

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**TESE**

**TAXONOMIA E ECOLOGIA DE COCCÍDIOS DE AVES SILVESTRES**  
**DO SUDESTE BRASILEIRO: COCCÍDIOS DE SABIÁS**  
**(PASSERIFORMES: TURDIDAE) NO PARQUE NACIONAL DO**  
**ITATIAIA, RJ**

**IRLANE FARIA DE PINHO**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**TAXONOMIA E ECOLOGIA DE COCCÍDIOS DE AVES SILVESTRES DO  
SUDESTE BRASILEIRO: COCCÍDIOS DE SABIÁS (PASSERIFORMES:  
TURDIDAE) NO PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA, RJ**

**IRLANE FARIA DE PINHO**

**Sob a orientação do Professor**

Dr. Bruno Pereira Berto

Tese submetida como requisito parcial para  
obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no  
Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Veterinárias, UFRRJ.

**Seropédica, RJ**  
**Fevereiro de 2018**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

d654t de Pinho, Irlane Faria, 1982-  
TAXONOMIA E ECOLOGIA DE COCCÍDIOS DE AVES  
SILVESTRES DO SUDESTE BRASILEIRO: COCCÍDIOS DE SABIÁS  
(PASSERIFORMES: TURDIDAE) NO PARQUE NACIONAL DO  
ITATIAIA, RJ / Irlane Faria de Pinho. - 2018.  
83 f.: il.

Orientador: Bruno Pereira Berto.  
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro, Ciências Veterinárias, 2018.

1. Isospora. 2. Morfologia. 3. Coccídios. 4.  
Diversidade. 5. Unidades de Conservação. I. Berto,  
Bruno Pereira, 1984-, orient. II Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. Ciências Veterinárias III.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**IRLANE FARIA DE PINHO**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

**TESE APROVADA EM 23/02/2018**



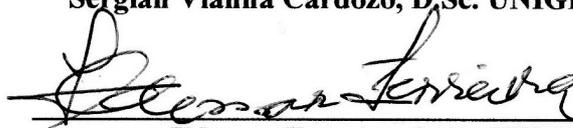
**Bruno Pereira Berto, D.Sc. UFRRJ**  
**(Orientador)**

---

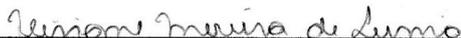
**Carlos Wilson Gomes Lopes, Ph.D., LD. UFRRJ**



**Sergian Vianna Cardozo, D.Sc. UNIGRANRIO**



**Ildemar Ferreira, D.Sc. UFRRJ**



**Viviane Moreira de Lima, D.Sc. UFRRJ**



**Maria Eduarda Monteiro Silva, D.Sc. UNIFESO**

## AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Gostaria, por este fato, de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse uma realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente agradecer a Deus e ao Mestre Jesus Cristo pela minha vida, pelo fortalecimento nos desafios aos quais superei e pela direção rumo ao caminho reto do bem.

Ao Prof. Dr. Bruno Pereira Berto, para quem não há agradecimentos que cheguem. As notas dominantes da sua orientação foram a utilidade das suas recomendações e a cordialidade com que sempre me recebeu. Estou grata também pela liberdade de ação que me foi permitida, sendo decisiva para que este trabalho contribuísse para o meu desenvolvimento pessoal. Como professor foi o expoente máximo, abriu-me horizontes, ensinou-me principalmente a pensar. Foi, e é fundamental na transmissão de experiências, na criação e solidificação de saberes e nos meus pequenos sucessos.

Ao Prof. Dr. Carlos Wilson Gomes Lopes pelo apoio, pelas idéias apresentadas, que facilitaram o alcance dos objetivos propostos nesta tese. Pela afabilidade e gentileza que me dispensou sempre que o procurei.

Ao Prof. Dr. José Luís Fernando LuqueAlejos, pela oportunidade, acolhimento, confiança, atenção, e disposição para me auxiliar nos momentos de dificuldade o período do doutorado. Sem o seu apoio, isto não seria possível, meu muito obrigado. Ao secretário da pós-graduação em Ciências Veterinárias Arthur Santiago Junior pela atenção, disponibilidade e apoio durante todo período do curso de doutorado.

Ao Prof. Dr. Ildemar Ferreira do Laboratório de Ornitologia (LABOR), pelo privilégio de compartilhar dos seus conhecimentos e por todas as recomendações e sugestões.

À Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup>. Teresa Cristina Bergamo do Bomfim, pela oportunidade que foi dada ao ingressar no curso de doutorado e me apresentar ao departamento de Parasitologia Veterinária da UFRRJ.

As colegas do laboratório em especial Lidiane Maria da Silva e Mariana Borges Rodrigues, que tanto me apoiaram e me ajudaram. Agradeço a amizade e o carinho que sempre me disponibilizaram.

Ao meu esposo Alexandre de Pina Costa, o qual amo sem medidas, agradeço todo o seu amor, carinho, admiração, e pela presença incansável com que me apoiou ao longo do período de elaboração desta tese.

A equipe das atividades de campo, por todos os momentos de convivência, ensinamentos, ajuda e parceria. Aos funcionários do Parque Nacional do Itatiaia (PNI), em especial o Dr. Léo Nascimento, por conceder a entrada no PNI para realização das atividades de campo.

Aos colegas de turma do doutorado de 2014-1, pelo companheirismo e apoio durante toda jornada do curso.

À CAPES pelo suporte financeiro para desenvolvimento do projeto.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias por todos ensinamentos por hora recebidos.

À minha mãe Ilda Faria de Pinho, pela sólida formação dada até a minha juventude, que me proporcionou a continuidade nos estudos até a chegada ao mestrado. Além disso, me ajudou cuidando das minhas filhas enquanto eu frequentava as aulas do doutorado, e as atividades do laboratório.

A todos, obrigada por permitirem que esta tese seja uma realidade.

## **BIOGRAFIA**

**IRLANE FARIA DE PINHO**, filha de Manuel Salvador de Pinho e Ilda Faria de Pinho nasceu em 02 de novembro de 1982 no município do Rio de Janeiro, RJ. Ingressou em 2004 no curso de Graduação em Medicina Veterinária na Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO) em Duque de Caxias, onde se formou em 2008.

Em 2009 iniciou o curso de Mestrado em Medicina Tropical na Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) na área de tripanossomatídeos, onde concluiu em 2012. Realizou o curso de Ciências Biológicas, modalidade Licenciatura na Fundação Educacional Serra dos Órgãos (UNIFESO) em Teresópolis-RJ, onde se formou no ano de 2013.

Ingressou no curso de doutorado em Ciências Veterinárias na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2014, realizando sua conclusão em fevereiro de 2018.

*Fique longe de atalhos, evite-os a todo custo. Desvie-se deles e continue teu caminho.*

*Pv 4:15*

## RESUMO

PINHO, Irlane Faria de. **Taxonomia e ecologia de coccídios de aves silvestres do Sudeste Brasileiro: Coccídios de sabiás (Passeriformes: Turdidae) no Parque Nacional do Itatiaia, RJ.** 2018. 83p. Tese Ciências Veterinárias - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

O Brasil abriga alguns dos biomas com as maiores abundância e diversidade de espécies da fauna mundial, como a Mata Atlântica, que está relacionada entre as áreas mais importantes para preservar-se a biodiversidade do planeta. Dentre as áreas preservadas na Mata Atlântica destacam-se os Parques Nacionais, como o Parque Nacional do Itatiaia. A condição de um ecossistema pode ser fornecida pelas aves, e o parasitismo pode ser considerado para avaliação de um ecossistema, pois os parasitos podem afetar a morfologia, comportamento e saúde das aves, mesmo em infecções sub-letais, exercendo importante pressão ecológica e evolucionária. Neste contexto, os sabiás (*Turdus* spp.) são potenciais modelos para observar-se a dinâmica dos seus parasitas e suas densidades frente aos diversos fatores ambientais naturais e antrópicos aos quais são submetidos. Os sabiás têm amplas abundância, diversidade e distribuição geográfica, com espécies mais ou menos adaptáveis a ambientes antropizados. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo maior identificar e quantificar os parasitas coccídios de sabiás de diferentes espécies e localidades dentro e nas proximidades do Parque Nacional do Itatiaia, além de relacionar o parasitismo com alguns aspectos biológicos e ecológicos dos sabiás. Neste sentido, este trabalho apresenta uma revisão da literatura científica nos temas de ecologia e taxonomia de coccídios de sabiás, e, como resultados, quatro artigos científicos descrevendo novos hospedeiro (*Turdus leucomelas* Vieillot, 1818) e localidades (Parque Nacional do Itatiaia e Cacaria) para *Isospora albicollis* Lainson & Shaw, 1989; duas novas espécies *Isospora sabiai* Pinho, Rodrigues, Silva, Lopes, Oliveira, Ferreira, Cardozo, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017 de sabiás-coleira *Turdus albicollis* Vieillot, 1818, sabiás-laranjeira *Turdus rufiventris* Vieillot, 1818, sabiás-barranco *T. leucomelas* e sabiás-una *Turdus flavipes* Vieillot, 1818, e *Isospora machadoae* Pinho, Silva, Rodrigues, Lopes, Oliveira, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017 de sabiás-coleira *T. albicollis* e, finalmente, um artigo sobre aspectos da diversidade e distribuição dos coccídios de sabiás no Parque Nacional do Itatiaia.

**Palavras-chave:** *Isospora*, morfologia, diversidade, coccídios, oocistos, Unidades de Conservação.

## ABSTRACT

PINHO, Irlane Faria de. **Taxonomy and ecology of coccidia of wild birds in Southeastern Brazil: Coccidia of thrushes (Passeriformes: Turdidae) in the Itatiaia National Park, RJ.** 2018. 83p. Tesis, Veterinary Science, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

Brazil has some of the biomes with the greatest abundance and diversity of species of the world fauna, such as the Atlantic Forest, which is related among the most important areas for preserving the biodiversity of the planet. Among the areas preserved in the Atlantic Forest are the National Parks, such as the Itatiaia National Park. The condition of an ecosystem can be provided by the birds, and the parasitism can be considered for the evaluation of an ecosystem, because the parasites can affect the morphology, behavior and health of birds, even at sub-lethal infections, developing an pressure ecological and evolutionary. In this context, thrushes (*Turdus* spp.) Are potential models to observe the dynamics of their parasites and their densities in relation to the various natural and anthropic environmental factors to which they are submitted. Sabiás have ample abundance, diversity and geographical distribution, with species more or less adaptable to anthropized environments. Thus, the present study aimed to identify and quantify the coccidian parasites of thrushes of different species and locations in and around the Itatiaia National Park, and relate parasitism with some biological and ecological aspects of thrushes. Thus, this study presents a scientific review on ecology and taxonomy of coccidian parasites of thrushes, and as a result, four articles describing a new host (*Turdus leucomelas* Vieillot, 1818) and new locations (Itatiaia National Park and Cacaria) for *Isospora albicollis* Lainson & Shaw, 1989; two new species *Isospora sabiai* Pinho, Rodrigues, Silva, Lopes, Oliveira, Ferreira, Cardozo, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017 from white-necked thrushes *Turdus albicollis* Vieillot, 1818, rufous-bellied thrushes *Turdus rufiventris* Vieillot, 1818, pale-breasted thrushes *T. leucomelas* and yellow-legged thrushes *Turdus flavipes* Vieillot, 1818, and *Isospora machadoae* Pinho, Silva, Rodrigues, Lopes, Oliveira, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017 from white-necked thrushes *T. albicollis* and, finally, an article on aspects of the diversity and distribution of the coccidia of thrushes in the Itatiaia National Park.

**Keywords:** *Isospora*, morphology, diversity, coccidia, oocysts, Conservation Units.

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1.</b> Descrição de coccídios nas Américas.....	11
<b>Tabela 1.</b> Distribuição de sabiás <i>Turdus</i> spp. capturados em diferentes localidades no sudeste do Brasil e sua prevalência para <i>I. sabiai</i> .....	24
<b>Tabela 2.</b> Morfologia comparativa de <i>Isospora</i> spp. relatados da família Turdidae no Novo Mundo.....	30
<b>Tabela 3.</b> Morfometria dos oocistos de <i>I. sabiai</i> recuperados de <i>Turdus</i> spp. no Sudeste do Brasil.....	31
<b>Tabela 4.</b> Morfologia comparativa de <i>Isospora</i> spp. relatados da família Turdidae no Novo Mundo.....	36
<b>Tabela 5.</b> Distribuição de sabiás <i>Turdus</i> spp. capturados em diferentes localidades no Parque Nacional do Itatiaia e suas respectivas prevalências para coccídios....	42
<b>Tabela 6.</b> Distribuição de <i>Isospora</i> ssp. por amostras fecais de sabiás <i>Turdus</i> spp. capturados em diferentes localidades no Parque Nacional do Itatiaia.....	43
<b>Tabela 7.</b> Diversidade de <i>Isospora</i> ssp. com seus respectivos índices de Shannon ( $H'$ ), Simpson ( $\lambda'$ ) e Pielou ( $J'$ ) na totalidade e na comparação entre hospedeiros <i>Turdus</i> spp. e localidades no Parque Nacional do Itatiaia.....	44

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ilustração das principais espécies de sabiás ( <i>Turdus</i> ) no PNI.....	8
<b>Figura 2.</b> Desenho de um oocisto esporulado de <i>I. albicollis</i> de sabiás <i>Turdus</i> spp. no sudeste do Brasil. Escala: 10 µm.....	21
<b>Figura 3.</b> Fotomicrografias de oocistos esporulados de <i>I. albicollis</i> do sabiá-coleira <i>T. albicollis</i> (A-C) e do sabiá-barranco <i>T. leucomelas</i> (D) no Sudeste do Brasil. Escala: 10 µm.....	22
<b>Figura 4.</b> Desenho de um oocisto esporulado de <i>I. sabiai</i> de sabiás <i>Turdus</i> spp. do sudeste do Brasil. Escala: 10 µm.....	26
<b>Figura 5.</b> Fotomicrografias de oocistos esporulados de <i>I. sabiai</i> recuperados de (A, B) <i>T. albicollis</i> , (C) <i>T. rufiventris</i> , (D) <i>T. flavipes</i> e (E, F) <i>T. leucomelas</i> do sudeste do Brasil. (G) Micrópila e (H) corpos de Stieda e sub-Stieda estão ampliados (2x). Observe a micrópila (m), grânulos polares (pg), corpo de Stieda (sb), corpo de sub-Stieda (ssb) e o resíduo do esporocisto (sr). Escala: A-F, 10 µm; G-H, 2 µm.....	27
<b>Figura 6.</b> Regressões lineares comparativas de oocistos (acima) e esporocistos (abaixo) de <i>I. sabiai</i> recuperados de <i>Turdus</i> spp. no sudeste do Brasil.....	29
<b>Figura 7.</b> Desenho de um oocisto esporulado de <i>I. machadoae</i> de sabiás-coleira <i>Turdus albicollis</i> do sudeste do Brasil. Escala: 10 µm.....	34
<b>Figura 8.</b> Fotomicrografias (A-D) de oocistos esporulados de <i>I. machadoae</i> de sabiás-coleira <i>Turdus albicollis</i> do sudeste do Brasil. Estão destacados o capuz polar e micrópica (m/mc), núcleo (n), grânulo polar (pg), corpo refrátil (rb), parede de oocisto áspera (row), corpo de Stieda (sb) e corpo de sub-Stieda (ssb) e resíduo do esporocisto (sr). Escala: 10 µm.....	35

## LISTA DE NOMES CIENTÍFICOS

*Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758  
*Catharus aurantiirostris* (Hartlaub, 1850)  
*Dacnis cayana* (Linnaeus, 1766)  
*Isospora albicollis* Lainson & Shaw, 1989  
*Isospora canaria* Box, 1975  
*Isospora exigua* McQuiston & Wilson, 1988  
*Isospora fragmenta* McQuiston & Wilson, 1988  
*Isospora hypoleuca* Dolnik, Rönn & Bensch, 2009  
*Isospora lacazei* (Labbé, 1893)  
*Isospora lusitanensis* Cardozo, Berto, Fonseca, Tomás, Thode & Lopes, 2015  
*Isospora machadoae* Pinho, Silva, Rodrigues, Lopes, Oliveira, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017  
*Isospora massardi* Lopes, Berto, Luz, Galvão, Ferreira & Lopes, 2014  
*Isospora michaelbakeri* Grulet, Landau & Baccam, 1982  
*Isospora navarroi* Berto, Flausino, Luz, Ferreira & Lopes, 2009  
*Isospora passeris* Levine, 1982  
*Isospora phaeornis* Levine, Van Riper & Van Riper, 1980  
*Isospora plectrophenaxia* Dolnik & Loonen, 2007  
*Isospora robini* McQuiston & Holmes, 1988  
*Isospora rotunda* McQuiston & Wilson, 1988  
*Isospora sabiai* Pinho, Rodrigues, Silva, Lopes, Oliveira, Ferreira, Cardozo, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017  
*Isospora sepetibensis* Berto, Flausino, Luz, Ferreira & Lopes, 2008  
*Isospora serini* (Aragão, 1933)  
*Isospora temeraria* McQuiston & Wilson, 1988  
*Isospora tucuruiensis* Lainson & Shaw, 1989  
*Isospora tiesangui* Berto, Flausino, Luz, Ferreira & Lopes, 2008  
*Isospora turdi* Schwalbach, 1959  
*Isospora zorzali* Keeler, Yabsley, Gibbs, McGraw & Hernandez, 2012  
*Eimeria opimi* Lambert, Gardner & Duszynski, 1988  
*Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758)  
*Ficedula hypoleuca* (Pallas, 1764)  
*Gallus gallus* Linnaeus, 1758  
*Geospiza parvula* (Gould, 1837)  
*Ligustrum lucidum* (Aiton, 1810)  
*Lonchura oryzivora* (Linnaeus, 1758)  
*Lonchura punctulata* (Linnaeus, 1758)  
*Myadestes obscurus* (Gmelin, 1789)  
*Passer domesticus* Linnaeus, 1758  
*Passer rutilans* (Temminck, 1836)  
*Petroica australis* (Sparrman, 1788)  
*Philesturnus carunculatus* (Gmelin, 1789)  
*Plectrophenax nivalis* (Linnaeus, 1758)  
*Prosthemadera novaeseelandiae* (Gmelin, 1788)  
*Ramphocelus bresilius* (Linnaeus, 1766)  
*Serinus canaria* (Linnaeus, 1758)  
*Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758

*Sylvia atricapilla* (Linnaeus, 1758)  
*Tangara palmarum* (Wied, 1821)  
*Turdus albicollis* Vieillot, 1818  
*Turdus amaurochalinus* Cabanis, 1850  
*Turdus flavipes* Vieillot, 1818  
*Turdus fumigatus* Lichtenstein, 1823  
*Turdus leucomelas* Vieillot, 1818  
*Turdus merula* Linnaeus, 1758  
*Turdus migratorius* Linnaeus, 1766  
*Turdus nigriceps* Cabanis, 1874  
*Turdus nudigenis* Lafresnaye, 1848  
*Turdus olivater* (Lafresnaye, 1848)  
*Turdus philomelos* Brehm, 1831  
*Turdus rufiventris* Vieillot, 1818  
*Turdus subalaris* (Seebohm, 1887)  
*Tyzzeria parvula* (Kotlán, 1933)

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Autorização para atividades com finalidade científica (MMA/ICMBio)	57
<b>Anexo B.</b> Aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CEUA/UFRRJ), protocolada sob o CEUA nº 036/2014 e nº 6606250616.....	65

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Os sabiás.....	3
2.1.1. Classificação.....	3
2.1.2. Sistemática.....	3
2.1.2. Anatomia e Fisiologia.....	4
2.1.3. Ecologia.....	5
2.1.5. Distribuição geográfica.....	5
2.1.6. Principais espécies de sabiás no PNI.....	6
2.1.6.1. <i>Turdus subularis</i> (sabiá-ferreiro).....	6
2.1.6.2. <i>Turdus rufiventris</i> (sabiá-laranjeira).....	6
2.1.6.3. <i>Turdus leucomelas</i> (sabiá-barranco).....	6
2.1.6.4. <i>Turdus fumigatus</i> (sabiá-da-mata).....	7
2.1.6.5. <i>Turdus albicollis</i> (sabiá-coleira).....	7
2.1.6.6. <i>Turdus flavipes</i> (sabiá-una).....	7
2.1.7. Nicho ecológico.....	8
2.1.8. Relações ecológicas.....	9
2.2. Os coccídios em sabiás.....	10
2.2.1. Classificação.....	10
2.2.2. Diversidade.....	11
2.2.3. Identificação.....	11
2.2.4. Ecologia.....	12
2.2.4.1. Transmissão e dispersão.....	12
2.2.4.2. Especificidade ao hospedeiro.....	14
2.2.4.3. Dinâmica da eliminação de oocistos.....	15
2.2.4.4. Fatores associados a densidade e morfologia dos oocistos.....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
4.1. Artigo 1.....	19
4.2. Artigo 2.....	24
4.3. Artigo 3.....	32
4.4. Artigo 4.....	37
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa posição de destaque dentre os países com maior biodiversidade por abrigar alguns dos biomas com a maior riqueza de espécies da fauna mundial e, também, com a mais alta taxa de endemismo. Esta riqueza de espécies corresponde a, pelo menos, 10% dos anfíbios e mamíferos, e 17% das aves descritas em todo o planeta. A Mata Atlântica e o Cerrado estão entre os principais biomas brasileiros, sendo relacionados na lista dos 25 *hotspots* (áreas mais importantes para preservar a biodiversidade do planeta) da Terra. Em particular, a Mata Atlântica está entre as cinco primeiras colocada na lista dos *hotspots* mundiais, pois, sua área remanescente é inferior a 8% da sua extensão original.

Dentre as áreas preservadas na Mata Atlântica destacam-se os Parques Nacionais, como o Parque Nacional do Itaitaia (PNI). O PNI apresenta elevado grau de vulnerabilidade, representando uma “ilha de conservação” da biodiversidade. As aves têm grande importância para o PNI, tanto sob o ponto de vista ecológico, quanto pelo seu potencial turístico. Atualmente pelo menos 384 espécies são relatadas para o PNI, sendo 51 consideradas endêmicas e 42 vivendo em altitudes elevadas. As aves estabelecem a dinâmica dos ecossistemas, pois além da diversidade de aspectos físicos e comportamentais, as aves possuem várias funções no ambiente tais como o controle biológico de pragas, roedores, serpentes, moluscos, bioindicadores de condições ambientais, coleta e reciclagem de matéria orgânica, polinização, dispersão de sementes e formação do solo.

A condição de um ecossistema pode ser fornecida pelas aves, e o parasitismo pode ser considerado para avaliação de um ecossistema, pois os parasitos podem afetar a morfologia, comportamento e saúde das aves, mesmo em infecções sub-letais, exercendo importante pressão ecológica e evolucionária. As aves são hospedeiras de uma grande variedade de parasitos, em maioria intestinais e podem causar doenças severas que causam impacto na reprodução e sobrevivência e podem afetar vários aspectos de vida do hospedeiro. A coccidiose, considerada uma importante causa de enterite e óbito em aves de todas as espécies, é uma doença causada por protozoários coccídios principalmente da família Eimeriidae. Dependendo da espécie de coccídio, as aves podem ser hospedeiras intermediárias ou definitivas e os sintomas podem variar de infecção inaparente à doença aguda e em alguns casos finalizando em óbito. Especificamente em Passeriformes, as espécies de *Isospora* destacam-se por serem centenas em todo o mundo e parasitam pássaros de todas as famílias. Os efeitos adversos induzidos pelos coccídios ou os custos associados com a resposta contra o parasitismo podem resultar em importantes custos fisiológicos e fenotípicos potencialmente afetando a sobrevivência de filhotes nos ninhos.

Os sabiás (*Turdus* spp.) são potenciais modelos para observar-se a dinâmica das espécies de coccídios e suas densidades frente aos diversos fatores ambientais naturais e antrópicos aos quais são submetidos. Os sabiás têm ampla abundância, diversidade e distribuição geográfica, com espécies mais ou menos adaptáveis a ambientes antropizados. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo maior identificar e quantificar os parasitas coccídios de sabiás de diferentes espécies e localidades dentro e nas proximidades do Parque Nacional do Itaitaia, além de relacionar o parasitismo com alguns aspectos biológicos e ecológicos dos sabiás. Os objetivos específicos foram: (1) Identificar e caracterizar, de forma morfológica e morfométrica, os oocistos esporulados de coccídios de diferentes espécies de sabiás; (2) Avaliar e/ou comprovar a distribuição e dispersão de determinadas espécies de coccídios, através do registro de novos de hospedeiros e/ou localidades; (3) Avaliar a densidade das populações componentes de coccídios através da quantificação de seus oocistos obtidos de amostras fecais de diferentes espécies de sabiás; e (4) Determinar a diversidade e

distribuição das espécies de coccídios relacionando-as com os aspectos biológicos e ecológicos de seus hospedeiros.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Os sabiás

#### 2.1.1. Classificação

Sabiás são aves cosmopolitas de tamanho médio e seguindo registros ornitológicos do IUCN (2017) e do CBRO (2014), apresentam a seguinte classificação taxonômica (SICK, 1997):

Reino: Animalia Linnaeus, 1758  
Filo: Chordata Bateson, 1885  
Classe: Aves Linnaeus, 1758  
Ordem: Passeriformes Linnaeus, 1758  
Subordem: Passeri Linnaeus, 1758  
Parvordem: Passerida Linnaeus, 1758.  
Família: Turdidae Rafinesque, 1815

#### 2.1.2. Sistemática

A família Turdidae possui aproximadamente 300 espécies distribuídas em todo o mundo. De origem oriental, foi estabelecida nas Américas há mais de 20 milhões de anos (SICK, 1997). Nesta família, o gênero *Turdus* é proeminente com maior nível de riqueza de espécies, com 65 a 70 espécies. No Brasil, 17 destas espécies são atualmente registradas entre três gêneros: *Cichlopsis* (uma espécie), *Catharus* (três espécies) e *Turdus* (13 espécies) (CLEMENT, 2000; VOELKER et al., 2007; VOGEL et al., 2012). No Brasil, embora estudos sobre espécies de *Turdus* não sejam incipientes, esta temática ainda é pouco explorada (VOGEL et al., 2012). Alguns estudos visando estabelecer os parâmetros de história natural das espécies vem sendo realizados, tais como sobre aspectos de migração, de *T. subalaris* Seebohm, 1887 (ALVES, 2007) e padrões de ocorrência de *T. amaurochalinus* Cabanis, 1851 (CAPLLONCH et al., 2008). Mais recentemente, existem trabalhos que destacam alguns aspectos de *T. rufiventris* Vieillot, 1818 (LEITE et al., 2010) e hábitos alimentares de *T. leucomelas* (SAZIMA, D'ANGELO;2011). No campo da parasitologia tem havido contribuições, como alguns estudos envolvendo ácaros (STORNI et al., 2005) e insetos plumícolas (ENOUT et al., 2009) associado a *T. albicollis* Vieillot, 1818 e *T. leucomelas*, respectivamente (VOGEL et al., 2012).

Estudos sobre interações que permitem a coexistência de espécies de turdídeos foram conduzidos por Gasperin; Pizo (2009) e Vogel et al. (2011). Estes estudos sugerem um elevado nível de sobreposição de habitats destas espécies, o que pode aumentar os processos de concorrência. Alves (2007), avaliando a pesquisa de Maia-Gouvêa et al. (2005), sugere que existe um padrão de segregação entre as nove espécies de Turdídeos registrados no Parque Nacional de Itatiaia, Rio de Janeiro. Eles observaram que o assentamento de *T. flavipes* Vieillot, 1818 limitou-se à vegetação em declives entre 800 e 1800 metros (m) cima do nível do mar, enquanto *T. leucomelas* e *T. amaurochalinus* foram registrados de 400 a 1200 m. Esta observação fornece de uma segregação altitudinal entre espécies que aninham localmente. Adicionalmente, Maia-Gouvêa et al. (2005) observaram segregação na abundância de *T. albicollis* entre as épocas seca e chuvosa, fornecendo evidências de que, além do

conhecimento altitudinal de migrações de grupo (CLEMENT, 2000; ALVES, 2007, CAPLLONCH et al., 2008). Ocorrem também processos de segregação sazonal na estrutura de ocupação do ambiente para tais grupos. Cody (1974) sugere que a segregação temporal é uma estratégia para nichos partilhados, diminuindo a competição direta pelo ambiente e, portanto, permitindo a coexistência.

Pesquisas sobre a família Turdidae têm mostrado tendência para a substituição de paisagens naturais por campos agrícolas (BURFIELD; BROOKE, 2005), predação de ninho e efeitos ambientais sobre o sucesso reprodutivo (KURUCZ, 2010; ROBINSON et al., 2010), que podem influenciar na distribuição das espécies de *Turdus*. No Parque Municipal das Araucárias, localizado no estado do Paraná, estudos realizados por Vogel et al. (2012), foram capturadas cinco diferentes espécies, sendo que o maior índice de capturas ocorreu entre outono e inverno, estando relacionado à frutificação neste período de uma planta denominada *L. lucidum*, um recurso alimentar frequente utilizado por pássaros, fato este também observado por Scheibler; Melo-Junior (2003).

### 2.1.3. Anatomia e Fisiologia

Seu tamanho varia entre 17 e 25 cm, sendo o peso maior de um sabiá-laranjeira (maior representante no Brasil), de aproximadamente 75g. Com exceção de *T. olivater*, os demais possuem plumagem modesta, nas aves imaturas a plumagem é manchada, sendo um padrão típico, protegendo os de ataques de adultos, que os vêem como um indivíduo não concorrente. Por outro lado, espécimes albinas são mais raras, pois são mais facilmente detectados por predadores e assim eliminados (SICK, 1997).

A biologia dos Passeriformes torna-se importante tanto para estudos taxonômicos e biogeográficos, quanto para os parasitologistas, entretanto, o estudo deste grupo em seu ambiente natural é pouco explorado no Brasil. O estudo dos modos de vocalização, dos hábitos de alimentação e reprodução, e de suas relações interespecíficas auxilia em uma maior compreensão das aves da ordem Passeriformes (SICK, 1997). A vocalização destes pássaros possui extrema importância. Considera-se que a orientação acústica é o instrumento mais eficiente do ornitólogo. Muitas vezes é possível identificar pela vocalização, representantes de espécies semelhantes. A ave produz sua voz na siringe, localizada na extremidade inferior da traquéia, na bifurcação dos brônquios (SICK, 1997).

Os hábitos dos sabiás se assemelham em todo o mundo, tais como o modo de pular e correr no solo e de virar folhas e de furar às vezes a terra com o bico em busca de alimento. Os movimentos da cauda são característicos das várias espécies, e todos voam muito bem. São desconfiados e gostam de se esconder. Tornando-se agressivos quando por exemplo, uma árvore frutífera localizada no território de um casal torna-se fonte de alimento procurada por outros pássaros, inclusive outros sabiás. Durante o ano todo, os sabiás tornam-se inquietos ao entardecer. Voam em redor da área onde pretendem descansar, emitindo vozes de chamada e advertência. É o fenômeno mais impressionante em espécies como *T. rufiventris* e *T. leucomelas*, cujas chamadas são bem vigorosas. Este nervosismo dos sabiás, existente também em outros continentes, deve ser ligado ao receio de não obterem um abrigo bom e seguro para a noite (SICK, 1997).

No Brasil, a época de reprodução das aves é geralmente conhecida como sendo de setembro a janeiro, com uma concentração do período reprodutivo em outubro, e uma redução entre abril e maio (MAIA-GOUVEA, 2005). Segundo Sick (1997), o que determina o ciclo reprodutivo é o regime de chuvas e oferta de alimento que geralmente depende da precipitação.

O ninho se assemelha a uma tigela funda de paredes grossas, feito de raízes, outras partes vegetais e musgo, reforçada por barro em proporção variável. Este é colocado solidamente na ramagem; galhos grossos, tocos ou troncos oblíquos cobertos de epífitas, entre gravatás, às vezes sobre barrancos (*T. leucomelas* e *T. fumigatus*). O macho na maioria das vezes fica responsável pela sua construção, com exceção de *T. leucomelas*, em que a fêmea constrói sozinha. Os ovos são verde-azulados, pintalgados de sépia (*T. rufiventris*); são incubados pela fêmea durante 12 dias (*T. leucomelas*). Os pais cuidam da prole, a qual deixa o ninho com aproximadamente 17 dias. Há, pelo menos, dois chocos por época (SICK, 1997).

#### 2.1.4. Ecologia

A região neotropical detém quase metade da avifauna mundial (HAWKINS et al., 2003), e as espécies de aves neotropicais diferem das espécies temperadas em muitos aspectos importantes, tais como: tamanhos reduzidos de ninhada (JETZ et al., 2008), estações de reprodução prolongada (STYRSKY; BRAWN, 2011) e diferentes tipos de habitats (BIAGOLINI JR et al., 2016).

Os sabiás do gênero *Turdus* são os pássaros frugívoros mais comuns em habitats alterados em todo o mundo, incluindo as áreas urbanas (DEL HOYO et al., 2005; PIZO, 2007). Eles são onívoros que frequentemente se alimentam de frutas, mas também de uma variedade de vertebrados que geralmente ficam no solo (DEL HOYO et al., 2005). A dieta dos sabiás também inclui sementes, contribuindo desta maneira na sua dispersão na natureza (JORDANO et al., 2007), pois estas na grande maioria das vezes se encontram intactas geralmente sendo da mesma espécie de planta (LOISELLE, 1990).

O sabiá-coleira (*T. albicollis*) é a espécie mais sensível às modificações no habitat e mais dependente a ambientais de floresta (STOTZ et al., 1996), sobretudo para abrigar seus ninhos e também dificultando a presença de predadores (COHEN; LINDELL, 2004). Esta ave é socialmente monogâmico (SNOW; SNOW, 1971), endêmica dos neotrópicos, distribuído em duas regiões disjuntas: do México ao norte Argentina e do Nordeste do Brasil ao Uruguai (RIDGELY; TUDOR, 1989; COLLAR, 2005). Pesquisas na Mata Atlântica têm demonstrado que esta é uma das espécies mais abundantes neste bioma (SIMPSON et al., 2012), e o mais frequentemente encontrado usando redes de neblina nesta região (GASPERIN; PIZO, 2009). Ele constrói enormes ninhos em forma de copo, principalmente em grandes galhos de árvores, invaginação destes troncos ou dentro de bromélias (SNOW; SNOW, 1963; COLLAR, 2005).

#### 1.1.5. Distribuição geográfica

O Brasil está localizado na região denominada neotropical, a qual se estende da América Central do México até o ponto mais meridional da América do Sul, Cabo de Los Hornos (SICK, 1997; CBRO, 2014; IUCN, 2017). Os pássaros da região neotropical são em maioria endêmicos e ocupam, na América do Sul, um grande número de nichos ecológicos que, em outros continentes, são ocupados por outras aves. A distribuição das aves da ordem Passeriformes ocorrem em três grupos: a) neotropicais, compreendendo principalmente as famílias: Dendrocolaptidae, Furnariidae, Formicariidae, Rhinocryptidae, Cotingidae e Pipridae; b) distribuição relativa no continente americano, das famílias Tyrannidae, Troglodytidae, Mimidae, Vireonidae, Emberizidae, Parulidae, Coerebidae, Thraupidae, Cardinalidae e Icteridae; c) famílias oriundas do Velho Mundo, como Corvidae, Muscicapidae, Turdidae e Sylvidae e Motacillidae (SICK, 1997).

Em relação à família Turdidade, 45 espécies existem na América do Sul, encontrado além do Brasil, na Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai (IUCN, 2017). No Brasil, são abundantes nas florestas atlânticas (sobretudo no sudeste e sul) e amazônicas, habitando preferencialmente áreas úmidas de árvores mais altas em colinas, mas também encontradas perto do solo. Geralmente migram para regiões mais quentes no inverno, reduzindo este deslocamento em épocas de maior calor (SICK, 1997; VOGEL et al., 2012; IUCN, 2017).

#### 2.1.6. Principais espécies de sabiás no PNI

##### 2.1.6.1. *Turdus subalaris* (sabiá-ferreiro)

Espécie meridional pequena (aproximadamente 21cm) silvestre, de bico amarelo, o lado superior cinzento-oliváceo e a cabeça anegrada; a garganta branca, densamente rajada com riscas quase negras, posteriormente com nódoa branca; o peito cinzento escuro, barriga branca; a fêmea parda, parecida com a de *T. amaurochalinus*. O canto inconfundível por causa de seu timbre metálico singular (daí seu nome). Canta escondido na mata, muitas vezes em grupos, num período bem limitado, parando de cantar subitamente em setembro (Rio de Janeiro, Minas Gerais, Itatiaia). Habita os pinhais, matas cerradas ribeirinhas, florestas nas encostas de serras, ao lado de *T. albicollis* e *T. rufiventris*. Ocorre da Argentina, Paraguai e Bolívia localmente até o Rio de Janeiro (Itatiaia) e Minas Gerais; durante o inverno, Goiás e Mato Grosso (alto Xingu). Pelo seu canto diferente e aparição em grupos, chama muito a atenção. Assemelha-se a *T. nigriceps* dos Andes (Equador até Argentina) (SICK, 1997).

##### 2.1.6.2. *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira)

É a espécie mais conhecida na região Sudeste, possui em torno de 25cm, com peso médio de 68g nos machos e 78g nas fêmeas. Inconfundível pela intensa cor ferrugínea-laranja da barriga, menos vistosa em plumagem envelhecida; a pálpebra é às vezes amarela. Possui canto forte, contínuo, e bem variados. Vive na mata, parques, quintais e até dentro do centro de cidades como no Rio de Janeiro em grandes áreas arborizadas. Ocorre do Brasil oriental e central, do Maranhão ao Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, à Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai (SICK, 1997).

##### 2.1.6.3. *Turdus leucomelas* (sabiá-barranco)

Espécie semi-florestal de vasta distribuição com aproximadamente 22cm, reconhecível pela cor ferrugínea das asas em contraste com o cinzento-oliváceo da cabeça; as coberteiras inferiores das asas de cor ferrugínea intensa; a garganta esbranquiçada com estrias pardacentas, sem contraste; coberteiras inferiores da cauda brancas com centros pardacentos distintos; bico sempre escuro. Canto contínuo, mavioso, menos forte do que o de *T. rufiventris*, composto de motivos relativamente simples, uma a duas vezes repetidos. Vive à beira da mata, parques, mata de galeria, coqueirais e cafezais ("sabiá-do-café", Paraná). Ocorre das Guianas e Venezuela à Bolívia, Argentina e Paraguai; Brasil meridional e central até a foz do Tapajós e ao norte do baixo Amazonas (Amapá, Marajó); também no Espírito Santo, Bahia e Minas Gerais, sendo no Rio de Janeiro mais comum nas serras (SICK, 1997).

#### 2.1.6.4. *Turdus fumigatus* (sabiá-da-mata)

Espécie silvícola grande (aproximadamente 24cm) inteiramente de cor ferrugínea intensa, mento branco, garganta estriada, barriga relativamente clara, coberteiras inferiores da cauda brancas e pardacentas. Seu canto é vigoroso, contínuo, sendo considerado o melhor canto dentre os sabiás. Habita a mata e áreas de cultura bem arborizadas. Ocorre da Colômbia, Venezuela e Guiana à Amazônia oriental, Maranhão, leste do Pará e Mato Grosso. Também encontrado na Mata Atlântica do Nordeste até o Rio de Janeiro, juntamente com *T. albicollis* e *T. rufiventris* (SICK, 1997).

#### 1.1.6.5. *Turdus albicollis* (sabiá-coleira)

Espécie com média de 22cm, de vasta distribuição, encontrado principalmente no interior da mata. A característica da espécie é a garganta, tão densamente rajada de negro que aparece, vista de lado, negra uniforme; garganta posterior com nódoa branca-pura, que na profunda sombra da floresta dá logo na vista; os flancos e coberteiras inferiores das asas de intensa cor ferrugínea ou cinzentos; abdômen branco puro; pálpebras e mandíbula amarelas. Canto com estrofes suaves, prolongadas, menos variação do que nos *T. leucomelas*, menos intensidade do que nos *T. rufiventris* e *T. fumigatus*. Habita o estrato médio da mata, tanto nas baixadas como nas montanhas, conforme a região, ao lado de *T. fumigatus* e *T. rufiventris*. Ocorre em todas as regiões do Brasil, do extremo norte (Amapá, Roraima) até o extremo sul (Rio Grandedo Sul) (SICK, 1997).

#### 2.1.6.6. *Turdus flavipes* (sabiá-una)

Espécie típica do Sudeste, medindo aproximadamente 20,5cm, com peso médio de 64g nos machos e 72g nas fêmeas. O macho é inconfundível, negro e cinzento (parece preto, à distância), bico, pálpebras e pés amarelos; durante o "descanso" o bico torna-se manchado de preto; a fêmea é pardo-olivácea bem escura, tendo o lado inferior um pouco mais claro, garganta esbranquiçada e rajada de pardo, abdômen esbranquiçado, pálpebras e pés amarelados (ao contrário de *T. leucomelas*). O macho é reconhecível já enquanto filhote (rênigues e retrizes negras); só aos poucos porém adquire o amarelo do bico. Canto forte bem variado, rico em motivos dos mais diversos e de duração diferente, com assovios límpidos, com repetições predominantes. Prefere cantar sobre as árvores mais altas das matas do Rio de Janeiro e Espírito Santo em regiões montanhosas, onde é geralmente a espécie mais comum, presente também no litoral onde nidifica e aumenta consideravelmente durante as migrações. Abandona as regiões serranas meridionais durante o inverno, até a latitude do Espírito Santo. Ocorre no Brasil oriental, da Paraíba ao Rio Grande do Sul, Paraguai e Argentina (Misiones); também na divisa com a Venezuela e montanhas mais setentrionais (Venezuela, Colômbia) (SICK, 1997).



**Figura 1.** Ilustração das principais espécies de sabiás (*Turdus*) no PNI.

### 2.1.7. Nicho ecológico

Sabiás do gênero *Turdus* estão entre as aves mais cosmopolitas, presentes em ambientes silvestres, urbanas e em áreas alteradas (PIZO, 2007; GASPERIN; PIZO, 2009). Invariavelmente há, pelo menos, duas espécies na mesma área, como por exemplo, dentro de matas, *T. albicollis* e *T. rufiventris* (no estado do Rio de Janeiro). Esta coexistência e competição reduzida de espécies tão parecidas, são comuns, devendo-se por razões ecológicas não tão facilmente reconhecíveis (SICK, 1997).

São onívoras e frequentemente se alimentam de uma grande variedade de frutos e engolem sementes inteiras para, posteriormente, regurgitá-las ou defecá-las intactas, contribuindo assim para sua dispersão (FOSTER, 1987), além também de invertebrados (DEL HOYO et al., 2005; SNOW, SNOW, 1988).

Frequentam pomares, quintais e até parques em cidades, tornando-se populares em todo o país. O termo sabiá deriva da língua tupi e significa “aquele que reza muito” em alusão ao rico repertório vocal desses pássaros. Quanto aos hábitos de alimentação, reconhece-se variados tipos dentro da ordem Passeriformes: onívoro, piscívoro, insetívoro, frugívoro, nectarívoro e granívoro. No sudeste brasileiro ocorrem particularidades como o hábito de alimentar-se da excreção líquida adocicada de pulgões por alguns parulídeos e traupídeos (SICK, 1997; FRISCH; FRISCH, 2005). A época de reprodução das aves do Brasil é indicada geralmente como de setembro a janeiro, entretanto, o estabelecimento do período reprodutivo de todos os pássaros é muito complexo, devido à quantidade de espécies desta ordem no Brasil. Reconhece-se que o ciclo reprodutivo está associado ao regime das chuvas e à alimentação. A fartura de alimento é um fator que condiciona as atividades reprodutivas, uma vez que facilitam a criação da prole (FRISCH; FRISCH, 2005). Além disso, em temperaturas mais elevadas levam ao aumento de recursos alimentares (frutos e insetos), favorecendo a ocorrência dos locais de reprodução diversas espécies. Desta forma, quanto maior a disponibilidade de recursos, menor seria a competição, proporcionando coexistência entre diversas aves (PUTMAN, 1996).

Durante o acasalamento, o casal defende seu território da intromissão de outros pássaros de forma muito agressiva. Constroem o ninho em forma de taça, composto por raízes e musgos, rebocado externamente por barro e preso aos galhos ocultos na folhagem. A tarefa de construção do ninho cabe à fêmea e enquanto o macho vigia o território de intrusos e predadores. As fêmeas põem ovos de campo azulado e pintalgado de castanho e cuida sozinha da incubação dos mesmos. Entretanto, após a incubação dos ovos, os ninhegos são alimentados pelo casal. Certas espécies como [sabiá-ferreiro](#) (*T. subalaris*), [sabiá-coleira](#) (*T. albicollis*) e [sabiá-una](#) (*T. flavipes*) são parcialmente migratórias. Os sabiás do gênero *Catharus* aparecem no Brasil como visitantes do Hemisfério Norte. O [sabiá-laranjeira](#) (*T. rufiventris*) foi eleito como a ave símbolo nacional (SICK, 1997; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2012; SIGRIST, 2014).

### 2.1.8. Relações ecológicas

As comunidades biológicas estão conectadas por suas cadeias alimentares e outras interações ecológicas. As inter-relações dentro da comunidade governam o fluxo de energia e o ciclo de elementos dentro do ecossistema. Estas interrelações também influenciam os processos populacionais, dessa forma determinando as abundâncias relativas dos organismos (PAINE, 1980).

As relações interespecíficas entre aves ocorrem, principalmente, durante a busca de alimento, entretanto alguns bandos podem ser formados por espécies de pássaros diferentes (SICK, 1997). As relações interespecíficas de parasitismo são altamente relevantes à biologia das espécies da ordem Passeriformes, uma vez que estas aves podem albergar inúmeros parasitos como: bernes-de-passarinhos do gênero *Philornis*, piolhos-de-pena da ordem *Mallophaga* (BENELLI et al., 2017), outros ectoparasitos, nematóides, trematódeos e cestóides, além de hemoprotozoários e protozoários intestinais (SOULSBY, 1987).

Uma pesquisa realizada com *T. merula*, mostrou que o nível de infecção de hemoparasitas em espécimes que vivem em áreas urbanas é significativamente inferior ao observado naquelas que habitam florestas. Os autores especulam que isso pode ser devido à ausência de vetores para hemoparasitas em habitats urbanos. O ciclo de vida de helmintos muitas vezes depende de hospedeiros intermediários que acaba também limitando seu desenvolvimento em áreas urbanas, devido a fauna menos diversificada nestas regiões. Obtendo naturalmente um número muito mais amplo de aves parasitadas em florestas do que em ambientes sinantrópicos (GEUE; PARTECKE, 2008).

Dentro desta temática Sitko e Zalesny (2014), realizaram um estudo também com *T. merula*, para a presença de helmintos em duas populações de aves, uma vivendo em ambiente sinantrópico e outra em floresta na República Tcheca durante três anos. Os resultados mostraram que as aves que habitam a área silvestre estavam mais parasitadas (97%) daquelas da área urbana (85%) e também com mais variedade de helmintos (29 contra 15). Os autores alegam que essa situação pode ser explicada por mudanças biológicas e comportamentais das aves adaptadas a ambientes sinantrópicos.

As infecções parasitárias podem alterar o equilíbrio social em uma comunidade de pássaros, influenciando o status social desta população. Um estudo conduzido por Dolnik; Hoi (2010) investigando os efeitos da infecção aguda por *Isospora* spp. em pardais (*P. domesticus*) verificaram que em espécimes machos a infecção influenciou seu comportamento e a hierarquia da dominância, sobretudo devido ao estado imunológico e condição corporal. A coccidiose é conhecida por destruir células intestinais do hospedeiro (LONG, 1982), as perdas de massa corporal resultado da diminuição da capacidade de absorção de seus intestinos destas aves, interfere na sua aptidão física. Na natureza, onde os recursos alimentares são

limitados, a infecção recorrente pode levar a um custo considerável para os pássaros, influenciando no status da hierarquia social, pela redução da sua imunidade e também da agressividade dos machos, tornando mais facilmente sobrepujados por outros espécimes masculinos livres da infecção (DOLNIK; HOI, 2010).

Dogiel (1962) percebeu que parasitas de aves migratórias formam quatro grupos naturais: (a) espécies ubíquas, que estão presentes nos hospedeiros ao longo do ano; (b) espécies que infectam aves apenas no inverno; (c) espécies que infectam aves apenas no verão; (d) espécies de migração, são aquelas que infectam aves ao longo das suas rotas migratórias.

## 2.2. Os coccídios em sabiás

### 2.2.1. Classificação

Os parasitos de aves mais relevantes da ordem Passeriformes pertencem ao gênero *Isospora*, seguido do gênero *Eimeria*. De acordo com Upton (2000) os coccídios dos gêneros *Isosporae* *Eimeria* apresentam a seguinte classificação:

Domínio: Eukaryota Chatton, 1925  
Filo: Apicomplexa Levine, 1970  
Classe: Conoidasida Levine, 1988  
Subclasse: Coccidiasina Leuckart, 1879  
Ordem: Eucoccidiorida Léger e Duboscq, 1910  
Sub-ordem: Eimeriorina Léger, 1911  
Família: Eimeriidae Minchin, 1903  
Gênero: *Eimeria* Schneider, 1875  
Gênero: *Isospora* Schneider, 1881

Nos coccídios, uma das características principais é o parasitismo intracelular obrigatório com ciclos biológicos alternados entre reprodução sexuada (cujos resultados são oocistos) e assexuada (BERTO et al., 2014). De acordo com Levine (1985), além de parasitar diferentes espécies de vertebrados, esses organismos podem também ser identificados como parasitos de invertebrados.

Por sua vez a Ordem Eucoccidiorida é subdividida em Adeleorina Léger, 1911 e Eimeriorina. A Subordem Eimeriorina compreende todos coccídios superiores que desenvolvem gametogonia. Historicamente, os gêneros de Eimeriorina foram separados de acordo com a proporção de esporocistos e esporozoítos por oocisto, no entanto, atualmente outras características, incluindo dados moleculares, são utilizadas para diferenciação genérica (BERTO et al., 2014).

Dentre estas características adicionais, a presença de corpo de Stieda, a qual é uma estrutura de excistamento do esporocisto, é o componente básico da Família Eimeriidae. Neste modelo, os únicos gêneros classificados em Eimeriidae são: *Eimeria*, *Isospora*, *Cyclospora* e *Caryospora* em répteis (JIRKU et al., 2002), porém outros ainda são tradicionalmente incluídos nessa família. *Eimeria* é o gênero que possui a maior biodiversidade da Ordem Eucoccidiorida, sendo relatado em invertebrados e vertebrados. As espécies de Eimeriidae são principalmente intestinais, embora algumas espécies se desenvolvam em tecidos, incluindo o fígado, baço e pulmões, túbulos renais, vias biliares e útero (ENTZEROTH et al., 1981; ROSALES; MASCARO, 1999).

Embora a ingestão de oocistos infecciosos pelo hospedeiro geralmente resulta em infecção (DOLNIK, 2002; HÖRAK et al. 2004), a intensidade da infecção que desenvolve dentro do pássaro pode variar bastante (DOLNIK, 2006).

### 2.2.2. Diversidade

Turdidae é uma das famílias de Passeriformes com maior número de descrições de parasitas coccídios (CARDOZO et al., 2015). Nas Américas, são descritos oito trabalhos envolvendo esta relação (Quadro 1).

As infecções causadas por coccídios em Passeriformes são muito comuns e estão associadas a vários fatores. Como na maioria dos tipos de coccidiose, há um equilíbrio entre o parasita e seu hospedeiro, mas o parasitismo pode levar à morte celular no hospedeiro durante o desenvolvimento do parasita, causando sinais clínicos de gravidade variável. Essa evolução pode surgir quando há um desequilíbrio, principalmente associado à baixa imunidade no hospedeiro (MARQUES et al., 2011).

### 1.2.3. Identificação

A identificação básica dos coccídios é feita, através da observação dos oocistos esporulados (DUSZYNSKI; WILBER, 1997; TENTER et al., 2002). Os oocistos do gênero *Isosporasão* dispóricos tetrazóicos (dois esporocistos contendo quatro esporozoítos em cada um). Em contrapartida, os oocistos do gênero *Eimeria* são tetraspóricos dizóicos (possuem quatro esporocistos contendo em cada um dois esporozoítos) (LEVINE, 1985; SOULSBY, 1987).

Duszynski e Wilber (1997) destacaram as seguintes estruturas e características nos oocistos destes gêneros: (a) Diâmetros maior e menor do oocisto e esporocisto, assim como seus respectivos índices morfométricos, que correspondem a razão entre os diâmetros maior sobre menor; (b) textura, projeções e camadas da parede do oocisto; (c) presença ou ausência de micropila, capuz polar, resíduo e grânulo polar no oocisto; (d) presença ou ausência de esporopódios, membranas aderentes, suturas, resíduo e corpos de Stieda, substieda e parastieda no esporocisto; (e) presença ou ausência de corpo refrátil e núcleo no esporozoíto.

A parede do oocisto é essencial na delimitação, proteção e resistência dos coccídios no meio exterior; portanto, esta estrutura permite o desenvolvimento e infectividade do parasito (LEVINE, 1985; SOULSBY, 1987).

**Quadro 1.** Descrição de coccídios em Turdidae nas Américas.

<b>Coccídio</b>	<b>Hospedeiro</b>	<b>Localidade</b>	<b>Referência</b>
<i>I. phaeornis</i>	<i>M. obscurus</i>	Havaí, EUA	Levine et al. (1980)
<i>I. robini</i>	<i>T. migratorius</i>	Centro de Reabilitação de Vida Selvagem de Illinois, EUA	McQuiston, Holmes (1988)
<i>I. tucuruensis</i>	<i>T. albicollis</i>	Ilha de Tocantis, Pará	Lainson, Shaw (1989)

<i>I. albicollis</i>	<i>T. albicollis</i>	Ilha de Tocantis, Pará	Lainson, Shaw (1989)
	<i>T. albicollis</i> ; <i>T. leucomelas</i>	Serra da Mantiqueira, divisa de SP, MG e RJ	Pinho et al. (2017b)
<i>I. zorzali</i>	<i>C. aurantirostris</i>	Monteverde, Costa Rica	Keeler et al. (2012)
<i>I. massardi</i>	<i>T. albicollis</i>	Ilha da Marambaia, Rio de Janeiro	Lopes et al. (2014)
<i>I. sabiai</i>	<i>T. albicollis</i> ; <i>T. rufiventris</i> ; <i>T. leucomelas</i> ; <i>T. flavipes</i>	Ilha da Marambaia, Rio de Janeiro	Pinho et al. (2017a)
<i>I. machadoae</i>	<i>T. albicollis</i> ; <i>T. leucomelas</i>	Serra da Mantiqueira, divisa de SP, MG e RJ; Visconde de Mauá, RJ	Pinho et al. (2017b)

De acordo com estudos ultra-estruturais de Belli et al. (2006), a morfologia básica da parede dos oocistos é comum a todos coccídios, ou seja, todos os oocistos, de todas as espécies e gêneros, têm a mesma estrutura base. Segundo estes mesmos autores, esta estrutura é composta por uma membrana exterior e por uma parede contendo duas camadas, uma interna e outra externa. Logo após o desenvolvimento do oocisto, a membrana exterior é perdida por ser delicada e estar levemente aderida à parede, por isso, na maioria das vezes, esta está ausente nos oocistos isolados nas fezes, não sendo observada ao microscópio. A camada externa da parede do oocisto possui superfície áspera e aumenta em densidade conforme se aproxima da porção interna. A camada interna é mais densa e menos espessa do que a externa. Estas duas camadas podem ser visualizadas em microscópio óptico, entretanto, são dificilmente separadas.

A parede do oocisto é uma característica muito utilizada na diferenciação e identificação das espécies de *Eimeria*, pois muitos dos eimerídeos apresentam paredes distinguíveis, com espículas, rugas, micrópila, capuz polar e/ou outras características. Em contrapartida, no gênero *Isospora* as paredes tendem a ser mais uniformes, e por isso, faz-se necessária à observação de outras características para que as espécies possam ser diferenciadas (CASAS et al., 1995). Em função dos esporocistos de *Isospora* apresentarem corpos de Stieda e substieda que seguem um padrão em cada espécie; esta característica é utilizada na diferenciação e identificação. No gênero *Eimeria* esta estrutura é menos comum (GRULET et al., 1982; BERTO et al., 2009b; 2009c; 2009d; 2009e).

#### 2.2.4. Ecologia

##### 1.2.4.1. Transmissão e dispersão

Em comum com outros vertebrados, as aves podem ser infectadas por coccídios, principalmente por espécies de *Isospora* e, em menor grau, *Eimeria*. Coccídios do gênero

*Isoospora* associados a ordem Passeriformes são relatadas há mais de dois séculos (DUSZYNSKI; COUCH, 2004). Rivolta e Delprato em 1881, foram os primeiros a descrever a presença de oocistos do gênero *Isoospora*, quando estes foram encontrados nas fezes da toutinegra-de-cabeça-preta, *S. atricapilla*, do pisco-de-peito-ruivo, *E. rubecula*, e do pardal, *P. domesticus*(DUSZYNSKI; COUCH, 2004).

Atualmente, descrições de novas espécies no gênero *Isoospora* são relativamente freqüentes. Duszynski; Couch (2004) validaram e agruparam mais de 100 espécies em diversas famílias da ordem Passeriformes. As publicações validadas por esses mesmos autores, citam que *Isoospora* parasitas da ordem Passeriformes são específicos à família. Desta maneira, uma única espécie de *Isoospora* é capaz de parasitar diversos pássaros pertencentes a famílias específicas. A relevância do pensamento família-específico de parasitismo é devido ao fato de não haver uma sistemática finalizada que possua um consenso comum entre os ornitologistas. Frequentemente são sugeridas novas classificações para a ordem Passeriformes, com novos reagrupamentos em famílias (BURNS et al., 2003).

As aves silvestres são infectadas por uma variedade de parasitas, incluindo ectoparasitas, parasitas intestinais e hemoparasitas. Os parasitas podem afetar vários aspectos da história de vida do hospedeiro (MILINSKI, 1990; TELLA et al., 2002; BUCHHOLZ, 2004; MARZAL et al., 2005). No entanto, os mecanismos e aspectos de transmissão e infecção são mal compreendidos. Os coccídios são parasitas com ampla faixa de hospedeiros, sobretudo aves domésticas e silvestres. Eles podem causar redução no ganho de peso, afetando a reabsorção de nutrientes intestinais, reduzir a fertilidade ou impactar na plumagem baseada na coloração carotenóides (LONG, 1982; BUCHHOLZ, 2004). Coccídios de avessilvestres são transmitidos através de oocistos que são eliminados com as fezes do hospedeiro, geralmente no final da tarde (BOUGHTON, 1938; SCHWALBACH, 1960; DOLNIK, 1999; MISOF, 2004; LÓPEZ et al., 2007) com esporulação levando de dois a seis dias. Antes de se tornar infectante, oocistos devem esporular em condições adequadas. A transmissão ocorre quando um pássaro ingere oocistos esporulados. Conseqüentemente, a infecção em animais silvestres depende do hábito alimentar.

Alguns coccídios do gênero *Isoospora* foram descritos em pássaros que habitam regiões geograficamente isoladas e, desta maneira, permanecem igualmente isolados. McQuiston; Holmes (1988) descreveram *I. exigua*, *I. fragmenta*, *I. rotunda*, *I. temeraria* parasitando *G. parvulus*, que fica geograficamente isolada no Arquipélago de Galápagos; entretanto, a maioria dos hospedeiros pássaros do gênero *I.* têm uma grande distribuição geográfica (DUSZYNSKI; COUCH, 2004; BIRD LIFE INTERNATIONAL, 2017). O conhecimento sobre a prevalência de coccídios em aves silvestres é reduzido em todo o mundo. Estudos descreveram uma prevalência de 40% de coccídios em *T. philomelos*, *T. merula* e *S. vulgaris* na Nova Zelândia (CASSEY et al., 2008). Em contraste, estudos na Europa mostraram alta prevalência, com 89% em *C. vhloris* na Estônia (HORAK et al., 2004) e 90% em *T. merula* na Alemanha (MISOF, 2004). Na Nova Zelândia, *P. carunculatus* com 24,9%, *P. novaeseelandiae* com 38,1%, *P. australis* com 21% (SCHOENER et al., 2013).

O Brasil abriga uma grande parte de pássaros previamente descritos como hospedeiros de coccídios do gênero *Isoospora* (CARVALHO-FILHO et al., 2005; TRACHTA et al., 2006; BERTO et al., 2008a; BERTO et al., 2008b). Além disso, pássaros de espécies distintas, porém de mesma família, podem ser simpátricos no Brasil (BIRD LIFE INTERNATIONAL, 2017). Desta maneira, pode ocorrer à transmissão entre espécies simpátricas e o surgimento de novos hospedeiros (DUSZYNSKI; COUCH, 2004; BIRD LIFE INTERNATIONAL, 2017).

Os parasitas relatados em pássaros do Novo Mundo são altamente relevantes, uma vez que a transmissão pode ocorrer entre pássaros da mesma família (DUSZYNSKI; WILBER, 1997; BERTO et al., 2011). Alguns parasitas foram descritos em aves que habitam áreas

isoladas geograficamente e permanecem isolada e no entanto, alguns fatores, como o comércio legal e tráfico de animais silvestres (biopirataria) e a reintrodução destas aves por centros de triagem de podem levar à dispersão de parasitas (BERTO; LOPES, 2013; BERTO et al., 2014).

Coccídios podem ser observados em hospedeiros diferentes e ambientes diferentes. No caso dos sabiás, sua grande distribuição geográfica facilita a dispersão destes parasitas no continente Sul-americano, ultrapassando inclusive barreiras geográficas. Exemplificando, *I. albicollis* foi originalmente descrito em *T. albicollis* no estado do Pará por Lainson; Shaw (1989), na Ilha Tocantins, região inclusive que não existe devido a inundação para a construção do complexo hidrelétrico de Tucuruí. Vinte e sete anos depois o mesmo coccídio foi encontrado a mais de 2.800 km de distância, no Parque Nacional de Itatiaia em *T. albicollis* e em *T. leucomelas* (PINHO et al., 2017b). Ainda a este respeito, recentemente, Avendaño et al. (2013) investigaram a dispersão de *T. Nudigenis* na América do Sul, e descobriram que esta espécie migra por longas distâncias. Os autores sugeriram que a influência da taxa acelerada da perda de habitat, fragmentação de florestas naturais e mudanças climáticas podem estar provocando um efeito em relação à sua migração. Desta forma, pode ser observado que a ampla distribuição e migração dessas espécies de sabiás, combinados com esses fatores predisponentes, promovem a dispersão dos coccídios em locais distantes (PINHO et al., 2017b).

#### 2.2.4.2. Especificidade ao hospedeiro

Antes de 1982, mais de 100 espécies de pássaros foram relatados como hospedeiro de *I. lacazei*. No entanto, com base em descrições disponíveis e sobre a improbabilidade de que uma espécie única poderia parasitar tantos hospedeiros, Levine (1982) propôs que cada espécie de pássaro poderia ser parasitado por uma espécie diferente de *Isospora*, mas que, em alguns casos, uma única espécie poderia possivelmente parasitar pássaros do mesmo gênero. Neste sentido, o conceito de especificidade do hospedeiro em pássaros seria específico do gênero (BERTO et al., 2011).

No caso de *Eimeira*, de acordo com Marquardt (1981), existe um alto grau de especificidade do hospedeiro. Este autor afirma que espécies intimamente relacionadas poderiam hospedar uma única espécie de coccídio. Contudo, haveria também uma possibilidade remota de transposição cruzada entre diferentes gêneros e famílias de aves. Nas duas últimas décadas, as descrições de coccídios foram feitas de acordo com as diretrizes propostas por Duszynski; Wilber (1997). Esses autores apresentaram o conceito de especificidade intra-familiar quando sugeriram que novas espécies de coccídios devem ser comparadas em detalhes com a espécie que é mais semelhante estruturalmente a ela na mesma família de acolhimento. Contudo, Tung et al. (2007) considerou que este conceito deveria ser específico do gênero com base em dados de estudos de infecção experimental. Nessas experiências, oocistos de *I. michaelbakeri*, um parasita de *P. rutilans*, foram inoculados no seu hospedeiro natural e nos seguintes pássaros: *L. punctulata*, *P. oryzivora*, *S. canaria*; *G. gallus* e *A. platyrhynchos*. Em apoio ao conceito específico do gênero, apenas *P. rutilans* desenvolveu a infecção (TUNG et al., 2007).

Em contraste, Berto et al. (2010, 2011) forneceu apoio ao conceito de família-específica quando os autores relataram a descrição de dois novos hospedeiros para *I. tiesangui*, *I. sepetibensis* e *I. navarroi*, que tinham sido reconhecidos como parasitas de *R. bresilius*. Os novos hospedeiros eram *T. palmarum* (*I. tiesangui* e *I. navarroi*) e *D. Cayana* (*I. tiesangui* e *I. sepetibensis*), que habitam o mesmo biótopo do *R. b. dorsalis* na Ilha de

Marambaia. Conseqüentemente, três pássaros da mesma família, mas de gêneros distintos, mostraram ser hospedeiros das mesmas espécies dos coccídios (BERTO et al., 2011).

Vale ressaltar que nem todos os estudos seguem a diretrizes propostas por Duszynski; Wilber (1997). Dentro deste contexto, duas novas espécies de *Isospora* foram descritas sem estudos comparativos de coccídios parasitas de aves da mesma família. Assim, Dolnik; Loonen (2007) descreveram *I. plectrophenaxia*, parasitando *P. nivalis*, comparando-o apenas com as descrições de outros coccídios encontrados neste mesmo gênero de hospedeiro. Usando uma abordagem similar, as espécies de *I. hypoleucae* foram descritas a partir de *F.hypoleuca* (Dolnik et al., 2009).

#### 2.2.4.3. Dinâmica da eliminação de oocistos

Grulet et al. (1982) descreveram 12 espécies de *Isospora* utilizar como base de identificação a estrutura do oocisto e alguns aspectos de cada um dos ciclos biológicos estudados. Posteriormente, mais observações sobre a biologia destas espécies indicaram que seu desenvolvimento seguia ritmo circadiano, o qual, durante o verão, resultava na abundante eliminação de oocistos durante as últimas horas da tarde (GRULET et al., 1986a; 1986b; 1986c). Neste sentido, três padrões de ciclos de vida foram sugeridos. O primeiro padrão foi denominado como biológico curto, no qual um período pré-patente de quatro a cinco dias e período patente de 12 dias pôde ser observado. Este ciclo era limitado às vilosidades do epitélio intestinal e foi considerado semelhante àquele descrito para *I. canaria*. O segundo padrão seria responsável por uma infecção crônica, também limitada ao trato intestinal. Neste ciclo, a gametogonia ocorreria, toda noite, nas vilosidades intestinais, por merozoítos desenvolvidos nas criptas de Lieberkühn. Finalmente, no terceiro padrão a infecção tender-se-ia a cronicidade devido à intensa merogonia e gametogonia no intestino, iniciada a cada 24h, por merozoítos desenvolvidos nas células do complexo monocítico-fagocítico. Esse ciclo biológico seria semelhante àquele descrito previamente por Box (1981) para *I. serini* (GRULET et al., 1986a; 1986b; 1986c).

Nas últimas décadas, Brawner; Hill (1999), Dolnik (1999), Hudman et al. (2000), McQuiston (2000) e Brown et al.(2001) confirmaram a presença do ritmo circadiano sugerido previamente por Grulet et al. (1986a; 1986b; 1986c). Misof (2004) também assinalou esta flutuação diária na eliminação de oocistos quando observou que melros *T. merula*, adultos e jovens, eliminavam oocistos predominantemente ao entardecer. López et al. (2007), de forma incisiva, afirmaram que todo estudo de prevalência de coccídios de Passeriformes deveria ser feito considerando o ritmo circadiano destes parasitos. Dolnik (1999), McQuiston (2000) e Misof (2004) propuseram duas hipóteses para explicar a dinâmica de eliminação dos oocistos de *Isospora* em Passeriformes. Primeiramente, o período de eliminação dos oocistos corresponderia ao pico de atividade alimentícia desses pássaros. Como muitos indivíduos compartilham do mesmo alimento, supõe-se que os oocistos eliminados no local de alimentação, teriam maior probabilidade de serem ingeridos. Contudo, reconhecem-se dois picos alimentícios, um pela manhã e outro à tarde. A outra hipótese baseia-se na resistência dos oocistos a fatores ambientais, como temperatura e umidade relativa. Reconhece-se que a dessecação pode reduzir a infectividade desses. Neste sentido, a eliminação dos oocistos no final da tarde poderia ser uma adaptação para prevenir a sua dessecação em condições naturais (DOLNIK, 1999; McQUISTION, 2000; MISOF, 2004).

Recentemente, Martinaud et al. (2009) ao testar esta última hipótese, utilizando oocistos de *I. turdi*, parasito de *T. merula*, puderam observar que a exposição curta das fezes à luz solar natural reduziu, consideravelmente, a infectividade dos oocistos. Sugerindo-se que o calor e a radiação ultravioleta (UV) seriam os principais fatores que danificam os oocistos. Em conjunto, esses resultados consideraram que a eliminação dos oocistos no final da tarde é

na verdade, uma adaptação para evitar a dessecação e a radiação UV, reduzindo, desta maneira, a mortalidade dos oocistos no ambiente externo (MARTINAUD et al., 2009).

#### 2.2.4.4. Fatores associados a densidade e morfologia dos oocistos

As amostras fecais de aves silvestres são um recurso inestimável, proporcionando excelentes oportunidades para estudos não invasivos de coccídios parasitas, em particular *Isospora* spp. (SVOBODOVA, 1994). Usando estudos microscópicos dos oocistos, mais de 150 espécies de *Isospora* foram descritas de pássaros silvestres (DUSZYNSKI et al., 2004; DOLNIK et al., 2009).

Gómez et al. (1982) relataram que fatores ambientais que atuam sobre os hospedeiros podem influenciar nos parâmetros de seus parasitas. Esta afirmação foi anteriormente mencionada por Coudert et al. (1979) em infecções experimentais com oocistos de uma única espécie e por Fayer (1980) em seu artigo sobre os fatores relacionados à diapausa para a epidemiologia de coccídios. Joyner (1982) relatou que o tamanho do oocisto não é necessariamente constante, evidenciando uma mudança progressiva em oocistos, à medida que a infecção se desenvolve. Duszynki (1971) apontou que, em alguns casos, os oocistos de uma única espécie de *Eimeria* são conhecidas por variar em tamanho por até 40% durante a sua expansão. Parker; Duszynki (1986) identificaram problemas que desafiam aqueles que tentam identificar, quantificar e documentar os oocistos de hospedeiros silvestres, tais como a plasticidade fenotípica dos oocistos, presumida ser uma única espécie de parasita, em espécies hospedeiras estreitamente relacionadas. Depois disso, Gardner; Duszynki (1990) documentaram uma situação natural em que os oocistos presumidos como uma única espécie de *Eimeria* foram encontrados dentro de espécimes relacionados, mas geograficamente separados. Esses oocistos variaram muito em tamanho, mas os caracteres qualitativos permaneceram constantes (BERTO et al., 2008a).

Uma pesquisa realizada por Berto et al. (2008a) em gansos foram detectados oocistos de *T. parvula*, com relativo grau de polimorfismo. Os autores relataram que este fato poderia ser explicado pelos seguintes fatores: (1) resistência e nutrição do hospedeiro, dose infectante e uso de coccidiostáticos na alimentação (FAYER, 1980; JOYNER, 1982); (2) o tempo de liberação do oocisto durante o período patente (DUSZYNSKI, 1971; CATCHPOLE et al., 1975; JOYNER, 1982); e (3) a plasticidade fenotípica, em outras palavras, quando um coccídio ativa diferentes fenótipos em resposta ao seu ambiente (PARKER; DUSZYNSKI, 1986, GARDNER; DUSZYNSKI, 1990). Apesar do polimorfismo encontrado na pesquisa de Berto et al. (2008a), a distribuição das medidas do oocisto eram uniformes independente do local da amostra, e por essa razão, a presença de uma única espécie, *T. parvula*, poderia ser confirmada nestes oocistos. Por outro lado, Gardner; Duszynki (1990) estudando *E. opimi*, um parasita de roedores subterrâneos do gênero *Ctenomys* em quatro habitats ecológicos distintos na Bolívia, relataram que seus oocistos variaram muito em tamanho, no entanto, não foi possível estabelecer um intervalo para cada habitat, em outras palavras, não há um habitat que os oocistos recuperados dos roedores tinham sido maiores ou menores do que os oocistos recuperados de roedores de outro habitat. Considera-se também que a variação dos oocistos estão associados as condições de criação dos animais que funcionam como hospedeiros, além das condições ambientais (BERTO et al., 2008a; BERTO et al., 2008b).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Durante o período de execução deste trabalho, foram realizadas expedições ao Parque Nacional de Itatiaia, e nas proximidades, para obtenção de amostras fecais de *Turdus* spp., as quais foram processadas e analisadas no Laboratório de Biologia de Coccídios, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Após análise dos resultados, foram produzidos quatro artigos científicos os quais são apresentados a seguir contendo detalhes específicos dos materiais e métodos utilizados.

#### 4. RESULTADOS

Foram produzidos quatro artigos científicos, dos quais dois foram publicados, um está aceito para publicação e o último está em preparação para submissão. Suas referências estão listadas abaixo:

**PINHO, I. F.**; SILVA, L. M.; RODRIGUES, M. B.; OLIVEIRA, M. S.; LOPES, B. B.; LUZ, H. B.; FERREIRA, I.; LOPES, C. W. G.; **BERTO, B. P.** *Isospora albicollis* (Apicomplexa: Eimeriidae) in thrushes *Turdus* spp. (Passeriformes: Turdidae), in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 26, p. 231-234, 2017.

**PINHO, I. F.**; RODRIGUES, M. B.; SILVA, L. M.; LOPES, B. B.; OLIVEIRA, M. S.; FERREIRA, M.A.; CARDOZO, S. V.; LUZ, H. R.; FERREIRA, I.; LOPES, C. W. G.; **BERTO, B. P.** Characterization and distribution of *Isospora sabiai* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae) from thrushes *Turdus* spp. (Passeriformes: Turdidae) from Brazil. *Journal of Parasitology*, v. 103, p. 285-291, 2017.

**PINHO, I. F.**; SILVA, L. M.; RODRIGUES, M. B.; LOPES, B. B.; OLIVEIRA, M. S.; LUZ, H. B.; FERREIRA, I.; LOPES, C. W. G.; **BERTO, B. P.** *Isospora machadoae* sp. nov. (Apicomplexa: Eimeriidae), a new coccidian species from white-necked thrushes *Turdus albicollis* Vieillot, 1818 (Passeriformes: Turdidae) of South America. *Zoologia*, v. 35: e24570, 2018.

**PINHO, I. F.**; SILVA, L. M.; RODRIGUES, M. B.; LOPES, B. B.; OLIVEIRA, M. S.; LUZ, H. B.; FERREIRA, I.; LOPES, C. W. G.; **BERTO, B. P.** Diversidade e distribuição de coccídios parasitos de sabiás (Passeriformes: Turdidae) no Parque Nacional de Itatiaia, Sudeste do Brasil. 2018. [em preparação]

## 4.1. Artigo 1

### ***Isospora albicollis* Lainson & Shaw, 1989 (APICOMPLEXA: EIMERIIDAE) DE SABIÁS *Turdus* spp. (PASSERIFORMES: TURDIDAE) NO SUDESTE DO BRASIL**

#### 4.1.1. Introdução

Os sabiás *Turdus* spp. são pássaros da família Turdidae amplamente distribuídos na América do Sul. No Brasil, eles são abundantes nas florestas do Atlântico e da Amazônia, habitando preferencialmente áreas úmidas de árvores mais altas em colinas, mas também encontradas perto do solo alimentando frutas e insetos pequenos (SICK, 1997; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2012).

As infecções causadas por coccídios isosporóides em Passeriformes são muito comuns e estão associadas a vários fatores. Como na maioria dos tipos de coccidiose, há um equilíbrio entre o parasita e seu hospedeiro, mas o parasitismo pode levar à morte celular no hospedeiro durante o desenvolvimento do parasita, causando sinais clínicos de severidade variável. Essa evolução pode surgir quando existe um desequilíbrio, principalmente associado à baixa imunidade no hospedeiro (MARQUES et al., 2011).

Entre as várias *Isospora* spp. relatadas em Turdidae em todo o mundo, *I. tucuruensis*, *I. albicollis* e *I. massardi*, foram descritos do sabiá-coleira *T. albicollis*. No entanto, nenhuma espécie foi descrita ou relatada a partir do sabiá-barranco *T. leucomelas*. Lopes et al. (2014) descreveram *I. massardi* de sabiás-coleira na Ilha de Marambaia, no estado do Rio de Janeiro, enquanto que Lainson e Shaw (1989) descreveram *I. albicollis* e *I. tucuruensis* de sabiás-coleira na ilha de Tocantins no estado do Pará, Brasil.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi relatar e descrever *I. albicollis* de *T. albicollis* no Parque Nacional Itatiaia e *T. leucomelas* no distrito de Cacaria, município de Piraí, ambos no sudeste do Brasil.

#### 4.1.2. Material e métodos

Duas expedições foram realizadas em duas localidades diferentes no sudeste do Brasil: (1) Parque Nacional de Itatiaia (22° 27' 38" S, 44° 35' 34" W), uma área protegida com alto grau de vulnerabilidade, localizada na Serra da Mantiqueira na fronteira dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo (ICMBIO, 2016); e (2) Cacaria (22° 42' 51" S, 43° 50' 38" W) no município de Piraí, no estado do Rio de Janeiro.

Três espécimes de *T. albicollis* foram capturados na expedição ao Parque Nacional de Itatiaia em março de 2015 e dois espécimes de *T. leucomelas* foram capturados na expedição para Cacaria em junho de 2016. Os sabiás foram capturados usando redes de neblina, mantidos em caixas individuais e as fezes foram coletadas imediatamente após a defecação. Após a identificação da espécie, os sabiás foram fotografados e liberados. As amostras de fezes foram colocadas em tubos de centrífuga contendo 2,5% de solução de dicromato de potássio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) a 1: 6 (v / v). As amostras foram levadas ao Laboratório de Biologia de Coccídios, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde foram incubadas à temperatura ambiente por uma semana. Os oocistos foram isolados por meio de flotação na solução de sacarose de Sheather (gravidade específica: 1,20) e foram examinados em microscópio utilizando a técnica descrita por Duszynski & Wilber (1997) e Berto et al. (2014).

Observações morfológicas, desenho, fotomicrografias e medições foram feitas com um microscópio binocular Olympus BX acoplado a uma câmera digital (Eurocam 5.0). Os desenhos foram editados usando dois aplicativos de software do CorelDRAW® (Corel Draw Graphics Suite, versão 11.0, Corel Corporation, Canadá), os quais são Corel DRAW e Corel PHOTO-PAINT. Todas as medidas foram feitas em micrômetros e são apresentadas como o intervalo seguido pela média entre parênteses. As licenças para captura e coleta de amostras de aves silvestres foram emitidas pelos SISBIO/ICMBio (licenças 42798-1; 45200-1) e CEUA/UFRRJ (protocolos IV-036/2014; ICBS-008/2015).

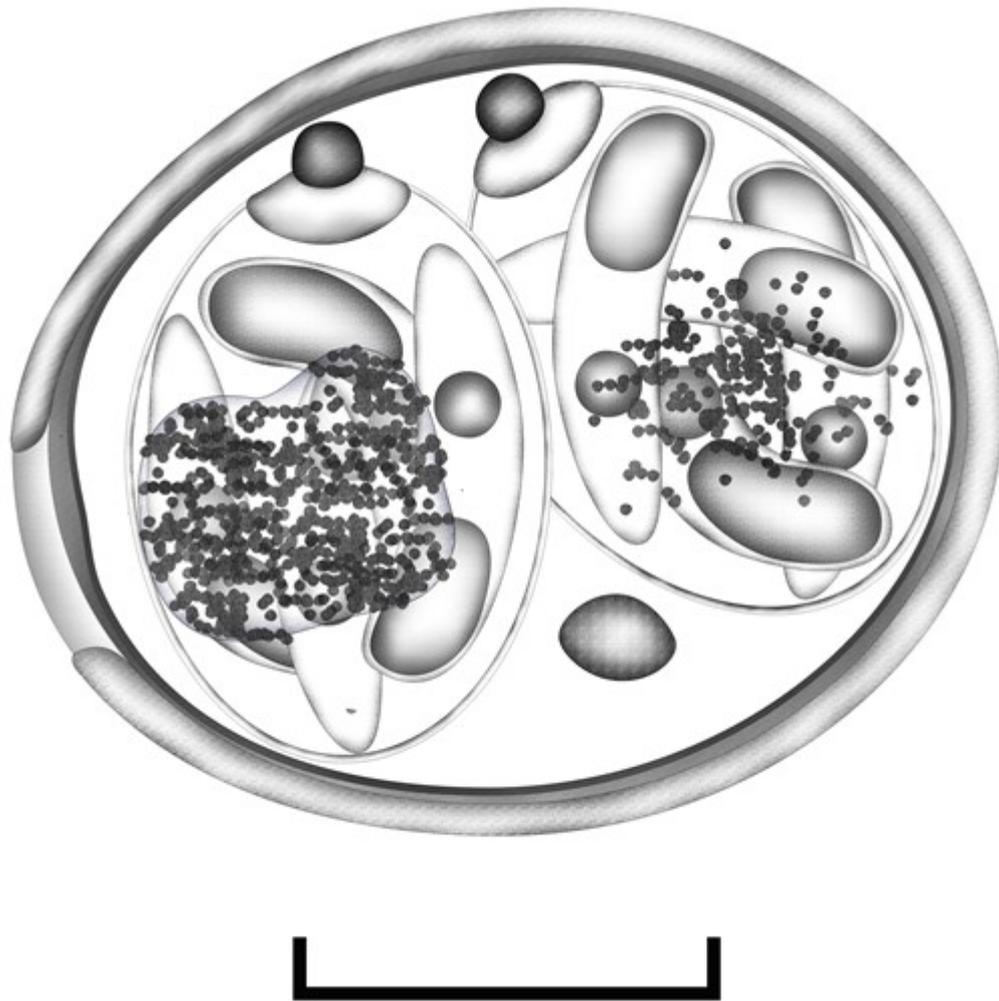
#### 4.1.3. Resultados

Três sabiás-coleira *T. albicollis* e dois sabiás-barranco *T. leucomelas* foram capturados e suas amostras fecais foram examinadas. Um sabiá de cada espécie eliminou oocistos identificados como *I. albicollis*.

***Isospora albicollis* Lainson & Shaw, 1989** (Figuras 1; 2A–D)

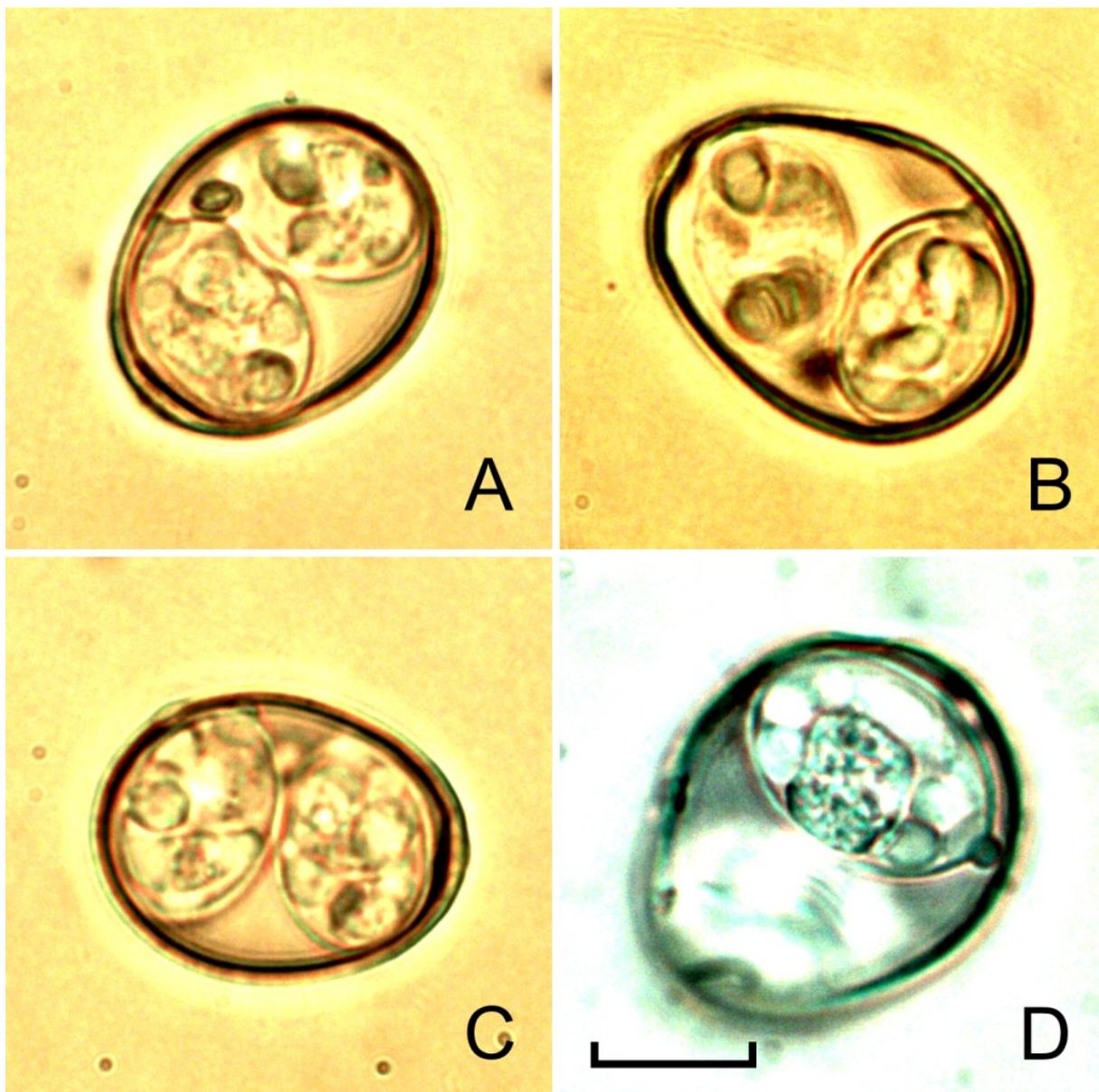
*Hospedeiros*: sabiá-coleira *T. albicollis* (Passeriformes: Turdidae); sabiá-barranco *T. leucomelas* (Passeriformes: Turdidae).

*Material examinado*: Oocistos em solução de etanol 70%, fotomicrografias e desenhos estão disponíveis (<http://r1.ufrj.br/labicoc/colecao.html>) na Coleção Parasitológica do Laboratório de Biologia de Coccídios da UFRRJ, localizado em Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. As fotografias dos espécimes hospedeiros foram depositadas na mesma coleção. O número do repositório é 67/2016.



**Figura 2.** Desenho de um oocisto esporulado de *I. albicollis* de sabiás *Turdus* spp. no sudeste do Brasil. Escala: 10  $\mu$ m

*Diagnose:* De acordo com Duszynski & Wilber (1997) e Berto et al. (2011), uma espécie de coccídio deve ser comparada em detalhes com as espécies que possuem características similares e pertencem à mesma família do hospedeiro. Entre todas as espécies de coccídios relatadas de Turdidae (BERTO et al., 2011; CARDOZO et al., 2015), apenas *I. albicollis* tem um micrópila, a qual é uma característica muito incomum em *Isospora* spp.



**Figura 3.** Fotomicrografias de oocistos esporulados de *I. albicollis* do sabiá-coleira *T. albicollis* (A-C) e do sabiá-barranco *T. leucomelas* (D) no Sudeste do Brasil. Escala: 10  $\mu$ m

Além disso, todas as características morfológicas e morfométricas dos oocistos observados no presente estudo foram muito semelhantes às da descrição original dos oocistos de *I. albicollis* por Lainson & Shaw (1989) e foram observadas da mesma espécie hospedeira. Assim, os oocistos eliminados por *T. albicollis* e *T. leucomelas* no presente estudo foram facilmente identificados como *I. albicollis*.

**Descrição:** Oocisto (n = 11) ovoidal; 23-26  $\times$  18-22 (24,4  $\times$  19,7); índice morfométrico de 1,2-1,4 (1,24). Parede bicamada, 1,2-1,6 (1,4) de espessura, camada externa lisa com cerca de 2/3 da espessura total. Micrópila presente, sem capuz polar ou rugas, mas com ligeira invaginação da camada interna. Resíduo do oocisto ausente, mas um grânulo polar presente. Esporocistos (n = 11) elipsoidais; 14-17  $\times$  9-11 (15,4  $\times$  10,1); índice morfométrico de 1,5-1,6 (1,52). Corpo de Stieda em forma de botão à arredondado, medindo 1,7  $\mu$ m de altura por 1,3  $\mu$ m de largura. Corpo desub-Stieda proeminente e largo, medindo 1,5  $\mu$ m de altura por 3,1  $\mu$ m de largura. Corpo de para-Stieda ausente. Resíduo do esporocisto presente, geralmente como

um conjunto de grânulos que parecem estar agrupados por uma membrana. Esporozoítas vermiformes com um corpo refráctil posterior e um núcleo localizado centralmente.

*Localidades:* Parque Nacional Itatiaia (22° 27' 38" S, 44° 35' 34" W) e Cacaria (22° 42' 51" S, 43° 50' 38" W), sudeste do Brasil.

*Prevalência:* 2 de 5 (40%).

#### 4.1.4. Discussão

Os pássaros estabelecem um dinamismo no ecossistema além dos aspectos físicos da diversidade e biologia comportamental, e desempenham várias funções no ambiente, como controle biológico de formigas e carrapatos e dispersão de sementes (SEKERCIOGLU, 2006). Além disso, essas aves são hospedeiras de uma grande variedade de parasitas, que desenvolvem um modo de vida adaptativo no corpo e podem causar doenças graves que têm impacto na sobrevivência e reprodução do hospedeiro e podem afetar vários aspectos da vida do hospedeiro (DOLNIK et al., 2009).

A coccidiose é uma doença parasitária que afeta o trato intestinal de vertebrados causada por protozoários coccídios. Esta infecção em aves silvestres em um habitat com condições estáveis favoráveis raramente é um problema significativo. No entanto, uma doença sintomática pode ocorrer quando fatores naturais (mudanças, reprodução, calor, frio, migração, etc.) e/ou fatores antrópicos (perda de habitat, poluição, urbanização, atividades agrícolas, etc.) têm um impacto, contribuindo para o estresse e mudança do comportamento das aves (ATKINSON et al., 2008). A coccidiose pode dar origem a sintomas graves em aves jovens ou imunocomprometidas, incluindo a morte (SOULSBY, 1987; GIRAUDEAU, 2014). Neste contexto, os sabiás são modelos potenciais para observar a dinâmica de *Isospora* spp. e suas específicas densidades associadas a vários fatores ambientais naturais e antrópicos. Sabiás têm alta riqueza de espécies, grande diversidade e ampla distribuição geográfica. Além disso, há espécies que apresentam maior ou menor adaptabilidade a ambientes antropogênicos (SICK, 1997; CBRO, 2014).

*Isospora albicollis* foi originalmente descrita de sabiás-coleira *T. albicollis* no estado do Pará por Lainson & Shaw (1989). A localidade tipo, Ilha de Tocantins, já não existe porque foi inundada como parte da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. O Parque Nacional de Itatiaia e Cacaria, que são as novas localidades registradas no presente estudo, estão localizadas a uma distância de mais de 2.800 km. A este respeito, é notável a ampla distribuição e dispersão deste coccídio no Brasil. Recentemente, Avendaño et al. (2013) investigou a dispersão de *T. nudigenis* na América do Sul, e descobriu que esta ave migrou longas distâncias. Eles sugeriram que a taxa acelerada de perda de habitat, fragmentação de florestas naturais e mudanças climáticas podem ter tido um efeito sobre esta migração. Desta forma, pode-se observar que a ampla distribuição e migração dessas espécies, combinadas com esses fatores predisponentes, promovem a dispersão de *I. albicollis* e, provavelmente, outros parasitas, para outros hospedeiros suscetíveis em locais distantes.

Em conclusão, o presente estudo identifica *I. albicollis* do sabiá-coleira *T. albicollis* e do sabiá-barranco *T. leucomelas*, no Parque Nacional Itatiaia e Cacaria, respectivamente. Portanto, *T. leucomelas* se torna um novo hospedeiro para *I. albicollis* e os registros dessas novas localidades no sudeste brasileiro revelam a ampla distribuição e dispersão deste coccídio no Brasil.

## 4.2. Artigo 2

### CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE *Isospora sabiai* PINHO, RODRIGUES, SILVA, LOPES, OLIVEIRA, FERREIRA, CARDOZO, LUZ, FERREIRA, LOPES & BERTO, 2017 (APICOMPLEXA: EIMERIIDAE) DE SABIÁS *Turdus* spp. (PASSERIFORMES: TURDIDAE) DO BRASIL

#### 4.2.1. Introdução

Os sabiás são pássaros cosmopolitas da família Turdidae que possuem características homogêneas, como repertório vocal evoluído e hábitos alimentares onívoros. Eles são populares pela frequência que eles são observados em pomares, quintais e até mesmo em parques de cidades. O termo sabiá é derivado da língua indígena Tupi que significa "aquele que reza muito" em alusão ao rico repertório vocal desses pássaros (SICK, 1997; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2012; SIGRIST, 2014).

Turdidae é uma das famílias de Passeriformes com muitas espécies de coccídios descritas originalmente de aves que eram classificadas em Turdidae, mas que atualmente pertencem à outras famílias (BERTO et al., 2011; CARDOZO et al., 2015). Neste sentido, apenas seis espécies de coccídios são registradas de sabiás no Novo Mundo: (1) *I. phaeornis* de *M. obscurus* (LEVINE et al., 1980); (2) *I. robini* de *T. migratorius* (McQUISTION & HOLMES, 1988); (3) *I. tucuruensis*; (4) e *I. albicollis* de *T. albicollis* (LAINSON & SHAW, 1989); (5) *I. zorzali* de *C. aurantirostris* (KEELER et al., 2012); e (6) *I. massardi* de *T. albicollis* (LOPES et al., 2014).

O objetivo deste estudo foi examinar as fezes de sabiás *Turdus* spp. capturados em diferentes localidades do sudeste do Brasil para determinar quais parasitas coccídios estavam presentes.

#### 4.2.2. Material e métodos

Um total de 13 expedições foram conduzidas em três localidades diferentes no sudeste do Brasil: (1) Ilha de Marambaia no Município de Mangaratiba no Estado do Rio de Janeiro; (2) Parque Nacional do Itatiaia, área protegida com alto grau de vulnerabilidade, localizada na Serra da Mantiqueira, na fronteira dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo (ICMBIO, 2016); e (3) Cacaria, no município de Piraí, também no estado do Rio de Janeiro. Um total de 20 vintessabiás-coleira *T. albicollis*; 17 sabiás-laranjeira *T. rufiventris*; 7 sabiás-barranco *T. leucomelas*; e 6 sabiás-uma *T. flavipes* foram capturados com redes de neblina (Tabela 1). As aves foram mantidas em caixas individuais e as fezes coletadas imediatamente após a defecação. Após a identificação da espécie, o pássaro foi fotografado e liberado e as amostras de fezes foram colocadas em tubos de centrifuga contendo uma solução de dicromato de potássio 2,5% ( $K_2Cr_2O_7$ ) a 1:6 (v/v).

**Tabela 1.** Distribuição de sabiás *Turdus* spp. capturados em diferentes localidades no sudeste do Brasil e sua prevalência para *I. sabiai*.

Expedições			Hospedeiros infectados/examinados				Total
Localidade	Coordenadas	Data	<i>Turdus albicollis</i>	<i>Turdus rufiventris</i>	<i>Turdus leucomelas</i>	<i>Turdus flavipes</i>	
Ilha da Marambaia	23°03'39"S, 43°58'48"W	Mai 2007	1/2	-	-	-	1/2
		Aug	0/6	-	-	-	0/6

		2007						
		Aug	0/3	0/1	-	-	0/4	
		2008						
		Set	-	0/1	-	-	0/1	
		2008						
		Jan	-	0/2	0/4	-	0/6	
		2009						
		Nov	0/1	0/1	-	-	0/2	
	22°26'57"S, 44°36'25"W	2014						
	22°27'38"S, 44°35'34"W	Mar	2/3	-	-	-	2/3	
	22°27'52"S, 44°36'26"W	2015						
	22°26'17"S, 44°37'33"W	Abr	-	0/1	-	-	0/1	
	22°27'04"S, 44°36'51"W	2015						
	22°19'46"S, 44°32'11"W	Mai	-	1/2	0/1	1/1	2/4	12/31 (39%)
	22°26'58"S, 44°36'25"W	2015						
		Jul	-	0/1	2/2	1/2	3/5	
		2015						
		Mar	1/4	2/8	-	-	3/12	
		2016						
		Mai	1/1	-	-	1/3	2/4	
		2016						
		Jun	-	0/1	2/2	-	2/3	
	22°42'51"S, 43°50'38"W	2016						
			5/20 (25%)	3/18 (17%)	4/9 (44%)	3/6 (50%)	15/53 (28%)	

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Biologia de Coccídios, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ) e incubadas à temperatura ambiente durante 10 dias. Os oocistos foram isolados por flutuação na solução de sacarose de Sheather (Gravidade específica: 1,20) e examinados microscopicamente usando a técnica descrita por Duszynski e Wilber (1997) e Berto et al. (2014). Observações morfológicas, desenhos, fotomicrografias e medições foram feitas usando um microscópio binocular Olympus BX (Olympus Optical, Tóquio, Japão), acoplado a uma câmera digital Eureka 5.0 (BEL Photonics, Monza, Itália). Os desenhos foram editados usando dois softwares do CorelDRAW® (Corel Draw Graphics Suite, Versão 11.0, Corel Corporation, Canadá), especificamente Corel DRAW e Corel PHOTO-PAINT. Todas as medidas estão em micrômetros e são dadas como o intervalo seguido pela média entre parênteses.

Foram utilizados dois métodos estatísticos paramétricos após avaliação prévia dos dados pelo teste de normalidade de D'Agostino: (1) Análise de variância (ANOVA) foi utilizada para comparar medidas de diâmetros maior e menor e índice morfométrico dos oocistos e esporocistos recuperados de *Turdus* spp. O pacote estatístico Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007) foi utilizado para calcular a média, variância, grau de liberdade e o p-valor (SAMPAIO, 2002; BERTO et al., 2014); (2) Regressão linear para determinar a distribuição de oocistos recuperados de *Turdus* spp. usando métodos propostos por Norton & Joyner (1981) e posteriormente modificados por Berto et al. (2014). Os gráficos e o coeficiente da reta de regressão foram obtidos usando o software Microsoft Excel 2007® (Microsoft, Redmond, Washington).

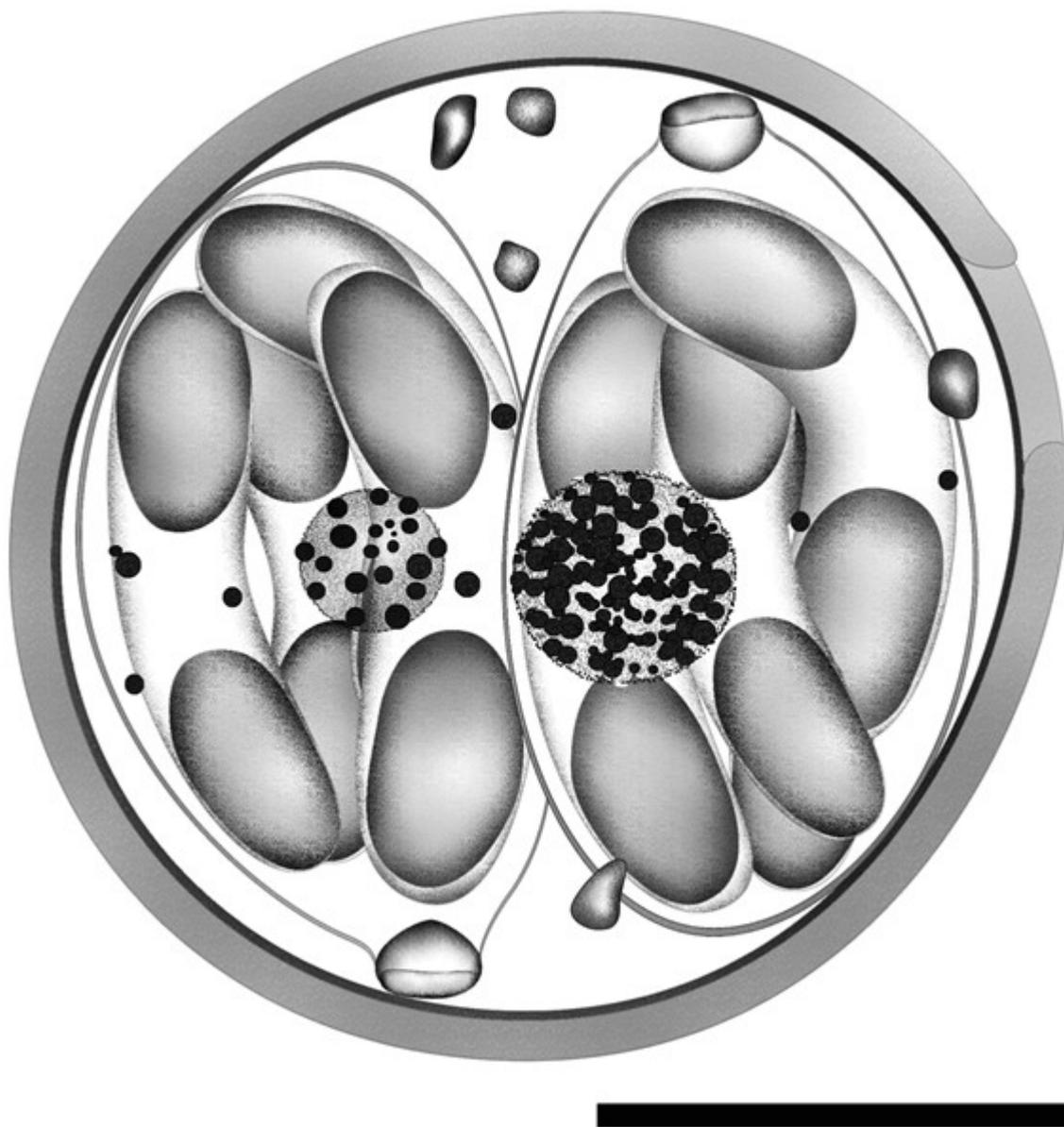
#### 4.2.3. Resultados

Cinquenta e três *Turdus* spp. foram capturados e examinados e 15 deles foram positivos para uma espécie de coccídio identificada e descrita da seguinte forma:

*Isospora sabiai* Pinho, Rodrigues, Silva, Lopes, Oliveira, Ferreira, Cardozo, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017 (Figuras 3; 4A–H)

*Hospedeiro-tipo*: sabiá-coleira *T. albicollis* (Passeriformes: Turdidae).

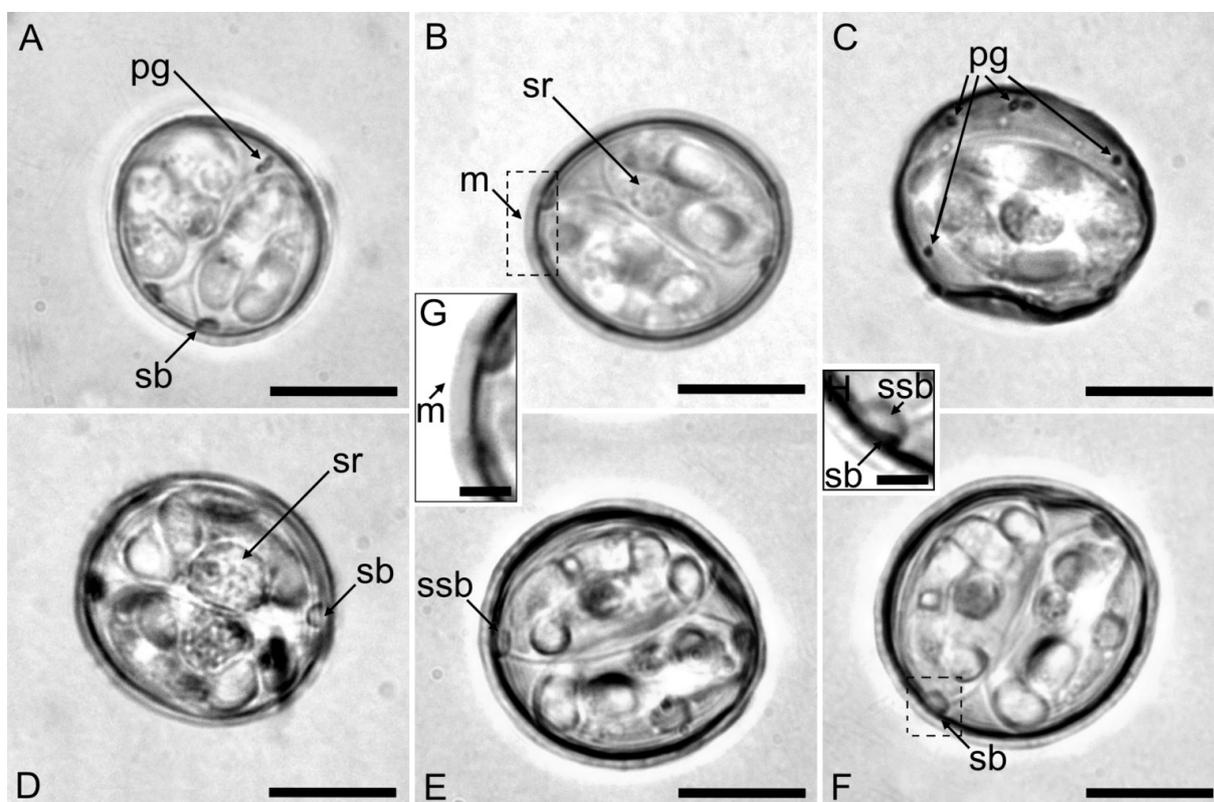
*Outros hospedeiros*: sabiá-laranjeira *T. Rufiventris* (Passeriformes: Turdidae); sabiá-barranco *T. leucomelas* (Passeriformes: Turdidae); sabiá-uma *T. flavipes* (Passeriformes: Turdidae).



**Figura 4.** Desenho de um oocisto esporulado de *I. sabiai* de sabiás *Turdus* spp. do sudeste do Brasil. Escala: 10  $\mu$ m

*Material-tipo*: Fototipos, desenho e oocistos em etanol 70% estão depositados no Museu de Zoologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Brasil, sob o número de acesso MZURPTZ2017002. As fotomicrografias e desenho também estão depositados e

disponíveis (<http://r1.ufrj.br/labicoc/colecao.html>) na Coleção Parasitológica do Laboratório de Biologia de Coccídios, na UFRRJ, sob o número de depósito P-69/2016. As fotografias do espécime hospedeiro-tipo (simbiotipos) estão depositadas na mesma coleção.



**Figura 5.** Fotomicrografias de oocistos esporulados de *I. sabiai* recuperados de (A, B) *T. albicollis*, (C) *T. rufiventris*, (D) *T. flavipes* e (E, F) *T. leucomelas* do sudeste do Brasil. (G) Micrópila e (H) corpos de Stieda e sub-Stieda estão ampliados (2x). Observe a micrópila (m), grânulos polares (pg), corpo de Stieda (sb), corpo de sub-Stieda (ssb) e o resíduo do esporocisto (sr). Escala: A-F, 10  $\mu$ m; G-H, 2  $\mu$ m.

*Diagnose:* *Isoospora sabiai* é diferente de outras espécies de coccídios de Turdidae em vários aspectos (Tabela 1). É a única a ter uma micrópila discreta (Fig. 4B), a qual é observada em apenas alguns oocistos devido à delicadeza da parede que normalmente torna-se enrugada em solução saturada (Fig. 4C). Os esporocistos diferem das outras espécies devido a sua forma alongada-elipsoidal, que deixa o esporocisto longitudinalmente pressionado no oocisto causando uma forma reniforme (Fig.4D). Por fim, os corpos Stieda e sub-Stieda são homogêneos e densos, que geralmente são observados como uma estrutura única (Fig. 4A, D).

Análises comparativas entre os oocistos recuperados das diferentes *Turdus* spp. demonstraram regularidade na distribuição de medidas na regressão linear (Fig. 3), entretanto a ANOVA revelou algumas diferenças significativas no tamanho dos oocistos (Tabela 2).

*Descrição:* Oocisto (n = 100) sub-esférico a elipsoidal; 17-27  $\times$  15-24 (20,9  $\times$  18,6); índice morfométrico de 1,0-1,4 (1,12). Parede bicamada, delicada, com 1,0-1,2 (1,1) de espessura, camada externa lisa com cerca de 2/3 da espessura total. Micrópila discreta ou imperceptível. Resíduo do oocisto ausente, mas pequenos grânulos polares arredondados ou em forma de vírgula estão presentes. Esporocistos (n = 100) elipsoidais alongados à

reniformes;  $14-22 \times 7-12$  ( $16,5 \times 9,2$ ); índice morfométrico de 1,5-2,1 (1,8). Corpo de Stieda em forma de botão, medindo  $0,5 \mu\text{m}$  de altura por  $2,0 \mu\text{m}$  de largura. Corpo de sub-Stieda arredondado à cônico, às vezes homogêneo com o corpo de Stieda, medindo  $1,0 \mu\text{m}$  de altura por  $2,0 \mu\text{m}$  de largura. Corpo de para-Stieda ausente. Resíduo do esporocisto presente, geralmente como um corpo distintamente subsférico constituído por numerosos grânulos pequenos que parecem ser limitados por membrana, medindo 2-5 (3.0)  $\mu\text{m}$ . Esporozoítas vermiformes com um corpo refrácteis anteriores e posteriores.

*Localidade-tipo:* Ilha de Marambaia ( $23^\circ 03'39''\text{S}$ ,  $43^\circ 58'48''\text{W}$ ), Sudeste do Brasil.

*Outras localidades:* Parque Nacional do Itatiaia ( $22^\circ 26'57''\text{S}$ ,  $44^\circ 36'25''\text{W}$ ); e Cacaria ( $22^\circ 42'51''\text{S}$ ,  $43^\circ 50'38''\text{W}$ ), ambos no Sudeste do Brasil.

*Prevalência:* 15 de 53 (28%).

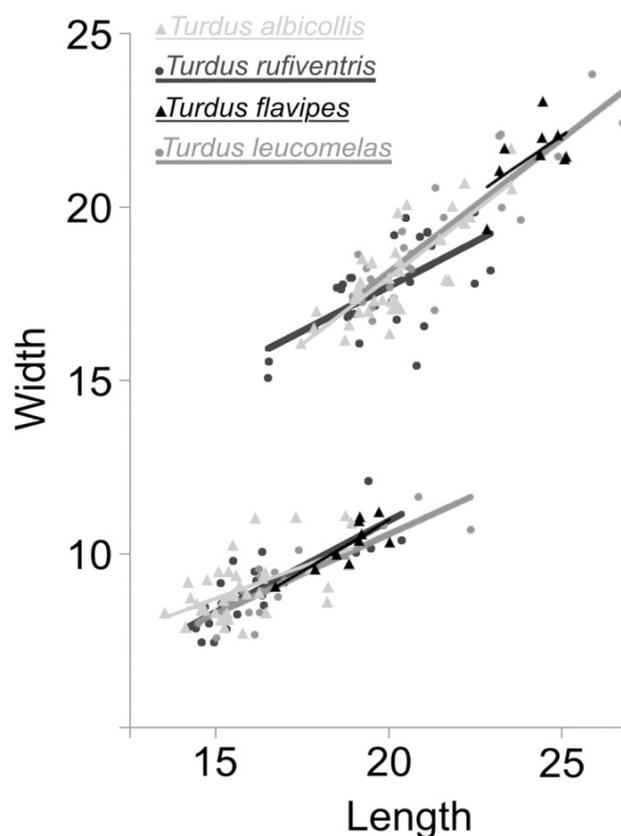
*Etimologia:* O epíteto específico é derivado do nome comum do hospedeiro no Brasil, o qual é “sabiá”.

#### 4.2.4. Discussão

O levantamento bibliográfico de coccídios de Turdidae resulta em relatos e descrições de espécies de coccídios desde a década de 50. Entretanto, várias dessas espécies de coccídios foram descritas por pássaros atualmente classificados em outras famílias, como Muscicapidae e Timalidae. Nesse sentido, os coccídios de Turdidae atualmente são apenas *I. lusitanensis* e *I. turdi*, que foram descritas de *T. merula* no Velho Mundo, além de *Isospora* spp. descritas de Turdidae no Novo Mundo (CARDOZO et al., 2015).

Como evidenciado na Tabela 1, *I. sabiai* é observada de sabiás no Sudeste do Brasil desde 2007, mas esta espécie foi descrita apenas neste trabalho, porque algumas características (micrópila discreta, parede delicada, esporocistos alongados e corpos de Stieda e sub-Stieda homogêneos e densos) foram difíceis de observar para uma caracterização morfológica detalhada, além de ser difícil obter-se fotomicrografias que ressaltem estas características. De fato, em uma observação trivial dos oocistos de *I. sabiai*, estes podem ser identificados como alterados ou mesmo oocistos não esporulados (Fig. 4C), entretanto, após uma observação detalhada, movendo os oocistos sob a lamínula (Berto et al., 2014), é possível observar o padrão das características detalhados neste trabalho.

*Isospora sabiai* foi identificada em quatro espécies hospedeiras no trabalho atual. A regressão linear comparativa (Fig. 5) mostrou uma proporcionalidade nos valores de diâmetro menor sobre os valores de diâmetro maior, como evidenciado pela proximidade e continuidade das linhas de regressão e nos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) próximos ou acima de 0,5 na análise individual por hospedeiro (Tabela 3). Além disso, a análise de regressão linear da amostra total, independentemente do hospedeiro ( $n = 100$ ), resultou em alto valor de  $R^2$ , tanto para oocistos ( $R^2 = 0,75$ ;  $y = 0,7639x + 2,72$ ) e esporocistos ( $R^2 = 0,61$ ;  $Y = 0,4451x + 1,8423$ ), demonstrando a uniformidade dos oocistos e esporocistos de *I. sabiai* (Berto et al., 2014).



**Figura 6.** Regressões lineares comparativas de oocistos (acima) e esporocistos (abaixo) de *I. sabiai* recuperados de *Turdus* spp. no sudeste do Brasil.

Os oocistos e esporocistos recuperados de *T. albicollis* e *T. rufiventris* foram menores que os recuperados de *T. flavipes*. Os oocistos e esporocistos recuperados de *T. leucomelas* tiveram medidas muito amplas. Essas observações são evidenciadas pela ANOVA, que resultou em diferenças significativas entre as medidas de *T. flavipes* e de outros *Turdus* spp. (Tabela 3). Estas mesmas observações são evidenciadas na Figura 3, onde a reta de regressão que representa as medidas dos oocistos de *T. flavipes* localizou-se na continuação das linhas de regressão de *T. albicollis* e *T. rufiventris* e em sobreposição com a reta de regressão de *T. leucomelas*. Os valores equivalentes de índice morfométrico (Tabela 3) confirmaram a uniformidade proporcional dos oocistos e esporocistos, a qual foi previamente estabelecida pelos altos valores de  $R^2$ .

Esta diferença significativa entre as medidas de *T. flavipes* e outras espécies pode ser justificada pelo menor número de oocistos observados e medidos deste hospedeiro. Ao mesmo tempo, suspeita-se que o habitat e os nichos ecológicos desses *Turdus* spp. podem estar envolvidos neste efeito.

**Tabela 2.** Morfologia comparativa de *Isoospora* spp. relatados da família Turdididae nas Américas.

Coccídios	Hospedeiros	Referências	Oocistos					Esporocistos							
			Forma	Diâmetro maior (µm)	Diâmetro menor (µm)	Índice morfométrico	Micrópila	Grânulo polar	Forma	Diâmetro maior (µm)	Diâmetro menor (µm)	Índice morfométrico	Corpo de Stieda	Corpo de sub-Stieda	Resíduo
<i>I. sabiai</i>	<i>T. albicollis</i> ; <i>T. rufiventris</i> ; <i>T. leucomelas</i> ; <i>T. flavipes</i>	presente trabalho	subesférico a elipsoidal	17–27 (20,9)	15–24 (18,6)	1,0–1,4 (1,12)	presente, discreto ou imperceptível	presente, alongado grânulos a forma de vírgula	elipsoidal a reniforme	14–22 (16,5)	7–12 (9,2)	1,5–2,1 (1,8)	em forma de botão, 0,5 × 2,0 µm	arredondado a cônico, 1,0 × 2,0 µm	compacto
<i>I. phaeornis</i>	<i>M. obscurus</i>	Levine et al. (1980)	elipsoidal	25–28 (27)	18–20 (19)	-	ausente	presente	ovoidal	15–18 (16)	10–11 (11)	-	presente	presente	compacto
<i>I. robini</i>	<i>T. migratorius</i>	McQuiston & Holmes (1988)	elipsoidal ou ovoidal	20–28 (23)	16–22 (20)	(1,2)	ausente	presente	ovoidal	10–17 (13,8)	7–12 (9,0)	(1,5)	mamiliforme	presente, proeminente	compacto
<i>I. tucuruensis</i>	<i>T. albicollis</i>	Lainson & Shaw (1989)	subesférico	15–19 (17,3)	14–19 (17,1)	-	ausente	presente, único, ~ 3 × 2 µm	elipsoidal	10–13 (11,8)	7–10 (8,4)	-	mamiliforme	presente, largo, ~ 0,5 × 1,5 µm	difuso ou compacto
<i>I. albicollis</i>	<i>T. albicollis</i>	Lainson & Shaw (1989)	ovoidal	22–27 (24,5)	19–24 (20,3)	-	presente, conspicuo na extremidade estreita, com invaginação da camada interna.	presente, único, ~ 2,5 × 2 µm	elipsoidal	12–15 (16,0)	8–10 (11,2)	-	mamiliforme a forma de bolha	presente, largo, ~ 1,0 × 4 µm	difuso ou compacto
<i>I. zorzali</i>	<i>C. aurantiistrostris</i>	Keeler et al. (2012)	Arredondado a levemente ovoidal	16–24 (19,7)	15–21 (18,6)	(1,1)	ausente	presente, 1 a 2	ovoidal	11–18 (14,5)	7–11 (8,5)	(1,7)	mamiliforme	ausente	difuso ou compacto
<i>I. massardi</i>	<i>T. albicollis</i>	Lopes et al. (2014)	subesférico	15–21 (18,6)	14–19 (17,7)	1,0–1,1 (1,1)	ausente	presente, 2, 1,5 × 0,5 µm	ovoidal	13–16 (14,8)	8–11 (9,3)	1,4–1,8 (1,6)	em forma de botão a arredondado, 1 × 2 µm	presente, arredondado, 1,5 × 3,5 µm	difuso

**Tabela 3.** Morfometria dos oocistos de *I. sabiai* recuperados de *Turdus* spp. no Sudeste do Brasil.

Hospedeiros	n <sup>I</sup>	Oocistos		Regressão Linear			Esporocistos		Regressão Linear		
		Diâmetro maior (µm)	Diâmetro menor (µm)	IM <sup>II</sup>	R <sup>2</sup> <sup>III</sup>	Equação (y =) <sup>IV</sup>	Diâmetro maior (µm)	Diâmetro menor (µm)	IM <sup>II</sup>	R <sup>2</sup> <sup>III</sup>	Equação (y =) <sup>IV</sup>
<i>Turdus albicollis</i>	36	20.3 (17-24) <sup>a</sup>	18.2 (16-22) <sup>a</sup>	1.12 (1.0-1.2) <sup>a</sup>	0.65	0.7689x + 2.6042	15.9 (14-19) <sup>a</sup>	9.1 (8-11) <sup>a</sup>	1.76 (1.5-2.1) <sup>a</sup>	0.32	0.3716x + 3.1643
<i>Turdus rufiventris</i>	27	20.0 (17-23) <sup>a</sup>	17.7 (15-20) <sup>a</sup>	1.13 (1.0-1.3) <sup>a</sup>	0.40	0.5178x + 7.3903	16.1 (14-20) <sup>a</sup>	8.9 (7-12) <sup>a</sup>	1.81 (1.6-2.0) <sup>a</sup>	0.67	0.5281x + 0.4112
<i>Turdus leucomelas</i>	26	21.2 (19-27) <sup>a</sup>	19.0 (17-24) <sup>a</sup>	1.11 (1.0-1.3) <sup>a</sup>	0.77	0.7681x + 2.7858	17.0 (14-22) <sup>a,b</sup>	9.2 (8-12) <sup>a,b</sup>	1.85 (1.7-2.1) <sup>a</sup>	0.76	0.4608x + 1.3712
<i>Turdus flavipes</i>	11	24.5 (23-26) <sup>b</sup>	21.0 (18-23) <sup>b</sup>	1.17 (1.1-1.4) <sup>a</sup>	0.35	0.6862x + 4.9351	18.8 (17-20) <sup>b</sup>	10.3 (9-11) <sup>b</sup>	1.83 (1.7-1.9) <sup>a</sup>	0.65	0.5947x - 0.8938

<sup>a</sup> Letras diferentes em cada coluna indicam diferenças estatisticamente significativas (P < 0,05) pela ANOVA.

<sup>I</sup> Número total de oocistos medidos.

<sup>II</sup> Índice morfométrico.

<sup>III</sup> Coeficiente de determinação.

<sup>IV</sup> Coeficiente da reta de regressão.

*Turdus rufiventris* e *T. leucomelas*; assim como *T. albicollis* e *T. flavipes* têm óbvias diferenças entre seus habitats e nichos ecológicos. Em geral, *T. rufiventris* e *T. leucomelas* são comuns em áreas rurais e urbanas do Brasil, enquanto *T. albicollis* e *T. flavipes* são mais restritas a áreas florestais (GASPERIN & PIZO, 2009). Além disso, *T. albicollis* e *T. flavipes* são parcialmente migratórios, pois saem de regiões altas na primavera e no verão, até as terras baixas durante o inverno (MAIA-GOUVÊA et al., 2005; ALVES, 2007; SIGRIST, 2014). No entanto, mesmo com características semelhantes, existem diferenças comportamentais entre *T. albicollis* e *T. flavipes* de áreas preservadas: *T. albicollis* habitualmente habita o sub-bosque, enquanto *T. flavipes* é arbóreo (GASPERIN & PIZO, 2009; TOLEDO et al., 2012); *T. albicollis* é mais abundante e aninha em todos os estratos altitudinais, enquanto *T. flavipes* é limitado a encostas arbóreas de 800 a 1.800 m de altitude (MAIA-GOUVÊA et al., 2005). Finalmente, Alves (2007) sugere que existe um padrão de segregação entre *Turdus* spp. observados no Parque Nacional do Itatiaia.

Este contexto é semelhante ao observado por Gardner & Duszynki (1990), que recuperaram oocistos de *E. opimi*, com diferentes padrões morfométricos associados a diferentes roedores hospedeiros *Ctenomys* spp. na Bolívia. Da mesma forma, Gomez et al. (1982) recuperaram oocistos maiores de *I. passeris* a partir de pardais domésticos *P. domesticus* da região urbana da província de Córdoba, em comparação com oocistos de *P. domesticus* da região silvestre na Espanha. Portanto, presume-se que esses padrões morfométricos em populações de coccidia que parasitam diferentes espécies hospedeiras sob diferentes condições ambientais são o resultado de um processo inicial de adaptação ao hospedeiro/meio ambiente (especiação), que pode ser acelerado no caso de isolamento geográfico total do hospedeiro. Outra possibilidade é que esses padrões morfométricos podem ser consequência de diferentes intensidades de respostas imunes de hospedeiros sob diferentes condições ambientais.

Finalmente, com base nas características morfológicas descritas acima, *I. sabiai* foi considerado como nova espécie na Ciência e o sétimo coccídio isosporóide relatado de sabiás do Novo Mundo.

### 4.3. Artigo 3

#### ***Isospora machadoae* PINHO, SILVA, RODRIGUES, LOPES, OLIVEIRA, LUZ, FERREIRA, LOPES & BERTO, 2017 (APICOMPLEXA: EIMERIIDAE), UMA NOVA ESPÉCIE DE COCCÍDIO DE SABIÁS-COLEIRA *Turdus albicollis* VIEILLOT, 1818 (PASSERIFORMES: TURDIDAE) DA AMÉRICA DO SUL**

##### 4.3.1. Introdução

O Brasil tem uma avifauna ampla e diversificada, com mais de 1.900 espécies (CBRO, 2014). A família Turdidae compreende 20 gêneros e 180 espécies, das quais 87 são classificadas no gênero *Turdus*. Embora os pássaros dessa família ocorram em todos os continentes, exceto a Antártica, a grande maioria dos gêneros e espécies são encontradas no Novo Mundo (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2016).

Sabiás-coleira *T. albicollis* são aves encontradas em vários países da América do Sul (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2016). No Brasil esta espécie está presente na Mata Atlântica, de preferência em áreas úmidas com alta vegetação, embora seja também encontrada perto do solo alimentando-se de pequenas frutas e insetos. Esses pássaros são populares por sua presença com frequência em pomares, quintais e até mesmo em parques de cidades, com um rico repertório vocal (SICK, 1997; SIGRIST, 2014).

De forma semelhante a outros vertebrados, as aves podem ser parasitadas por coccídios, que são parasitas protozoários predominantemente intestinais que podem estar associadas a alterações comportamentais e fisiológicas, morbidade e mortalidade em diferentes espécies de aves (DORRESTEIN, 2009). Nas aves silvestres, a presença de coccídios é comum e, portanto, não deve afetar fortemente sua saúde. No entanto, em ambientes impactados, os pássaros tendem a estar estressados e imunodeficientes, e nestas condições a coccidiose pode ser grave (BERTO & LOPES, 2013).

Os coccídios têm transmissão feco-oral e podem ser identificados e descritos pelas formas exógenas eliminadas nas fezes: os oocistos (BERTO et al., 2014). Os coccídios parasitas descritos de aves da família Turdidae no Novo Mundo são (BERTO et al., 2011; CARDOZO et al., 2015): (1) *I. phaeornis* de *M. obscurus* (LEVINE et al., 1980); (2) *I. robini* de *T. migratorius* (MCQUISTION & HOLMES, 1988); (3) *I. tucuruensis*; (4) e *I. albicollis* de *T. albicollis* (LAINSON & SHAW, 1989); (5) *I. zorzali* de *C. aurantirostris* (KEELER et al., 2012); e (6) *I. massardi* de *T. albicollis* (LOPES et al., 2014).

O objetivo deste estudo foi examinar as fezes de sabiás-coleira *T. albicollis* para determinar quais parasitas coccídios estavam presentes. Estes sabiás-coleira foram capturados em torno do Parque Nacional do Itatiaia, no Sudeste do Brasil.

##### 4.3.2. Material e métodos

Três expedições foram conduzidas em duas localidades no Sudeste do Brasil: (1) Parque Nacional do Itatiaia, área protegida com alto grau de vulnerabilidade, localizada na Serra da Mantiqueira, na fronteira dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo (ICMBIO 2016); e (2) Visconde de Mauá, que é um distrito perto do limite do Parque Nacional do Itatiaia. Ascoletas ocorreram em março de 2015 e outubro de 2016 no Parque Nacional do Itatiaia (22° 27'38"S, 44° 35'34" W) e março de 2016 em Visconde de Mauá (22° 19' 46"S, 44° 32'11"W). Um total de onze *T. albicollis* (sete do Parque Nacional do Itatiaia e quatro de Visconde de Mauá) foram capturados. As aves foram mantidas em caixas

individuais e fezes foram coletadas imediatamente após a defecação. Após a identificação da espécie, o pássaro foi fotografado e liberado e as amostras de fezes foram colocadas em tubos de centrífuga contendo uma solução de dicromato de potássio 2,5% ( $K_2Cr_2O_7$ ) a 1:6 (v/v). As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Biologia de Coccídios, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ). As amostras foram incubadas à temperatura ambiente durante 10 dias. Os oocistos foram isolados por flutuação em solução de sacarose de Sheather (Gravidade específica: 1,20) e examinados microscopicamente usando a técnica descrita por Duszynski & Wilber (1997) e Berto et al. (2014). Observações morfológicas, desenhos, fotomicrografias e medições foram feitas usando um microscópio binocular Olympus BX acoplado a uma câmera digital Eurocam 5.0. Os desenhos foram editados usando dois softwares CorelDRAW® (Corel Draw Graphics Suite, Versão 11.0, Corel Corporation, Canadá), especificamente Corel DRAW e Corel PHOTO-PAINT. Todas as medidas estão em micrômetros e são dadas como o intervalo seguido pela média entre parênteses.

#### 4.3.3. Resultados

As amostras fecais de quatro dos onze sabiás-coleira examinados possuíam oocistos com morfotipo ainda não relatado na literatura científica, o qual foi descrito como segue:

***Isospora machadoae* Pinho, Silva, Rodrigues, Lopes, Oliveira, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017** (Figuras 5; 6A–D)

*Hospedeiro-tipo*: sabiá-coleira *T. albicollis* (Passeriformes: Turdidae).

*Material-tipo*: Fototipos, desenho, metade dos oocistos em formalina tamponada a 10% (v/v) e a outra metade em etanol 70% estão depositados no Museu de Zoologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Brasil, sob o número de acesso MZURPTZ2017001. Os fototipos e desenho também estão depositados e disponíveis (<http://r1.ufrj.br/labicoc/colecao.html>) na Coleção Parasitológica do Laboratório de Biologia de Coccídios, na UFRRJ, sob o número de depósito P-70/2016. As fotografias do espécime hospedeiro-tipo (simbiotipos) estão depositadas na mesma coleção.

*Diagnose*: Entre todas as espécies de coccídios relatadas da família Turdidae no Novo Mundo, apenas *I. machadoae* tem parede do oocisto áspera com micrópila e capuz polar, as quais são características bastante incomuns em *Isospora* spp. de Passeriformes (Tabela 4). Além disso, os oocistos de *I. machadoae* diferiram dos outros por terem esporocistos elipsoidais com corpo de Stieda achatado ou em forma de meia-lua.

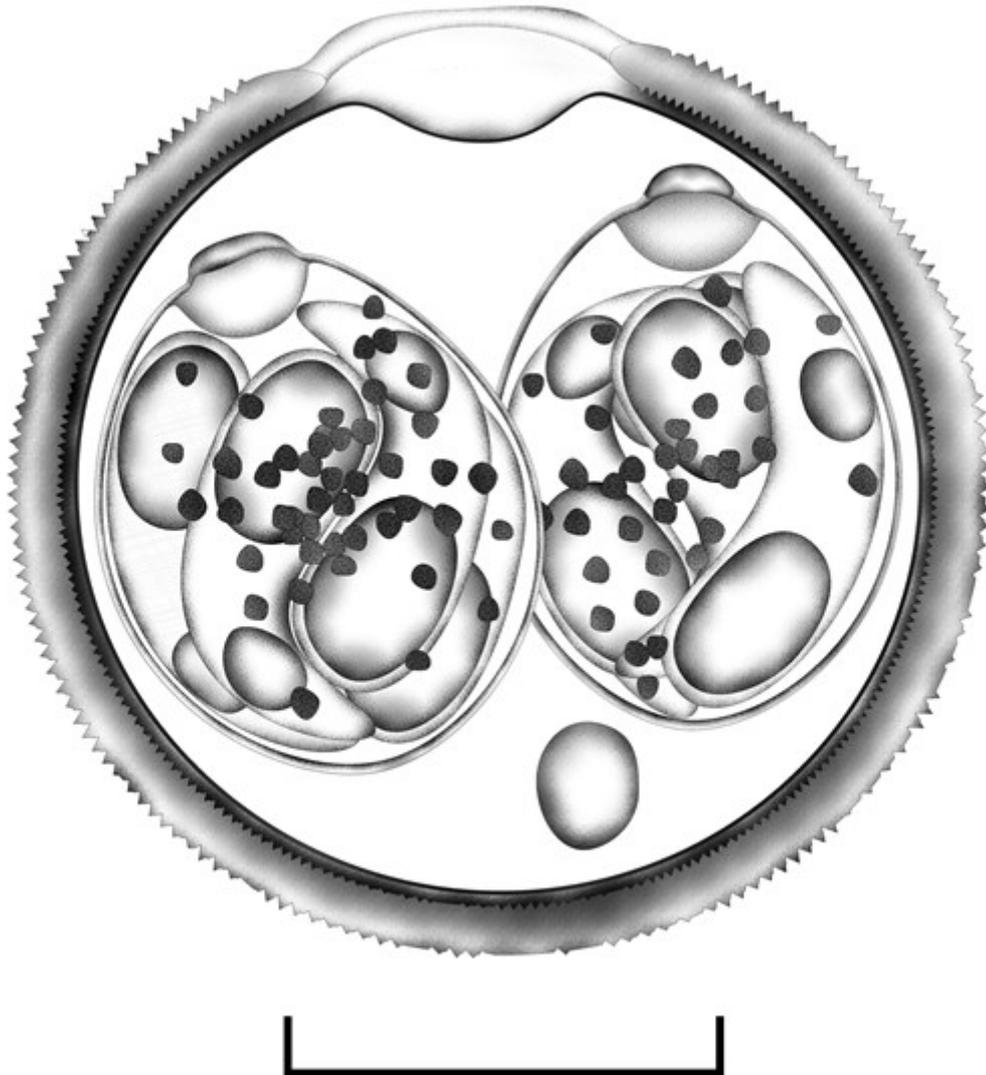
*Descrição*: Oocisto (n = 35) esférico a subsférico; 21-24 × 20-23 (22,2 × 21,2); índice morfométrico de 1,0-1,2 (1,1). Parede bicamada, com 1,2-1,5 (1,3) de espessura, camada externa áspera com cerca de 2/3 da espessura total. Micrópila com 7.0 de largura. Capuz polar presente com pequena protrusão, mas dificilmente discernível em alguns oocistos (Fig. 1 e 2A). Resíduo do oocisto ausente, mas um ou dois grânulos polares sub-esféricos, robustos e refringentes estão presentes. Esporocistos (n = 26) elipsoidais; 12-14 × 9-11 (13,3 × 9,7); índice morfométrico de 1,2-1,5 (1,4). Corpo de Stieda achatado ou em forma de meia-lua, medindo 0,5 µm de altura por 1,5 µm de largura. Corpo de sub-Stieda arredondado, medindo 1,5 µm de altura por 2,5 µm de largura. Corpo de para-Stieda ausente. Resíduo do esporocisto presente, composto de esférulas dispersas de diferentes tamanhos. Esporozoítas vermiformes com um corpo refrátil posterior e um núcleo.

*Localidade-tipo:* Parque Nacional do Itatiaia (22° 27'38"S, 44°35'34"W), Sudeste do Brasil.

*Outras localidades:* Visconde de Mauá (22°19'46"S, 44°32'11"W), Sudeste do Brasil.

*Prevalência:* 4 de 11 (36%).

*Etimologia:* O nome específico é uma derivação do sobrenome de uma parasitologista brasileira Dr. Rosângela Zacarias Machado, dado em sua homenagem pela sua contribuição à Protozoologia.

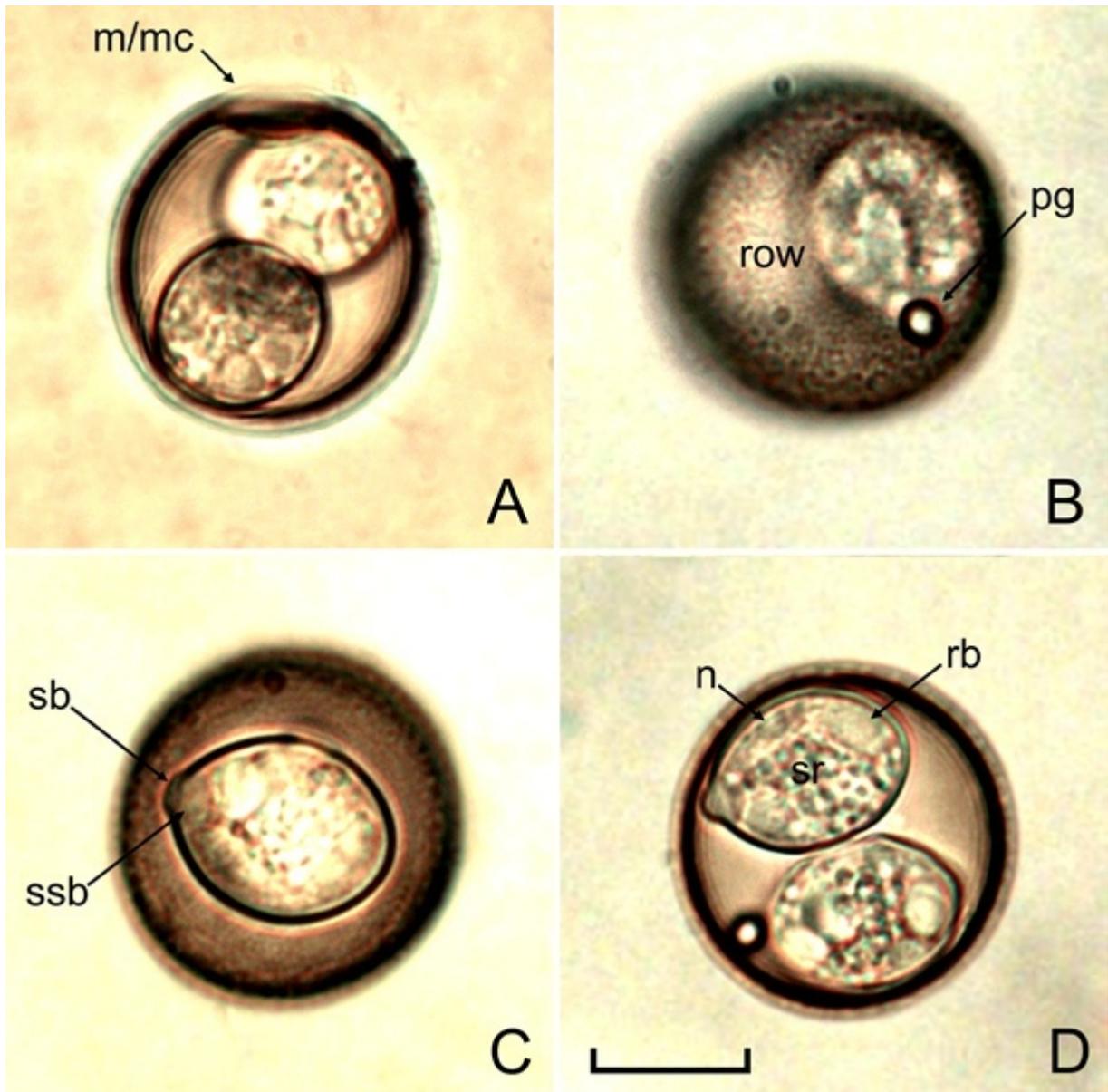


**Figura 6.** Desenho de um oocisto esporulado de *I. machadoae* de sabiás-coleira *Turdus albicollis* do sudeste do Brasil. Escala: 10  $\mu$ m

#### 4.3.4. Discussão

De acordo com Duszynski & Wilber (1997) e Berto et al. (2011), uma espécie de coccídio deve ser comparada em detalhes com as espécies de coccídios que possuem características similares e pertencem à mesma família hospedeira. Turdidae é uma das famílias de Passeriformes com muitas descrições de espécies de coccídios, principalmente quando são considerados os pássaros que foram classificados no passado na família Turdidae, mas que atualmente pertencem a outras famílias. Neste sentido, do Novo Mundo, apenas as

seis espécies citadas na Tabela 4 são atualmente registradas de pássaros da família Turdidae (BERTO et al., 2011; CARDOZO et al., 2015).



**Figura 7.** Fotomicrografias (A-D) de oocistos esporulados de *I. machadoae* de sabiás-coleira *Turdus albicollis* do sudeste do Brasil. Estão destacados o capuz polar e micrópica (m/mc), núcleo (n), grânulo polar (pg), corpo refrátil (rb), parede de oocisto áspera (row), corpo de Stieda (sb) e corpo de sub-Stieda (ssb) e resíduo do esporocisto (sr). Escala: 10  $\mu$ m

Os sabiás-coleira capturados no presente trabalho não apresentaram sinais clínicos evidentes de coccidiose ou altas densidades de oocistos em fezes. Esta condição pode estar associada a uma baixa patogenicidade específica de *I. machadoae* ou com o bom estado de conservação do Parque Nacional do Itatiaia e Visconde de Mauá, que garantem os nichos ecológicos e, portanto, a imunocompetência para as aves silvestres (DORRESTEIN, 2009; BERTO & LOPES, 2013).

**Tabela 4.** Morfologia comparativa de *Isoospora* spp. relatados da família Turdididae nas Américas.

Coccídios	Hospedeiros	Referências	Oocistos								Esporocistos						
			Forma	Diâmetro maior (µm)	Diâmetro menor (µm)	Índice morfométrico	Parede	Micrópila	Capuz polar	Grânulo polar	Forma	Diâmetro maior (µm)	Diâmetro menor (µm)	Índice morfométrico	Corpo de Stieda	Corpo de sub-Stieda	Resíduo
<i>I. phaeornis</i>	<i>M. obscurus</i>	Levine et al. (1980)	elipsoidal	25–28 (27)	18–20 (19)	-	lisa	ausente	ausente	presente	ovoidal	15–18 (16)	10–11 (11)	-	presente	presente	compacto
<i>I. robini</i>	<i>T. migratorius</i>	McQuiston & Holmes (1988)	elipsoidal ou ovoidal	20–28 (23)	16–22 (20)	(1,2)	lisa	ausente	ausente	presente	ovoidal	10–17 (13,8)	7–12 (9,0)	(1,5)	mamiliforme	presente, proeminente	compacto
<i>I. tucuruensis</i>	<i>T. albicollis</i>	Lainson & Shaw (1989)	subesférico	15–19 (17,3)	14–19 (17,1)	-	lisa	ausente	ausente	presente, único, ~ 3 × 2 µm	elipsoidal	10–13 (11,8)	7–10 (8,4)	-	mamiliforme	presente, largo, ~ 0,5 × 1,5 µm	difuso ou compacto
<i>I. albicollis</i>	<i>T. albicollis</i>	Lainson & Shaw (1989)	ovoidal	22–27 (24,5)	19–24 (20,3)	-	lisa	presente, conspicuo na extremidade estreita, com invaginação da camada interna.	ausente	presente, único, ~ 2,5 × 2 µm	elipsoidal	12–15 (16,0)	8–10 (11,2)	-	mamiliforme a forma de bolha	presente, largo, ~ 1,0 × 4 µm	difuso ou compacto
<i>I. zorzali</i>	<i>C. aurantirostris</i>	Keeler et al. (2012)	Arredondado a levemente ovoidal	16–24 (19,7)	15–21 (18,6)	(1,1)	lisa	ausente	ausente	presente, 1 a 2	ovoidal	11–18 (14,5)	7–11 (8,5)	(1,7)	mamiliforme	ausente	difuso ou compacto
<i>I. massardi</i>	<i>T. albicollis</i>	Lopes et al. (2014)	subesférico	15–21 (18,6)	14–19 (17,7)	1,0–1,1 (1,1)	lisa	ausente	ausente	presente, 2, 1,5 × 0,5 µm	ovoidal	13–16 (14,8)	8–11 (9,3)	1,4–1,8 (1,6)	em forma de botão a arredondado, 1 × 2 µm	presente, arredondado, 1,5 × 3,5 µm	difuso
<i>I. machadoae</i>	<i>T. albicollis</i>	presente estudo	subesférico	21–24 (22,2)	20–23 (21,2)	1,0–1,2 (1,1)	áspera	presente	presente	presente, 1 ou 2 subesféricos e robustos	elipsoidal	12–14 (13,3)	9–11 (9,7)	1,2–1,5 (1,4)	presente achatado a forma de meia-lua, 0,5 × 1,5 µm	presente, arredondado, 1,5 × 2,5 µm	difuso

### 4.3. Artigo 4

## DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE COCCÍDIOS PARASITOS DE SABIÁS (PASSERIFORMES: TURDIDAE) NO PARQUE NACIONAL DE ITATIAIA, SUDESTE DO BRASIL

### 4.4.1. Introdução

O Parque Nacional do Itatiaia (PNI) está localizado na Serra da Mantiqueira na divisa dos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, uma área protegida com um alto grau de vulnerabilidade, considerado uma "ilha de conservação" de biodiversidade. O Parque é uma unidade de conservação que visa à preservação de ecossistemas naturais, o desenvolvimento de pesquisas científicas, atividades de educação ambiental, de recreação e de turismo ecológico (ICMBIO, 2017).

O PNI é caracterizado por montanhas e terreno rochoso com elevação variando de 600 a 2.791, onde se encontra o Pico das Agulhas Negras. O PNI é dividido em duas partes principais: (1) Parte alta, que se localiza na região norte do parque e predomina a floresta estacional semidecidual típica Alto Montana e campos de altitude caracterizados pela presença marcante de araucárias (*Araucaria angustifolia*) além de doze nascentes de bacias hidrográficas regionais, que alimentam as bacias do rio Grande, afluente do rio Paraná e a do rio Paraíba do Sul; e (2) Parte baixa, que predomina vegetação exuberante densa, destacando-se epífitas (orquídeas e bromélias), típica da Mata Atlântica, com rios e cursos d'água abundantes (URURAHY et al., 1983; OLIVEIRA-FILHO, FONTES, 2000; ICMBIO, 2017).

Além de uma flora característica, o parque também abriga uma fauna com ampla diversidade de aves, mamíferos e insetos (ICMBIO, 2017). As aves estabelecem importante dinâmica nos ecossistemas, pois além da diversidade de aspectos físicos e comportamentais, as aves possuem várias funções no ambiente tais como o controle biológico de pragas, roedores, serpentes, moluscos, bioindicadores de condições ambientais, coleta e reciclagem de matéria orgânica, entre outros. As aves são hospedeiras de uma grande variedade de parasitos, em maioria intestinais e podem causar doenças severas que causam impacto na reprodução e sobrevivência e afetando seu comportamento exercendo importante pressão ecológica e evolucionária (DUSZYNSKI; WILBER, 1997; BERTO et al. 2011).

Os sabiás (*Turdus* spp.) são potenciais modelos para observar-se a dinâmica das espécies de coccídios e suas densidades frente aos diversos fatores ambientais naturais e antrópicos aos quais são submetidos (BERTO et al., 2011; CARDOZO et al., 2015). Os sabiás têm ampla abundância, diversidade e distribuição geográfica, com espécies relativamente adaptáveis a ambientes antropizados. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar e quantificar as espécies de coccídios de sabiás no PNI, relacionado-as com as diferentes localidades e espécies de *Turdus*.

### 4.4.2. Material e métodos

No período compreendido entre agosto de 2014 a julho de 2016 foram realizadas onze expedições em diferentes localidades situadas em diferentes altitudes no PNI (Figura 7): (1) Início da Travessia Rui Braga (22°26'17"S, 44°37'33"O) à 1.216m de altitude; (2) Trilha das Borboletas (22°26'57"S, 44°36'25"O) à 887m de altitude; (3) Sítio próximo à casa 12 (22°27'4"S, 44°36'51"O) à 811m de altitude; (4) Trilha da Oficina (22°27'21"S, 44°36'29"O) à

787m de altitude; (5) Trilha da Aldeia dos Pássaros (22°27'48"S, 44°36'10"O) à 641m de altitude; (6) Sítio ao final da estrada Usina Força & Luz (22°27'52.00"S, 44°36'26.00"O) à 693m de altitude; (7) Trilha próxima ao Pórtico (22°27'40.30"S, 44°35'31.86"O) à 616m de altitude; e, por comparação, uma última localidade no distrito de (8) Visconde de Mauá (22°19'46"S, 44°32'11"O) à 1.032m de altitude, a qual está distante 15km à nordeste do PNI, mas é uma área de preservação administrada pelo parque.

Um total de vinte e sete espécimes de *Turdus* spp. foram capturados com redes de neblina (Tabela 5). Todas as amostras fecais utilizadas neste trabalho foram coletadas no período da tarde (após às 15h), uma vez que López et al. (2007), Dolnik et al. (2010), Morin-Adeline et al. (2011) e Pap et al. (2011) relatam que os coccídios de aves possuem um ritmo circadiano de eliminação de oocistos, tendendo a eliminar maior quantidade de oocistos nas últimas horas do dia. As aves foram mantidas em caixas individuais e fezes foram coletadas imediatamente após a defecação. Após a identificação da espécie, o pássaro foi fotografado e liberado e as amostras de fezes foram colocadas em tubos de centrifuga contendo uma solução de dicromato de potássio 2,5% ( $K_2Cr_2O_7$ ) a 1:6 (v/v).



**Figura 8.** Localidades de captura e coleta de amostras fecais de sabiás *Turdus* spp. no Parque Nacional do Itatiaia: Início da Travessia Rui Braga (TRB); Trilha das Borboletas (TB); Sítio próximo à casa 12 (SC12); Trilha da Oficina (Of); Trilha da Aldeia dos Pássaros (PAP); Sítio ao final da estrada Usina Força & Luz (SUFL); e Trilha próxima ao Pórtico (PP).

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Biologia de Coccídios, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ). As amostras foram incubadas à temperatura ambiente durante 10 dias. Os oocistos foram isolados por flutuação em solução de sacarose de Sheather (Gravidade específica: 1,20) e examinados microscopicamente usando a técnica descrita por Duszynski, Wilber (1997) e Berto *et al.* (2014).

Observações morfológicas e fotomicrografias foram feitas usando um microscópio binocular Olympus BX acoplado a uma câmera digital Eurocam 5.0. A quantificação de oocistos foi conduzida de acordo com Dolnik (2006) e Dolnik et al. (2010), onde a totalidade

de oocistos recuperada a partir de uma defecação é contada em lâmina de microscopia. Estes resultados conferem a densidade de coccídios de um hospedeiro (BUSH et al., 1997), sendo expressos como OoPD (oocistos por defecação). Prevalências específicas (%) foram feitas a partir da divisão simples do número de aves positivas pelo total de aves capturadas. Densidades específicas foram feitas a partir da divisão simples do nº de oocistos de cada espécie de coccídio pela totalidade de oocistos quantificada de cada amostra ou grupo amostral. Tais análises permitem inferir quais serão as espécies mais ou menos prevalentes e abundantes nas aves hospedeiras e/ou localidades (BUSH et al., 1997). Com os dados de densidades das espécies de coccídios foram calculados os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ), dominância de Simpson ( $\lambda'$ ) e equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) na totalidade e na comparação entre hospedeiros e localidades (ODUM et al., 1988).

#### 4.4.3. Resultados e discussão

*Turdus* spp. são amplamente observados no Brasil. Até o momento, treze espécies estão registradas no gênero (CLEMENT, 2000; VOELKER et al., 2007; VOGEL et al., 2012). Estudos sugerem um elevado nível de sobreposição de habitats destas espécies, o que tem aumentado o processo de concorrência (GASPERIN; PIZO, 2009; VOGEL et al. (2011). Por outro lado, alguns autores (ALVES, 2007; MAIA-GOUVÊA et al., 2005), sugerem que existe um padrão de segregação entre as espécies registrados no PNI. *Turdus flavipes* limita-se à vegetação em declives entre 800m e 1800m acima do nível do mar, enquanto *T. leucomelas* são registrados de 400m a 1200m. Esta observação fornece uma segregação altitudinal entre espécies que aninham localmente. Adicionalmente, Maia-Gouvêa et al.(2005) observaram diferença do número de *T. albicollis* entre as épocas seca e chuvosa, fornecendo evidências de que, além do conhecimento altitudinal de migrações de grupo, ocorrem também processos de segregação sazonal na estrutura de ocupação do ambiente. Cody (1974) sugere que a segregação temporal é uma estratégia para nichos partilhados, diminuindo a competição direta pelo ambiente e, portanto, permitindo a coexistência.

As infecções parasitárias podem alterar o equilíbrio social em uma comunidade de aves, influenciando o *status* social desta população. A coccidiose é conhecida por destruir células intestinais do hospedeiro (LONG, 1982). A perda de massa corporal, resultado da diminuição da capacidade de absorção de seus intestinos, interfere na sua aptidão física. Na natureza, onde os recursos alimentares são limitados, a infecção recorrente pode levar a um custo considerável para as aves, influenciando no status da hierarquia social, pela redução da sua imunidade e também da agressividade dos machos, tornando mais facilmente sobrepujados por outros espécimes masculinos livres da infecção (DOLNIK; HOI, 2010). Sabiás são onívoros se alimentando de frutas e uma variedade de vertebrados que geralmente ficam no solo, além de sementes dispersas (DEL HOYO et al., 2005), facilitando a ingestão acidental de oocistos de coccídios (DOLNIK et al., 2010; MARQUES et al., 2011).

Das onze expedições realizadas no PNI durante o período deste trabalho, em nove foram capturados espécimes de *Turdus* spp. e de seis expedições, obteve-se amostras fecais positivas para oocistos de coccídios. Vinte e sete sabiás de quatro diferentes espécies foram capturados no total: doze sabiás-laranjeira *Turdus rufiventris*; nove sabiás-coleira *Turdus albicollis*; quatro sabiás-una *Turdus flavipes*; e dois sabiás-barranco *Turdus leucomelas* (Tabela 5).

Neste estudo, após a contagem dos oocistos das amostras positivas pela técnica de OoPD (DOLNIK, 2006), observou-se uma variação nas densidades, devendo se destacar que todas as aves estavam aparentemente saudáveis. Mesmo sendo realizadas as coletas no período da tarde, quando ocorre maior eliminação de oocistos (LÓPEZ et al., 2007;

MARTINAUD et al., 2009; DOLNIK et al., 2010; MORIN-ADELINE et al, 2011), pode-se considerar que as densidades obtidas neste estudo foram baixas ou moderadas, à exceção de uma amostra de *T. rufiventris*. Em todo caso, as densidades médias obtidas neste trabalho foram bastante inferiores quando comparadas com aves silvestres em ambientes impactados, mantidas em cativeiro ou recuperadas do tráfico ilegal, onde a coccidiose tende a ser severa e as densidades bastante altas (COELHO et al., 2011; BERTO; LOPES, 2013; GIRAUDEAU et al., 2014; BATISTA et al., 2015).

Em vinte amostras fecais (74%) foram observados oocistos de *Isoospora*, variando em densidade de 5 até 43.775 OoPD. Em onze amostras (41%) foram observadas duas ou mais *Isoospora* spp. (Tabela 6). Foram identificadas sete espécies de *Isoospora*: *Isoospora albicollis* Lainson & Shaw, 1989; *Isoospora machadoae* Pinho, Silva, Rodrigues, Lopes, Oliveira, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017; *Isoospora massardi* Lopes, Berto, Luz, Galvão, Ferreira & Lopes, 2014; *Isoospora sabiai* Pinho, Rodrigues, Silva, Lopes, Oliveira, Ferreira, Cardozo, Luz, Ferreira, Lopes & Berto, 2017; e três outras *Isoospora* spp. com morfologias não relatadas na literatura científica, as quais foram identificadas como morfotipos A, B e C. Estas espécies estão em processo de caracterização e descrição para posterior publicação como novas espécies.

As maiores prevalências e densidades foram observadas para *I. massardi* e *I. sabiai*, as quais demonstraram evidente dominância sobre as demais *Isoospora* spp. (Tabelas 5 e 6). Destaca-se uma amostra *T. rufiventris* na Travessia Rui Braga com 43.774 OoPD com iguais proporções de *I. massardi* e *I. sabiai* (Tabela 6). Esta foi exponencialmente a amostra com maior densidade observada neste trabalho, a qual pode ser explicada pela localidade e hospedeiro observados. A Travessia Rui Braga está acima de 1.200m de altitude ainda na parte baixa no PNI, mas é caracterizada como uma localidade bastante preservada e distante das áreas antropizadas do entorno do PNI. Como *T. rufiventris* é uma espécie bem adaptada a áreas urbanas e rurais (GASPERIN & PIZO, 2009), possivelmente esta espécie em áreas mais preservadas pode torna-se mais susceptível ao parasitismo por coccídios através de fatores envolvidos com a imunidade e/ou aspectos comportamentais que favoreceriam a transmissão dos oocistos (FAYER, 1980; DOLNIK et al., 2010; GIRAUDEAU, 2014). Em contra-partida, outro espécime de *T. rufiventris* capturado após um ano na mesma localidade não eliminou esta mesma quantidade de oocistos. Na verdade, as densidades observadas nas outras amostras, independentemente de hospedeiro e localidade, foram menos oscilantes, variando entre 20 e 3.402 OoPD (Tabela 6).

*Turdus rufiventris* foi a espécie com menor prevalência de *Isoospora* spp. (Tabela 5); entretanto, foi a que obteve maiores densidades absoluta e média, precisamente pela amostra contendo 43.774 OoPD (Tabela 6). Este resultado também é observado nos índices ecológicos que indicam menor diversidade e equitabilidade entre as *Isoospora* spp. e o menor valor do índice de Simpson o qual indica a evidente co-dominância de *I. massardi* e *I. sabiai* (Tabela 7).

Os demais *Turdus* spp. obtiveram altas prevalências e moderadas densidades médias (Tabelas 5 e 6). As maiores riquezas de espécies foram observadas em *T. albicollis* e *T. flavipes* onde observou-se quatro espécies diferentes em cada hospedeiro; no entanto, destaca-se a maior diversidade e equitabilidade em *T. albicollis* em comparação com os demais *Turdus* spp. (Tabela 7). Os índices ecológicos de *T. leucomelas* não foram analisados devido a baixíssima riqueza de uma espécie, a qual pode ser justificada pelo baixo número de *T. leucomelas* capturados (Tabela 7).

A Travessia Rui Braga foi a localidade com maiores densidades absoluta e média, novamente, devido a amostra contendo 43.774 OoPD (Tabela 7). Foi também uma das localidades onde obteve-se menor riqueza de espécies e menores valores de diversidade e equitabilidade, pois, de fato, *I. massardi* e *I. sabiai* foram dominantes nesta localidade (Tabela

7). As localidades situadas entre 700m e 900m de altitude obtiveram ainda menores valores de diversidade e equitabilidade, além da evidente dominância de *I. massardi* e *I. sabiai* (Tabela 7). As localidades situadas na borda do PNI, à cerca de 600m de altitude, e Visconde de Mauá, obtiveram os maiores índices de diversidade e equitabilidade (Tabela 7). Estas localidades diferenciam-se das localidades acima de 700m no PNI, principalmente, pela antropização. O entorno do PNI é caracterizado por zonas urbanas e de áreas de pastagens para pecuária, enquanto que a localidade de captura em Visconde de Mauá é próxima ao centro do distrito, o qual é moderadamente urbanizado. Sendo assim, observa-se que as localidades antropizadas obtiveram maior diversidade e equitabilidade que as regiões mais preservadas, supondo-se, desta forma, que uma pressão ambiental nas localidades mais preservadas deve favorecer a sobrevivência e/ou transmissão de poucas espécies em detrimento de outras.

**Tabela 5.** Distribuição de sabiás *Turdus* spp. capturados em diferentes localidades no Parque Nacional do Itatitaia e suas respectivas prevalências para coccídios.

Expedições		Hospedeiros infectados/examinados (Prevalência)				
Localidade	Data	<i>Turdus albicollis</i>	<i>Turdus rufiventris</i>	<i>Turdus leucomelas</i>	<i>Turdus flavipes</i>	Totais
Travessia Rui Braga	Ago. 2014	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	Mai. 2015	0/0	1/2	0/0	1/1	2/3 (66%) 3/4 (75%)
	Jul. 2016	0/0	1/1	0/0	0/0	1/1
Trilha das Borboletas	Nov. 2014	0/1	0/1	0/0	0/0	0/2
	Jul. 2016	1/1	0/0	0/0	2/2	3/3 (100%) 3/5 (60%)
Trilha da Oficina	Dez. 2014	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Trilha próxima ao Pórtico	Mar. 2015	3/3	0/0	0/0	0/0	3/3 (100%)
Sítio ao final da estrada Usina Força & Luz	Abr. 2015	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
Sítio próximo à casa 12	Jul. 2015	0/0	1/1	2/2	1/1	4/4 (100%)
Trilha da Aldeia dos Pássaros	Nov. 2015	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Visconde de Mauá	Mar. 2016	4/4	3/6	0/0	0/0	7/10 (70%)
<b>Totais</b>		<b>8/9 (89%)</b>	<b>6/12 (50%)</b>	<b>2/2 (100%)</b>	<b>4/4 (100%)</b>	<b>20/27 (74%)</b>

**Tabela 6.** Distribuição de *Isospora* ssp. por amostras fecais de abastados *Turdus* spp. capturados em diferentes localidades no Parque Nacional do Itatiaia.

Expedições			Densidades de oocistos de <i>Isospora</i> spp.								
Localidade	Data	Hospedeiros	<i>Isospora albicollis</i>	<i>Isospora machadoae</i>	<i>Isospora massardi</i>	<i>Isospora sabiai</i>	<i>Isospora</i> sp. (morfolotipoA)	<i>Isospora</i> sp. (morfolotipoB)	<i>Isospora</i> sp. (morfolotipoC)	Totais	
Travessia Rui Braga	Mai. 2015	<i>Turdus rufiventris</i>			21.887	21.887				43.774	45.590
		<i>Turdus flavipes</i>			368	553				921	
	Jul. 2016	<i>T. rufiventris</i>			716			179		895	
Trilha das Borboletas	Jul. 2016	<i>T. flavipes</i>			10	2			8	20	428
		<i>T. flavipes</i>			308		34			342	
		<i>Turdus albicollis</i>				66				66	
Trilha próxima ao Pórtico	Mar. 2015	<i>T. albicollis</i>	361			1.443				1.804	4.607
		<i>T. albicollis</i>		973	1.806					2.779	
		<i>T. albicollis</i>				24				24	
Sítio próximo à casa 12	Jul. 2015	<i>T. flavipes</i>				72	18			90	3.851
		<i>T. rufiventris</i>			3.402					3.402	
		<i>T. leucomelas</i>				67				67	
Visconde de Mauá	Mar. 2016	<i>T. leucomelas</i>				292				292	4.443
		<i>T. albicollis</i>		1.078						1.078	
		<i>T. rufiventris</i>			10	67			19	96	
		<i>T. rufiventris</i>			128					128	
		<i>T. albicollis</i>		1.014						1.014	
		<i>T. albicollis</i>			59					59	
<i>T. albicollis</i>			506		56				562		
<i>T. rufiventris</i>			753		753				1.506		
<b>Totais</b>			<b>361 (4%)<sup>a</sup></b>	<b>3.065 (11%)</b>	<b>29.953 (44%)</b>	<b>25.282 (44%)</b>	<b>52 (7%)</b>	<b>198 (7%)</b>	<b>8 (4%)</b>	<b>58.919</b>	

<sup>a</sup> Prevalência por espécie de *Isospora*.

**Tabela 7.** Diversidade de *Isospora* spp. com seus respectivos índices de Shannon ( $H'$ ), Simpson ( $\lambda'$ ) e Pielou ( $J'$ ) na totalidade e na comparação entre hospedeiros *Turdus* spp. e localidades no Parque Nacional do Itatiaia.

Espécies	Hospedeiros <sup>a</sup>				Total	Localidades			Vicente de Mauá
						Parque Nacional do Itatiaia			
	<i>Turdus albicollis</i>	<i>Turdus flavipes</i>	<i>Turdus leucomelas</i>	<i>Turdus rufiventris</i>		>1.200m <sup>b</sup>	>700m <sup>c</sup>	>600m (borda) <sup>d</sup>	
<i>Isospora albicollis</i>	361 (45)	0	0	0	<b>361 (13)</b>	0	0	361 (90)	0
<i>Isospora machadoae</i>	3.065 (383)	0	0	0	<b>3.065 (114)</b>	0	0	973 (243)	2.092 (209)
<i>Isospora massardi</i>	2.371 (296)	686 (172)	0	26.896 (2.241)	<b>29.953 (1.109)</b>	22.971 (5.743)	3.720 (413)	1.806 (452)	1.456 (146)
<i>Isospora sabiai</i>	1.589 (199)	627 (157)	359 (180)	22.707 (1.892)	<b>25.282 (936)</b>	22.440 (5.610)	499 (55)	1.467 (367)	876 (88)
<i>Isosporasp.</i> (morfofoto A)	0	52 (13)	0	0	<b>52 (2)</b>	0	52 (6)	0	0
<i>Isosporasp.</i> (morfofoto B)	0	0	0	198 (17)	<b>198 (7)</b>	179 (45)	0	0	19 (2)
<i>Isosporasp.</i> (morfofoto C)	0	8 (2)	0	0	<b>8 (1)</b>	0	8 (1)	0	0
<b>Total</b>	<b>7.386 (132)</b>	<b>1.373 (49)</b>	<b>359 (26)</b>	<b>49.801 (593)</b>	<b>58.919 (312)</b>	<b>45.590 (1.628)</b>	<b>4.279 (68)</b>	<b>4.607 (165)</b>	<b>4.443 (63)</b>
<b>Riqueza de espécies</b>	4	4	1	3	7	3	4	4	4
<b>Diversidade de Shannon-Wiener (<math>H'</math>)</b>	1,21	0,86	-	0,71	<b>0,91</b>	0,72	0,44	1,26	1,06
<b>Diversidademáxima (<math>H'</math>max)</b>	1,95	1,95	-	1,95	<b>1,95</b>	1,95	1,95	1,95	1,95
<b>Equitabilidade de Pielou (<math>J'</math>)</b>	0,62	0,44	-	0,37	<b>0,47</b>	0,37	0,23	0,65	0,55
<b>Dominância de Simpson (<math>\lambda'</math>)</b>	0,68	0,54	-	0,50	<b>0,55</b>	0,50	0,23	0,69	0,63

<sup>a</sup> Densidade absoluta, e densidade média por hospedeiro entre parênteses; Localidades em <sup>b</sup> ~1.200m de altitude, <sup>c</sup> entre 700m e 900m de altitude e em <sup>d</sup> ~600m de altitude (próximo à borda) no Parque Nacional do Itatiaia.

Outra justificativa seria de a diversidade estar diretamente relacionada a presença de um determinado *Turdus* sp. observado essencialmente em uma ou poucas localidades e; de fato, *T. albicollis*, o qual obteve maiores índices de diversidade e equitabilidade, foi majoritariamente capturado em Visconde de Mauá e na borda do PNI. Neste sentido, a maior diversidade e equitabilidade em *T. albicollis* pode ser justificada pelo seu nicho ecológico. *Turdusalbicollis* é parcialmente migratório, habita o sub-bosque, é abundante e aninha em todos os estratos altitudinais no PNI (MAIA-GOUVÊA *et al.*, 2005; ALVES, 2007; GASPERIN & PIZO, 2009; TOLEDO *et al.*, 2012). Portanto, este comportamento e a ampla distribuição e movimentação de *T. albicollis* devem favorecer o contato e transmissão de diferentes espécies de coccídios, inclusive àquelas menos abundantes, elevando sua diversidade parasitária.

Por fim, pode-se concluir que a identificação de espécies de coccídios que foram relatadas em locais distintos do PNI, evidencia a ampla distribuição e dispersão dos coccídios de aves silvestres nesta região; As prevalências e densidades observadas como baixas ou moderadas indicam que a coccidiose não tem sido impactante nas aves silvestres, na área do parque; Determinadas espécies de *Turdus* permanecem em nichos mais específicos do parque, restringindo assim a dispersão dos coccídios.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.A.S. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 15, n. 2, p. 231-238, 2007.
- ATKINSON CT, THOMAS NJ, HUNTER DB. *Parasitic diseases of wild birds*. Oxford: Wiley-Blackwell; 2008.
- AYRES, M., M. AYRES JUNIOR, D. L. AYRES, AND A. A. S. SANTOS. *BioStat aplicações estatísticas nas áreas de Ciências Biomédicas*. Mairauá, Belém, Brazil, 364 p, 2007.
- AVENDAÑO, J.E.; CORTÉS-HERRERA, J.O.; BRICEÑO-LARA, E.R.; RINCÓN-GUARÍN, D.A. Crossing or by passing the Andes: a commentary on recent range extensions of cis-Andean birds to the West of the Andes of Colombia. *Orinoquia*, v. 17, n. 2, p. 207-214, 2013.
- BATISTA, L.C.S.O.; VASCONCELLOS, M.S.D.; PASSOS, M.M.; LOPES, B.B.; BERTO, B.P. Coccidiosis due to *Isospora curio* (Trachta & Silva et al. 2006) in lesser seed-finches *Sporophila angolensis* (Linnaeus, 1766) at a commercial breeding facility - Case report. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 37, p. 401-405, 2015.
- BELLI, S. I.; SMITH, N. C.; FERGUSON, D. J. P. The coccidian oocysts: a tough nut to crack! *Trends in Parasitology*, v. 22, p. 416-423, 2006.
- BENELLI, G.; CASELLI, A.; DI GIUSEPPE, G.; CANALE, A. Control of biting lice, Mallophaga - a review. *Acta tropica*, v. 177, p. 211-219, 2017.
- BERTO, B. P.; BALTHAZAR, L. M. C.; FLAUSINO, W.; LOPES, C. W. G. Two New Coccidian Parasites of Green-Winged Saltator (*Saltator similis*) from South America. *Acta Protozoologica*, v. 47, p. 263-267, 2008b.
- BERTO, B. P.; FLAUSINO, W.; LUZ, H. R.; FERREIRA, I.; LOPES, C. W. G. Three New Coccidian Parasites of Brazilian Tanager (*Ramphocelus bresilius dorsalis*) from South America. *Acta Protozoologica*, v. 47, p. 77-81, 2008a.
- BERTO, B. P.; BALTHAZAR, L. M. C.; FLAUSINO, W.; LOPES, C. W. G. Three new species of *Isospora* Schneider, 1881 (Apicomplexa: Eimeriidae) from the buffyfronted seedeater *Sporophila frontalis* Verreaux, 1869 (Passeriformes: Emberizidae) from South America. *Systematic Parasitology*, v. 73, p. 65-69, 2009c.
- BERTO, B.P.; BALTHAZAR, L.M.C.; FLAUSINO, W.; LOPES, C.W.G. New isosporoid coccidian parasites of sayaca tanager, *Thraupis sayaca*, from South America. *Acta Parasitologica*, v. 54 (n. 2): 90-94, 2009e.
- BERTO B. P.; FLAUSINO W.; LUZ H. B.; FERREIRA I.; LOPES C. W. G. *Isospora mionectesi* sp. nov. (Apicomplexa, Eimeriidae) from the grey-hooded flycatcher, *Mionectes rufiventris* in Brazil. *Acta Parasitologica*, v. 54, p. 301-304, 2009b.

- BERTO B. P.; FLAUSINO W.; LUZ H. B.; FERREIRA I.; LOPES C. W. G. Two new *Isospora* species from Brazilian tanager (*Ramphocelus bresilius dorsalis*) of South America. *Parasitology Research*, v. 105, p. 635-639, 2009d.
- BERTO B. P.; LUZ H. B.; FLAUSINO W.; FERREIRA I.; LOPES C. W. G. New species of *Eimeria* Schneider, 1875 and *Isospora* Schneider, 1881 (Apicomplexa: Eimeriidae) from the short-crested flycatcher *Myiarchus ferox* (Gmelin) (Passeriformes: Tyrannidae) in South America. *Systematic Parasitology*, v. 74, p. 75-80, 2009a.
- BERTO, B. P.; LUZ, H. R.; FERREIRA, I.; FLAUSINO, W.; LOPES, C. W. G. Two new hosts for *Isospora tiesangui* Berto, Flausino, Luz, Ferreira & Lopes, 2008 (Apicomplexa: Eimeriidae). *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 32, p. 168-171, 2010.
- BERTO, B. P.; FLAUSINO, W.; MCINTOSH, D.; TEIXEIRA-FILHO, W. L.; LOPES, C. W. G. Coccidia of New World passerine birds (Aves: Passeriformes): a review of *Eimeria* Schneider, 1875 and *Isospora* Schneider, 1881 (Apicomplexa: Eimeriidae). *Systematic Parasitology*, v. 80, p. 159-204, 2011.
- BERTO, B. P.; LOPES, C. W. G. Distribution and dispersion of coccidia in wild passerines of the Americas. In RUIZ L.; IGLESIAS, L. (Eds) *Birds: evolution and behavior, breeding strategies, migration and spread of disease*. Nova Science Publishers: New York, p. 47- 66, 2013.
- BERTO, B. P.; MCINTOSH D.; LOPES, C. W. G. Studies on coccidian oocysts (Apicomplexa: Eucoccidiorida). *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 23, p. 1-15, 2014.
- BIAGOLINI-JR, C.; COSTA, M.C.; PERRELLA, D.F.; ZIMA, P.Q.; RIBEIRO-SILVA, L.; FRANCISCO, M.R. Extra-pair paternity in a Neotropical rainforest songbird, the White-necked Thrush *Turdus albicollis* (Aves: Turdidae). *Zoologia*, v. 33, n. 4: e20160068, 2016.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. *Turdus albicollis*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2012 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22708942A39741540.en>>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. Data Zone, 2017. Disponível em: <<http://www.birdlife.org>>. Acesso em: 6 de junho de 2017.
- BRAWNER, W. R.; HILL, G. E. Temporal variation in shedding of coccidial oocysts: implications for sexual-selection studies. *Canadian Journal of Zoology*, v. 77, p. 347-350, 1999.
- BROWN, M. A.; BALL, S. J.; HOLMAN, D. The periodicity of isosporan oocyst discharge in the greenfinch (*Carduelis chloris*). *Journal of Natural History*, v. 35, p. 945-948, 2001.
- BOUGHTON, D.C.; BOUGHTON, R.B.; VOLK, J. Avian hosts of the genus *Isospora* (Coccidiida). *Ohio Journal of Science*, v. 38, p. 149-163, 1938.

- BOX, E.D. *Isospora* as an extraintestinal parasite of passerine birds. *Journal of Protozoology*, v. 28, p. 244-246, 1981.
- BUCHHOLZ, R. Effects of parasitic infection on mate sampling by female Wild Turkeys (*Meleagris gallopavo*): should infected females be more or less choosy? *Behavior and Ecology*, v. 15: 687–694, 2004.
- BURFIELD, I.J.M.; BROOKE, D.E.L. The decline of the Ring Ouzel *Turdus torquatus* in Britain: evidence from bird observatory data. *Ringing & Migration*, v. 22, p. 199-204, 2005.
- BURNS, K.J.; HACKETT, S.J.; KLEIN, N.K. Phylogenetic relationships of Neotropical honeycreepers and the evolution of feeding morphology. *Journal of Avian Biology*, v. 34, p. 360–370, 2003.
- BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.
- CARDOZO, S.V.; BERTO, B.P.; FONSECA, I.P.; TOMÁS, A.; THODE, F.B.; LOPES, C.W.G. Characterisation of *Isospora lusitanensis* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae) from the Eurasian blackbird *Turdus merula* Linnaeus (Passeriformes: Turdidae) in mainland Portugal. *Systematic Parasitology*, v. 92, n. 2, p. 171-179, 2015.
- CAPLLONCH, P.; ORTIZ, D.; SORIA, K. Migración del Zorzal común *Turdus amaurochalinus* (Aves, Turdidae) en Argentina. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 16, n. 1, p. 12-22, 2008.
- CARVALHO-FILHO, P.R.; MEIRELES, G.S.; RIBEIRO, C.T.; LOPES, C.W.G. Three new species of *Isospora* Schneider, 1881 (Apicomplexa: Eimeriidae) from the double-collared seed eater, *Sporophila caerulea* (Passeriformes: Emberizidae), from Eastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 100, p. 151-154, 2005.
- CASAS, M.C.; DUSZYNSKI, D.W.; ZALLES, L.M. Three new Eimerians in capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) populations from eastern Bolivia and southern Venezuela. *Journal of Parasitology*, v. 81, n. 2, p. 247-251, 1995.
- CASSEY, P.; EWEN, J.G.; BLACKBURN, T.M.; HAUBER, M.E.; VOROBYEV, M.; MARSHALL, N.J. Eggshell colour does not predict measures of maternal investment in eggs of *Turdus* thrushes. *Naturwissenschaften*, v. 95, p. 713–721, 2008.
- CATCHPOLE, J.; NORTON, C.; JOYNER, L. The occurrence of *Eimeria weybridgensis* and other species of coccidia in lambs in England and Wales. *British Veterinary Journal*, v. 131, p. 392-401, 1975.
- CBRO. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Lista das aves do Brasil*. Rio de Janeiro: CBRO; 2014.

- CLEMENT, P.; BYERS, C.; HATHWAY, R.; WILCZUR, J. *Thrushes*. Princeton, Princeton University Press, 2000.
- CODY, M.L. Competition and the structure of bird communities, *Monographs in Popular Biology*, v. 7, p.1-318, 1974.
- COELHO, C.D.; BERTO B.P.; NEVES D.M.; OLIVEIRA V.M.; FLAUSINO W.; LOPES C.W.G. Two new *Isospora* species from the saffron finch, *Sicalis flaveola* in Brazil. *Acta Parasitologica*, n. 56, p. 239-244, 2011.
- COHEN, E. B.; LINDELL, C. A. Survival, habitat use, and movements of fledgling white-throated robins (*Turdus assimilis*) in a Costa Rican agricultural landscape. *The Auk*, v. 121, n. 2, p. 404-414, 2004.
- COLLAR, N.J. Family Turdidae (Thrushes). In: DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.; CHRISTIE, D. A. (Eds.). *Handbook of the Birds of the World*. Barcelona: Lynx Edicions, v. 10. p. 514-811, 2005.
- COUDERT, P.; LICOIS, D.; STREUN, A. Characterization of *Eimeria* species. I. Isolation and study of pathogenicity of a pure strain of *Eimeria perforans* (Leuckart, 1879 ; Sluiter and Swellengrebel, 1912). *Zeitschrift für Parasitenkunde*, v. 59, p. 227-234, 1979.
- DEL HOYO, J.; ELLIOTT, A.; SARGATAL, J. *Handbook of the Birds of the World*. v. 10: *Cuckoo-Shrikes to Thrushes*. Lynx Edicions, Barcelona, 2005.
- DOGIEL, V.A. *General parasitology*. Leningrad, Izdatielstvo Leningradskogo Univiersitieta, 1962.
- DOLNIK, O.V. Diurnal periodicity of oocysts release of *I. dilatata* (Sporozoa: Eimeriidae) from the common Starling (*Sturnus vulgaris*) in nature. *Parazitologiya*, v. 33, n. 1, p. 74-80, 1999.
- DOLNIK, O.V. *Some aspects of the biology and host-parasite interactions of Isospora spp. (Protozoa: Coccidiida) of passerine birds*. PhD dissertation, Carl von Ossietzky University, Oldenburg, 2002.
- DOLNIK, O. The relative stability of chronic *Isospora sylvianthina* (Protozoa: Apicomplexa) infection in blackcaps (*Sylvia atricapilla*): evaluation of a simplified method of estimating isosporan infection intensity in passerine birds. *Parasitology Research*, v. 100, p. 155 - 160, 2006.
- DOLNIK, O.V.; LOONEN, M.J.J. *I. plectrophenaxia* n. sp (Apicomplexa: Eimeriidae), a new coccidian parasite found in Snow Bunting (*Plectrophenax nivalis*) nestlings on Spitsbergen. *Parasitology Research*, v. 101, n. 6, p. 1617-1619, 2007.
- DOLNIK O.V.; RÖNN, J.A.V.; BENSCH, S. *I. hypoleucae* sp. n. (Apicomplexa: Eimeriidae), a new coccidian parasite found in the Pied Flycatcher (*Ficedula hypoleuca*). *Parasitology*, v. 139, n. 1, p. 1-5, 2009.

- DOLNIK, O.V.; HOI, H. Honest signalling, dominance hierarchies and body condition in House Sparrows *Passer domesticus* (Aves: Passeriformes) during acute coccidiosis. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 99, p. 718-726, 2010.
- DORRESTEIN, G.M. Bacterial and parasitic diseases passerines. *Veterinary Clinics of North America Exotic Animal Practice*, v. 12, p. 433-451, 2009.
- DUSZYNSKI, D. Increase in size of *Eimeria separata* oocysts during patency. *Journal of Parasitology*, v. 57, p. 948-952, 1971.
- DUSZYNSKI, D.; COUCH, L. The coccidia of Passeriformes (*Isospora*), 2004. Disponível em: <<http://www.k-state.edu/parasitology/worldcoccidia>>. Acesso em 21 de junho de 2016.
- DUSZYNSKI, D. W.; WILBER, P. G. A guideline for the preparation of species descriptions in the Eimeridae. *Journal of Parasitology*, v. 83, n. 2, p. 333-336, 1997.
- ENOUT, A.M.J.; LOBATO, D.N.; AZEVEDO, C.S.; ANTONINI, Y. Parasitismo por malófagos (Insecta) e ácaros (Acari) em *Turdus leucomelas* (Aves) nas estações reprodutivas e de muda de penas no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. *Zoologia*, v. 26, n. 3, p. 534-540, 2009.
- ENTZEROTH, R.; SCHOLTYSECK, E. ; SEZEN, I. Y. Fine structural study of *Eimeria truncata* from the domestic goose (*Anseranserdom.*) *.ZeitschriftfurParasitenkunde*, v. 66, p. 1-7, 1981.
- FAYER, R. Epidemiology of protozoan infection: the Coccidia. *Veterinary Parasitology*, v. 6, n. 1-3, p. 75-103, 1980.
- FOSTER, M.S. Feeding methods and efficiencies of selected frugivorous birds. *Condor*, v. 89, p. 566-580, 1987.
- FRISCH, J.D.; FRISCH, C.D. *Aves brasileiras e plantas que as atraem*. São Paulo: Dalgas Ecoltec, 2005.
- GARDNER, S.; DUSZYNSKI, D. Polymorphism of eimerian oocysts can be a problem in naturally infected hosts: an example from subterranean rodents in Bolivia. *Journal of Parasitology*, v. 76, p. 805-811, 1990.
- GASPERIN, G.; PIZO, M. A. Frugivory and habitat use by Thrushes (*Turdus* spp.) in a suburban area in South Brazil. *Urban Ecosystems*, v. 12, n. 1, p. 425-436, 2009.
- GEUE, D.; PARTECKE, J. Reduced parasite infestation in urban Eurasian blackbirds (*Turdus merula*): a fator favoring urbanization? *Canadian Journal of Zoology*, v. 86, p. 1419-1425, 2008.
- GIRAUDEAU, M.; MOUSEL, M.; EARL, S.; MCGRAW, K. Parasites in the city: degree of urbanization predicts poxvirus and coccidian infections in house finches (*Haemorhous mexicanus*). *PLoS One*, v. 9 (n. 2): e86747, 2014.

- GOMEZ, F.M.; NAVARRETE, I.; RODRIGUEZ, R.L. Influencia de los factores ambientales sobre diferentes poblaciones de *Isospora lacazei* Labbé, 1983 (Protozoa: Apicomplexa). *Revista Ibérica de Parasitología*, v. 42, p. 185 - 196, 1982.
- GRULET, O.; LANDAU, I.; BACCAM, D. Les *Isospora* du moineau domestique; multiplicite des especes. *Annales de Parasitologie humaine et Comparee*, v. 57, p. 209 - 233, 1982.
- GRULET, O.; LANDAU, I.; MILLET P.; BACCAM, D. Les *Isospora* du moineau. I: Compléments à l'étude systématique = *Isospora* of sparrows. I: Complementary data on the systematics. *Annales de Parasitologie humaine et Comparee*, v. 61, p. 155 - 160, 1986a.
- GRULET, O.; LANDAU, I.; MILLET P.; BACCAM, D. Les *Isospora* du moineau. II: Etude sur la biologie = *Isospora* of sparrows. II: Studies on biology. *Annales de Parasitologie humaine et Comparee*, v. 61, p. 161 - 192, 1986b.
- GRULET, O.; LANDAU, I.; MILLET P.; BACCAM, D. Les *Isospora* du moineau. III: Action élective de la primaquine sur les formes d'attente = *Isospora* of sparrows. III: Elective action of primaquine on latent stages. *Annales de Parasitologie humaine et Comparee*, v. 61, p. 193 - 198, 1986c.
- HAWKINS, B.A. et al. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, v. 84, p. 3105-3117, 2003.
- HÖRAK, P.; SAKS, L.; KARU, U.; OTS, I.; SURAI, P.F.; MCGRAW, K.J. How coccidian parasites affect health and appearance of greenfinches. *Journal of Animal Ecology*, v., 73, n. 5, p. 935 - 947, 2004.
- HUDMAN, S. P.; KETTERSON, E. D.; NOLAN, V. Effects of time of sampling on oocyst detection and effects of age and experimentally elevated testosterone on prevalence of coccidia in male dark-eyed Juncos. *Auk*, v. 117, p. 1048 - 1051, 2000.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade. *Unidades de Conservação - Parque Nacional de Itatiaia*. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/parnaitatiaia>>. Acesso em 2 de fevereiro de 2016.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade. *Unidades de Conservação - Parque Nacional de Itatiaia*. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/parnaitatiaia>>. Acesso em 20 de novembro de 2017.
- IUCN. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em 9 de julho de 2017.
- JETZ, W.; SEKERCIOGLU, C.H.; WATSON, J.E.M. Ecological correlates and conservation implications of overestimating species geographic ranges *Conservation Biology*, v. 22, p. 110-119, 2008.

- JIRKU, M.; MODRY D.; SLAPETA, J.R.; KOUDELA B.; LUKES, J. The Phylogeny of Goussia and Choleoeimeria (Apicomplexa; Eimeriorina) and the Evolution of Excystation Structures in Coccidia. *Protist*, v. 153, p. 379-390, 2002.
- JORDANO, P.; GARCÍA, C.; GODOY, J.A. GARCÍA-CASTAÑO, J.L. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 104, p. 3278–3282, 2007.
- KEELER, S.P.; YABSLEY, M.J.; GIBBS, S.E.; MCGRAW, S.N. HERNANDEZ, S.M. A new *Isospora* species of passerines in the family Turdidae from Costa Rica. *Journal of Parasitology*, v. 98, p.167–169, 2012.
- JOYNER, L. Host and Site specificity. In: LONG P., *The biology of the Coccidia*. University Park Press, Baltimore, p. 35-62, 1982.
- KURUCZ, K.; KALLENBERGER, H.; SZIGETI, C.; PURGER, J.J. Survival probabilities of first and second clutches of blackbird (*Turdus merula*) in an urban environment. *Archives of Biological Science*, v. 62, n. 2, p. 489-493, 2010.
- LAINSON, R.; J.J. SHAW. Two new species of Eimeria and three new species of *Isospora* (Apicomplexa, Eimeriidae) from Brazilian mammals and birds. *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle*, v. 11, p. 349–365, 1989.
- LEITE, A.G.; BARREIROS, M.H.M.; CUNHA, J.G.; BRITO, R.D. Predação do sabiá-laranjeira *Turdus rufiventris* (Passeriformes: Turdidae) por tucano-de-bico-verde *Ramphastos dicolorus* (Piciformes: Ramphastidae) no município de Campos do Jordão, SP/Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, v. 158, n. 3, p. 55-56, 2010.
- LEVINE, N.D.; VAN RIPER, S.; VAN RIPER, C. Five new species of *Isospora* from Hawaiian birds. *Journal of Protozoology*, v. 27, p. 258–259, 1980.
- LEVINE, N. D. The genus *Atoxoplasma* (Protozoa, Apicomplexa). *Journal of Parasitology* v. 68, p. 719 - 723, 1982.
- LEVINE, N.D. *Veterinary protozoology*. Ames, Iowa State University Press. 414p, 1985.
- LOISELLE, B.A. Seeds in droppings of tropical fruit eating birds: importance of considering seed composition. *Oecologia*, v. 82, p. 494-500, 1990.
- LONG, P. I. *The biology of the coccidia*. Edward Arnold Publishers, London, 1982.
- LOPES, B.B.; BERTO, B.P.; LUZ, H.L.; GALVÃO, G.S.; FERREIRA, I.; LOPES, C.W.G. *Isospora massardi* sp. nov. (Apicomplexa: Eimeriidae) from the white-necked thrush *Turdus albicollis* (Passeriformes: Turdidae) from Brazil. *Acta Parasitologica*, v. 59, p. 272–275, 2014.
- LÓPEZ, G.; FIGUEROLA, J.; SORIGUER, R. Time of day, age and feeding habits influence coccidian oocyst shedding in wild pássaros. *International Journal for Parasitology*, v. 37, n. 5, p. 559-564, 2007.

- MAIA-GOUVÊA, E.R.; GOUVÊA, E.; PIRATELLI, A. Comunidade de aves de sub-bosque em uma área de entorno do Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, p. 859-866, 2005.
- MARQUES, M.V.; VILELA, D.A.; ANDRADE, E.A.; GALVÃO, C.Z.; RESENDE, J.S.; FERREIRA-JUNIOR, F.C. et al. Fatal coccidiosis by *Isospora icterus* (Upton & Whitaker, 2000) in captive campo Troupial (*Icterus jamacaii*) in Brazil. *Journal of zoo and wildlife medicine: official publication of the American Association of Zoo Veterinarians*, v. 42, n. 4, p. 735-737, 2011.
- MARQUARDT, W.C. Host and site specificity in the Coccidia: A perspective. *Journal of Protozoology*, v. 28, p. 243-244, 1981.
- MARTINAUD, G.; BILLAUDELLE, M.; MOREAU, J. Circadian variation in shedding of the oocysts of *Isospora turdi* (Apicomplexa) in blackbirds (*Turdus merula*): An adaptative trait against desiccation and ultraviolet radiation. *International Journal for Parasitology*, v.39, p. 735 - 739, 2009.
- MARZAL, A.; DE LOPE, F.; NAVARRO, C.; MOLLER, A.P. Malarial parasites decrease reproductive success, an experimental study in a passerine bird. *Oecologia*, v. 142, p. 541-545, 2005.
- McQUISTION, T.E. The prevalence of coccidian parasites in passerine birds from South Africa. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*, v. 93, p. 221 - 227, 2000.
- McQUISTION, T.E.; HOLMES, B.B. *I. robini* sp. n., a new coccidian parasite (Apicomplexa: Eimeriidae) from the American robin (*Turdus migratorius*). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, v. 55, n. 2, p. 324-325, 1988.
- MILINSKI, M. Parasites and host decision-making. In: Barnard C.J. & Behnke J.M. (eds) *Parasitism and host behaviour*. Taylor & Francis, London, p. 95-116, 1990.
- MISOFF, K. Diurnal cycle of *Isospora* spp oocyst shedding in Eurasian Blackbirds (*Turdus merula*). *Canadian Journal of Zoology*, v. 82, p. 764-768, 2004.
- MORIN-ADELIN, V.; VOGELNEST, L.; DHAND, N.K.; SHIELS, M.; ANGUS, W.; SLAPETA, J. Afternoon shedding of a new species of *Isospora* (Apicomplexa) in the endangered Regent Honeyeater (*Xanthomyza Phrygia*). *Parasitology*, v. 138, n. 6, p. 713-724, 2011.
- NORTON, C. C.; L. P. JOYNER. *Eimeria acervulina* and *E. mivati*: Oocysts, life-cycle and ability to develop in the chicken embryo. *Parasitology*, 83: 269-279, 1981.
- ODUM, H.T. et al. *Environmental Systems and Public Policies*. University of Florida Press, EUA, 1988.

- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica*, v. 32(n. 4b), p. 793-810, 2000.
- PAINE, R.T. Food webs: linkage, interaction strength, and community infrastructure. *Journal of Animal Ecology*, v.49, p. 667–685, 1980.
- PAP, P.L.; VÁGASI, C.I.; CZIRJÁK, G.A.; TITILINCU, A.; PINTEA, A.; OSVÁTH, G.; FULLOP, A; BARTA, Z. The effect of coccidian on the condition and immune profile of moulting house sparrows (*Passer domesticus*). *The Auk*, v. 128, n. 2, p. 330-339, 2011.
- PARKER, B.; DUSZYNSKI, D. Polymorphism of eimerian oocysts: a dilemma posed by working with some naturally infected hosts. *Journal of Parasitology*, v. 72, p. 602-604, 1986.
- PINHO, I.F.; RODRIGUES, M.B.; SILVA, L.M.; LOPES, B.B.; OLIVEIRA, M.S.; FERREIRA, M.A.; CARDOZO, S.V.; LUZ, H.R.; FERREIRA, I.; LOPES, C.W.G.; BERTO, B. P. Characterization and distribution of *Isospora sabiai* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae) from thrushes *Turdus* spp. (Passeriformes: Turdidae) from Brazil. *Journal of Parasitology*, v. 103, p. 285-291, 2017a.
- PINHO, I. F.; SILVA, L. M.; RODRIGUES, M. B.; OLIVEIRA, M. S.; LOPES, B. B.; LUZ, H. B.; FERREIRA, I.; LOPES, C. W. G.; BERTO, B. P. *Isospora albicollis* (Apicomplexa: Eimeriidae) in thrushes *Turdus* spp. (Passeriformes: Turdidae), in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 26, p. 231-234, 2017b.
- PIZO, M.A. The relative contribution of fruits and arthropods to the diet of three trogon species (Aves, Trogonidae) in the Brazilian Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n .2, p. 515-517, 2007.
- PUTMAN, R.J. *Community ecology*. Chapman & Hall, London, 1996.
- RIDGELY, R.S.; TUDOR, G. *The Birds of South America. Vol II. The Oscine Passerines*. Austin, University of Texas Press, p. 940, 1989.
- ROBINSON, R.A.; KEW, J.J.; KEW A.J. Survival of suburban blackbirds *Turdus merula* varies seasonally but not by sex. *Journal of Avian Biology*, v. 41, p. 83-87, 2010.
- ROSALES, M.J.; MASCARO, C. First report of *Cyclospora talpae* (Pellerdy et Tanyi, 1968) (Apicomplexa) in *Talpa occidentalis* (Insectivora) in the Iberian Peninsula. *Parasitology Research*, v. 59, p. 135-136, 1999.
- SAMPAIO, I. B. M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. FEP MVZ Editora, Belo Horizonte, Brazil, 265 p., 2002.
- SAZIMA, I.; D'ANGELO, B.G. The Pale-breasted Thrush (*Turdus leucomelas*) preys on a gekkonid lizard and an anomalepidid snake. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 19, n. 3, p. 450-452, 2011.

- SCHEIBLER, D.R.; MELO-JUNIOR, T.A. Frugivory by birds on two exotic *Ligustrum* species (Oleaceae). *Ararajuba*, v. 11, n. 1, p. 89-91, 2003.
- SCHOENER, E.R.; ALLEY, M.R.; HOWE, L.; CASTRO, I., Coccidia species in endemic and native New Zealand passerines. *Parasitology Research*, v. 112, 2027e2036, 2013.
- SCHWALBACH G. Die Coccidiose der Singvoegel. I. Der Ausscheidungsrythmus der *Isospora*-Oocysten beim Haussperling (*Passer domesticus*). *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene*, v. 178, p. 263–276, 1960.
- SEKERCIOGLU CH. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 21(n. 8), p. 464-471, 2006.
- SICK, H. *Ornitologia Brasileira*, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 862p. 1997.
- SIGRIST, T. *Guia de Campo: Avifauna Brasileira*. São Paulo, Avis Brasilis, 608p. 2014.
- SIMPSON, R.; CAVARZERE, V.; SIMPSON, E. List of documented bird species from the municipality of Ubatuba, state of São Paulo, Brazil. *Papeis Avulsos de Zoologia*, v. 52, n. 21, p. 233-254, 2012.
- SITKO, J.; ZALEŚNY, G. The effect of urbanization on helminth communities in the Eurasian blackbird (*Turdus merula* L.) from the eastern part of the Czech Republic, *Journal of Helminthology*, v. 88, n. 1, p. 97 – 104, 2014.
- SNOW, B. K.; SNOW, D. W. The feeding ecology of tanagers and honeycreepers in Trinidad. *Auk*, v. 88, p. 291-322, 1971.
- SOUSLBY, E.J.L. *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. México, London: Bailliére, Tindall and Cassell, p. 824, 1987.
- STORNI, A.; ALVES, M.A.S.; VALIM, M.P. Ácaros de penas e carrapatos (Acari) associados à *Turdus albicollis* Vieillot (Aves, Muscicapidae) em uma área de Mata Atlântica da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 2, p. 419-423, 2005.
- STOTZ, D.F.; FITZPATRICK, J.W.; PARKER III, T.A.; MOSKOVITS, D.K. *Neotropical Birds: ecology and conservation*. The University of Chicago Press, Chicago, p.882, 1996.
- STYRSKY, J.N.; BRAUN, J.D. Annual fecundity of a Neotropical bird during years of high and low rainfall. *Condor*, v. 113, p. 194–199, 2011.
- SVOBODOVA, M. Isospora, Caryospora and Eimeria (Apicomplexa: Eimeriidae) in passeriform birds from Czech Republic. *Acta Protozoologica*, v. 33, p. 101-108, 1994.

- TELLA, J.L.; SCHEUERLEIM, A.; RICKLEFS, R.E. Is cell-mediated immunity related to the evolution of life-history strategies in birds? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 269, p. 1059–1066, 2002.
- TENTER, A.; BARTA, J.R.; BEVERIDGE, I.; DUSZYNSKI, D.W.; MEHLHORN, H.; MORRISON, D.A.; THOMPSON, R.C.A.; CONRAD, P. The conceptual basis for a new classification of the coccidia. *International Journal of Parasitology*, v. 32, p. 505– 616, 2002.
- TOLEDO, M.C.; DONATELLI, B.R.; BATISTA, T.G. Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. *Urban Ecosystems*, v. 15: p. 111–131, 2012.
- TRACHTA, T.; SILVA E.A.; LITERÁK, I.; KOUDELA, B. Three new species of *Isospora* Schneider, 1881 (Apicomplexa: Eimeriidae) from the lesser seed-finch, *Oryzoborus angolensis* (Passeriformes: Emberizidae) from Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 101, p. 573-576, 2006.
- TUNG, K.C.; LIU, J. S.; CHENG, F.P.; YANG, C. H.; TU, W.C.; WANG, K. S.; SHYU, C. L.; LAI, C.H.; CHOU, C.C.; LEE, W. M. Study on the species-specificity of *Isospora michaelbakeri* by experimental infection. *Acta Veterinaria Hungarica*, v. 55, p. 77–85, 2007.
- UPTON, S.J. Suborder *Eimeriorina* Léger, 1911. In: Lee, J. J., Leedale, G. F. & Bradbury, P. (ed), *An Illustrateg Guide to the Protozoa*, 2nd edition. Society of Protozoologists, Lawrence, KS. p. 318-339, 2000.
- URURAHY, J.C.; COLLARES, J.E.R.; SANTOS, M.M.; BARRETO, R.A.A. Vegetação. In: RADAMBRASIL. Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. *Levantamento dos Recursos Naturais*, v. 32. p. 553-623, 1983.
- VOELKER, G.; ROHWER, S.; BOWIE, R.C.K.; OUTLAW, D.C. Molecular systematics of a speciose, cosmopolitan songbird genus: defining the limits of, and relationships among, the *Turdus* thrushes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 42, p. 422–434, 2007.
- VOGEL, H.F.; ZAWADZKI, C.H.; METRI, R. Coexistência entre *Turdus leucomelas* Vieillot, 1818 e *Turdus rufiventris* Vieillot, 1818 (Aves: Passeriformes) em um fragmento urbano de Floresta com Araucárias, Sul do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 3, p. 35-45, 2011.
- VOGEL, H.F., ZAWADZKI, C.H.; METRI, R. Occurrence of thrushes in an urban fragment of Araucaria forest in southern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 12, n. 4, p. 243-247, 2012.

## **6. ANEXOS**

### **Anexo A.**

Autorização para atividades com finalidade científica (MMA/ICMBio)  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO nº 45200-1 e nº54951-1



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número:</b> 45200-1	<b>Data da Emissão:</b> 08/08/2014 11:16	<b>Data para Revalidação*:</b> 07/09/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Bruno Pereira Berto	CPF: 103.532.617-50
Título do Projeto: COCCÍDIOS EM AVES SILVESTRES COMO BIOMARCADORES DE DISPERSÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS NO PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA E EM SEU ENTORNO	
Nome da Instituição : UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	CNPJ: 29.427.465/0001-05

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Captura de aves e coleta de amostras	08/2014	06/2015
2	Identificação dos coocídios	09/2014	07/2015
3	Processamento das amostras	09/2014	07/2015
4	Publicação em periódicos e trabalhos de congressos	09/2014	07/2015
5	Estudo estatístico para caracterização dos coocídios	10/2014	07/2015
6	Estudo estatístico para correlação entre coocídios e impactos ambientais	04/2015	07/2015

#### Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA n° 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio n° 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico <a href="http://www.ibama.gov.br">www.ibama.gov.br</a> (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/cgen">www.mma.gov.br/cgen</a> .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

#### Outras ressalvas

1	O PNI SO PERMITE USO DE REDE DE NEBLINA PARA COLETA DE AVES, FEZES E OBSERVAÇÕES.
---	---

#### Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Cleide Domingues Coelho	Pesquisador	880.565.547-34	73777617 IFP-RJ	Brasileira
2	Carlos Wilson Gomes Lopes	Coordenador	334.954.837-72	2606111 IFP-RJ	Brasileira
3	Bruno do Bomfim Lopes	Pesquisador	081.242.587-16	11317007-0 I.F.P-RJ	Brasileira

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 84371796**



Página 1/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número:</b> 45200-1	<b>Data da Emissão:</b> 08/08/2014 11:16	<b>Data para Revalidação*:</b> 07/09/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Bruno Pereira Berto	CPF: 103.532.617-50
Título do Projeto: COCCÍDIOS EM AVES SILVESTRES COMO BIOMARCADORES DE DISPERSÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS NO PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA E EM SEU ENTORNO	
Nome da Instituição : UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	CNPJ: 29.427.465/0001-05

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		RJ	PARQUE NACIONAL DE ITATIAIA	UC Federal
2	ITATIAIA	RJ	Entorno do Parque Nacional do Itatiaia (Maromba, etc.)	Fora de UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Aves
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Aves

#### Material e métodos

1	Amostras biológicas (Aves)	Fezes
2	Método de captura/coleta (Aves)	Rede de neblina

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	coleção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 84371796**



Página 2/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 45200-1	Data da Emissão: 08/08/2014 11:16	Data para Revalidação*: 07/09/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Bruno Pereira Berto	CPF: 103.532.617-50
Título do Projeto: COCCÍDIOS EM AVES SILVESTRES COMO BIOMARCADORES DE DISPERSÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS NO PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA E EM SEU ENTORNO	
Nome da Instituição : UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	CNPJ: 29.427.465/0001-05

### Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 84371796



Página 3/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número:</b> 45200-1	<b>Data da Emissão:</b> 08/08/2014 11:16	<b>Data para Revalidação*:</b> 07/09/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Bruno Pereira Berto	CPF: 103.532.617-50
Título do Projeto: COCCÍDIOS EM AVES SILVESTRES COMO BIOMARCADORES DE DISPERSÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS NO PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA E EM SEU ENTORNO	
Nome da Instituição : UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	CNPJ: 29.427.465/0001-05

\* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 84371796**



Página 4/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número:</b> 54951-1	<b>Data da Emissão:</b> 28/07/2016 08:24	<b>Data para Revalidação*:</b> 27/08/2017
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Bruno Pereira Berto	CPF: 103.532.617-50
Título do Projeto: TAXONOMIA E ECOLOGIA DE COCCÍDIOS DE AVES SILVESTRES DO PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA	
Nome da Instituição : UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	CNPJ: 29.427.465/0001-05

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Captura de aves e coleta de amostras	07/2016	06/2019
2	Processamento das amostras	08/2016	07/2019
3	Identificação dos coccídios	09/2016	07/2019
4	Estudo estatístico	10/2016	07/2019
5	Publicação em periódicos e trabalhos de congressos	11/2016	07/2019

#### Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico <a href="http://www.ibama.gov.br">www.ibama.gov.br</a> (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/cgen">www.mma.gov.br/cgen</a> .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		RJ	PARQUE NACIONAL DE ITATIAIA	UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Aves
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Aves

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 67144831**



Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número:</b> 54951-1	<b>Data da Emissão:</b> 28/07/2016 08:24	<b>Data para Revalidação*:</b> 27/08/2017
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Bruno Pereira Berto	CPF: 103.532.617-50
Título do Projeto: TAXONOMIA E ECOLOGIA DE COCCÍDIOS DE AVES SILVESTRES DO PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA	
Nome da Instituição : UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	CNPJ: 29.427.465/0001-05

#### Material e métodos

1	Amostras biológicas (Aves)	Fezes
2	Método de captura/coleta (Aves)	Rede de neblina

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	coleção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 67144831**



Página 2/3

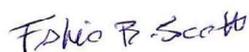


**Anexo B.**

Aprovação pela Comissão de Ética no Usode Animais do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CEUA/UFRRJ), protocolada sob o CEUA nº 036/2014 e nº 6606250616

## DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que foi aprovado o protocolo de número 036/2014 intitulado “COCCÍDIOS EM AVES SILVESTRES COMO BIOMARCADORES DE DISPERSÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS.” encaminhado pelo Professor (a) do Departamento de Parasitologia Animal, Carlos Wilson Gomes Lopes. Informamos que foi aprovado em reunião ordinária da CEUA-IV realizada no dia 16 de abril de 2015, após avaliação do plenário da referida Comissão.



Fabio Barbour Scott  
Coordenador CEUA-IV



Jonimar Pereira Paiva  
Vice-Coodenador CEUA-IV



**UFRRJ**  
Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro

**Comissão de Ética no  
Uso de Animais**  
Instituto de Veterinária



## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "TAXONOMIA E ECOLOGIA DE COCCÍDIOS DE AVES SILVESTRES DO SUDESTE BRASILEIRO", protocolada sob o CEUA nº 6606250616, sob a responsabilidade de **Bruno Pereira Berto e equipe; Irlane Faria de Pinho; Lidiane Maria da Silva; Mariana Borges Rodrigues; Hermes Ribeiro Luz** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CEUA/UFRRJ) na reunião de 17/10/2016.

We certify that the proposal "TAXONOMY AND ECOLOGY OF COCCIDIA FROM WILD BIRDS FROM SOUTHEASTERN BRAZIL", utilizing 500 Birds (males and females), protocol number CEUA 6606250616, under the responsibility of **Bruno Pereira Berto and team; Irlane Faria de Pinho; Lidiane Maria da Silva; Mariana Borges Rodrigues; Hermes Ribeiro Luz** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Veterinary Institute of Rural Federal University of Rio de Janeiro (CEUA/UFRRJ) in the meeting of 10/17/2016.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)

Vigência da Proposta: de [09/2016](#) a [08/2019](#) Área: [Biologia Animal](#)

Origem: [Não aplicável biotério](#)

Espécie: [Aves](#)

sexo: [Machos e Fêmeas](#)

idade: [1 a 240 meses](#)

N: [500](#)

Linhagem: [não se aplica](#)

Peso: [10 a 10000 g](#)

Resumo: A Mata Atlântica é um dos biomas mais importantes para ser preservado na biodiversidade do planeta, sendo as regiões das baixadas do litoral do Sudeste brasileiro, onde está inserido o Estado do Rio de Janeiro, as mais prioritárias para conservação. A perda e fragmentação de habitats e a biopirataria são as principais ameaças, as quais, além dos impactos diretos a fauna, flora e microbiota, indiretamente favorecem a transmissão de parasitas e a susceptibilidade das aves. Neste contexto, surge a importância do conhecimento dos parasitas de aves silvestres, principalmente de alguns grupos pouco estudados, como os protozoários coccídios (Apicomplexa: Eucoccidiorida), os quais são de extrema importância, tanto em termos de biodiversidade, quanto em sua dinâmica e especificidade. Neste sentido, este projeto visa identificar e quantificar as espécies de coccídios de aves silvestres em áreas de Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, os quais fomentarão estudos complementares sobre a dinâmica do parasitismo entre famílias, hábitos, condições ambientais, etc. As expectativas são que os estudos dos oocistos revelem espécies novas, redescrições e novos hospedeiros, verificando a transmissão de coccídios entre aves de famílias distintas e possibilitando a elaboração de chaves dicotômicas de identificação. As distintas características ambientais e diferentes nichos ecológicos poderão influenciar na distribuição das espécies de coccídios, densidades e nas morfologia e morfometria dos oocistos. Desta forma, espécies distintas, padrões morfométricos e/ou morfológicos dos oocistos, e densidades serão associadas a cada condição ambiental, dado biométrico/biológico e nicho ecológico da ave hospedeira. Finalmente, as identificações e/ou elevadas densidades em determinada família, espécie ameaçada/endêmica ou aves em determinado ambiente poderão orientar ou priorizar a conservação de determinada ave e/ou localidade.

Local do experimento: Ambiente Silvestre

Seropédica, 17 de outubro de 2016



**UFRRJ**  
Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro

**Comissão de Ética no  
Uso de Animais**  
Instituto de Veterinária



Prof. Dr. Fabio Barbour Scott  
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro

Prof. Dr. Jonimar Pereira Paiva  
Vice-Coodenador da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro