e Heterokonta. Apesar da presença de Apicomplexa em psitacídeos ter sido relatada diversas vezes, poucas espécies de *Eimeria* (6) e *Isospora* (2) foram descritas até o momento. O objetivo deste estudo foi investigar, identificar e descrever os parasitas coccidianos encontrados em aves psitacíformes. Para isto, fezes de aves cativas originárias de zoológicos e criadores particulares foram coletadas entre 2009 e 2010 e submetidas a técnicas de flutuação a fim de recuperar oocistos de coccídios e ovos de nematódeos. 43 das 237 amostras estavam positivas (18,1%). Oocistos típicos de *Eimeria* foram observados em *Amazona aestiva*, *Ara rubrogenis* e *Platycercus* sp. e uma nova espécie de *Eimeria* foi descrita em *A. aestiva*. Nenhum oocisto de *Isospora* foi observado. Além disso, tivemos a oportunidade de observar rica variedade de ovos de nematódeos, possivelmente pertencendo a *Capillaria plagiaticia*, *Ascaridia* sp., *Heterakis* sp. e outro material não identificado. Observou-se também que espécimes de zoológicos foram significativamente mais parasitados do que aves oriundas de criatórios particulares. A prevalência de nematódeos (16,9%) foi muito maior que de protozoários (2,1%).

**Palavras-chave:** Apicomplexa, *Capillaria*, *Eimeria*, papagaio, Psittacidae

# Abstract

## **Contributions to the parasitological profile of Psittacidae and a description of a new *Eimeria* species”.**

Psittacidae are well-known companion birds and common as zoo specimens, in parks and breeding facilities. They have a wide distribution around the world, mainly in tropical regions. Despite their popularity, not much is known about the parasites associated to them, mainly coccidia. The phylum Apicomplexa is a predominantly parasitic protozoan group of huge medical and veterinary importance, which bears evolutionary affinities to Dinozoa, Ciliophora and Heterokonta. Although the presence of apicomplexan parasites in psittacine birds was reported several times, only a handful of *Eimeria* (6) and *Isospora* (2) species has been described until now. The aim of this study was to investigate, identify and describe the coccidian parasites found in psittacine birds. For this, feces of captive birds originating from zoos and private breeders were collected from 2009 to 2010 and they were submitted to flotation techniques in order to recover coccidian oocysts and nematode eggs. 43 of 237 samples were positive (18,1%). Typical eimerian oocysts were observed in *Amazona aestiva*, *Ara rubrogenis* and *Platycercus* sp. and a new *Eimeria* species was described in *A. aestiva*. No isosporan oocysts were detected. Besides, we were able to observe a rich variety of nematode eggs, possibly belonging to *Capillaria plagiaticia*, *Ascaridia* sp., *Heterakis* sp. and another non-identified material. Zoo specimens were significantly more heavily parasitized than birds from private breeding facilities. Nematode prevalence was 16,9%, which was much more prevalent than that of coccidia, at about 2,1%.

**Key words:** Apicomplexa, *Capillaria*, *Eimeria*, parrot, Psittacidae

# Sumário

1. Introdução	1
1.1. Psittaciformes: Psittacidae	1
1.2. Filo Apicomplexa	5
1.2.1. O apicoplasto e a origem de Apicomplexa	7
1.2.2. Chromalveolata	8
1.2.3. Família Eimeriidae	9
1.2.3.1. Eimeriidae em Psittacidae	13
1.2.4. Outros Apicomplexa em Psittacidae	15
1.2.5. Psittacidae como hospedeiro intermediário	16
1.3. Outros grupos de protozoários	18
1.4. Outros grupos de parasitas de Psittacidae	19
2. Objetivos	20
3. Material e método	21
3.1. Da coleta de material	21
3.2. Dos exames de fezes	22
3.3. Da análise de dados	23
3.4. Contagem de oocistos	23
3.5. Da avaliação do projeto pelo comitê de ética	23
4. Resultados	24
4.1. Coccidios	24
4.2. Nematódeos	27
4.3. Artigo submetido	31
5. Discussão	36
5.1. Da presença de <i>Isospora</i> em Psittacidae	38
5.2. Da presença de <i>Eimeria</i> em Psittacidae	39
5.3. Da presença de outros coccidios em Psittacidae	41
6. Conclusões	42
7. Referências bibliográficas	43
Anexo: Declaração CEUA/Unicamp, projeto n.º 1923-1	52

# 1. Introdução

Desde a descoberta e descrição dos primeiros coccídios (*Eimeria* e *Isospora*) no século XIX, somente seis espécies foram descritas a partir de psitacídeos até o final do século XX, apesar da importância e grandeza deste grupo de aves que conta com mais de 350 espécies conhecidas.

Os psitacídeos são aves muito comuns em cativeiro, tanto em zoológicos, como em domicílios e criações particulares. Apesar de serem aves robustas, ocorrências ocasionais de doenças podem provocar a morte de muitas aves dentro de um plantel, ocasionando perdas econômicas e até sentimentais. Além disso, várias espécies do grupo são consideradas ameaçadas de extinção e sujeitas a programas de reprodução em cativeiro, nos quais cada indivíduo é importante. Sendo assim, faz-se necessário conhecer a vida parasitária associada a essas aves, para que seja possível evitar a perda de indivíduos preciosos para a perpetuação da espécie.

O presente trabalho busca contribuir para o conhecimento da vida parasitária associada aos psitacídeos, com atenção especial aos coccídios, através de um levantamento feito com aves em cativeiro e a descrição de nova espécie de *Eimeria*.

## 1.1. Psittaciformes: Psittacidae

*Classis AVES, Picae*

**PSITTACUS.** *Rostrum aduncum: mandibula superiore mobili cera instructa.*

*Lingua carnosae, obtusa, integra. Pedum digiti antici 2, posticique 2.*

**Systema Naturae, Carolus Linnaeus, 1758.**

Poucos grupos de aves são reconhecidos mais facilmente que os psitacídeos, principalmente devido à popularidade universal de algumas de suas espécies como

animais de estimação, principalmente o periquito-australiano (*Melopsittacus undulatus*) e a calopsita (*Nymphicus hollandicus*). A característica externa mais conspícua, a qual faz todas as espécies facilmente reconhecíveis, é o bico curto e arredondado com uma mandíbula superior curvada para baixo, bem encaixada à mandíbula inferior, esta larga e curvada para cima. Também digno de nota é o pé com arranjo zigodáctilo, com dois dedos apontando para frente e dois virados para trás. Outras características importantes são: a cabeça proporcionalmente grande, pescoço curto, língua espessa e forte, narinas posicionadas em uma cera nua ou coberta de penas, na base da mandíbula superior. (FORSHAW; KNIGHT, 2010). Em adição, apresentam alças características nos intestinos, estes desprovidos de cecos. Os pais alimentam seus filhotes altriciais segurando o bico deles dentro do seu bico enquanto regurgitam (DEL HOYO et al., 1997).

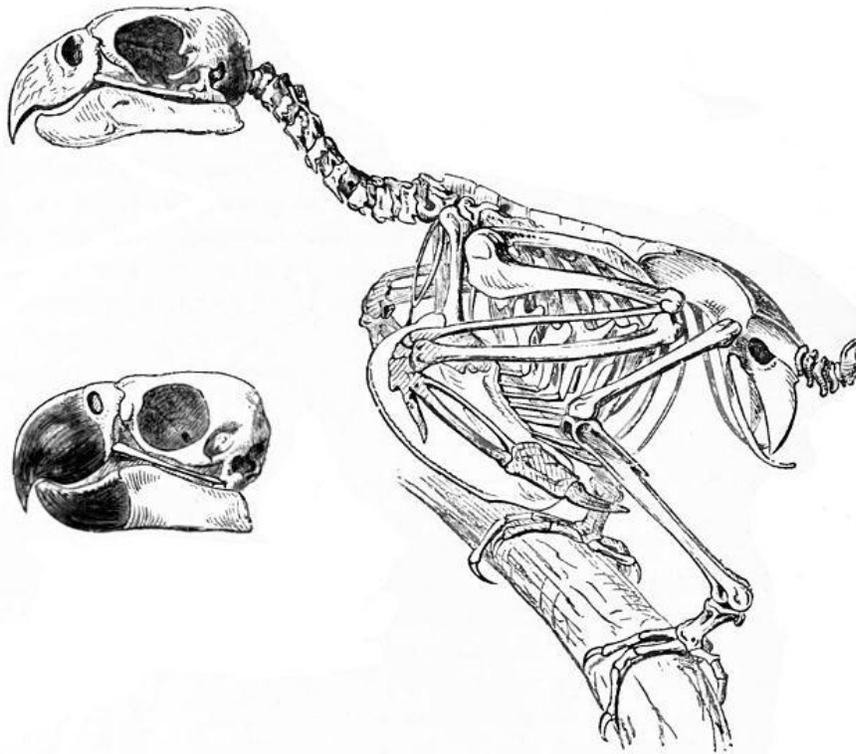
Os psitacídeos estão distribuídos principalmente através dos trópicos e subtropicais, mas alguns ocorrem em latitudes temperadas e outros freqüentam vegetação temperada em altas altitudes dentro dos trópicos e subtropicais. A maioria das espécies aninha em cavidades de árvores, barrancos e cupinzeiros e a grande maioria das espécies é monogâmica, exceto raras exceções, a saber, kakapo (*Strigops habroptilus*), kea (*Nestor notabilis*) e *Eclectus roratus*. Muitas espécies são gregárias, pelo menos durante parte do ano e são encontradas em grupos ou pares. Poucas espécies são noturnas. A vocalização serve à comunicação entre indivíduos da mesma espécie ou para afugentar e confundir predadores. A base da dieta do grupo consiste praticamente de matéria vegetal, incluindo sementes, flores, frutos, néctar, brotos e folhas. Algumas espécies complementam sua dieta com proteína animal obtida a partir de insetos ou carcaças (JUNIPER; PARR, 1998).

A IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) reconhece 374 espécies de Psittaciformes e lista 115 (ou cerca de 30%) delas em sua lista vermelha com um dos seguintes *status*: vulnerável, ameaçada, criticamente ameaçada ou extinta (19 espécies já são consideradas extintas) e 66 são neotropicais.

As principais causas do declínio de muitas espécies são: a destruição de seus habitats, exploração humana, como a captura de filhotes e adultos para o mercado de animais de estimação (BEISSINGER; SNYDER, 1992).

Juniper e Parr (1998) reconhecem 352 espécies e consideram todos os papagaios e cacatuas como uma única família (Psittacidae). Sua classificação é baseada no trabalho de Sibley e Ahlquist (1990), utilizando técnicas de hibridização DNA-DNA.

Del Hoyo et al. (1997) dividem os Psittaciformes em duas famílias: Cacatuidae (21 espécies, 44 *taxa*) e Psittacidae (332 espécies, 703 *taxa*). Sua argumentação se baseia em uma série de diferenças das cacatuas em relação a outros Psittaciformes: presença de vesícula biliar (ausente nos outros psitacídeos); posição de artérias carótidas; ausência de cores azuis ou verdes na plumagem; o formato do crânio, com um anel orbital totalmente ossificado e fossa temporal unida (**Figura 1**); crista erétil; recém-nascidos cobertos por penugem. Os mesmos autores ainda dividem Psittacidae em duas sub-famílias: Loriinae e Psittacinae. Esta última se dividiria, por sua vez, em 9 tribos: Psittrichadini, Nestorini, Strigopini, Micropsittini, Cyclopsittacini, Platycercini, Psittaculini, Psittacini e Arini.



**Figura 1.** Esqueleto de um papagaio; crânio de uma cacatua. (Extraído de R. Lydekker, The Royal Natural History Vol. 3, 1894-95).

No entanto, a validade das classificações adotadas até poucos anos atrás deverá sofrer uma série de modificações, pois estudos recentes (WRIGHT et al., 2008) indicam a existência de três grandes linhagens: uma linhagem formada por um pequeno grupo de espécies da Nova Zelândia; um grupo formado por cacatuas; e um grande grupo com

todas as outras espécies de psitacídeos. Sendo assim, a divisão em duas famílias (*sensu del Hoyo*), faz de Psittacidae um grupo parafilético.

Wright et al. (2008) e de Kloet e de Kloet (2005) sugerem que o surgimento e a diversificação inicial dos Psittaciformes ocorreram ainda no período Cretáceo (~85 Ma). O grupo teria se originado no super-continente de Gondwana, provavelmente onde hoje se localiza a Austrália.

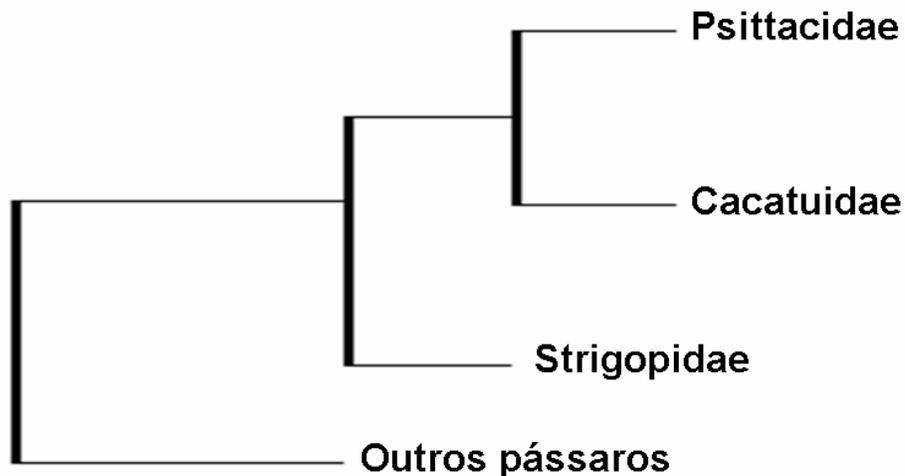
Através de análises comparativas de DNA envolvendo vários genes e uma ampla amostragem de diferentes gêneros, foi possível estabelecer com relativa segurança as relações filogenéticas entre as diferentes linhagens dentro do grupo, assim como demonstrar a monofilia da ordem Psittaciformes. Embora as relações entre as diferentes linhagens de papagaios estejam mais bem resolvidas atualmente, ainda é difícil afirmar qual seria o grupo irmão dos psitacídeos. A grande divergência de opiniões entre os diversos autores, assim como resultados moleculares inconclusivos indicam que os papagaios não têm parentes próximos entre as aves modernas (WRIGHT et al., 2008).

Paralelamente, Christidis e Boles (2008) propõem a divisão de Psittaciformes em três famílias (**Figura 2**):

**Strigopidae/Nestoridae** Bonaparte 1850, família composta por dois gêneros (*Strigops* e *Nestor*), restritos a Nova Zelândia e ilhas vizinhas;

**Cacatuidae** Gray 1840, todas as cacatuas; espécies com distribuição restrita a Australásia;

**Psittacidae** Illiger 1811, o maior de todos os grupos, os psitacídeos propriamente ditos, este grupo reteve todos os gêneros restantes, distribuídos por todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta, sobretudo hemisfério sul.

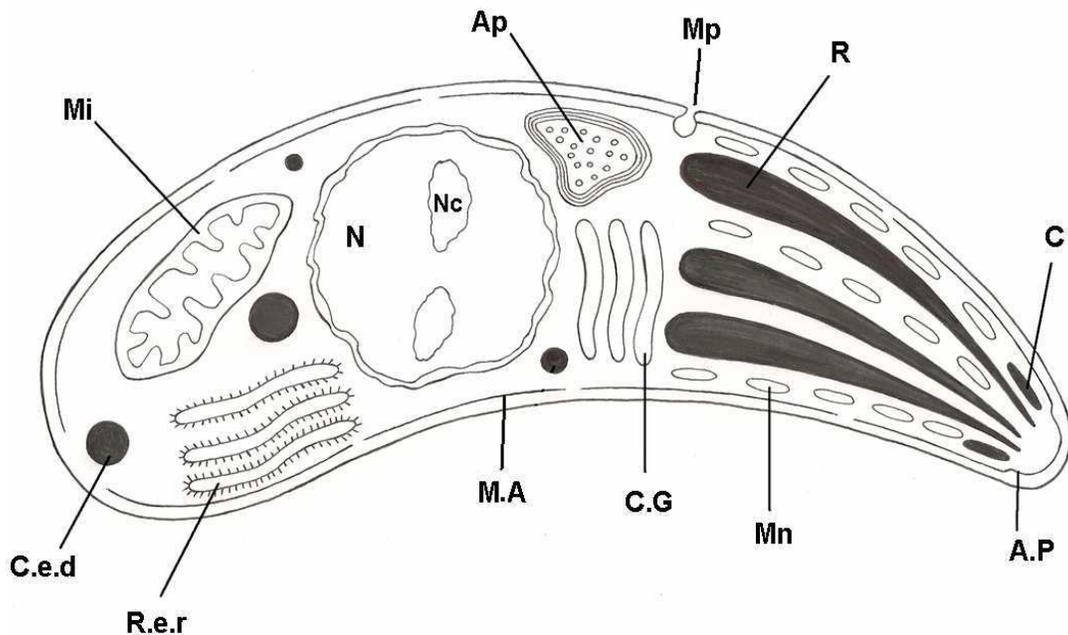


**Figura 2.** Relações filogenéticas entre as linhagens de Psittaciformes, inferidas a partir de Wright *et al.* (2008) e Christidis *et Boles* (2008).

## 1.2. Filo Apicomplexa

Descrito inicialmente por Norman D. Levine em 1970, o filo Apicomplexa reúne protozoários parasitos, antes parte de Sporozoa, um termo antigo hoje sem valor taxonômico, o qual agrupava várias linhagens não relacionadas entre si (LEVINE *et al.*, 1980).

**Filo Apicomplexa** Levine, 1970: ao menos em um estágio do ciclo de vida com vesículas subpelículas achatadas e um complexo apical, composto de um ou mais anéis polares, róptrias, micronemas, conóide e microtúbulos subpelículas (este último não representado) (**Figura 3**); sexualidade, quando conhecida, por singamia seguida de meiose para produção de progênie haplóide; reprodução assexuada de estágios haplóides ocorre por divisão binária, endodiogenia, endopoliogenia, e/ou esquizogonia; locomoção por deslizamento, flexão do corpo, suturas longitudinais, e/ou flagelos (ADL *et al.*, 2005).



**Figura 3.** Célula de um Apicomplexa: N – núcleo; Nc – nucléolo; Mi – mitocôndria; Ap – apicoplasto; Mp – microporo; R – rópatria; C – conóide; A.P – anel polar; Mn – micronema; C.G – complexo de Golgi; M.A – membrana alveolar; R.e.r – retículo endoplasmático rugoso; C.e.d – corpúsculo eletrôn denso. Complexo apical: A.P + C + Mn + R. (Parcialmente baseado em Kreier, 1977 e McFadden, 2010) (figura do autor; desenho por Tiago Fernandes).

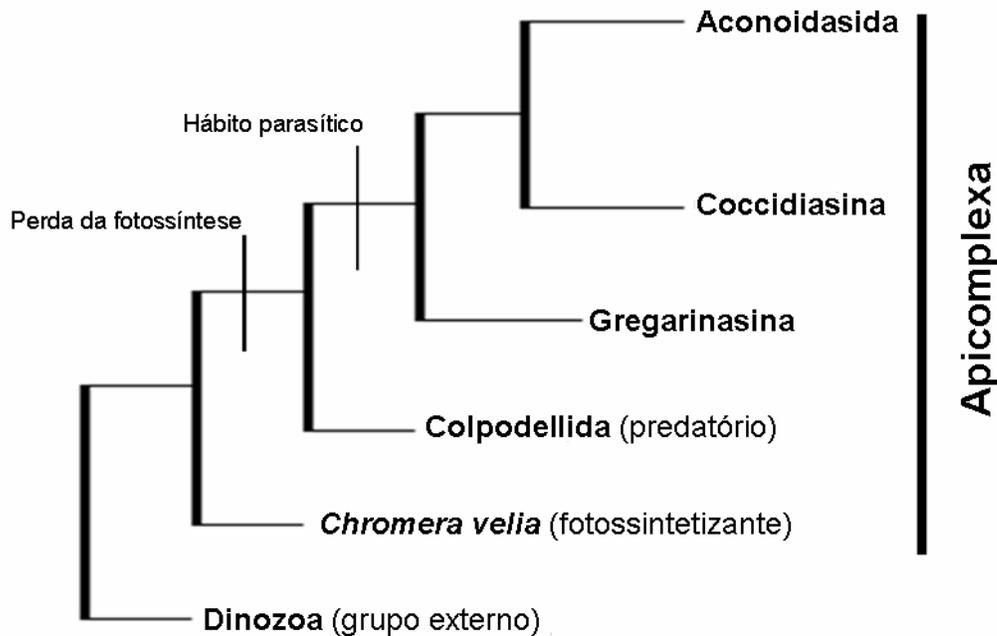
Todos os membros de Apicomplexa (*sensu* Adl et al.) são parasitas, exceto Colpodellida, flagelados que apresentam hábitos predatórios, atacando outros protozoários (ADL et al., 2005). Os seguintes grupos são reconhecidos atualmente:

- **Colpodellida** Cavalier-Smith, 1993
- **Conoidasida** Levine, 1988
  - **Gregarinasina** Dufour, 1828
  - **Coccidiasina** Leuckart, 1879
- **Aconoidasida** Mehlhorn, Peters, and Haberkorn, 1980
  - **Haemospororida** Danilewsky, 1885
  - **Piroplasmorida** Wenyon, 1926

O advento de técnicas moleculares nas últimas décadas permitiu avanços muito significativos no entendimento da evolução de eucariotos. Os tradicionais níveis hierárquicos, tais como filo, classe, ordem e outros são relegados temporariamente a um

segundo plano atualmente por questões práticas, uma vez que a classificação de protozoários vem sofrendo alterações profundas nos últimos anos e provavelmente ainda haverá várias alterações na classificação de vários grupos (ADL et al., 2005).

Apesar da recente classificação, novas mudanças devem ocorrer com a descoberta e descrição de uma nova alga, *Chomera velia* Moore et al. (2008), a qual foi considerada a célula fotossintetizante mais próxima de Apicomplexa, representando uma linhagem basal dentro do grupo (**Figura 4**).



**Figura 4.** Filogenia de Apicomplexa inferida a partir de Moore *et al.* (2008) e Keeling (2009).

### 1.2.1. O apicoplasto e a origem de Apicomplexa

Os trabalhos de Thomas Cavalier-Smith, publicados nas últimas décadas, buscaram resolver a filogenia das grandes linhagens de células eucarióticas, com ênfase em protozoários e algas (CAVALIER-SMITH, 1999; 2002; 2003; 2004). A base da classificação de Cavalier-Smith é a ocorrência de diversos eventos de endossimbiose primária e secundária ao longo da evolução das células eucarióticas e a presença de um ou dois flagelos. Um desses eventos de endossimbiose secundária, ocorrido entre um

eucarioto ancestral biflagelado e uma alga vermelha (Rhodophyceae), produziu a linhagem dos Chromalveolata, a qual inclui Apicomplexa.

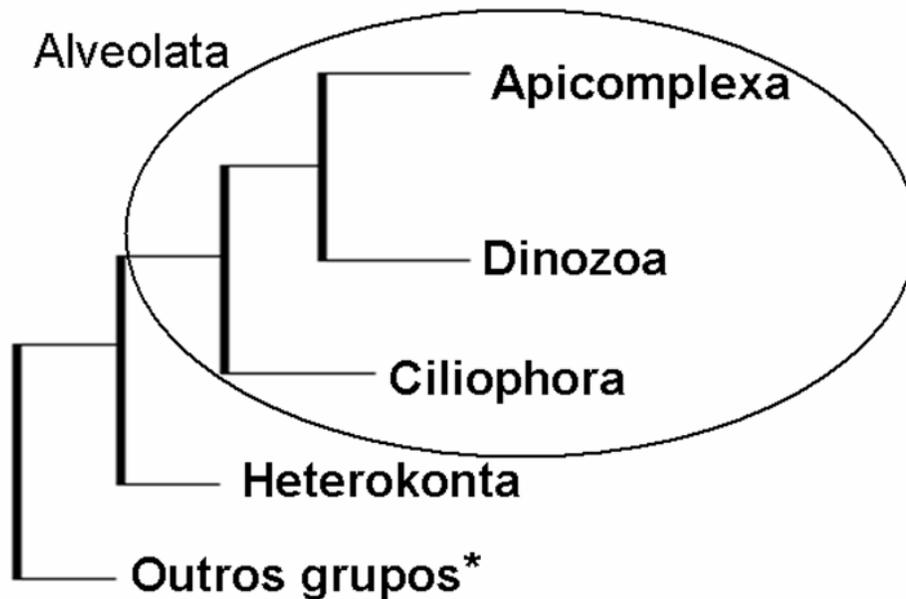
A descoberta do apicoplasto em 1996 (MCFADDEN et al., 1996) ofereceu uma nova evidência para suportar as teorias de Cavalier-Smith a respeito da origem de Apicomplexa. O plastídio encontrado, denominado apicoplasto, tem origem no evento de endossimbiose secundária, assim como os cloroplastos de Dinoflagellata e Heterokonta. Como é o caso de outros Chromalveolata, os plastídios de Apicomplexa são envoltos por quatro membranas. Embora presente em *Toxoplasma*, em outros coccídios e em *Plasmodium*, o apicoplasto foi aparentemente perdido em *Cryptosporidium* e gregarinas (MCFADDEN, 2010).

### 1.2.2. Chromalveolata

Acredita-se atualmente que um único evento de endossimbiose secundária tenha ocorrido em Chromalveolata (KEELING, 2009). Apicomplexa, Dinozoa (Dinoflagellata) e Ciliophora constituem o clado Alveolata. Os alveolados apresentam mitocôndrias com cristas tubulares, alvéolos corticais e microporo (ADL et al., 2005). Formam, juntamente com Stramenopiles (Heterokonta) e outros grupos menores, o clado Chromalveolata (**Figura 5**). Embora este grande grupo contenha linhagens parasíticas e heterotróficas, o ancestral comum a todos eles deve ter sido uma célula autotrófica (KEELING, 2009). A ausência de plastídios em certos grupos não-fotossintetizantes pode ser explicada pela perda secundária do plastídio ao longo da evolução, como no caso dos ciliados. Outros grupos ainda apresentam o plastídio, mas este já não apresenta mais os pigmentos fotossintéticos e, portanto, não realiza mais fotossíntese, como é o caso de membros de Apicomplexa (MCFADDEN, 2010). A seguir, uma breve descrição destes grupos:

**Dinozoa Cavalier-Smith, 1981 (Dinoflagellata):** Células com dois flagelos, um transversal e outro longitudinal; tipicamente com núcleo “*dinokaryon*”, sem histonas e cromossomos que permanecem condensados durante a interfase; células muitas vezes cobertas por carapaças *Perkinsus*, *Peridinium*, *Noctiluca* (ADL et al., 2005).

**Ciliophora Döflein, 1901 (Ciliata):** Células com dimorfismo nuclear, incluindo tipicamente um macronúcleo poligenômico e pelo menos um micronúcleo diplóide; célula coberta por cílios. *Paramecium*, *Balantidium* (ADL et al., 2005).



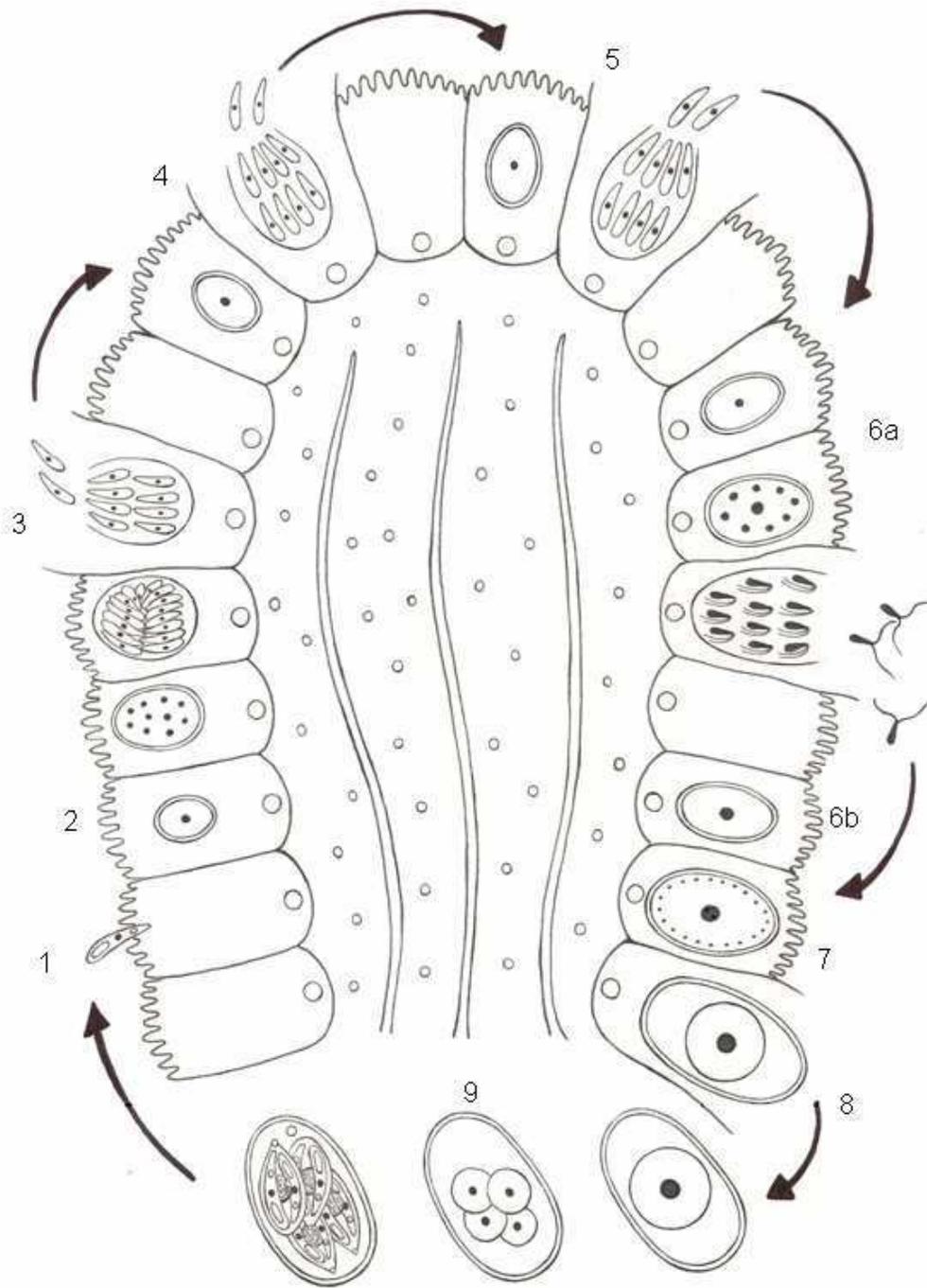
\* Ainda há controvérsia quanto a inclusão de Cryptophyceae e Haptophyta em Chromalveolata.

**Figura 5.** Filogenia de Chromalveolata inferida a partir de Keeling (2009) e Harper *et al.* (2005).

**Heterokonta (Stramenopiles):** Células geralmente dotadas de dois flagelos diferentes, um liso e outro plumoso; mitocôndrias com cristas tubulares; formas fotossintetizantes, heterotróficas e parasitas; apresentam clorofila 'a' e 'c'. É um grupo muito diverso, incluindo as algas pardas (Phaeophyceae), diatomáceas (Bacillariophyta), Oömycetes, *Blastocystis* e outros (ADL *et al.*, 2005).

### 1.2.3. Família Eimeriidae

**Eimeriidae Minchin 1903:** desenvolvimento no interior da célula hospedeira, sem organela de adesão; oocistos com nenhum, um, dois, quatro ou mais esporocistos, cada um com um ou mais esporozoítos; ciclo monoxênico; merogonia e gamogonia dentro do hospedeiro, esporogonia no meio-ambiente; microgametas com dois ou três flagelos; parasitas em vertebrados e invertebrados; *Eimeria*, *Isospora*, entre outros (LEVINE, 1980) (**Figura 6**).



**Figura 6.** Ciclo de vida de um coccídio típico. Fase intestinal: 1. infecção; penetração de esporozoíto liberado de oocisto rompido; 2. formação de vacúolo parasitóforo no interior da célula hospedeira e instalação do trofozoíto; 3. divisão do meronte (esquizonte) e liberação da primeira geração de merozoítos, liberados após rompimento do enterócito; 4. segunda geração de merozoítos; 5. terceira geração de merozoítos; 6a. formação de microgametócito e liberação de microgametas; 6b. formação de macrogametócito e macrogameta; 7. fecundação e formação do zigoto; observar a presença de corpos formadores da parede do oocisto; 8. formação de parede e liberação do oocisto não esporulado, expulso nas fezes. Fase no meio externo: 9. esporulação do oocisto (meiose do zigoto), com formação de esporocistos contendo esporozoítos; fase infectante. (Figura do autor; desenho por Tiago Fernandes).

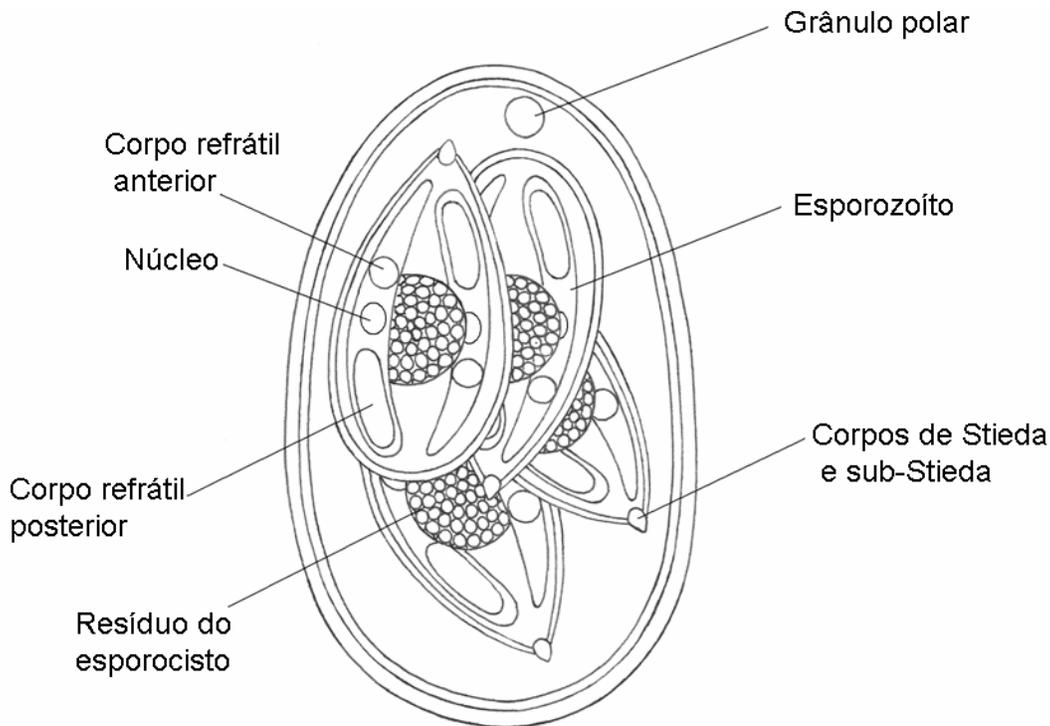
Embora os primeiros coccídios já tenham sido descritos há mais de um século, ainda há debates a respeito dos gêneros que compõem a família. Como observado por Tenter et al. (2002), os limites da família mudam muito de autor para autor. Há autores, os quais consideram Eimeriidae uma grande família, incluindo *Cryptosporidium*, *Toxoplasma*, *Sarcocystis*, *Eimeria*, *Isospora* e todos os outros coccídios (BUSH et al., 2001); outros autores excluem *Toxoplasma*, *Sarcocystis* e *Cryptosporidium*, reservando Eimeriidae para *Eimeria*, *Isospora* e outros gêneros monoxênicos, como *Tyzzeria*, *Cyclospora*, *Caryospora* e outros (UPTON, 2001). Certamente, a exclusão de *Cryptosporidium* e gêneros com ciclos heteroxênicos está conforme a definição fornecida de Eimeriidae, assim como proposto por Levine em 1980.

Desde sua descrição no século XIX, coccídios têm sido encontrados em quase todas as espécies animais examinadas, incluindo o homem. Sua identificação é feita geralmente com base em oocistos esporulados, os quais apresentam arranjos característicos (TENTER et al., 2002).

Oocistos são estruturas relativamente simples, com uma quantidade limitada de caracteres morfológicos. Como consequência disso, diversos grupos não aparentados podem ter sido incluídos no mesmo gênero. Um exemplo disso é o gênero *Isospora*, o qual era polifilético enquanto incluía formas de aves e mamíferos. As formas isosporóides de Passeriformes são muito mais próximas de *Eimeria* do que as formas isosporóides de mamíferos (SCHRENZEL et al., 2005). Barta et al. (2005) transferiram os coccídios isosporóides de mamíferos para o gênero *Cystoisospora*, os quais desenvolvem cistos unizóicos em hospedeiros paratênicos e não apresentam corpo de Stieda. O gênero *Isospora* será utilizado apenas para coccídios de aves, os quais apresentam corpo de Stieda.

**Eimeria Schneider 1875:** oocistos com quatro esporocistos, cada um com dois esporozoítos; merogonia intracelular; esporogonia em ambiente extracelular; mais de 1000 espécies conhecidas em vertebrados e poucas espécies em invertebrados (LEVINE, 1980) (**Figura 7**).

**Isospora Schneider 1881:** oocistos com dois esporocistos, cada um com quatro esporozoítos; usualmente em vertebrados (Levine, 1977).



**Figura 7.** Oocisto esporulado de *Eimeria*: parede do oocisto com duas camadas e formação de quatro esporocistos, cada um contendo dois esporozoítos, num total de oito. Baseado em *Eimeria* sp. de papagaio. (Figura do autor; desenho por Tiago Fernandes).

Os coccídios do gênero *Eimeria* têm grande importância como agentes patogênicos, causando doença (coccidiose) em aves de granja. As aves afetadas apresentam diarreia, perda de peso, falta de apetite (MCDONALD; SHIRLEY, 2009), ocasionando prejuízos econômicos.

Embora as espécies de *Eimeria* de galinha realizem todo seu ciclo no epitélio intestinal, outras espécies de eimerídeos podem ocorrer de forma sistêmica no organismo do hospedeiro. Em trabalhos realizados com canários (*Serinus canarius*), descobriu-se que *Isoospora serini* realiza um ciclo extra-intestinal, o qual apresenta merogonia em macrófagos do sangue circulante, seguido por um estágio pulmonar e termina com a fase sexuada no intestino do hospedeiro (BOX, 1977).

Outro aspecto muito importante dos eimerídeos é a grande especificidade por hospedeiro. Vetterling (1976) avaliou a especificidade de *Eimeria tenella* (de galinha doméstica) mediante infecções cruzadas, inoculando oocistos do parasita em outros Phasianidae. O parasita não se desenvolveu e não conseguiu completar seu ciclo de vida nas várias espécies de galináceos testadas, exceto na galinha doméstica, indicando que os coccídios são altamente específicos para hospedeiro e sítio de infecção no organismo.

Em outro experimento, Brada (1966) obteve oocistos de *Eimeria* a partir de periquito-australiano (possivelmente *E. dunsingi*) e os inoculou em pintos, para encontrar os oocistos intactos nas fezes das aves seis horas após a infecção, indicando que nem mesmo a excitação do parasita aconteceu nestes animais.

### 1.2.3.1. Eimeriidae em Psittacidae

A presença de eimeriídios já foi constatada diversas vezes em Psittacidae e apesar do baixo número de espécies descritas (**Tabela 1**) indicar que haja uma baixa prevalência de coccídios entre estas aves, alguns levantamentos sugerem que a prevalência seja elevada (BALICKA-RAMISZ et al., 2007). Para citar alguns exemplos em outros grupos: a espécie *Gallus gallus* (galinha) sozinha conta com pelo menos sete espécies descritas de *Eimeria* (MCDONALD; SHIRLEY, 2009); para *Passer domesticus* (pardal-comum) são conhecidas 11 espécies de *Isospora* (GILL et al., 2008). Inversamente, alguns gêneros de psitacídeos muito bem conhecidos e comuns em cativeiro, como *Agapornis*, *Ara*, *Cacatua*, *Eos*, *Neophema*, *Pyrrhura*, *Psittacus* e a maioria dos outros gêneros, não têm parasitas da família Eimeriidae conhecidos até o momento. Embora existam poucas espécies descritas, é possível verificar vários relatos da ocorrência de coccidiose em psitacídeos (**Tabela 2**), mas poucas informações a respeito de sua biologia ou ciclo de vida estão disponíveis.

**Tabela 1.** Eimeriidae: Espécies descritas em Psittacidae. (Parcialmente adaptada de Duszynski et al., 1998).

Espécies	Hospedeiros tipo	Referências
<i>Isospora psittaculae</i>	<i>Psittacula eupatria</i> e <i>Pycnonotus jocosus</i> *	Chakravarty e Kar, 1946
<i>I. melopsittacus</i>	<i>Melopsittacus undulatus</i>	Bathia et al., 1973
<i>Eimeria dunsingi</i>	<i>M. undulatus</i>	Farr, 1960; Todd et al., 1977; Brada, 1966
<i>Eimeria sp. n.**</i>	<i>M. undulatus</i>	Gottschalk, 1972
<i>E. psittacina</i>	<i>M. undulatus</i>	Gottschalk, 1972
<i>E. haematodi</i>	<i>Trichoglossus haematodus</i>	Varghese, 1977
<i>E. aratinga</i>	<i>Aratinga canicularis</i>	Upton e Wright, 1994
<i>E. amazonae</i>	<i>Amazona ochrocephala</i>	Hofstatter e Kawazoe, 2011
<i>E. ochrocephalae</i>	<i>A. ochrocephala</i>	Hofstatter e Kawazoe, 2011
<i>Eimeria sp. n.***</i>	<i>Amazona aestiva</i>	Hofstatter e Guaraldo, 2011

\**Pycnonotus jocosus* não é um psitacídeo, mas um passeriforme. A descrição original exhibe ilustrações de dois oocistos com tamanho aproximado, porém diferentes em alguns aspectos; é possível que haja duas espécies.

\*\* Brada (1966) descreveu uma nova espécie de *Eimeria*, mas não atribuiu a ela um nome científico válido. Todd et al. (1977) consideram a espécie de Brada sinônimo da espécie de Farr (1960), baseados na proximidade entre as descrições.

\*\*\*Espécie descrita neste trabalho.

**Tabela 2.** Relatos de coccidios em Psittacidae.

<b>Parasita</b>	<b>Hospedeiros</b>	<b>Referências</b>
<i>Eimeria dunsingi</i>	<i>Glossopsitta concinna</i> *	Gartrell et al., 2000
<i>Eimeria sp.</i>	<i>Amazona brasiliensis</i>	Cavalheiro, 1999
<i>Eimeria sp.</i>	<i>Aratinga leucophthalma</i> e <i>Amazona kawalli</i>	Abra et al., 2007
<i>Eimeria sp.</i>	<i>M. undulatus</i>	Panigrahy et al., 1981
<i>Eimeria sp.</i>	<i>Ara macao</i>	Santos e Oliveira, 2007.
<i>Eimeria sp.</i>	<i>M. undulatus</i>	Gül e Çiçek, 2009
<i>Eimeria sp.</i>	<i>Psittacus erithacus</i> , 'Lorinae', <i>Agapornis sp.</i> , <i>Ara sp.</i> **, <i>Cacatua sp.</i>	Patel et al., 2000
<i>Eimeria sp</i> e <i>Isospora sp.</i>	<i>M. undulatus</i> , <i>Poicephalus selegalus</i> e <i>Psittacus erithacus</i>	Balicka-Ramisz et al., 2007
<i>Isospora gryphoni</i> ***	<i>Agapornis fischeri</i>	Silva et al., 2009
<i>Isospora sp.</i>	<i>Amazona autumnalis</i> , <i>Amazona festiva</i> , <i>Ara ararauna</i> , <i>Ara macao</i>	Burbano et al., 2003
<i>Isospora sp.</i> e 'coccidia'	<i>Myiopsitta monachus</i>	Cordón et al., 2009.
'Coccidia'†	<i>Amazona a. autumnalis</i>	Rooney et al., 2001
'Coccidia'‡	<i>Psittacus erithacus</i> , <i>Trichoglossus haematodus</i> , <i>Psittacula krameri manilensis</i> e <i>Agapornis roseicollis</i>	Tsai et al., 1992
'Coccidia'	Psittacidae	Freitas et al., 2002

\* Os autores do trabalho atribuem os oocistos encontrados por eles a *Eimeria dunsingi* com base em medidas dos oocistos somente.

\*\* Os autores fornecem um nome científico inválido para esta ave ('*Ara movacana*'); somente o gênero foi mantido aqui.

\*\*\* Provavelmente uma identificação incorreta. Mais informações na discussão.

† O autor do trabalho não pôde determinar as características dos oocistos por ter fixado o material antes da esporulação.

‡ Relato baseado em cortes histológicos de intestino, não em oocistos.

Há outros relatos de parasitismo de psitacídeos por coccídios (CORDÓN *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2008), porém, por apresentarem seus dados de forma confusa e inadequada, não é possível discernir as espécies dos hospedeiros e nem mesmo se os coccídios encontrados são de psitacídeos ou de outras aves. Freitas et al. (2002) relatam a presença de 'coccídios' em psitacídeos e outros grupos de aves também, mas não informam se aqueles pertencem ao gênero *Eimeria* ou *Isospora*, assim como não identificam em maior detalhe os hospedeiros. Seria um conjunto de dados muito interessante, caso fosse informado de forma mais detalhada.

## 1.2.4. Outros Apicomplexa em Psittacidae

### Cryptosporidiidae

Além de Eimeriidae, também já foram encontrados oocistos de *Cryptosporidium* em olhos (conjuntiva) e intestinos de psitacídeos (TSAI et al., 1992), mas os parasitas podem se desenvolver também em outras partes do tubo digestivo, vias respiratórias e sistema urinário em outras aves (GOODWIN, 1989). Ao contrário de espécies do gênero *Eimeria* e *Isospora*, que podem ser altamente específicas para hospedeiro, espécies do gênero *Cryptosporidium* parecem não ter especificidade por hospedeiro ou tecido a ser infectado (NAKAMURA et al., 2009). A presença de *Cryptosporidium* já foi constatada em diversas espécies de Psittacidae (**Tabela 3**).

**Tabela 3.** Ocorrência de *Cryptosporidium* em Psittaciformes.

Hospedeiro	Parasita	Autor
<i>Amazona aestiva</i>	<i>Cryptosporidium</i> sp.	Nakamura et al., 2009
<i>Cacatua goffini</i>		
<i>Melopsittacus undulatus</i>		
<i>Orthopsittaca manilata</i>		
<i>Agapornis roseicollis</i>		
<i>Nymphicus hollandicus</i>		
<i>N. hollandicus</i>		
<i>N. hollandicus</i>	<i>C. parvum</i>	
<i>N. hollandicus</i>	<i>C. galli</i>	
<i>Psittacus erithacus</i>		
<i>Amazona aestiva</i>	<i>Cryptosporidium</i> sp.	Tsai et al., 1992
<i>M. undulatus</i>		
<i>A. roseicollis</i> (conjuntiva)		
<i>Psittacula krameri</i>	<i>Cryptosporidium</i> sp.	Tsai et al., 1993
<i>manillensis</i> (conjuntiva)		
<i>Amazona autumnalis</i>	<i>Cryptosporidium</i> sp.	Doster et al., 1979
<i>M. undulatus</i>	<i>Cryptosporidium</i> sp.	Goodwin e Krabill., 1989
<i>N. hollandicus</i>		
<i>Psittacula krameri</i>	<i>C. meleagridis</i>	Morgan, et al. 2000
<i>Neophema pulchella</i>	<i>C. galli</i>	
<i>Cacatua leadbeateri</i>	<i>Cryptosporidium</i> (genótipo aviário II)	Ng et al., 2006
<i>Eclectus roratus</i>		
<i>N. hollandicus</i>		
<i>Psittacula eupatria</i>		
<i>Aratinga solstitialis</i>		
<i>Polytelis alexandrae</i>		
<i>Eolophus roseicapilla</i>		
<i>N. hollandicus</i>	<i>Cryptosporidium</i> sp. (genótipo aviário III)	
<i>Eolophus roseicapilla</i>		
<i>Aratinga solstitialis</i>		

## Plasmodiidae

Além das formas intestinais, os psitacídeos também são hospedeiros para formas sanguíneas de Apicomplexa, transmitidos por vetores artrópodes, insetos da ordem Díptera. Os gêneros de Plasmodiidae mais comuns em aves são: *Leucocytozoon* (transmitidos por Simuliidae); *Haemoproteus* (transmitidos por Hippoboscidae e Ceratopogonidae); *Plasmodium* (transmitidos por Culicidae e Psychodidae) (POINAR; TELFORD, 2005).

A presença de plasmodídeos já foi constatada em diversas espécies de psitacídeos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Presença de Plasmodiidae em Psittaciformes

Hospedeiro	Parasita	Autor
<i>Psittacula krameri manillensis</i>	<i>Plasmodium dissanaikai</i>	Jong, 1971.
<i>Amazona aestiva</i> , <i>A. amazonica</i> , <i>A. rhodocorytha</i> , <i>A. xanthops</i>		
<i>Ara ararauna</i>	<i>Plasmodium</i> sp.	
<i>Aratinga cactorum</i> , <i>A. jandaya</i>	(distribuídos em 4	
<i>Deroptyus accipitrinus</i>	linhagens ou espécies	Belo et al., 2009.
<i>Graydidascalus brachyurus</i>	diferentes)	
<i>Pionus maximiliani</i>		
<i>Primolius maracana</i>		
<i>Amazona farinosa</i> , <i>A. amazonica</i> , <i>Cacatua galerita</i>	<i>Plasmodium</i> sp.	
<i>Amazona amazonica</i> , <i>Psittacus erithacus</i> , <i>Cacatua alba</i> , <i>C. galerita</i>	<i>Haemoproteus</i> sp.	Cordón et al., 2009.
<i>Psittacula krameri</i>	<i>Haemoproteus</i> sp.	
<i>Psittacula eupatria</i>	<i>Plasmodium</i> sp.	Ishtiaq et al., 2007.
<i>Cacatua galerita</i>	<i>Leucocytozoon</i> sp.	Peirce et al., 2004.
<i>Trichoglossus haematodus</i>		
<i>Psittacus erithacus</i>	<i>Haemoproteus psittaci</i>	Bennett e Peirce, 1992
<i>Cacatua sulphurea</i>	<i>Haemoproteus handai</i>	Peirce et al., 1977
<i>Psittacula cyanocephala</i>		
<i>P. roseata</i> , <i>P. krameri</i> , <i>Loriculus vernalis</i> , <i>Bolbopsittacus lunulatus</i>	<i>Haemoproteus handai</i>	Maqsood, 1943; Bennett et al., 1986

### 1.2.5. Psittacidae como hospedeiro intermediário de Apicomplexa

Os psitacídeos atuam também como hospedeiros intermediários para *Sarcocystis* sp. e *Toxoplasma gondii*, que por sua vez são parasitas intestinais de mamíferos carnívoros ou onívoros (Marsupialia e Carnívora). Clubb e Frenkel (1992) relatam uma

série de óbitos de psitacídeos por causa de *Sarcocystis falcatula* Stiles 1893, cujo hospedeiro é o gambá *Didelphis virginiana* (Marsupialia) (BOX et al., 1984). As aves apresentaram doença pulmonar aguda e fatal, além de alterações no sangue, baço e fígado. Foi possível observar esquizontes em células endoteliais do pulmão e músculo estriado. Os autores descobriram também que as aves nativas da América eram muito menos susceptíveis ao parasita do que as aves originárias de outros continentes. De acordo com o trabalho, isso poderia ser explicado pelo fato dos psitacídeos do Novo Mundo já apresentarem uma resistência nata ao parasita, por terem a mesma área de distribuição que o hospedeiro marsupial, ausente nos outros continentes. Constataram ainda que a mortalidade era maior entre machos e filhotes. Foi possível ainda incriminar a barata (*Periplaneta americana*) como vetor mecânico dos esporocistos infectantes liberados pelo gambá.

Cistos de *Sarcocystis* já foram observados diversas vezes nos tecidos de psitacídeos (**Tabela 5**).

**Tabela 5.** Ocorrência de *Sarcocystis* spp. em Psittacidae.

<b>Ave</b>	<b>Parasita</b>	<b>Autor</b>
<i>Amazona xanthops</i> <i>Ara ararauna, Ara militaris,</i> <i>Aratinga solstitialis</i> <i>Cacatua leadbeateri, C. alba, C.</i> <i>galerita eleanora, C. galerita</i> <i>galerita, C. g. tritoni, C.</i> <i>moluccensis, C. sulphurea</i> <i>Callocephalon fimbriatum</i> <i>Eclectus roratus</i> <i>Enicognathus leptorhynchus</i> <i>Nymphicus hollandicus</i> <i>Pionus senilis</i> <i>Psittacus erithacus</i> <i>Rhynchopsitta pachyrhynca</i> <i>Tanygnathus megalorhynchos</i>	<i>Sarcocystis falcatula</i> (endotélio de capilares pulmonares)	Clubb e Frenkel, 1992.
<i>Melopsittacus undulatus</i>	<i>Sarcocystis falcatula</i>	Smith et al., 1989
<i>Amazona ventralis</i> <i>Eclectus roratus</i>	<i>Sarcocystis</i> sp.	Page et al., 1992
<i>Ara ararauna, Aratinga auricapilla,</i> <i>Aratinga canicularis, Brotogeris</i> <i>jugularis, Forpus passerinus</i>	<i>Sarcocystis</i> sp.	Todd et al., 1975.
<i>Amazona aestiva</i> <i>Melopsittacus undulatus</i> <i>Psittacus erithacus</i>	<i>Sarcocystis</i> sp. (músculo estriado)	Tsai et al., 1992

Dubey (2002) em sua revisão sobre a ocorrência de *Toxoplasma gondii* em vários grupos de aves, relata a ocorrência deste parasito em psitacídeos: *Melopsittacus undulatus*, *Polytelis anthopeplus*, *P. swansonii*, *Eos bornea*, *Trichoglossus moluccanus*, *Platycercus elegans*.

## Outros grupos de protozoários

Panigrahy et al. (1981) relatam a presença de *Giardia* sp. em *Melopsittacus undulatus*, provocando mortalidade em torno em 90-100% do plantel. Tsai et al. (1992) também relatam a presença de *Giardia* sp. no intestino delgado de *M. undulatus*. Erlandsen et al. (1987) descrevem *Giardia psittaci* (de *M. undulatus*) e sugerem que *Giardia* spp. de aves formam um grupo à parte das *Giardia* spp. de mamíferos.

Marietto-Gonçalves et al. (2008) relatam a presença de *Entamoeba* sp. e *Balantidium* sp. em *Aratinga leucophthalma*. A presença de *Blastocystis* sp. foi observada em *Myiopsitta monachus* (CORDÓN et al., 2009).

Peirce et Bevan (1977) apontam a existência de *Trypanosoma* sp. em *Aratinga acuticaudata* e *Psittinus cyanurus*. Miltgen et Landau (1982) descrevem *Trypanosoma barkeri* a partir de *Psittacula roseata*.

### 1.3. Outros grupos de parasitas de Psittacidae

O séquito de parasitas, o qual se utiliza de aves como hospedeiros, é vasto. Além de Apicomplexa e outros grupos de protozoários, Psittacidae são hospedeiros para vários outros grupos parasíticos, a saber:

**Fungi:** Barton et al. (2003) relatam a presença de microsporídios em *Agapornis roseicollis*, *A. personatus* e *A. fischeri*. Black et al. (1997) detectam *Encephalitozoon hellem* em *Melopsittacus undulatus*. Kašičková et al. (2007) detectam *E. cuniculi* em *Nymphicus hollandicus*. Magalhães et al. (2006) relatam a presença de *Encephalitozoon hellem* e outros microsporídios em *Psittacus erithacus* (traquéia e intestino), *Nymphicus hollandicus* e *M. undulatus* (intestino/fezes).

**Arthropoda: Insecta:** Phthiraptera (SYCHRA et al., 2007), Hemiptera e Siphonaptera (DI IORIO et al., 2010), Diptera (Hippoboscidae) (MAA, 1969) entre

outros. **Acari:** A presença de ácaros do gênero *Knemidocoptes* sp. foi observada na epiderme ao redor da cloaca, bico e olhos de *Melopsittacus undulatus* e *Psittacus erithacus* (TSAI et al., 1992).

**Cestoda:** Tsai et al. (1992) observaram a presença de *Raillietina* sp. em *Trichoglossus haematodus*, *Agapornis roseicollis* e *Psittacula krameri*. **Trematoda:** Greve et al. (1978) relatam um caso de parasitismo por *Gigantobilharzia* sp. em *Nandayus nenday*.

**Nematoda:** Tsai et al. (1992) identificaram: *Ascaridia* sp. no intestino delgado de *Psittacula krameri manillensis*, *Nymphicus hollandicus*, *Amazona aestiva* e *Psittacus erithacus*; microfilárias no sangue de *Agapornis roseicollis* e *Trichoglossus haematodus*.

Nematódeos formam um grupo parasítico de grande importância entre os psitacídeos. Inúmeras espécies já foram descritas a partir destas aves e os relatos acerca de sua presença são abundantes. Sete espécies de *Ascaridia* são registradas nos mais diversos psitacídeos, cinco delas consideradas restritas a psitacídeos (*Ascaridia hermaphrodita*, *A. sergiomeirae*, *A. ornata*, *A. nicobarensis*, *A. platiceri*) e duas espécies não restritas à família (*A. galli* e *A. columbae*) (KAJEROVÁ et al., 2004). Pinto et al. (1993) revisaram algumas espécies: *Aprocta pyrrhurae*, *Pelecitus circularis*, *Pelecitus helicinus*, *P. tercostatus*, *P. andersoni*. Algumas espécies têm sido descritas ou redescritas recentemente: *Pterothominx moravecii* em *Barnardius zonarius* (BARUŠ et al, 2005); *Cardiofilaria dubia* em *Cacatua* sp. (KAJEROVÁ; BARUŠ, 2005). Bastante comum no Brasil, como será visto nos resultados, é *Capillaria plagiaticia* (FREITAS et al., 1959), espécie descrita a partir de *Aratinga cactorum caixana*.

## **2. Objetivos**

Os objetivos deste estudo são:

1. Contribuir com informações para um melhor entendimento da vida parasitária associada aos psitacídeos, com ênfase em coccídios, por meio de levantamento parasitológico realizado com fezes de aves cativas;
2. Comparar a prevalência de parasitas intestinais de aves cativas de zoológicos e criatórios particulares.

### 3. Material e método

#### 3.1. Da coleta de material

Os materiais fecais foram obtidos a partir de aves cativas. É possível encontrar na cidade de Campinas e cidades da região psitacédeos oriundos das bio-regiões australasiana, indomalaia, afrotropical e neotropical, abrangendo espécies de todas as grandes zonas de distribuição geográfica do grupo.

Foram realizadas 12 coletas em zoológicos e 9 coletas em criatórios particulares e outros locais no período de abril/2009 a janeiro/2011 totalizando 237 amostras de fezes de psitacédeos. Foram amostradas 65 espécies de Psittaciformes: 0 Strigopidae, 3 Cakatuidae, 62 Psittacidae (**Tabelas 6 e 7**).

**Tabela 6.** Espécies, locais e datas de coleta de amostras fecais de Psittacidae no período de abril de 2009 a janeiro de 2011 em criatório particulares e afins. Códigos: MM – Mercado municipal (15/04/09), PF1 – Criatório Paulo Franco (06/07/09), PF2 – C. Paulo Franco (15/07/09), PF3 – C. Paulo Franco (24/02/10), CC – Criatório Camargo (14/07/09), DP – domicílio próprio (13/08/09), CT – Criatório do Toninho (16/03/10), CL1 - Criatório do Luis (17/04/10), CL2 - C. do Luis (01/12/10), CP – Casa do Papagaio, Campinas (23/01/11).

Nome científico da ave e código do local de coleta	
<i>Agapornis fischeri</i> PF1	<i>Amazona aestiva</i> CT CP
<i>Agapornis personatus</i> PF3	<i>Amazona vinacea</i> CP
<i>Agapornis roseicollis</i> MM PF2	<i>Aratinga solstitialis</i> CP
<i>Barnardius zonarius</i> PF2	<i>Bolborhynchus lineola</i> CL1 CL2
<i>Deroptyus accipitrinus</i> CP	<i>Eclectus roratus</i> CP
<i>Forpus coelestis</i> CL1	<i>Forpus xanthopterygius</i> CT
<i>Melopsittacus undulatus</i> MM PF1 PF2 DP	<i>Melopsittacus undulatus</i> (raça inglesa) CC
CT CL1	PF3 CL2
<i>Lorius lory</i> CP	<i>Neophema pulchella</i> CL1
<i>Neopsephotus bourkii</i> CL1	<i>Neophema splendida</i> CL1 CL2
<i>Nymphicus hollandicus</i> MM PF1 PF2 PF3	<i>Orthopsittaca manilata</i> CP
<i>Pionus menstruus</i> CP	<i>Platycercus adscitus</i> CL1 CL2
<i>Platycercus eximius</i> CL1 CL2	<i>Platycercus icterotis</i> CL1 CL2
<i>Psephotus haematonotus</i> MM PF1 PF2	<i>Psittacula krameri</i> PF2
PF3 CL1 CL2	
<i>Pyrrhura sp.</i> CT	<i>Pyrrhura perlata</i> CP

**Tabela 7.** Espécies, locais e datas de coleta de amostras fecais de Psittacidae no período de abril de 2009 a agosto de 2010 em zoológicos e afins. Códigos: BJ1 – Bosque dos Jequitibás, Campinas, SP (03/04/09), BJ2 – B. Jequitibás (02/08/10), BJ3 – B. Jequitibás (30/09/09), ZA1 – Zoológico de Americana, SP (18/08/09), ZA2 – Zoo de Americana (27/08/09), ZA3 – Zoo Americana (24/11/2009), ZI1 – Zooparque Itatiba, SP (01/10/09), ZI2 – Zoo Itatiba (29/03/10), ZI3 – Zoo Itatiba (05/05/10), ZI4 – Zoo Itatiba (13/05/10), PA – Parque das Aves, Foz do Iguaçu, PR (31/10/09), ZG – Zoo de Guarulhos, SP (31/07/10).

Nome científico da ave e código do local de coleta	
<i>Amazona sp.</i> ZG	<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> ZA1 ZI1 ZI2
<i>Amazona aestiva</i> (apreensão polícia) ZA3	ZI4
<i>Amazona aestiva</i> BJ1 BJ2 PA ZA1 ZA2	<i>Ara ararauna</i> BJ1 ZA1 ZA3 ZI1 ZI2 PA
ZI1 ZI2	ZG
<i>A. aestiva xanthopteryx</i> ZA1 ZA2 ZI1 ZI2	<i>Ara chloropterus</i> BJ1 ZI1 ZI2 ZG PA
<i>Amazona amazonica</i> BJ1 ZA1	<i>Ara glaucogularis</i> ZI1 ZI2
<i>Amazona autumnalis diadema</i> ZI1 ZI2	<i>Ara macao</i> BJ1 ZA1 ZA3 ZI1 ZI2 ZI4
<i>Amazona brasiliensis</i> ZA1 ZI1 ZI2	<i>Ara rubrogenis</i> ZA1 ZA2 ZA3
<i>Amazona farinosa</i> ZA1 ZI1 ZI2	<i>Ara severa</i> ZA1
<i>Amazona festiva</i> ZI1 ZI2	<i>Aratinga aurea</i> BJ1 ZA1 ZG
<i>Amazona ochrocephala</i> ZI1 ZI2	<i>Aratinga auricapilla</i> ZA1 ZI4
<i>Amazona rhodochorytha</i> ZA1 ZA3	<i>Aratinga cactorum</i> ZI1
<i>Amazona vinacea</i> ZA1 ZI1 ZI2 PA	<i>Aratinga jandaya</i> PA
<i>Amazona tucumana</i> ZA2	<i>Aratinga leucophthalma</i> BJ1 BJ2 BJ3
<i>Amazona xanthops</i> ZA1	ZA1 ZI3 ZG
<i>Cacatua alba</i> ZI1 ZI2	<i>Brotogeris sp.</i> ZI4; <i>Brotogeris sp.</i> BJ1
<i>Cacatua sanguinea</i> ZI4	<i>Brotogeris chiriri</i> ZG
<i>Cyanoramphus novaezelandiae</i> BJ2	<i>Brotogeris tirica</i> ZI1 ZG
<i>Deroptyus accipitrinus</i> ZG	<i>Eclectus roratus</i> BJ2
<i>Diopsittaca nobilis</i> BJ1 BJ2 BJ3 ZG	<i>Forpus sp.</i> BJ2
<i>Graydidascalus brachyurus</i> ZI1	<i>Forpus xanthopterygius</i> ZI1
<i>Myiopsittaca monachus?</i> ZG	<i>Guaruba guarouba</i> ZI1 ZI2 PA
<i>Neophema sp.</i> BJ2	<i>Nandayus nenday</i> ZA1
<i>Pionus maximiliani</i> ZA1 ZI1 ZI2 PA	<i>Neopsephotus bourkii</i> BJ2
<i>Pionus menstruus</i> ZI1 ZI2 ZI3 ZG	<i>Pionites leucogaster</i> ZG
<i>Psephotus haematonotus</i> BJ2	<i>Primolius auricollis</i> ZI1
<i>Psittacula krameri</i> BJ2	<i>Primolius maracana</i> ZG
<i>Pyrrhura frontalis</i> BJ1 ZA1 ZG	<i>Pyrrhura sp.</i> BJ2, <i>Pyrrhura pfrimeri</i> ZG
<i>Trichoglossus haematodus</i> BJ2	<i>Triclaria malachitacea</i> BJ1

### 3.2. Dos exames de fezes

As fezes obtidas nas coletas foram acondicionadas em frascos com solução aquosa de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) a 2,5%, e, em alguns casos, mantidos sob refrigeração em geladeira por poucos dias antes do exame.

Os materiais foram processados por meio de separação de detritos em tecido inox, malha 100 (abertura de 154 $\mu$ m); a suspensão resultante foi então concentrada em centrífuga a 1200xg. Os exames foram realizados através de técnica de flutuação, utilizando-se solução de sacarose (d=1,2g/ml) (SHEATHER, 1923) ou flutuação com

solução saturada de cloreto de sódio em câmara de McMaster. Os oocistos assim obtidos foram colocados em placas de petri com solução de dicromato de potássio para esporulação à temperatura ambiente.

Uma vez acondicionado em solução de  $K_2Cr_2O_7$ , o material pode resistir viável (infectante, porém causando infecções mais brandas) por até três anos à temperatura de 4°C ( $\pm 2$ ). Estruturas do oocisto, utilizadas para diagnóstico, são preservadas e podem ser observadas depois de mais de 25 anos deste modo (WILLIAMS et al., 2010).

### **3.3. Da análise de dados**

Os oocistos e ovos de vermes foram fotografados e medidos com o auxílio de microscópio Zeiss® e *software* Image Manager IM50© (Leica IM50 4.0 Imagic Bildverarbeitung AG, Leica Microsystems Imaging Solutions Ltd., Cambridge, U.K.).

Parâmetros como tamanho médio do comprimento e largura de oocistos, esporocistos e esporozoítos, razão entre as dimensões obtidas, presença ou ausência de grânulo polar, resíduo do oocisto, quantidade de esporocistos e esporozoítos, presença ou ausência de corpo de Stieda e sub-Stieda, micrópila, resíduo do esporocisto e corpos refráteis foram utilizados para identificação ou descrição, conforme critérios mínimos exigidos para tal (WILBER et al., 1998).

### **3.4. Da avaliação do projeto pelo Comitê de Ética**

Todos os procedimentos de coleta de fezes são previstas no texto aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA/Unicamp sob o protocolo nº 1923-1 (**em anexo**).

## 4. Resultados

Parasitas foram detectados tanto em amostras de zoológicos, como em amostras de criatórios particulares. Oocistos de coccídios e ovos de diversos grupos de nematódeos foram observados em 43 amostras do total de 237 (18,1% de amostras positivas). Materiais fecais oriundos de zoológicos totalizaram 147 amostras, das quais 42 estavam positivas (28,5% de amostras positivas). Em criatórios particulares, 90 amostras foram recolhidas, mas apenas uma delas estava positiva (1,1%).

Em alguns casos, a mesma ave apresentou mais de um parasita ao mesmo tempo: *Amazona aestiva*, *Ara rubrogenis* (*Capillaria* e *Eimeria*) ambas no zoológico de Americana; *Amazona aestiva* e *A. ochrocephala* (*Ascaridia* e *Heterakis*), *Amazona farinosa* e *A. ochrocephala* (*Capillaria* e *Heterakis*) e *Amazona aestiva* (*Capillaria*, *Heterakis* e outro nematódeo) estes últimos do zoológico de Itatiba.

### 4.1. Coccídios

Oocistos foram observados em quatro amostras das 147 obtidas a partir de zoológicos (2,7% positivos) e em apenas uma das 90 amostras de criatórios (1,1% positivas) (**tabela 8**). Todos os coccídios encontrados em Psittacidae pertenciam ao gênero *Eimeria*, exceto um oocisto ainda indeterminado. Oocistos de *Eimeria* obtidos de *Ara rubrogenis* foram muito poucos e mal-esporulados, impedindo a descrição da espécie. Os oocistos obtidos de *Amazona aestiva* foram muito mais abundantes (mais de 1000 oocistos na amostra), permitindo a descrição de uma nova espécie. Os oocistos obtidos a partir de *Platycercus* sp. também parecem pertencer a uma nova espécie, mas ainda é necessário determinar seu hospedeiro tipo, pois a amostra foi obtida de um *pool* de três espécies de *Platycercus* (*P. adscitus*, *P. eximius* e *P. icterotis*).

**Tabela 8:** Ocorrência de coccídios em psitacídeos amostrados na região de Campinas no período 2009-2010. Oocistos foram observados em 2,1% do total de amostras analisadas.

Coccídios	Hospedeiro	Local, data.	Fotos
<i>Eimeria</i> sp.1*	<i>Ara rubrogenis</i>	Zoo Americana, 08/2009	-
<i>Eimeria</i> sp.2**	<i>Amazona aestiva</i>	Zoo Americana, 08/2009	<b>Figuras 8 e 9</b>
<i>Eimeria</i> sp.3***	<i>Platycercus</i> sp.	Criador, Souza, 03/2010	<b>Figura 10</b>
Oocisto indet.	<i>Cacatua alba</i>	Zoo Itatiba, 10/2009	<b>Figura 11</b>

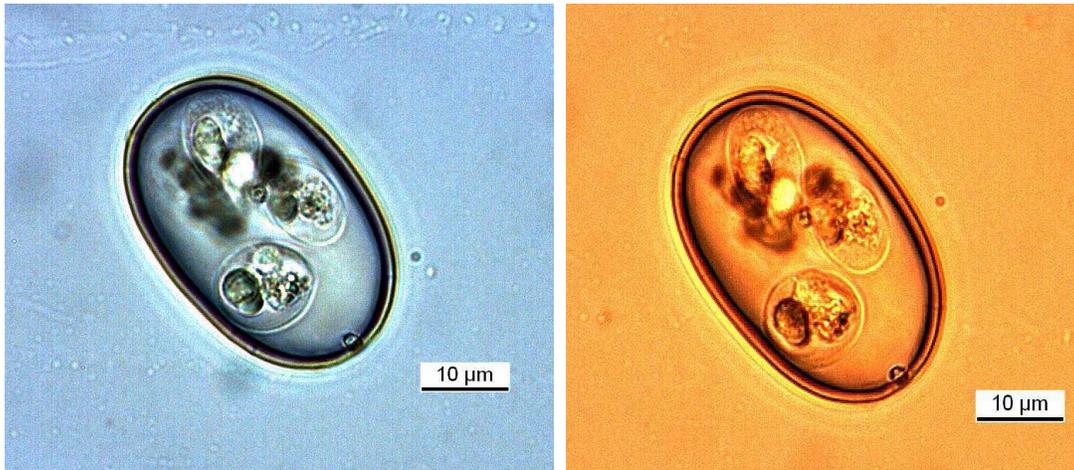
\*Não foi possível descrever a espécie, devido à baixa quantidade de oocistos.

\*\* Espécie nova descrita nesta pesquisa.

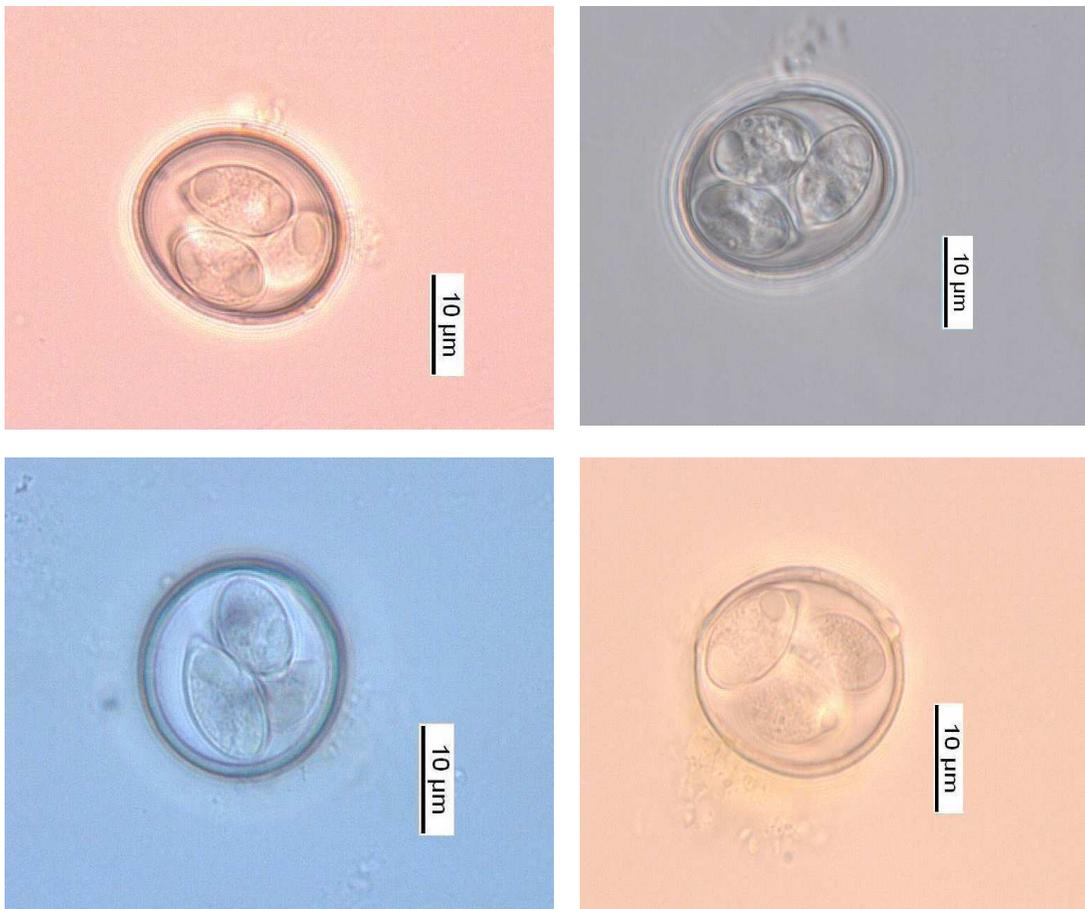
\*\*\* Oocistos observados num *pool* constituído por três espécies diferentes de hospedeiros do mesmo gênero. Seria necessário realizar uma infecção experimental para confirmação do hospedeiro tipo.



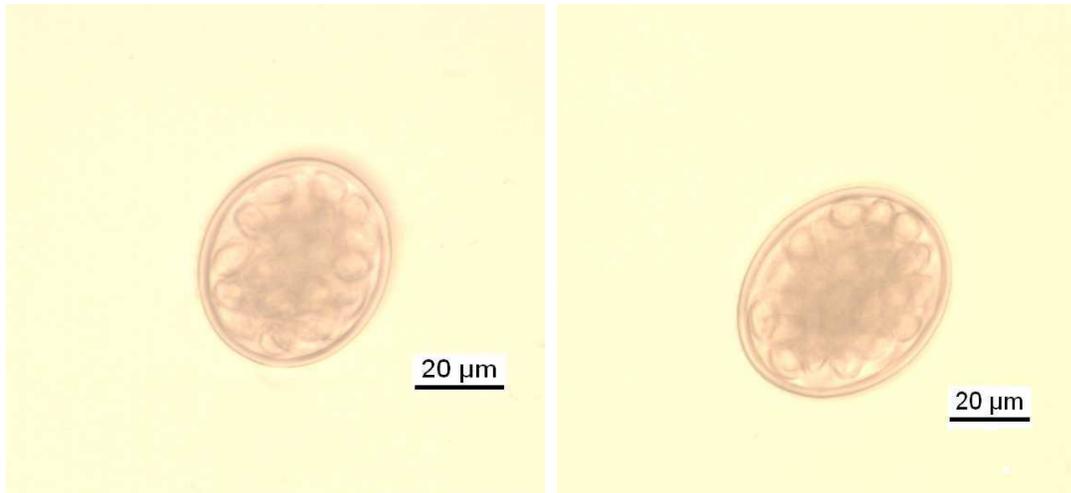
**Figura 8.** Oocistos de *Eimeria* sp. n. obtidos a partir de *Amazona aestiva*.



**Figura 9.** Oocistos de *Eimeria* obtidos de *Amazona aestiva*, um ano e oito meses após a coleta conservados em dicromato de potássio a 4°C. Ainda é possível identificar as principais estruturas dos oocistos, embora não seja possível afirmar que estejam viáveis.



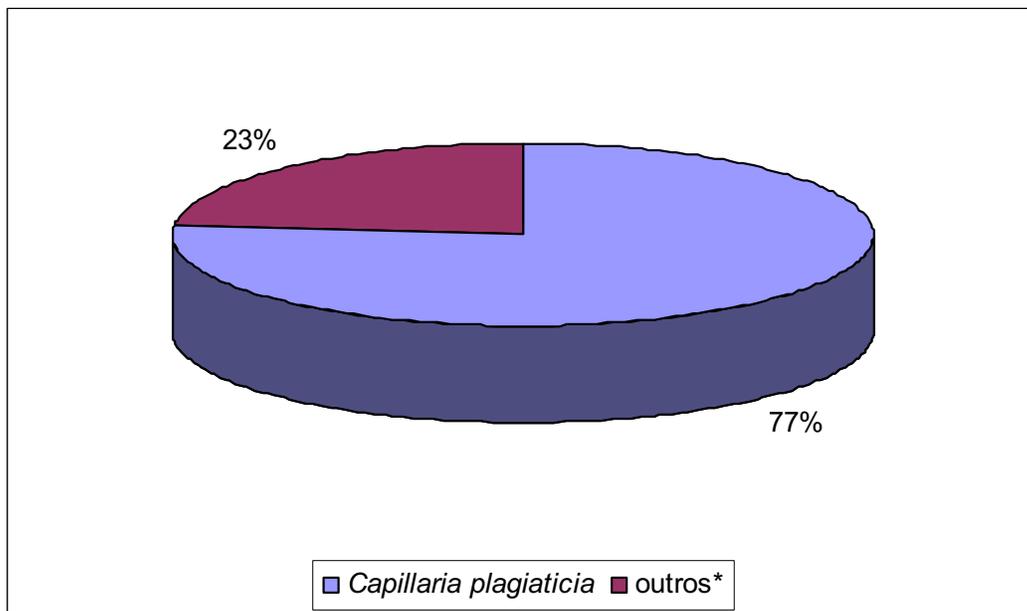
**Figura 10.** Oocistos de *Eimeria* obtidos a partir de *Platycercus sp.* Oocistos medem cerca de 23 x 20 µm.



**Figura 11.** Oocistos obtidos a partir de *Cacatua alba*, com aparência semelhante a *Pythonella* sp., medindo em média cerca de 54 x 26  $\mu$ m.

## 4.2. Nematódeos

A presença de nematódeos foi detectada com muito mais frequência que protozoários: 40 amostras dentre 147 de zoológicos apresentaram ovos de nematódeos (27,2% positivas) (**tabela 9**), mas nenhum material positivo em criatórios (0%). Ovos de *Capillaria plagiaticia* foram observados em todos os zoológicos amostrados, sendo também o mais prevalente (**Figura 12**).



**Figura 12:** Ocorrência de parasitas intestinais em psitacídeos: *Capillaria plagiaticia* foi o parasita mais comum encontrado neste trabalho, estando presente em todos os zoológicos e em 77% de todas as amostras positivas. (\*outros: *Ascaridia* sp., *Heterakis* sp. e nematódeo não identificado).

Os ovos de *Capillaria* observados neste projeto têm as mesmas medidas dos ovos de *Capillaria plagiaticia* Freitas et al., 1959. Além disso, vermes adultos colhidos diretamente do intestino delgado de uma arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) do zoológico de Itatiba (dados não publicados) se enquadram na descrição fornecida por Freitas et al. (1959) em seu trabalho. Os ovos obtidos em três diferentes zoológicos (**Figuras 13, 14 e 15**) apresentavam o mesmo aspecto morfológico e as mesmas medidas, sugerindo que os ovos foram produzidos por esta espécie, a qual estava presente em todos os zoológicos. Deste modo *Capillaria plagiaticia* não é um parasita altamente específico, pois foi detectado em pelo menos quatro gêneros e 11 espécies diferentes somente neste estudo (**Tabela 9**).

Ovos de *Ascaridia sp.* e *Heterakis sp.* também foram observados (**Tabela 9**), porém em menor número que *Capillaria*. Diferentemente de *Capillaria*, não foi possível precisar quais espécies estavam presentes, mesmo porque diversas espécies de *Ascaridia* parasitam psitacídeos no Brasil (Freire; Bianchin, 1978). Além disso, um quarto tipo de ovo foi observado, o qual parece não pertencer a nenhum dos três gêneros supra-citados (**Figura 18**).

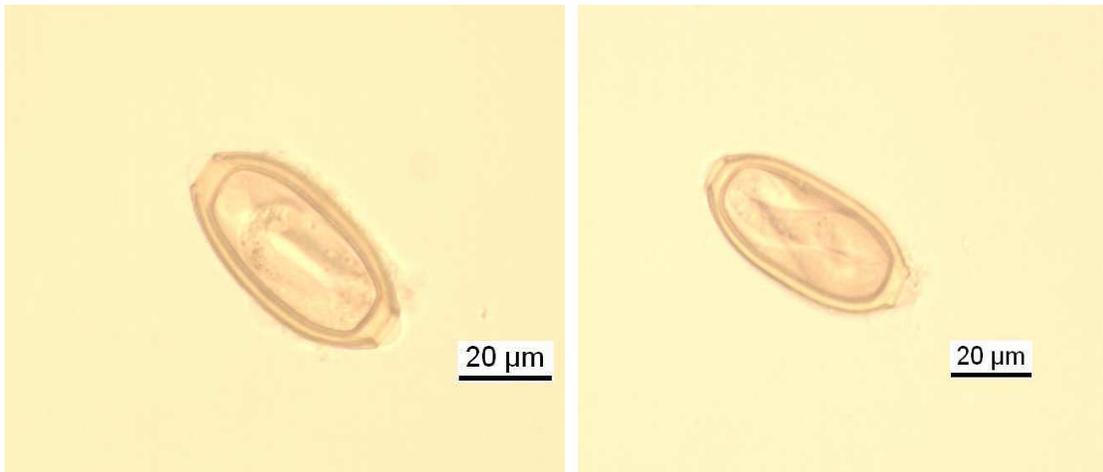
**Tabela 9.** Helmintos detectados: nematódeos, seus hospedeiros e local de coleta.

Ovos de nematódeos	Hospedeiro	Local
<i>Capillaria plagiaticia</i> ( <b>Figuras 13, 14 e 15</b> )	<i>Ara ararauna, A. macao</i>	Bosque Jequitibás
	<i>Amazona aestiva, A. amazonica</i>	
	<i>Amazona aestiva</i>	Zoo Americana
	<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	
	<i>Ara ararauna, A. rubrogenis,</i>	
	<i>Ara macao</i>	
	<i>Ara chloropterus, Ara macao,</i>	Zooparque Itatiba
	<i>Ara ararauna</i>	
	<i>Amazona aestiva, A. brasiliensis,</i>	
	<i>A. farinosa, A. ochrocephala</i>	
	<i>Pionus menstruus</i>	Foz do Iguaçu
	<i>Amazona vinacea</i>	
	<i>Pionus maximiliani</i>	
<i>Heterakis sp.</i> ( <b>Figura 16</b> )	<i>Ara macao</i>	Zoo Guarulhos
	<i>Amazona aestiva, A. farinosa,</i>	Zoo Itatiba
<i>A. ochrocephala</i>		
<i>Ascaridia sp.</i> ( <b>Figura 17</b> )	<i>Amazona amazonica</i>	Bosque Jequitibás
	<i>Amazona aestiva, A. ochrocephala,</i>	Zooparque Itatiba
Nematódeo sp.1* ( <b>Figura 18</b> )	<i>Amazona aestiva</i>	Zoo Itatiba

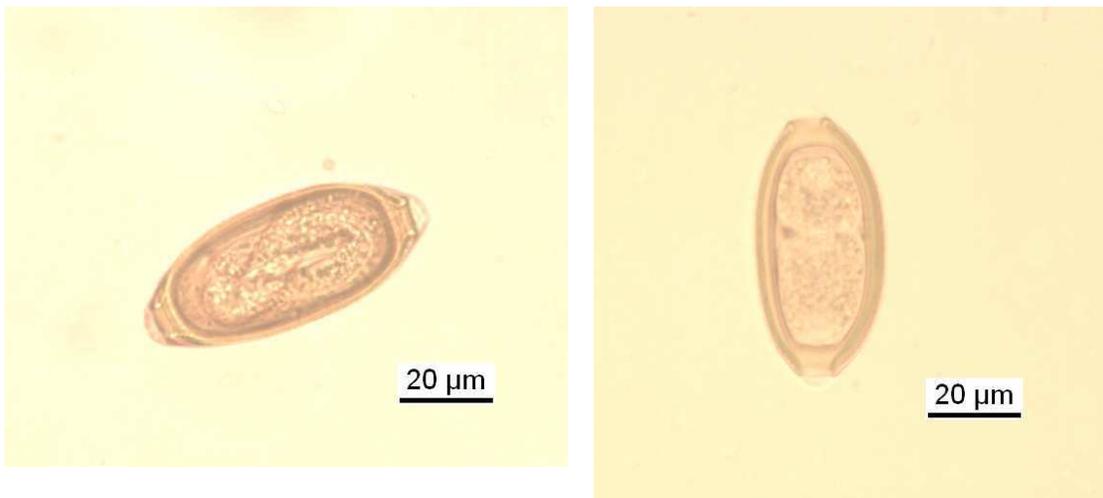
\*Não foi possível fazer a identificação do gênero com base nos ovos.



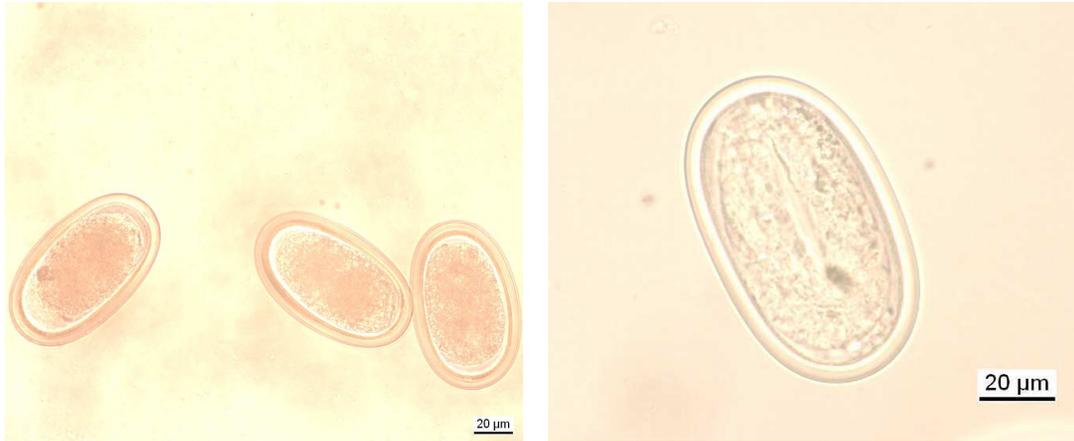
**Figura 13.** Ovos de *Capillaria plagiaticia* obtidos a partir de *Amazona aestiva* no Bosque dos Jequitibás em 2009. Medidas aproximadas: 57 x 27 µm.



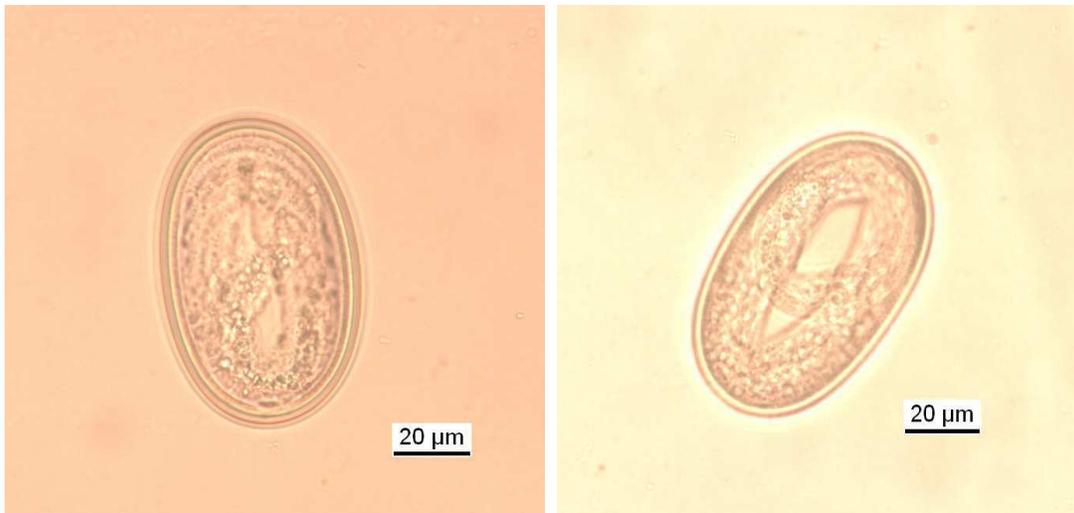
**Figura 14.** Ovos de *Capillaria plagiaticia* obtidos a partir de *Ara rubrogenis* no zoológico de Americana em 2009. Medidas aproximadas: 57 x 27 µm.



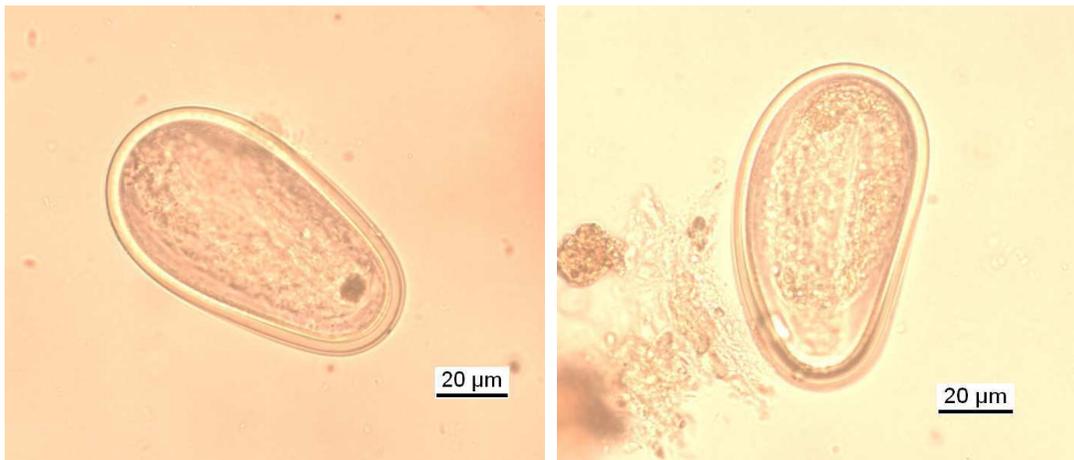
**Figura 15.** Ovos de *Capillaria plagiaticia* obtidos a partir de *Amazona aestiva* no Zoológico de Itatiba em 2009. Medidas aproximadas: 57 x 27 µm.



**Figura 16.** Ovos de *Heterakis* sp. obtidos a partir de *Amazona aestiva* no Zoológico de Itatiba em 2009. Medidas aproximadas: 82 x 53 µm.



**Figura 17.** Ovos de *Ascaridia* sp. obtidos a partir de *Amazona aestiva* no Zoológico de Itatiba em 2009. Medidas aproximadas: 80 x 51 µm.



**Figura 18.** Ovos de nematódeo não-identificado obtidos a partir de *Amazona aestiva* no Zoológico de Itatiba em 2009. Medidas aproximadas: 88 x 48 µm.

### 4.3. Artigo: descrição de uma nova espécie de *Eimeria*.

**A new eimerian species (Apicomplexa: Eimeriidae) from the blue-fronted amazon parrot *Amazona aestiva* L. (Aves: Psittacidae) in Brazil.**

**Hofstatter<sup>1</sup>, PG and Guaraldo<sup>1</sup>, AMA.**

**ABSTRACT:** The Neotropical psittacine species *Amazona aestiva*, commonly known as the blue-fronted amazon, is one of the most common and best-known psittacine birds kept as a pet worldwide. However, very little is known about the diseases or parasites of these birds. In this study, we describe a new species of *Eimeria* associated with these parrots: ovoid smooth oöcysts, 36.5 x 23.65 µm, length/width ratio = 1.54; polar granule present; ellipsoidal sporocysts, 19.8 x 9.3 µm; Stieda, sub-Stieda body and sporocyst residuum present.

**Key-words:** *Amazona aestiva*, *Eimeria*, parrot, Psittacidae.

## INTRODUCTION

Blue-fronted amazons (*Amazona aestiva* L.) occur in Brazil, Bolivia, Paraguay and Argentine, with two subspecies, *A. a. aestiva* and *A. a. xanthopteryx*, currently being recognized. These birds have always attracted much attention because of their beauty and ability to imitate human speech and sounds from domestic animals. These characteristics have resulted in their over-exploitation in nature and extensive trade worldwide. From 1980 to 1992 approximately 406,000 birds were ‘legally’ exported from Argentine to Europe and the USA (Juniper and Parr, 1998). The intense exploitation of these birds by legal and illegal dealers is increased by the difficulty in breeding this species in captivity (Beissinger and Snyder, 1992).

In this report, we describe a new species of *Eimeria* from blue-fronted amazons. This parasite was discovered during a parasitological survey of fecal material from several parrot species maintained in zoos in the State of São Paulo, southeastern Brazil.

## MATERIAL AND METHODS

Fecal samples were collected in August 2009 from several specimens of *A. a. aestiva* kept in the municipal zoo at Americana and were stored in 2.5% potassium dichromate solution ( $K_2Cr_2O_7$ ). In the laboratory, the fecal material was filtered through a 154  $\mu m$  sieve with clean water and concentrated by centrifugation at 1,200.g for 5 min. Parasite oocysts were obtained by flotation in sucrose solution ( $d = 1,2g/mL$ ) using the Sheather method (Sheather, 1923). Unsporulated oocysts obtained in this way were allowed to sporulate on a dish containing 2.5% potassium dichromate solution at room temperature for a few days. The oocysts, sporocysts and sporozoites were photographed with a Zeiss® light photomicroscope and then measured with Image Manager IM50© software (Leica IM50 4.0 Imagic Bildverarbeitung AG, Leica Microsystems Imaging Solutions Ltd., Cambridge, U.K.). Measurements were taken from approximately 60 oocysts.

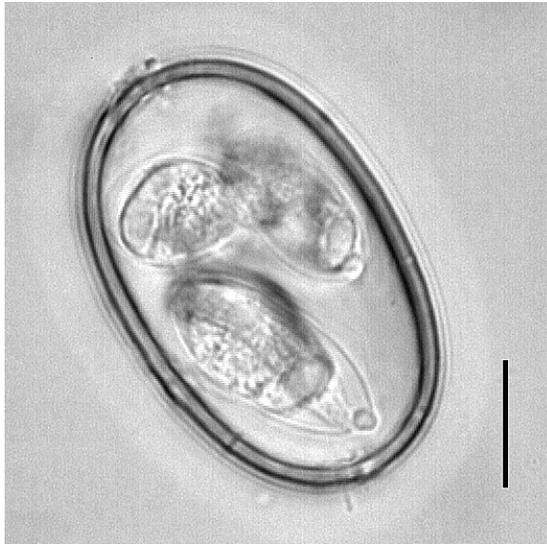
Williams *et al.* (2010) have demonstrated that a 2.5% (w/v) aqueous solution of potassium dichromate at 4°C can preserve the morphology and DNA of eimerian oocysts from chickens for at least 25 years, so we chose also to retain the oocysts of the present material in potassium dichromate rather than employing alcohol or formalin as a preservative.

## DESCRIPTION

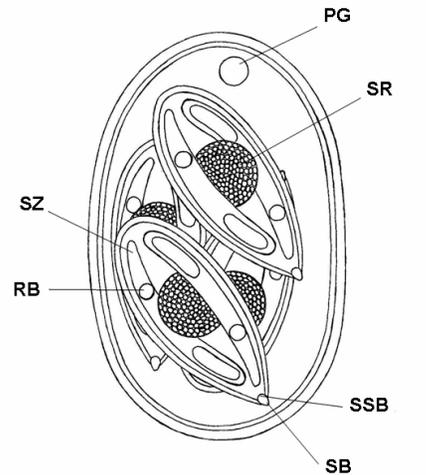
### *Eimeria* sp. n.

(Fig. 1 and Fig. 2)

*Diagnosis:* Oocysts ovoid, bilayered,  $36.8 (33.2-41.5) \times 23.7 (21.7-25.7) \mu m$ , length/width ratio = 1.55; outer layer: smooth and colorless. Micropyle and oocyst residuum absent; polar granule: present (1 - rounded). Sporocysts ellipsoid,  $19.8 (17.5-21.6) \times 9.3 (8.3-9.9) \mu m$ , Stieda body and sub-Stieda body present; sporocyst residuum present (globular, granular). Sporozoites 2, elongate and curved,  $17.6 (15.8-19.2) \times 3.8 (3.2-4.8) \mu m$ ; each with 2 refractile bodies.



**FIGURE 1.** Photomicrograph of *Eimeria* sp. n.: sporulated oocyst. Scale bar = 10µm.



**FIGURE 2.** Line drawing of a sporulated oocyst of *Eimeria* sp. n. **Abbreviations:** PG – polar granule; SB – Stieda body; SSB – Sub-Stieda body; SR – sporocyst residuum; SZ – sporozoite; RB – refractile body. Scale bar = 10µm.

### **Taxonomic summary**

*Type host:* *Amazona aestiva aestiva* Linnaeus, 1758.

*Type locality:* Americana, São Paulo, Brazil (22°45'11"S; 47°21'10"W).

*Type material:* Photosyntypes (see Duszynski, 1999) and type material kept in 2.5% (w/v) aqueous solution of potassium dichromate ( $K_2Cr_2O_7$ ) with oocysts were deposited in the Museu de Zoologia, Universidade Estadual de Campinas (ZUEC), São Paulo, Brazil, under the number: ZUEC05.

*Sporulation time:* Unknown.

*Site of infection:* Unknown.

*Pathogenicity:* Infected birds showed no apparent symptoms of disease, such as diarrhea, prostration or lack of activity.

## DISCUSSION

. To date, only 2 species of *Eimeria* have been described from Amazon parrots, *E. amazonae* and *E. ochrocephalae* (Hofstatter and Kawazoe, 2011). The differences between the new species and the other 2 are given (Table I).

Table I. *Eimeria* species formally described from genus *Amazona*.

<i>Eimeria</i> spp.	Type-hosts	Oocyst		Author
		Length (µm)	Width (µm)	
<i>Eimeria amazonae</i>	<i>Amazona</i>	48.9	36.2	Hofstatter et
<i>E. ochrocephalae</i>	<i>ochrocephala</i>	43.8	27.7	al., 2011
<i>Eimeria</i> sp. n.	<i>Amazona aestiva</i>	36.8	23.7	This study

Another eimerian species, described from *Aratinga canicularis*, *E. aratinga* (Upton and Wright, 1994) seems very similar to the new species, but it is known that avian coccidia are strictly host-specific (Vetterling, 1976). Besides, *Aratinga canicularis* and *Amazona aestiva* have distinct distribution areas: the first occurring along Pacific coast of Central America and the former occurring through central Brazil, south of Amazon forest (Del Hoyo et al., 1997; Juniper and Parr, 1998) Any resemblances between the two species may be due to the proximity between the hosts, both of which belong to the new world psittacine tribe Arini (Wright et al., 2008).

Rooney et al. (2001) observed the presence of coccidia on feces of *Amazona autumnalis*, although without any descriptions of the parasite.

## ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the staff of Zoo of Americana for the help in collecting the materials. This study was supported by Capes fellowship.

## LITERATURE CITED

BEISSINGER, S.R., and F.R. SNYDER. 1992. New World parrots in crisis: solutions from conservation biology. Smithsonian Institution Press, Washington DC, 288 pp.

- DEL HOYO, J., A. ELLIOTT, J. SARGATAL. 1997. Handbook of the birds of the world. Vol. 4. Sandgrouse to cuckoos. Lynx Edicions, Barcelona. 679 pp.
- DUSZYNSKI, D. W. 1999. Critical comment: revisiting the code: clarifying name-bearing types for photomicrographs of Protozoa. *Journal of Parasitology* 85: 769-770.
- HOFSTATTER, P.G., and U. KAWAZOE. 2011. Two new *Eimeria* species (Apicomplexa: Eimeriidae) from the yellow-crowned Amazon *Amazona ochrocephala* (Aves: Psittacidae) in Brazil. *Journal of Parasitology* 97: *in press*.
- JUNIPER, T., and M. PARR. 1998. Parrots: a guide to parrots of the world. Yale University Press, New Haven, 584 pp.
- ROONEY M.B., M.J. BURKHARD, E. GREINER, Q.Y. ZENG, AND J. JOHNSON. 2001. Intestinal and blood parasites in Amazon parrots destined for relocation in Guatemala. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 32: 71-73.
- SHEATHER, A.T. 1923. The detection of intestinal protozoa and mange parasites by a flotation technique. *Journal of Comparative Pathology* 36: 266-275.
- UPTON, S.J., and T.F. WRIGHT. 1994. A new species of *Eimeria* (Apicomplexa) from the orange-fronted conure, *Aratinga canicularis* (Psittaciformes), in Costa Rica. *Acta Protozoologica* 33: 117-119.
- VETTERLING, J.M. 1976. *Eimeria tenella*: host specificity in gallinaceous birds. *Journal of Protozoology*, 23, 155-158.
- WILLIAMS, R. B., P. THEBO, R.N. MARSHALL, J.A. MARSHALL. 2010. Coccidian oöcysts as type-specimens: long-term storage in aqueous potassium dichromate solution preserves DNA. *Systematic Parasitology* 76: 69–76.
- WRIGHT, T.F., E.E. SCHIRTZINGER, T. MATSUMOTO, J.R. EBERHARD, G.R. GRAVES, J.J. SANCHEZ, S. CAPELLI, H. MÜLLER, J. SCHARPEGGE, G.K. CHAMBERS, R. C. FLEISCHER. 2008. A multilocus molecular phylogeny of the parrots (Psittaciformes): support for a Gondwanan origin during the Cretaceous. *Molecular Biology and Evolution* 25, 2141-2156.

## 5. Discussão

Naturalmente, os hábitos comportamentais e alimentares dos psitacídeos interferem no perfil parasitológico destas aves. Pelo fato de serem aves que não estão associadas a ambientes aquáticos, o parasitismo por espécies de Trematoda é bastante raro ou esporádico. Da mesma forma, a dieta tipicamente vegetariana que caracteriza a família parece não favorecer a instalação de Cestoda, os quais necessitam de hospedeiros intermediários para alcançar seu hospedeiro final através da cadeia alimentar. Tsai et al. (1992) encontram *Raillietina* nos intestinos de alguns psitacídeos, mas sua ocorrência parece ser acidental e esporádica. Por outro lado, Cubas et al. (2007) afirmam ser alta a prevalência de cestódeos em papagaios em cativeiro. Como poucas espécies de psitacídeos complementam sua dieta com proteína animal, uma explicação para a ocorrência de cestódeos nestas aves é a possibilidade de insetos albergando cisticercóides estarem presentes na ração usada na alimentação dos animais. Mas isso não explica a ocorrência de cestódeos em aves de vida livre. A presença de cestódeos em aves de vida livre pode indicar que os psitacídeos não são estritamente vegetarianos, como se pensa ou que eles abrigam cestódeos de ciclo direto, o que parecer ser menos plausível.

Nematoda, com seus ciclos diretos, não tiveram problemas em se estabelecer nestas aves. Diversas espécies são descritas na literatura, nos mais diversos membros da família. Além disso, nossos resultados indicam uma forte presença de nematódeos em psitacídeos, assim como uma certa diversidade de grupos presentes. Os mais prevalentes de todos os helmintos foram os capilarídeos, cujos ovos foram observados em materiais de todos os zoológicos amostrados (**Tabela 9**).

Houve diferenças significativas entre resultados obtidos a partir de zoológicos e criatórios particulares. Mais de 28,5% das amostras obtidas de zoológicos estavam positivas, ao passo que pouco mais de 1% das amostras de criadores particulares apresentaram algum tipo de parasita. Alguns fatos podem explicar tal discrepância: animais de zoológicos são em sua maioria nativos, ficam em lugares abertos e recebem menos atenção médico-profilática; por outro lado, aves de criadores particulares são geralmente exóticas, ficam em recintos fechados, e recebem vermífugos regularmente.

A porcentagem de aves parasitadas neste estudo indica que aves em cativeiro apresentam uma quantidade muito maior de parasitas que aves em liberdade. Alguns

estudos com psitacídeos em liberdade (ALLGAYER et al., 2009; GILARDI et al., 1995; MASELLO et al., 2006; STONE et al., 2005) relatam a presença de alguns ectoparasitas, mas nenhum endoparasita. Por outro lado, alguns estudos com aves cativas em zoológicos (CORDÓN et al., 2009; FREITAS et al., 2002; PATEL et al., 2000) revelam grande quantidade e diversidade de parasitas nas aves, assim como os dados evidenciados neste estudo. Sendo assim, é possível afirmar que as condições de cativeiro favorecem a infecção das aves, assim como uma maior concentração de parasitas pelo confinamento, estresse e exposição a contaminantes de recintos vizinhos veiculados por tratadores.

Informações a respeito da presença de *Capillaria* sp. em plantéis são muito importantes, pois tal parasita pode levar seus hospedeiros à morte. Uma alta carga parasitária pode provocar anemia e fraqueza nas aves, pois estes vermes são hematófagos. As perfurações provocadas por eles no epitélio intestinal prejudicam a absorções de nutrientes da alimentação, assim como abrem portas para a invasão bacteriana, aumentando o risco de infecções secundárias por conta da ação dos nematóides.

Baseado nos dados obtidos aqui, pode-se afirmar que *Capillaria plagiaticia* é o parasita de maior prevalência em psitacídeos mantidos em zoológicos da região de Campinas. Embora descrita originalmente em *Aratinga cactorum*, ovos de *C. plagiaticia* foram observados em 11 espécies de 4 gêneros indicando que o parasita não apresenta alta especificidade de hospedeiro.

Outro aspecto foi o multiparasitismo observado sete vezes, com dois ou até três parasitas sendo encontrados ao mesmo tempo no mesmo hospedeiro. A presença de vários parasitas simultaneamente pode representar uma ameaça para as aves, pois o dano ocasionado no hospedeiro pode ser cumulativo.

Apesar da importância que o parasitismo por Nematoda representa para Psittacidae e outros grupos de aves, coccídios também se mostram importantes. Embora comuns em outros grupos de aves, poucas espécies de coccídios foram identificadas em psitacídeos. Embora pouco prevalentes neste trabalho (2,1%), foi possível fazer a descrição de uma nova espécie, assim como indicar a existência de outras mais.

## 5.1. Da presença de *Isospora* em Psittacidae

Até o momento, há somente duas descrições de espécies do gênero *Isospora* em psitacídeos, *I. melopsittacusi* de *M. undulatus* (BATHIA et al., 1973) e *I. psittaculae* de *Psittacula eupatria* (CHAKRAVARTY, KAR, 1946). Balicka-Ramisz et al. (2007) relatam a existência de *Isospora* e *Eimeria* em *M. undulatus*, *Poicephalus selegalus* e *Psittacus erithacus*. Burbano et al. (2003) relatam ocorrência de *Isospora* em *Amazona autumnalis*, *A. festiva*, *Ara ararauna* e *Ara macao*. Além disso, existe um relato de *Isospora* em *Myiopsitta monachus* (Cordón et al., 2009). Como nenhum dos autores descreve em detalhes os oocistos encontrados ou descrevem as espécies e tampouco realizam experimentos de infecção experimental, é difícil saber com segurança se os oocistos encontrados são realmente parasitas ou pseudo-parasitas. Neste caso, uma pesquisa mais criteriosa seria necessária.

Em outro trabalho, realizado no Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2009), afirma-se que oocistos de *Isospora gryphoni* Olson et al., 1998 (parasita de *Carduelis tristis*, Passeriformes: Fringillidae) foram eliminados por *Agapornis fischeri*. Aparentemente, tais autores estão equivocados, pois demonstram desconhecer o fato de que os eimeriídeos são parasitas altamente específicos quanto ao hospedeiro (VETTERLING, 1976). Por isso, é improvável que um parasita de um passeriformes da América do Norte se instale em um psitacídeo africano, criado no Brasil. Infelizmente os autores não fornecem imagens do oocisto, dificultando ainda mais a identificação por um especialista. É possível notar ainda que os autores não estão familiarizados com a classificação de aves, pois tratam o tentilhão de Gould *Erythrura gouldiae* (Passeriformes: Estrildidae) como um psitacídeo.

Coccídios isosporanos de Passeriformes formam um grupo monofilético e co-evoluíram com seus hospedeiros (SCHRENZEL et al., 2005). Sendo assim, não é possível afirmar que as espécies de *Isospora* descritas a partir de psitacídeos são aparentadas às espécies de *Isospora* de Passeriformes ou se constituem uma outra linhagem morfológicamente assemelhada. Uma análise molecular neste caso seria bem-vinda. Caso se confirme que *Isospora* spp. de Passeriformes e as espécies de Psittaciformes formem grupos separados, seria necessário uma alteração na nomenclatura das espécies isosporanas de Psittaciformes, para que o gênero *Isospora* não seja polifilético.

Neste trabalho, em todas as ocasiões, nas quais foi possível observar a presença de coccídios em psitacídeos, estes pertenciam ao gênero *Eimeria*, nunca *Isospora*, ou tinham um arranjo poli-esporocístico

## 5.2. Da presença de *Eimeria* em Psittacidae

Algumas poucas espécies de *Eimeria* já foram descritas a partir de psitacídeos (**Tabela 1**). O baixo número de espécies descritas indica que a ocorrência de coccídios em papagaios é esporádica ou que pouca pesquisa foi realizada a respeito do assunto.

A liberação de oocistos por psitacídeos parece ser um evento relativamente raro, pois pouco mais de 2% das amostras analisadas neste trabalho revelaram a presença de oocistos de *Eimeria* (**Figuras 8, 9 e 10**).

Apesar do pequeno número de espécies conhecidas, é possível observar que os oocistos das espécies descritas a partir de aves da tribo Arini (*Eimeria aratinga*, *E. amazonae* e *E. ochrocephalae*) são muito homogêneos morfológicamente entre si, indicando que tais espécies são muito próximas, assim como são seus hospedeiros. A espécie descrita neste trabalho também apresenta grandes similaridades a estas espécies, principalmente a *E. aratinga*, mas difere desta última por pequenas diferenças morfológicas e pelo fato de seus hospedeiros apresentarem áreas de distribuição geográfica distantes entre si.

Por outro lado *Eimeria haematodi* (descrita a partir de *Trichoglossus haematodus*, Lorinae) apresenta resíduo do oocisto e micrópila, o que é incomum para oocistos de aves, fazendo deles oocistos muito diferentes daqueles de espécies descritas no Novo Mundo, o que reforça a tese de que Lorinae seja um grupo distante de outros psitacídeos, assim como proposto por muitos autores, que chegam a classificar Lorinae numa família à parte, Loridae. À luz de pesquisas, como aquela de Schrenzel et al. (2005), que indicam um processo bem determinado de co-evolução entre eimeriídeos e seus hospedeiros por longos períodos de tempo, é razoável supor que a filogenia dos coccídios coincida em todo ou em parte com a de seus hospedeiros.

Há ainda *Eimeria dunsingi* e *E. psittacina* descritas a partir de *Melopsittacus undulatus*, o periquito-australiano. Todd et al. (1977) redescrivem *E. dunsingi* e a consideram sinônimo da espécie de Brada (1966). Afirmam ainda que as aves infectadas não apresentaram alterações patológicas no tecido intestinal. Inversamente, Panigrahy et

al. (1981) e Brada (1966) afirmam que surtos de *Eimeria sp.* em aviários de periquito-australiano provocaram perdas consideráveis. As aves apresentavam diarreia mucóide ou sanguinolenta, inapetência e falta de atividade, culminando em morte das aves. Some-se a isso o relato de Gartrell et al. (2000), os quais afirmam ter obtido *E. dunsingi* de *Glossopsitta concinna* baseados somente em similaridades entre os oocistos. Assim como Silva et al. (2009) eles ignoraram o critério de especificidade atribuído aos coccídios. Um experimento muito simples poderia resolver o problema: os autores poderiam inocular os oocistos em *Melopsittacus undulatus* e aguardar a liberação de oocistos. Caso a infecção experimental obtivesse êxito, poderiam tanto afirmar se tratar seus oocistos de *E. dunsingi*, como colocariam a prova o critério de especificidade parasita-hospedeiro tão amplamente aceito. Caso os resultados fossem negativos, não se poderia concluir que se trata de caso de pseudo-parasitismo, pois foi possível observar merontes em enterócitos das aves; duas espécies de *Eimeria* podem ser muito parecidas morfológicamente.

Outro aspecto que chama a atenção em periquito-australiano é o fato de a literatura indicar que a mesma espécie de ave apresenta tanto *Eimeria* como *Isospora*, algo bem incomum em aves. É um fato interessante e mais estudos são necessários a este respeito. Infelizmente, não possível detectar qualquer coccidio nos periquitos australianos examinados neste estudo.

Além de *Amazona aestiva*, da qual se descreveu uma espécie nova, foi possível observar oocistos de *Eimeria* em *Ara rubrogenis* e *Platycercus sp.* No caso de *A. rubrogenis*, uma pesada infecção por *Capillaria* estava associada à presença de *Eimeria*, em fezes com muito muco. Como havia um número muito baixo de oocistos, é possível que se trate de um caso de pseudo-parasitismo. É possível também que a infecção pelo parasita já estivesse em sua fase final. Em *Platycercus sp.* um número muito maior de oocistos foi observado, mas como fezes de espécies semelhantes pertencentes ao mesmo gênero (*Platycercus adscitus*, *P. eximius* e *P. icterotis*) estavam presentes na mesma amostra, não foi possível determinar com segurança qual seria o hospedeiro tipo do parasita. Para resolver este problema, faz-se necessário a infecção experimental de alguns indivíduos, a fim de se determinar com segurança o hospedeiro tipo desta espécie de coccídios.

Em suma, parece claro que Psittacidae apresentam como tendência ser parasitados mais por *Eimeria* do que por *Isospora*, mas a coccidiose é relativamente rara neste grupo de aves.

### **5.3. Da presença de outros coccidios em Psittacidae**

Oocistos com um arranjo de esporocistos bem diferente de *Eimeria* ou *Isospora* foram observados em *Cacatua alba* (Cacatuidae), indicando que talvez nem todos os coccidios dos psitacídeos tenham arranjo eimeriano ou isosporano. Nos oocistos examinados foi possível contar 16 esporocistos ou mais, e se assemelham a oocistos indeterminados encontrados por Daszak e Ball (1998) e a oocistos de *Pythonella scleruri* observados por Kawazoe e Gouvêa (1999). No entanto mais investigações são necessárias a fim de se confirmar se os oocistos encontrados são realmente de algum parasita daquela ave e descartar um possível caso de pseudo-parasitismo. Trata-se do primeiro relato deste tipo de coccídio em Psittaciformes, pois os dados disponíveis são referentes a mamíferos, répteis e outros grupos de aves.

## 6. Conclusões

1. Em 237 amostras de fezes de Psittaciformes foi possível observar algumas espécies de *Eimeria* e uma nova espécie foi descrita em *Amazona aestiva* no zoológico de Americana; não foram observados oocistos de *Isospora*; oocistos semelhantes aos de *Pythonella* sp. foram observados em *Cacatua alba*;

2. A prevalência parasitária foi de 18,1%: a prevalência de coccídios foi 2,1%, 5 casos em 237 (2,7% em zoológicos e 1,1% em criatórios); a de nematódeos foi de 16,9%, 40 casos em 237 (27,2% em zoológicos e 0% em criatórios);

3. Multiparasitismo foi observado em 16,3% dos casos positivos;

4. Os seguintes nematódeos foram detectados: *Capillaria plagiaticia*, *Ascaridia* sp., *Heterakis* sp. e outro nematódeo não identificado; *C. plagiaticia* foi a espécie de maior de maior prevalência (77% dos materiais positivos) a qual foi encontrada em todos os zoológicos;

5. A metodologia adotada se mostrou eficaz para diagnóstico de coccídios e nematódeos, portanto pode ser um método de escolha para controle de qualidade sanitário de aves cativas;

6. De acordo com os resultados, a prevalência relativamente alta de nematódeos em aves de zoológicos indica que as aves estão sujeitas a condições precárias de manejo nos recintos onde se encontram.

## 7. Referências bibliográficas

ABRA FD, LIMA CA, KAWAZOE U. 2007. Ocorrência de coccídios (Apicomplexa: Eimeriidae) em aves silvestres provenientes do tráfico animal no escritório regional do IBAMA de Bauru, São Paulo. **XV Congresso interno de Iniciação Científica Unicamp.**

ADL SM, SIMPSON AGB, FARMER MA, ANDERSEN RA, ANDERSON OR, BARTA JR, BOWSER SS, BRUGEROLLE G, FENSOME RA, FREDERICO S, JAMES TY, KARPOV S, KUGRENS P, KRUG J, LANE CE, LEWIS LA, LODGE J, LYNN DH, MANN DG, MCCOURT RM, MENDOZA L, MOESTRUP Ø, MOZLEY-STANDRIDGE SE, NERAD TA, SHEARER CA, SMIRNOV AV, SPIEGEL FW, TAYLOR MFJR. 2005. The new higher level classification of Eukaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, 52 (5): 399-451.

ALLGAYER MC, GUEDES NMR, CHIMINAZZO C, CZIULIK M, WEIMER TA. 2009. Clinical pathology and parasitologic evaluation of free-living nestlings of the hyacinth macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*). **Journal of Wildlife Diseases**, 45(4): 972-981.

BALICKA-RAMISZ A, TOMZA-MARCINIAK A, PILARCZYK B, WIECZOREK-DABROWSKA M, BAKOWSKA M. 2007. Pasożyty jelitowe papug (Intestinal parasites of parrots). **Wiadomości Parazytologiczne**, 53 (2): 129-132.

BARTA JR, SCHRENZEL MD, CARRENO R, RIDEOUT BA. 2005. The genus *Atoxoplasma* (Garnham 1950) as a junior objective synonym of the genus *Isospora* (Schneider 1881) species infecting birds and resurrection of *Cystoisospora* (Frenkel 1977) as the correct genus for *Isospora* species infecting mammals. **Journal of Parasitology**, 91(3): 726-727.

BARTON CE, PHALEN DN, SNOWDEN KF. 2003. Prevalence of microsporidian spores shed by asymptomatic lovebirds: evidence for a potential emerging zoonosis. **Journal of avian medicine and surgery**, 17 (4): 197-202.

BARUŠ V, KAJEROVÁ V, KOUBKOVÁ B. 2005. A new species of *Pterothominx* Freitas, 1959 (Nematoda: Capillariidae) parasitising psittacine birds (Psittaciformes). **Systematic Parasitology**, 62: 59-64.

BATHIA BB, CHAUHAN PPS, ARORA GS, AGRAWAL RD. 1973. Species composition of coccidia of some mammals and birds at the Zoological Gardens, Delhi and Lucknow. **Indian Journal of Animal Science**, 43: 944-947.

BEISSINGER SR, SNYDER NFR. 1992. **New world parrots in crisis: Solutions from Conservation Biology**. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. E.U.A., 288 pp.

- BELO NO, PASSOS LF, JÚNIOR LMC, GOULART CE, SHERLOCK TM, BRAGA EM. 2009. Avian malaria in captive psittacine birds: detection by microscopy and 18S rRNA gene amplification. **Preventive Veterinary Medicine**, 88: 220-224.
- BENNETT GF, PEIRCE MA. 1986. Avian Haemoproteidae. 21. The haemoproteids of the parrot family Psittacidae. **Canadian Journal of Zoology**, 64 (3): 771-773.09
- BENNETT GF, PEIRCE MA. 1992. *Haemoproteus psittaci* n. sp. (Haemoproteidae) from the African grey parrot *Psittacus erithacus* L. **Systematic Parasitology**, 23: 21-24.
- BLACK SS, STEINOHRT LA, BERTUCCI DC, ROGERS LB, DIDIER ES. 1997. *Encephalitozoon hellem* in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). **Veterinary Pathology**, 34: 189-198.
- BOX ED. 1977. Life cycles of two *Isospora* species in the canary. **Journal of Protozoology**, 24 (1): 57-67.
- BOX ED, MEIER JL, SMITH JH. 1984. Description of *Sarcocystis falcatula* Stiles, 1893, a parasite of birds and opossums. **Journal of Protozoology**, 31(4): 521-4.
- BRADA W. 1966. Estudos sobre a eimeriose das aves. Isolamento dum coccídio em periquito (*Melopsittacus undulatus* [sic]). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 1: 287-288.
- BURBANO OS, ACOSTA DO, MONTAÑO JB, MARTINES K. 2003. Parásitos gastrointestinales en las aves de la familia Psittacidae en la Fundación Zoológica de Cali (Cali, Valle del Cauca, Colombia). **Medicina Veterinaria**, 20 (6): 67-72.
- BUSH AO, FERNÁNDEZ JC, ESCH GW, SEED JR. 2001. **Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites, Chapter 3. The Protozoa**. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 42-102.
- CAVALHEIRO ML. 1999. Investigações parasitárias, bacterianas e fúngicas em grupos em liberdade, semi-liberdade e cativo da espécie *Amazona brasiliensis* – papagaio-de-cara-roxa. **Archives of Veterinary Science**, 4 (1). (resumo de comunicação).
- CAVALIER-SMITH T. 1999. Principles of protein and lipid targeting in secondary symbiogenesis: euglenoid, dinoflagellate, and sporozoan plastid origins and the eukaryotic family tree. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, 46: 347-366.
- CAVALIER-SMITH T. 2002. The phagotrophic origin of eukaryotes and phylogenetic classification of Protozoa. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, 52: 297-354.
- CAVALIER-SMITH T. 2003. Protist phylogeny and the high-level classification of Protozoa. **European Journal of Protistology**, 39: 338-348.

- CAVALIER-SMITH T. 2004. Only six kingdoms of life. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 271: 1251-1262.
- CHAKRAVARTY M, KAR AB. 1946. A study on the coccidia of Indian birds. **Proceedings of the Royal Society Edinburgh (B)**, 62: 225-233.
- CHRISTIDIS L, BOLES W. 2008. **Systematic and taxonomy of Australian birds**. CSIRO Publishing, Melbourne, 277pp.
- CLUBB SL, FRENKEL JK. 1992. *Sarcocystis falcatula* of opossums: transmission by cockroaches with fatal pulmonary disease in psittacine birds. **Journal of Parasitology**, 78(1): 116-124.
- CORDÓN GP, PRADOS AH, ROMERO D, MORENO MS, PONTES A, OSUNA A, ROSALES MJ. 2009. Intestinal and haematic parasitism in the birds of the Almuñecar (Granada, Spain) ornithological garden. **Veterinary Parasitology**, 165: 361-366.
- CUBAS ZS, SILVA JCR, CATÃO-DIAS JL. 2007. Tratado de animais selvagens: medicina veterinária. Roca Ed., São Paulo, 1354 pp.
- DASZAK P, BALL SJ. 1998. Description of the oocysts of three new species of *Eimeria* (Apicomplexa: Eimeriidae) from iguanid lizards (Sauria: Iguanidae) of Central and South America. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 93 (4): 471-475.
- DE KLOET RS, DE KLOET SR. 2005. The evolution of the spindlin gene in birds: sequence analysis of an intron of the spindlin W and Z gene reveals four major divisions of the Psittaciformes. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 36: 706-721.
- DEL HOYO J, ELLIOTT A, SARGATAL J. 1997. **Handbook of the birds of the world. Vol. 4. Sandgrouse to cuckoos**. Lynx Edicions, Barcelona, España, 679 pp.
- DI IORIO O, TURIENZO P, MASELLO J, CARPINTERO DL. 2010. Insects found in birds' nests from Argentina. *Cyanoliseus patagonus* (Vieillot, 1818) [Aves: Psittacidae], with the description of *Cyanolicimex patagonicus*, gen. n., sp. n., and a key to the genera of Haematosiphonidae (Hemiptera: Cimicidae). **Zootaxa**, 2728: 1-22.
- DOSTER AR, MAHAFFEY EA, MCCLEAREN JR. 1979. *Cryptosporidium* in the cloacal coprodeum of red-lored parrots (*Amazona autumnalis*). **Avian diseases**, 23: 654-61.
- DUBEY JP. 2002. A review of toxoplasmosis in wild birds. **Veterinary Parasitology**, 106: 121-153.
- DUSZYNSKI DW, UPTON SJ, COUCH L. **The coccidia of the world**. 1998. Disponível em: <<http://www.k-state.edu/parasitology/worldcoccidia/PSITT>>. Acessado em 07 apr. 2011.
- ERLANDSEN SL, BEMRICK WJ. 1987. SEM evidence for a new species, *Giardia psittaci*. **Journal of Parasitology**, 73(3): 623-629.

- FARR MM. 1960. *Eimeria dunsingi* n. sp. (Protozoa: Eimeriidae) from the intestine of a parakeet, *Melopsittacus undulatus* (Shaw). **Sobretiro del Libro Homenaje al Dr. Eduardo Caballero y Caballero, México**, 31–35.
- FORSYTH JM, KNIGHT F. 2010. **Parrots of the world**. Princeton University Press, New Jersey, E.U.A., 336 pp.
- FREIRE NMS, BIANCHIN I. 1978. Sobre quatro espécies de Ascaridia (Dujardin, 1845) parasitas de psittacídeos, com citação de um novo hospedeiro para *A. hermaphrodita* (Froelich, 1789) (Nematoda: Ascaridoidea) no Brasil. **Atas Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, 19: 51-54.
- FREITAS JFT, MENDONÇA JM, GUIMARÃES JP. 1959. Sôbre algumas espécies do gênero *Capillaria* Zeder, 1800 parasitas de aves (Nematoda, Trichuroidea). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 57 (1): 17- 32.
- FREITAS MFL, OLIVEIRA JB, CAVALCANTI MDB, LEITE AS, MAGALHÃES VS, OLIVEIRA RA, SOBRINO AE. 2002. Parásitos gastrointestinales de aves silvestres em cautiverio en el estado de Pernambuco, Brasil. **Parasitologia Latinoamericana**, 57: 50-54.
- GARTRELL BD, O'DONOGHUE P, RAIDAL SR. 2000. *Eimeria dunsingi* in free living musk lorikeets (*Glossopsitta concinna*). **Australian Veterinary Journal**, 78 (10), 717-718.
- GILARDI KVK, LOWENSTINE LJ, GILARDI JD, MUNN CA. 1995. A survey for selected viral, chlamydial, and parasitic diseases in wild dusky-headed parakeets (*Aratinga weddellii*) and tui parakeets (*Brotogeris sanctithomae*) in Peru. **Journal of Wildlife Diseases**, 31(4): 523-528.
- GILL H, PAPERNA I. 2008. Proliferative visceral *Isoospora* with morbid impact on the Israeli sparrow. **Parasitology Research**, 103: 493-499.
- GOODWIN MA. 1989. Cryptosporidiosis in birds – a review. **Avian pathology**, 18: 365-384.
- GOODWIN MA, KRABILL VA. 1989. Diarrhea associated with small-intestinal cryptosporidiosis in a budgerigar and in a cockatiel. **Avian diseases**, 33: 829-833.
- GOTTSCHALK C. 1972. Beitrag zur Faunistik der Vogelkokzidien Thüringens und Sachsens. **Beitrage zur Vogelkunde, Leipzig**, 18: 61-69.
- GREVE JH, SAKLA AA, MCGEHEE EH. 1978. Bilharziasis in a Nanday conure. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, 172 (10): 1212-4.
- GÜL A, ÇIÇEK M. 2009. Van Yöresinde Evde Beslenen Kafes Kuşlarında Bağırsak Parazitlerinin Yaygınlığının Araştırılması (Investigation of the prevalence of gastrointestinal parasites in aviary birds in homes in the Van Province). **Türkiye Parazitoloji Dergisi**, 33 (3): 215-217.

HARPER JT, WAANDERS E, KEELING PJ. 2005. On the monophyly of chromalveolates using a six-protein phylogeny of eukaryotes. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, 55: 487-496.

HOFSTATTER PG, KAWAZOE U. 2011. Two new *Eimeria* species (Apicomplexa: Eimeriidae) from the yellow-crowned Amazon *Amazona ochrocephala* (Aves: Psittacidae) in Brazil. **Journal of Parasitology**, 97 (3): 503-505.

ISHTIAQ F, GERING E, RAPPOLE JH, RAHMANI AR, JHALA YV, DOVE CJ, MILENSKI C, OLSON SL, PEIRCE MA, FLEISCHER RC. 2007. Prevalence and diversity of avian hematozoan parasites in Asia: a regional survey. **Journal of Wildlife Diseases**, 43 (3): 382-398.

**IUCN (International Union for Conservation of Nature)**. 2011. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acessado em 07 apr. 2011.

JONG AC. 1971. *Plasmodium dissanaikai* n. sp. a new avian malaria parasite from the Ross-ringed parakeet of Ceylon, *Psittacula krameri manillensis*. **Ceylon's Journal of medical Science**, 20 (2): 41-45.

JUNIPER T, PARR M. 1998. **Parrots: a guide to parrots of the world**. Yale University Press, New Haven, 584 pp.

KAŠIČKOVÁ D, SAK B, KVÁČ M, DITRICH O. 2007. Detection of *Encephalitozoon cuniculi* in a new host – cockateel (*Nymphicus hollandicus*) using molecular methods. **Parasitology Research**, 101: 1685-1688.

KAJEROVÁ V, BARUŠ V, LITERAK I. 2004. Nematodes from the genus *Ascaridia* parasitizing psittaciform birds: a review and determination key. **Veterinární Medicína**, 49(6): 217-223.

KAJEROVÁ V, BARUŠ V. 2005. Corrections to description of *Cardiofilaria dubia* (Nematoda) parasitizing Australian parrot. **Helminthologia**, 42 (3): 167-169.

KAWAZOE U, GOUVÊA H. 1999. Description of *Pythonella scleruri* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae) from a Brazilian bird rufous-breasted-leaftosser *Sclerurus scansor*, 1835 (Passeriformes: Furnariidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 94 (2): 157-159.

KEELING PJ. 2009. Chromalveolates and Evolution of Plastids by Secondary Endosymbiosis. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, 56(1): 1-8.

KREIER JP. 1977. **Parasitic Protozoa, Vol. III: Gregarines, Haemogregarines, Coccidia, Plasmodia, and Haemoproteids**. Academic Press, New York, 563 pp.

LEVINE ND. 1970. Taxonomy of the Sporozoa. **Journal of Parasitology**, 56 (4), Sect. II, Pt .1: 208-209.

LEVINE ND. 1977. Nomenclature of *Sarcocystis* in the ox and sheep and of fecal coccidia of the dog and cat. **Journal of Parasitology**, 63(1): 36-51.

- LEVINE ND. 1980. Some corrections of coccidian (Apicomplexa: Protozoa) nomenclature. **Journal of Parasitology**, 66 (5): 830-834
- LEVINE ND, CORLISS JO, COX FEG, DEROUX G, GRAIN J, HONIGBERG BM, LEEDALE GF, LOEBLICH AR, LOM J, LYNN D, MERINFELD EG, PAGE FC, POLJANSKY G, SPRAGUE V, VAVRA J, WALLACE FG. 1980. A newly revised classification of the Protozoa. **Journal of Protozoology**, 27 (1): 37-58.
- LYDEKKER R. (ed). 1894-95. **The Royal Natural History, Vol. III**. Frederick Warne & Co, London and New York, 584 pp.
- MAA TC. 1969. A revised checklist and concise host index of Hippoboscidae (Diptera). **Pacific Insects Monograph**, 20: 261-299.
- MAGALHÃES N, LOBO ML, ANTUNES F, MATOS O. 2006. Aves e cães como potencial fonte de infecção zoonótica por microsporídeos para o homem. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 101: 69-75.
- MAQSOOD M. 1943. *Haemoproteus handai* sp. n. occurring in the Indian parakeet (*Psittacula cyanocephala*). **Indian Veterinary Journal**, 20: 109-111.
- MARIETTO-GONÇALVES GA, FERNANDES TM, SILVA RJ, LOPES RS, ANDREATTI FILHO RL. 2008. **Intestinal protozoan parasites with zoonotic potential in birds**. **Parasitology Research**, 103: 1237-1240.
- MASELLO JF, CHOCONI RG, SEHGAL RNM, TELL L., QUILLFELDT P. 2006. Blood and intestinal parasites in wild Psittaciformes: a case study of burrowing parrots (*Cyanoliseus patagonus*). **Ornitologia Neotropical**, 17: 515-529.
- MCDONALD V, SHIRLEY MW. 2009. Past and future: vaccination against *Eimeria*. **Parasitology**, 136: 1477-1489.
- MCFADDEN GI, REITH M, MUNHOLLAND J, LANG-UNNASCH N. 1996. Plastid in human parasites. **Nature**, 381: 482.
- MCFADDEN GI. 2010. The apicoplast. **Protoplasma**, 248: 1-10.
- MILTGEN F, LANDAU I. 1982. *Culicoides nubeculosus*, an experimental vector of a new trypanosome from psittaciforms: *Trypanosoma bakeri* n. sp. **Annales de Parasitologie Humaine et Comparée**, 57: 423-428.
- MOORE RB, OBORNÍK M, JANOUŠKOVEC J, CHRUDIMSKÝ T, VANCOVÁ M, GRENN DH, WRIGHT SW, DAVIES NW, BOLCH CJS, HEIMANN K, ŠLAPETA J, HOEGH-GULDBERG O, LOGSDORN JR JM, CARTER DA. 2008. A photosynthetic alveolate closely related to apicomplexan parasites. **Nature**, 451: 959-963.
- MORGAN UM, XIAO L, LIMOR J, GELIS S, RAIDAL SR, FAYER R, LAL A, ELLIOT A, THOMPSON RCA. 2000. *Cryptosporidium meleagridis* in an Indian ring-necked parrot (*Psittacula krameri*). **Australian Veterinary Journal**, 78 (3): 182- 183.

- NAKAMURA AA, SIMÕES DC, ANTUNES RG, SILVA DC, MEIRELES MV. 2009. Molecular characterization of *Cryptosporidium* spp. from fecal samples of birds kept in captivity in Brazil. **Veterinary parasitology**, 166: 47-51.
- NG J, PAVLASEK I, RYAN U. 2006. Identification of novel *Cryptosporidium* genotypes from avian hosts. **Applied and Environmental Microbiology**, 72 (12): 7548-7553.
- PAGE CD, SCHMIDT RE, ENGLISH JH, GARDINER CH, HUBBARD GB, SMITH GC. 1992. Antemortem diagnosis and treatment of sarcocystosis in two species of psittacines. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, 23(1): 77-85.
- PANIGRAHY B, MATHEWSON JJ, HALL CF, GRUMBLES LC. 1981. Unusual disease conditions in pet and aviary birds. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, 178 (4): 394-5.
- PATEL PV, PATEL AI, SAHU RK, VYAS R. 2000. Prevalence of gastro-intestinal parasites in captive birds of Gujarat Zoos. **Zoo's Print Journal XV**, (7): 295-296.
- PEIRCE MA, BEVAN BJ. 1977. Blood parasites of imported psittacine birds. **Veterinary Record**, 100 (14): 282-283.
- PEIRCE MA, LEDERER R, ADLARD RD, O'DONOGHUE PJ. 2004. Pathology associated with endogenous development haematozoa in birds from Southeast Queensland. **Avian Pathology**, 33: 445-450.
- PINTO RM, VICENTE JJ, NORONHA D. 1993. Nematode parasites of Brazilian psittacid birds, with emphasis on the genus *Pelecitus* Railliet & Henry, 1910. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 88 (2): 279-284.
- POINAR JR G, TELFORD JR, SR. 2005. *Paleohaemoproteus burmacis* gen. n., sp. n. (Haemospororida: Plasmodiidae) from an early Cretaceous biting midge (Diptera: Ceratopogonidae). **Parasitology**, 131: 79-84.
- ROONEY MB, BURKHARD MJ, GREINER E, ZENG QY, JOHNSON J. 2001. Intestinal and blood parasites in Amazon parrots destined for relocation in Guatemala. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, 32(1): 71-73.
- SANTOS MG, OLIVEIRA RC. 2007. **Endoparasitas de aves silvestres mantidas em cativeiro**. TCC, Faculdade Assis Gurgacz.
- SANTOS GGC, MATUELLA GA, CORAIOLA AM, SILVA LCS, LANGE RR, SANTIN E. 2008. Doenças de aves selvagens diagnosticadas na Universidade Federal do Paraná (2003-2007). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 28 (11): 565-570.
- SCHRENZEL MD, MAALOUF GA, GAFFNEY PM, TOKARZ D, KEENER LL, MCCLURE D, GRIFFEY S, MCALOOSE D, RIDEOUT BA. 2005. Molecular characterization of isosporoid coccidia (*Isospora* and *Atoxoplasma* spp.) in passerine birds. **Journal of Parasitology**, 91 (3): 635-647.

- SHEATHER AT. 1923. The detection of intestinal protozoa and mange parasites by a flotation technique. **Journal of Comparative Pathology**, 36: 266-275.
- SIBLEY CG, AHLQUIST JE. 1990. **Phylogeny and classification of birds: a study in molecular evolution**. Yale University Press, New Haven and London. 976 pp.
- SILVA AS, MAHL DL, SOARES JF, FACCIO L, DAU SL, ZANETTE RA, MONTEIRO SG. 2009. Parasitismo por *Isospora* sp. em *Agapornis fischeri* criados em cativeiro no Brasil. **Caderno de Biologia Série de Biologia**, 21(1): 53-57.
- SMITH JH, NEILL PJG, BOX ED. 1989. Pathogenesis of *Sarcocystis falcatula* (Apicomplexa: Sarcocystidae) in the budgerigar (*Melopsittacus undulatus*) III. Pathologic and quantitative parasitologic analysis of extrapulmonary disease. **Journal of Parasitology**, 75(2): 270-287.
- STONE EG, MONTIEL-PARRA G, PÉREZ TM. 2005. A survey of selected parasitic and viral pathogens in four species of Mexican parrots, *Amazona autumnalis*, *Amazona oratrix*, *Amazona viridigenalis*, and *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, 36(2): 245-249.
- SYCHRA O, NAZ S, RIZVI AS. 2007. New record of *Afrimenopon waar* (Eichler) (Phthiraptera: Menoponidae) from budgerigar *Melopsittacus undulatus* (Psittaciformes: Psittacidae) from Karachi, Pakistan. **Parasitology Research**, 101: 505-509.
- TENTER AM, BARTA JR, BEVERIDGE I, DUSZYNSKI DW, MEHLHORN H, MORRISON DA, THOMPSON RCA, CONRAD PA. 2002. The conceptual basis for a new classification of the coccidia. **International Journal for Parasitology**, 32: 595-616.
- TODD KS, GALLINA AM, NELSON WB. 1975. *Sarcocystis* species in Psittaciform birds. **The Journal of Zoo Animal Medicine**, 6 (4): 21-24.
- TODD KS, GALLINA AM, SCHMIDT JM. 1977. *Eimeria dunsingi* Farr, 1960: a coccidium of the parakeet *Melopsittacus undulatus*. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, 44 (2): 188-190.
- TSAI SS, HIARI K, ITAKURA C. 1992. Histopathological survey of Protozoa, helminths and acarids of imported and local psittacine and passerine birds in Japan. **Japanese Journal of Veterinary Research**, 40: 161-174.
- TSAI SS, PARK JH, HIRAI K, ITAKURA C. 1993. Eye lesions in pet birds. **Avian pathology**, 22: 95-112.
- UPTON SJ. 2001. **Suborder Eimeriorina Léger, 1911**. In: Lee JJ, Hutner SH, Bovee EC. **The illustrated guide to the Protozoa**. 2<sup>nd</sup> Edition, Allen Pres, Lawrence KS, pp 318-39.

- UPTON SJ, WRIGHT TF. 1994. A new species of *Eimeria* (Apicomplexa) from the Orange-fronted Conure, *Aratinga canicularis* (Psittaciformes), in Costa Rica. **Acta Protozoologica**, 33: 117–119.
- VARGHESE T. 1977. *Eimeria haematodi* sp. n. (Protozoa: Eimeriidae) from the rainbow lorikeet, *Trichoglossus haematodus*, in Papua New Guinea. **Journal of Parasitology**, 63: 210–211.
- VETTERLING JM. (1976). *Eimeria tenella*: host specificity in gallinaceous birds. **Journal of Protozoology**, 23: 155-158.
- WILBER PG, DUSZYNSKI DW, UPTON SJ, SEVILLE RS, CORLISS JO. 1998. A revision of the taxonomy and nomenclature of the *Eimeria* spp. (Apicomplexa: Eimeriidae) from rodents in the Tribe Marmotini (Sciuridae). **Systematic Parasitology**, 39: 113-135.
- WILLIAMS RB, THEBO P, MARSHALL RN, MARSHALL JA. 2010. Coccidian oöcysts as type-specimens: long-term storage in aqueous potassium dichromate solution preserves DNA. **Systematic Parasitology**, 76: 69-76.
- WRIGHT TF, SCHIRTZINGER EE, MATSUMOTO T, EBERHARD JR, GRAVES GR, SANCHEZ JJ, CAPELLI S, MÜLLER H, SCHARPEGGE J, CHAMBERS GK, FLEISCHER RC. 2008. A multilocus molecular phylogeny of the parrots (Psittaciformes): support for a Gondwanan origin during the Cretaceous. **Molecular Biology and Evolution**, 25 (10): 2141-2156.

## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que o conteúdo de minha dissertação de Mestrado/tese de Doutorado intitulada "**Contribuições ao perfil parasitológico de Psittacidae e descrição de uma nova espécie de *Eimeria***":

( ) não se enquadra no § 3º do Artigo 1º da Informação CCPG 01/08, referente a bioética e biossegurança.

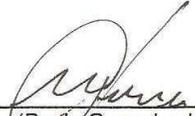
Tem autorização da(s) seguinte(s) Comissão(ões):

( ) CIBio – Comissão Interna de Biossegurança, projeto No. \_\_\_\_\_, Instituição: \_\_\_\_\_

( x ) CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais, projeto No. 1923-1, Instituição: Universidade Estadual de Campinas

( ) CEP - Comissão de Ética em Pesquisa, protocolo No. \_\_\_\_\_, Instituição: \_\_\_\_\_

*\* Caso a Comissão seja externa ao IB/UNICAMP, anexar o comprovante de autorização dada ao trabalho. Se a autorização não tiver sido dada diretamente ao trabalho de tese ou dissertação, deverá ser anexado também um comprovante do vínculo do trabalho do aluno com o que constar no documento de autorização apresentado.*

  
Aluno: (Paulo Gonzalez Hofstatter)

  
Orientador: (Ana Maria Aparecida Guaraldo)

Para uso da Comissão ou Comitê pertinente:

Deferido ( ) Indeferido

Carimbo e assinatura

  
Profa. Dra. ANA MARIA APARECIDA GUARALDO  
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais  
CEUA/UNICAMP

Para uso da Comissão ou Comitê pertinente:

( ) Deferido ( ) Indeferido

Carimbo e assinatura