

Universidade Federal de Pelotas
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia



Tese

**Assembleia de helmintos e ocorrência de *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890
(Haemosporida: Haemoproteidae) associados à *Columba livia* Gmelin, 1789
(Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil**

Carolina Caetano dos Santos

Pelotas, 2023

Carolina Caetano dos Santos

Assembleia de helmintos e ocorrência de *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890 (Haemosporida: Haemoproteidae) associados à *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (área de conhecimento: Parasitologia).

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nara Amélia da Rosa Farias
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Carolina Silveira Mascarenhas

Pelotas, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

S237a Santos, Carolina Caetano dos

Assembleia de helmintos e ocorrência de *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890 (Haemosporida: Haemoproteidae) associados à *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil [recurso eletrônico] / Carolina Caetano dos Santos ; Nara Amélia da Rosa Farias, orientadora ; Carolina Silveira Mascarenhas, coorientadora. — Pelotas, 2023.

140 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Pombo-doméstico. 2. Columbidae. 3. Helmintofauna. 4. Hemosporídeos. 5. Relação parasito-hospedeiro. I. Farias, Nara Amélia da Rosa, orient. II. Mascarenhas, Carolina Silveira, coorient. III. Título.

Carolina Caetano dos Santos

Assembleia de helmintos e ocorrência de *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890
(Haemosporida: Haemoproteidae) associados à *Columba livia* Gmelin, 1789
(Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil

Tese aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 10/11/2023

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Carolina Silveira Mascarenhas (Co-orientadora)
Doutora em Parasitologia pela Universidade Federal de Pelotas

Dr. Jerônimo Lopes Ruas
Doutor em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dr.^a Gertrud Müller Antunes
Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr.^a Natália Soares Martins (Suplente)
Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pelotas

Agradecimentos

Gostaria de agradecer A Deus pela vida, pela oportunidade de compartilhar conquistas como esta, cercada de pessoas maravilhosas. A Ele e meu “anjo da guarda” pelo amparo nos momentos mais difíceis e desafiadores.

À família, base para minha formação pessoal e profissional. Em especial meus pais, Carmen e Nedi, que além de me proporcionar a vida e amor incondicional, me garantiram oportunidades de estudo e de crescimento profissional. Minha mana Elisa, que me incentiva e é minha parceira!

Meu noivo Augusto, que me acompanha desde o início desta caminhada, há quase 12 anos. Obrigada pelo incentivo, paciência e compreensão nos momentos de ausência.

Minhas avós Maria Eloá e Marina, meus sogros, tios e padrinhos, primos, que são grandes incentivadores, e participaram ativamente da formação do meu caráter! Obrigada por tudo!

Aos amigos, que aqui não foram citados, mas que estão no meu coração e me incentivam sempre!

Agradeço a Meri e Rubens que nos ajudaram com a coleta das aves, cedendo a maioria dos pombos para realização da pesquisa. Ao Alesio nosso “tarrafeiro” pela disponibilidade e participação nas coletas. Ao Paulo Roberto, que participou das capturas durante o mestrado, que foram imprescindíveis para o início do trabalho de doutorado! Gratidão!

Ao nosso querido Laboratório 13! São tantas lembranças dessa parceria gigantesca que se formou! Uma equipe de respeito nestes anos de doutorado: Sara, Natália, Andrios, Mirian, Luciana e Nilseia, e nossos queridos chefes Jeronimo e Nara! Agradeço cada um pela amizade e pela troca de conhecimento! Sentirei saudades de todos!

Um agradecimento especial as minhas queridas amigas Sara, Natália, que além de dividirem muito trabalho, tornaram-se amigas muito especiais. Nati, tu foste meu braço direito em muitas tardes de trabalho! Obrigada, obrigada!

À Nilseia, última a integrar o “Lab 13”. Trabalhaste comigo incansavelmente nas necropsias, processamento das amostras, além de tornar os dias mais tranquilos, com nosso chimarrão e conversas descontraídas! Gratidão imensa!

Jerônimo, obrigada por todo aprendizado nestes anos de laboratório, pelos conselhos e disposição para auxílio sempre que preciso! Gratidão!

Agradeço a Kymberli, Julia, Aléxia, Marjorie, Yan e Felipe pela parceria na realização deste trabalho!

Ao DEMP que me acolhe há tantos anos. Em especial a Estefani, Mateus, Karine e Luis que me socorreram tantas vezes, além da parceria e amizade!

Ao PPGMPar, coordenação, professores e colegas por todo conhecimento transmitido, pela convivência e muitas parcerias formadas!

A UFPel, local especial que faço parte há mais de 11 anos, me proporcionando grande aprendizado científico, além da incrível vivência.

A CAPES pela bolsa concedida, que permitiu dedicação exclusiva ao doutorado nestes quatro anos que se passaram.

Já agradeço de antemão a banca por aceitarem contribuir com este trabalho!

E por fim, as minhas queridas orientadoras, suporte para o desenvolvimento desta tese!

Carolina Silveira Mascarenhas, minha xará! Que bom ter te encontrado neste período, formamos uma parceria muito linda. Fizeste-me enxergar com outros olhos nossos queridos helmintos! Obrigada pela paciência, empatia, amizade e por compartilhar teu conhecimento e entusiasmo comigo!

Nara Amélia, minha “mãe científica” desde a graduação! Gratidão é a palavra exata para expressar este momento! Obrigada por todos estes anos de conhecimento e oportunidade, por toda a paciência e empatia durante os momentos difíceis. E claro, por acreditar no meu potencial! E que o momento atual seja apenas mais um obstáculo! OBRIGADA POR TUDO!

Resumo

SANTOS, Carolina Caetano dos. **Assembleia de helmintos e ocorrência de *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890 (Haemosporida: Haemoproteidae) associados à *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.** 2023. 140f. Tese (Doutorado em Microbiologia e Parasitologia) – Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

Columba livia é uma ave nativa do sul da Europa, norte da África, Oriente Médio e sul da Ásia e foi introduzida em diversas regiões no mundo, estando distribuída em todos os continentes, exceto Antártida. Em áreas de introdução é encontrada especialmente em regiões urbanizadas em altas populações. Estudos helmintológicos e investigações sobre a infecção por *Haemoproteus columbae* em *C. livia* foram realizados em diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil. No Rio Grande do Sul, estudos parasitológicos são escassos. Neste sentido, este estudo teve como objetivo geral investigar o parasitismo por helmintos e a infecção pelo protozoário *H. columbae* em *C. livia* no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. No primeiro manuscrito foi investigada a assembleia de helmintos de *C. livia*, além de analisar as infecções em relação ao gênero sexual e ao comprimento total e massa corporal de aves adultas (n=60) capturadas em Pelotas e Rio Grande. O segundo estudo analisou as infecções helmínticas intestinais em relação a três estações do ano em aves (n=90) da cidade de Pelotas. A terceira pesquisa objetivou determinar a frequência e descrever a detecção molecular de *H. columbae* em *C. livia* (n=57) capturados em Pelotas e Rio Grande. A assembleia de helmintos parasitos de *C. livia* foi composta por: *Baruscapillaria obsignata* (Capillariidae), *Ascaridia columbae* (Ascaridiidae), *Tetrameres fissipina* (Tetrameridae) *Dispharynx nasuta* (Acuariidae) (Nematoda), *Sobolevicanthus columbae* (Hymenolepididae), *Killigrewia delafondi* (Anoplocephalidae), *Raillietina allomyodes* (Davaineidae), *Skrjabinia bonini* (Davaineidae) (Cestoda), *Brachylaima mazzantii* (Brachylaimidae) e *Tanaisia inopina* (Eucotylidae) (Digenea). Não foi observada diferença na prevalência e intensidade média de infecção dos helmintos entre os gêneros sexuais. A abundância total dos helmintos correlacionou com a massa corporal das fêmeas ($p=0,63$; $p=0,001$), e dentre os machos, houve correlação da abundância de *A. columbae* ($p=0,454$; $p=0,004$) e *K. delafondi* ($p=-0,398$; $p=0,013$) com a massa corporal, e de *T. fissipina* ($p=0,337$; $p=0,039$) e *S. columbae* ($p=-0,350$; $p=0,031$) com o comprimento total. Não foi observada diferença significativa nos índices de infecção entre as estações do ano (outono, inverno e primavera) dentre os helmintos intestinais, exceto *A. columbae*, que foi mais prevalente no outono do que na primavera. A taxa de infecção foi maior em aves adultas (78,26%) do que aves imaturas (18,18%; $p<0,0001$). *Tetrameres fissipina*, *D. nasuta*, *R. allomyodes*, *S. bonini*, *K. delafondi* e *T. inopina* são documentados pela primeira vez em *C. livia* na região sul do Brasil e este é o primeiro registro de *S. columbae* na América do Sul. Esta é a primeira detecção molecular de *H. columbae* em *C. livia* no sul do Brasil, ocorrendo em 92,98% dos hospedeiros, com taxas semelhantes em relação ao gênero sexual, idade e local de origem das aves. Os resultados ampliam o conhecimento da ocorrência de *H. columbae* e da biodiversidade de helmintos associados a *C. livia* na região sul do Brasil, elucidando as relações parasito-hospedeiro e a sazonalidade das infecções helmínticas. Além disso, auxiliam na compreensão das cadeias

tróficas que *C. livia* está incluído, devido à ocorrência de helmintos com ciclo de vida heteroxenos, onde as formas infectantes envolvem interações presa-predador.

Palavras-chave: Pombo-doméstico. Helmintofauna. Columbidae. Nematoda. Cestoda. Digenea. Hemosporídeos. Sazonalidade. Relação parasito-hospedeiro. Comprimento total. Massa corporal. Gênero sexual. Aves adultas e imaturas.

Abstract

SANTOS, Carolina Caetano dos. **Helminths assembly and occurrence of *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890 associated with *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in southern Rio Grande do Sul, Brazil.** 2023. 140p. Thesis (Doctorate in Microbiology and Parasitology) – Graduation Program in Microbiology and Parasitology, Biology Institute, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

Columba livia is a bird native to South Europe, North Africa, the Middle East, and South Asia, and was introduced to various regions worldwide, it is distributed across all continents, except Antarctica. In areas where it has been introduced, it is particularly common in urbanized areas with dense populations. Helminthological studies and investigations into *Haemoproteus columbae* infection in *C. livia* have been conducted in various regions worldwide, including Brazil. In Rio Grande do Sul, parasitological studies are scarce. In this context, the general aim of this study was to investigate parasitism by helminths and infection by the protozoan *H. columbae* in *C. livia* in the south of Rio Grande do Sul, Brazil. First manuscript investigated the assembly of helminth in *C. livia* and analyzed the infections in relation to sexual gender and the total length and body mass of adult birds (n=60) captured in Pelotas and Rio Grande, RS. Second study analyzed intestinal helminth infections (n=90) in relation to three seasons in birds captured in the city of Pelotas, RS. The third study aimed to determine the frequency and describe the molecular detection of *H. columbae* in *C. livia* (n=57) from Pelotas and Rio Grande, RS. The assembly of helminth parasites of *C. livia* was composed of: *Baruscapillaria obsignata* (Capillariidae), *Ascaridia columbae* (Ascaridiidae), *Tetrameres fissipina* (Tetrameridae), *Dispharynx nasuta* (Acuariidae) (Nematoda), *Sobolevicanthus columbae* (Hymenolepididae), *Killigrewia delafondi* (Anoplocephalidae), *Raillietina allomyodes* (Davaineidae), *Skrjabinia bonini* (Davaineidae) (Cestoda), *Brachylaima mazzantii* (Brachylaimidae) e *Tanaisia inopina* (Eucotylidae) (Digenea). No statistical difference was observed in the prevalence and mean intensity of infection of helminths between the sexual genders. Total helminth abundance was correlated with female body mass ($p=0.63$; $p=0.001$). Among males, there was a correlation between the abundance of *A. columbae* ($p=0.454$; $p=0.004$) and *K. delafondi* ($p=-0.398$; $p=0.013$) and body mass, and between *T. fissipina* ($p=0.337$; $p=0.039$) and *S. columbae* ($p=-0.350$; $p=0.031$) and the total length of the birds. No significant differences in infection rates between the seasons (fall, winter, and spring) among intestinal helminths, except for *A. columbae*, which exhibited higher prevalence in the fall compared to spring. Infection rate was higher in adult birds (78.26%) than immature birds (18.18%) ($p<0.0001$). *Tetrameres fissipina*, *D. nasuta*, *R. allomyodes*, *S. bonini*, *K. delafondi*, and *T. inopina* have been documented for the first time in *C. livia* in southern Brazil and this is the first record of the cestode *S. columbae* in South America. This is the first molecular detection of the protozoan *H. columbae* in *C. livia* in southern Brazil, occurring in 92.98% of the hosts, with similar rates in relation to the sexual gender, age and place of origin of the birds. The results contribute to the understanding of the occurrence of *H. columbae*, as well as the biodiversity of helminths associated with *C. livia* in southern Brazil, elucidating parasite-host relationships and the seasonality of helminth infections. In addition, the results contribute to understanding the trophic chains that *C. livia* is included, due to the

occurrence of helminths with heteroxenic life cycles, where the infective forms involve prey-predator interactions.

Key-words: Domestic pigeon. Helminth fauna. Columbidae. Nematoda. Cestoda. Digenea. Haemosporidians. Seasonality. Parasite-host relationship. Total length. Body mass. Sexual gender. Adult and immature birds.

Lista de figuras

Introdução

Figura 1	<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae).....	18
Figura 2	Distribuição global de <i>Columba livia</i> nas regiões nativas e introduzidas.....	18

Manuscrito 1

Figura 1	Curva de acumulação de espécies de helmintos intestinais encontrados em <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) no sul do Brasil	42
Figura 2	Matriz de correlações pelo Teste de correlação de Sperman (r_s) entre a abundância dos helmintos: <i>Ascaridea columbae</i> e a massa corporal (MC) ($r_s=0,454$, $p=0,004$); <i>Tetrameres fissipina</i> e o comprimento total (CT) ($r_s=0,337$, $p=0,039$); <i>Killigrewia delafondi</i> a massa corporal (MC) ($r_s=-0,398$, $p=0,013$); <i>Sobolevicanthus columbae</i> e o comprimento total (CT) ($r_s=-0,350$, $p=0,031$) de machos de <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=38) no extremo sul do Brasil.....	45

Artigo 1

Figura 1	Cumulative curve of intestinal helminth species found in <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=90) in the southern Brazil.....	75
Figura 2	(A) Prevalence and (B) mean intensity of infection of intestinal helminths in adults (n=46) and immatures (n=44) of <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789) (Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil.....	76
Figura 3	Clustering analysis by the Morisita index for the parasitic intestinal helminths <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=90) in three collection periods in the southern Brazil.....	77

Manuscrito 2

- Figura 1 *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890 (Haemospororida: Haemoproteidae) from the blood of *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil. Giemsa stained thin blood films. Bar = 10µm..... 94
- Figura 2 Phylogenetic tree for members of the Haemoproteidae based on Cyt b gene sequences and inferred using the maximum likelihood method. GenBank accession numbers for all sequences are given in front of the taxon names. The bootstrap consensus tree was inferred from 1000 replicates..... 95

Lista de tabelas

Introdução

Tabela 1	Diversidade de helmintos parasitos de <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) em regiões nativas do hospedeiro.....	22
Tabela 2	Diversidade de helmintos parasitos de <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no continente americano.....	28

Manuscrito 1

Tabela 1	Espécies de helmintos encontrados em <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) no extremo sul do Rio Grande do Sul, Brasil, e seus respectivos sítios de infecção (SI), prevalência (P%), intensidade média de infecção (IMI), abundância média (AM) e intensidade de infecção (INi).....	43
Tabela 2	Classificação das espécies de helmintos associados à <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) capturados no extremo sul do Rio Grande do Sul, Brasil, de acordo com o valor de importância de Thul et al. (1985).....	44
Tabela 3	Helmintos encontrados em machos e fêmeas de <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) capturados no extremo sul do Rio Grande do Sul, Brasil, e seus respectivos índices de infecção: prevalência (P%), intensidade média de infecção (IMI) e abundância média (AM).....	46
Tabela 4	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) entre a abundância de helmintos e o comprimento corporal (CC) e massa corporal (MC) em relação ao total da amostra bem como em relação a machos e fêmeas de <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) capturados no extremo sul do Rio Grande do Sul, Brasil.....	46
Tabela 5	Helmintos parasitos de <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) no extremo sul do Brasil com ciclo de vida heteroxeno e seus respectivos hospedeiros intermediários.....	56

Artigo 1

Tabela 1	Intestinal helminths found in <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=90) in the southern Brazil and the parasitological indices of prevalence (P%), mean intensity of infection (MII $\pm$ SD), mean abundance (MA $\pm$ SD) and range (R).....	74
Tabela 2	Prevalence (P%), mean intensity of infection (MII $\pm$ SD), mean abundance (MA $\pm$ SD) and range (R) of intestinal helminth parasites of <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in three collection periods in the southern Brazil.....	76
Tabela 3	Prevalence (P%), mean intensity of infection (MII), mean abundance (MA) and range (R) of species of Nematoda, Digenea and Cestoda parasitizing <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=90) in three collection periods in the southern of Brazil.....	78
Tabela 4	Coinfections of helminths in <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=44) in the southern Brazil.....	79

Manuscrito 2

Tabela 1	Frequency (%) of <i>Haemoproteus columbae</i> Kruse, 1890 (Haemospororida: Haemoproteidae) observed on <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in relation to age, gender and place of origin. Blood samples were collected between May to November 2022, in the municipality of Pelotas and Rio Grande, RS, Brazil.....	95
----------	--	----

Lista de Abreviaturas e Siglas

Sin	Sinônimo
P(%)	Prevalência
IMI	Intensidade média de infecção
AM	Abundância média
DP	Desvio padrão
EP	Erro padrão
N	Número amostral
et al.	e colaboradores
°C	Graus Celsius
µm	Micrometros
Cm	Centímetros
Mm	Milímetros
G	Gramas
CEEA	Comissão de Ética em Experimentação Animal
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
LAPASIL	Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres
CHLAPASIL	Coleção de Helminthos do Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres
MII	Mean intensity of infection
MA	Mean abundance
R	Range
SD	Standard deviation
AFA	Solução de Álcool, Formol e Ácido Acético Glacial
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
EDTA	Acido Etilenodiamino Tetra-acético
DNA	Acido Desoxirribonucleico
UV	Radiação ultravioleta
nm	Nanômetro
ng	Nanograma
µl	Microlitro
Cyt b	Cytochrome b
Blast	Basic Local Alignment Search Tool

Sumário

1 Introdução.....	16
1.1 <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae).....	17
1.2 Diversidade de helmintos associados a <i>C. livia</i> em áreas nativas e introduzidas.....	21
1.3 Sazonalidade e relações parasito-hospedeiro nas infecções helmínticas em <i>C. livia</i>	31
1.4 Prevalência de <i>Haemoproteus columbae</i> (Haemosporida: Haemoproteidae) em <i>C. livia</i>	33
2 Objetivos	36
2.1 Objetivo geral	36
2.2 Objetivos específicos	36
3 Capítulo I.....	37
Manuscrito I - Assembleia de helmintos associados a <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae): diversidade e relações parasito-hospedeiro no extremo sul do Brasil	37
3.1 Introdução	38
3.2 Material e métodos	39
3.2.1 Captura e caracterização dos hospedeiros	39
3.2.2 Coleta, preparação e identificação dos helmintos	40
3.2.3 Parâmetros parasitológicos e análise estatística.....	41
3.3 Resultados	42
3.5 Discussão.....	47
Agradecimentos	59
Referências	59
4 Capítulo II.....	69
Impacts of seasons on intestinal helminthiasis in <i>Columba livia</i> (Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil.....	70
Introduction.....	71
Material and methods	72
Results	74
Discussion	80
Conclusion.....	82
Acknowledgements	82
References	82
5 Capítulo III.....	87

First molecular detection of <i>Haemoproteus columbae</i> Kruse, 1890 (Haemospororida: Haemoproteidae) in <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in Southern Brazil	88
Introduction.....	89
Materials and methods	90
Study area	90
Capture and transport of free-living pigeons	91
Blood collection and assessment of infection by blood slide screening.....	91
DNA extraction, molecular detection and phylogenetic analysis	91
Statistical analysis	93
Ethical considerations	93
Results	93
Discussion	96
Conclusion.....	98
Acknowledgements	98
References	98
6 Conclusões	103
7 Considerações finais	105
Referências	106
Apêndices	122
Apêndice A – Fotomicrografias dos helmintos parasitos de <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil	123
Anexos	131
Anexo A – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade	132
Anexo B – Certificado Comissão de Ética e Experimentação Animal da UFPel	137
Anexo C - Planilha de coleta	138
Anexo D – Aceite do artigo na Revista de Ciências Médicas e Biológicas.....	140

1 Introdução

O parasitismo é uma das relações biológicas mais bem-sucedidas encontradas na natureza (POULIN, 2000). Essa relação interespecífica envolve uma espécie parasito, que obtém benefícios nutricionais e fisiológicos à custa de outro organismo, denominado hospedeiro (REY, 2008). Os parasitos apresentam um papel fundamental nos ecossistemas, sendo responsáveis por uma parcela significativa da biodiversidade do planeta e desenvolveram distintas estratégias para infecção, de modo que coexistam de forma tolerante, e em geral, não comprometendo o bem-estar de seus hospedeiros (ANDERSON, 2000). Estima-se que os parasitos possam representar de um terço a mais da metade das espécies existentes, embora a diversidade total ainda seja difícil de ser precisamente estimada (POULIN, 2014).

Os parasitos são classificados de acordo com o local de predileção sendo denominados como endoparasitos aqueles que vivem na parte interna de seus hospedeiros, enquanto que os ectoparasitos são encontrados externamente (TAYLOR; COOP; WALL, 2017). A transmissão pode ocorrer direta ou indiretamente, e o ciclo pode envolver um ou mais hospedeiros. Nos ciclos diretos ou monoxenos, há participação de apenas um hospedeiro e a forma infectante normalmente encontra-se livre no ambiente, podendo ser afetada por condições ambientais abióticas como temperatura e umidade (NEVES, 2003; TARBIAT et al., 2015). Nos ciclos indiretos ou heteroxenos há participação obrigatória de um ou mais hospedeiros intermediários no ciclo evolutivo (ANDERSON, 2000). Muitos organismos podem desempenhar o papel de hospedeiros intermediários para múltiplas espécies de parasitos, enquanto que apenas alguns vertebrados têm a capacidade de atuar como hospedeiros definitivos para várias espécies de parasitos (BROOKS; HOBERG, 2000).

A relação parasito-hospedeiro pode ser muito complexa, já que alguns parasitos são específicos a uma única espécie ou a um determinado grupo, enquanto que outros podem utilizar diferentes hospedeiros (ANDERSON, 2000; TAYLOR; COOP; WALL, 2017). A complexidade dos ciclos de vida fornece informações quanto à ecologia trófica dos hospedeiros, quanto as preferências alimentares, forrageamento e teias tróficas (CHEN et al., 2008; MARCOGLIESE, 2003).

Estudos de diversidade dos parasitos, bem como sua distribuição geográfica e associação com hospedeiros são essenciais para a compreensão da biodiversidade existente, assim como suas relações e reconhecimento do potencial de disseminação de determinados patógenos (BROOKS; HOBERG, 2000; POULIN, 2000).

1.1 *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae)

Columbidae compreende 42 gêneros e cerca de 310 espécies. *Columba livia* (Figura 1), conhecida como pombo-doméstico, é uma ave descendente do pombo-das-rochas, e sua distribuição nativa inclui o sul da Europa, norte da África, grande parte do Oriente Médio ao sul da Ásia (SHAPIRO; DOMYAN, 2013) (Figura 2). Foi introduzida em diversas regiões, e atualmente é uma das espécies invasoras mais difundidas no mundo (SHIVAMBU et al., 2020). Isso se deve a sua alta capacidade de adaptação e persistência em climas moderados e extremos (FERMAN et al., 2010), resultando em uma ampla distribuição em seu ambiente nativo, onde ocorre igualmente em regiões urbanas e rurais, e em áreas onde foi introduzida, prospera especialmente nos centros das cidades e parques (SHIVAMBU et al., 2020). A espécie foi trazida para o Brasil, pelos portugueses no século XVI (BENCKE, 2007; SICK, 1997).



Figura 1 - Indivíduos imaturos (A–B) e adultos (C–D) de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) na área urbana do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Fonte: Arquivo pessoal.

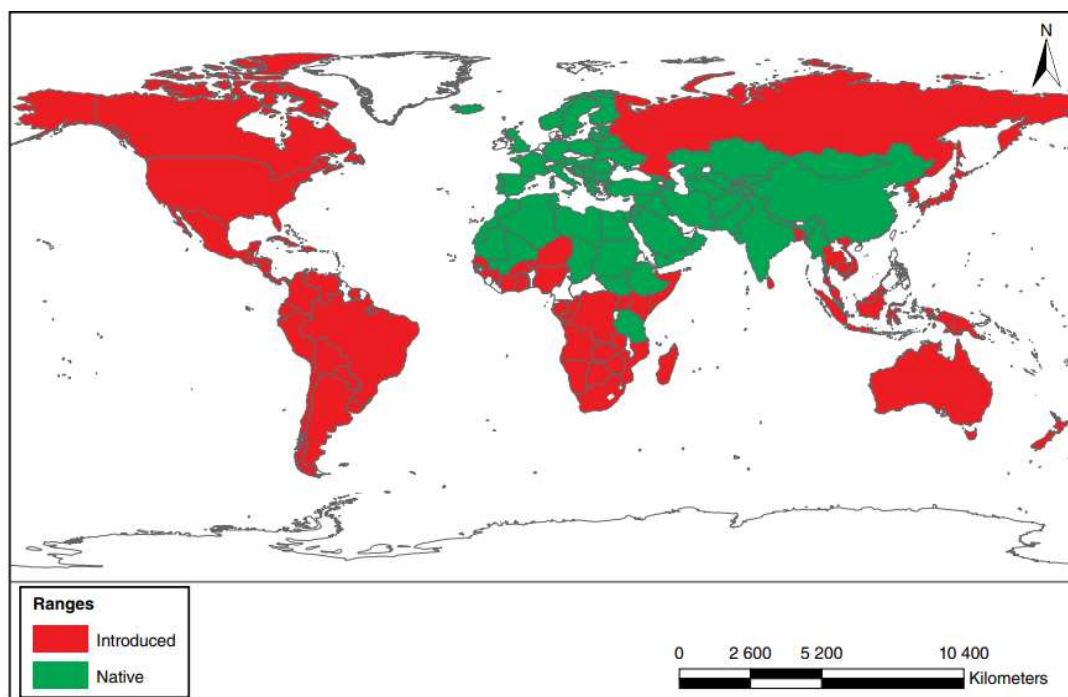


Figura 2 - Distribuição global de *Columba livia* nas regiões nativas (verde) e introduzidas (vermelho). Fonte: Shivambu et al. (2020).

Columba livia apresenta hábito alimentar onívoro e generalista (SPENNEMANN; WATSON, 2017). No ambiente natural, alimentam-se principalmente de sementes, mas também podem consumir frutos, além de invertebrados, tais como anelídeos, insetos e moluscos (RAMOS-GORBEÑA et al., 2021). Do ponto de vista epidemiológico, a ingestão destes invertebrados é de grande importância, já que podem atuar como hospedeiros intermediários de diversas espécies de helmintos (MARINOVA; VASILEVA, 2021; PERMIN; HANSEN, 1998; TAYLOR; COOP; WALL, 2017). Em territórios urbanizados, essas aves são oportunistas e parecem depender de alimentos antropogênicos oferecidos por humanos ou disponíveis como resíduos alimentares (SACCHI et al., 2002; SHIVAMBU et al., 2020), sendo comum, observar bandos dessas aves em lixões, praças, parques ou praias (MOUTINHO, 2015). Saem em busca de alimento no início da manhã e no final da tarde, normalmente próximo ao ninho, mas em caso de escassez, podem deslocar-se para locais mais afastados (LABANHARE; PIRELLI, 2007). Ninhos são alimentados por ambos os pais inicialmente com “o leite do pombo” (secreção composta por células descamadas da parede do papo rica em lipídeos e proteínas) e algumas sementes, por cerca de quatro a sete dias e à medida que amadurecem, a dieta é gradualmente substituída por alimentos consumidos pelos adultos (JOHNSTON, 1998; RAMOS-GORBEÑA ET AL., 2021).

O comportamento social de *C. livia* é bastante complexo, podendo viver em grandes colônias ou em isolamento parcial dos outros (JOHNSTON, 1998). Os bandos são compostos por pombos adultos estabelecidos, jovens e indivíduos recém chegados de outros grupos, obedecendo uma hierarquia dominante (LABANHARE; PIRELLI, 2007). Eles se formam para desempenhar funções de deslocamento, alimentação, além da defesa de predadores através de agrupamentos, realização de manobras de voo evasivas e isolamento de indivíduos vulneráveis (RAMOS-GORBEÑA et al., 2021). No geral são aves sedentárias, movimentando-se essencialmente para alimentar-se, descansar e/ou nidificar, além de serem rotineiras em espaço e tempo, memorizando locais, pessoas e horários para satisfazer suas necessidades de alimentação (HETMAŃSKI, 2007).

No ambiente natural a nidificação ocorre principalmente em bordas de falésias de montanhas e cavernas (STERN; DICKINSON, 2010), já no ambiente urbano os ninhos são construídos em locais altos e ao abrigo das chuvas (HÖLFING; CAMARGO, 1999), como torres de igrejas e forros de telhados, além de topos,

beirais de construções e sacadas de prédios (MOUTINHO et al., 2015). Os ninhos são pouco elaborados e para sua construção são utilizados galhos, penas e, em ambientes urbanos, alguns materiais antropogênicos, como arame e plástico, e é uma tarefa de ambos os sexos, porém executada principalmente pela fêmea (SHIVAMBU et al., 2020).

Columba livia não apresenta dimorfismo sexual e as funções parentais são desempenhadas pelo casal (RAMOS-GORBEÑA et al., 2021). A espécie é monogâmica e os machos afastam as fêmeas do resto do bando durante o período reprodutivo (SHIVAMBU et al., 2020), que ocorre ao longo de todo o ano, sendo mais intenso entre os meses de primavera e verão (CSANÁDY; DURANKOVÁ, 2021). A fêmea realiza a postura de um ou dois ovos em um intervalo de cerca de 40 horas, duas a até cinco vezes ao ano, dependendo dos recursos alimentares disponíveis no ambiente (JOHNSTON, 1998; NUNES, 2003). Os ovos são incubados pelo casal, por cerca de 16 a 19 dias (SHIVAMBU et al., 2020). Após a eclosão, inicialmente os ninhegos são alimentados pelos pais, e imploram por comida através da emissão de sons, que aumentam conforme seu crescimento (JOHNSTON, 1998). Com cerca de 20 dias de idade começam a forragear independentemente ao redor do ninho, aprendem a voar por volta de 25 dias de vida, atingindo independência em 30 a 45 dias (STERN; DICKINSON, 2010). Já a maturidade sexual é atingida aos cinco meses de idade (RAMOS-GORBEÑA ET AL., 2021). Os pombos podem viver em média de quatro a seis anos no ambiente urbano (MOUTINHO et al., 2015), no entanto longevidade de até 15 anos já foi registrada em ambientes naturais, a até 20 anos em ambientes domésticos (RAMOS-GORBEÑA et al., 2021).

As populações de pombos vêm aumentando em centros urbanos de todo o mundo. No Brasil, diversas cidades apresentam arquitetura favorável ao abrigo desses animais, como exemplo edificações abandonadas. Outro fator que corrobora para a fácil adaptação dessas aves é a oferta de alimento em mercados e praças. Esses fatores, associados à adaptação das aves ao ambiente e à inexistência de programas de controle populacional, são as maiores causas da proliferação de pombos em ambientes urbanos (LABANHARE; PERRELLI, 2007). Um estudo realizado por Sacco et al. (2013) detectou que *C. livia* é umas das espécies mais abundantes na cidade de Pelotas, localizada no extremo sul do Brasil.

As altas populações de pombos nas cidades podem causar uma série de transtornos relacionados à estética e economia, devido ao acúmulo de excrementos, à deterioração de edificações, prédios e monumentos históricos e à contaminação de alimentos e perda de produtos agrícolas (BARBOSA et al., 2008; MOUTINHO et al. 2015). Além de problemas econômicos, os pombos podem ser portadores potenciais de doenças bacterianas, fúngicas, virais e parasitárias, servindo como fonte de infecção para outros animais e até mesmo para a população humana (RADFAR et al., 2012; CABALLERO et al., 2015; LI et al., 2015).

1.2 Diversidade de helmintos associados a *C. livia* em áreas nativas e introduzidas

Ao redor do mundo, a assembleia de helmintos de *C. livia* é bem estudada, em ambientes nativos do hospedeiro (Tabela 1), especialmente na Ásia (AL-BARWARI; SAEED, 2012; ASHRAFIHELAN et al., 2010; BAHRAMI et al., 2012; PARSANI et al., 2014; SENLIK et al., 2005). No continente americano, região onde *C. livia* foi introduzida, há registros helmintológicos no Chile (GONZÁLEZ et al., 2004a; TORO et al., 1999), Equador (JIMÉNEZ; JHOSETH, 2015), EUA (SMITH; FEDYNICH, 2012), Peru (CASTILLO, 2019) e Brasil (CARNEIRO et al., 1975; D'ÁVILA et al., 2017a; SILVA et al., 1990; VAZ et al., 2017) (Tabela 2).

Columba livia é comumente parasitada por Nematoda e Cestoda, sendo que *Ascaridea columbae* (Gmelin, 1790) e *Baruscapillaria obsignata* (Madsen, 1945) são os nematoides mais frequentemente encontrados em áreas nativas (AL-BARWARI; SAEED, 2012; ASHRAFIHELAN et al., 2010; EL-DAKHLY et al., 2016; MARTÍNEZ-MORENO et al., 1989) e introduzidas (BOGACH et al., 2021; CASTILLO, 2019; CATELLI et al., 1999; D'ÁVILA et al., 2017a), enquanto que espécies *Railletina* destacam-se entre os cestoides parasitos em áreas naturais do hospedeiro (CASTILLO, 2019; KHEZERPOUR; NAEM, 2013; NAGWA et al., 2013; SENLIK et al., 2005) e no continente americano (CASTILLO, 2019; D'ÁVILA et al., 2017a; ROLAS, 1976). Em geral, Trematoda é o grupo menos observado, tanto em riqueza de espécies, quanto em relação aos seus índices parasitológicos (BEGUM; SEHRIN, 2012; MARTÍNEZ-MORENO et al., 1989), enquanto que não há registros de Acanthocephala nestes hospedeiros.

No Brasil a maioria das investigações foram realizadas na região sudeste (SILVA et al., 1990; VAZ et al., 2017), além de um estudo na região centro-oeste

(CARNEIRO et al., 1975) e um no sul (SANTOS et al., 2023)¹ do país. Os registros apontam cerca de dez espécies de helmintos pertencentes à Nematoda, Cestoda e Digenea (Tabela 2).

É interessante destacar as variações na riqueza de espécies de helmintos, que é maior em áreas nativas do hospedeiro, em relação às áreas onde *C. livia* foi introduzida. Em geral, hospedeiros introduzidos apresentam fauna parasitária reduzida em relação às suas áreas nativas (COLAUTTI et al., 2004), o que pode lhe fornecer maior vantagem competitiva com as espécies locais, assim como, pode expor indivíduos nativos a novas espécies de helmintos (TOMÉ et al., 2021).

Tabela 1 – Diversidade de helmintos parasitos de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) em regiões nativas do hospedeiro.

Helmintos	Localidade	Referências
Filo Nematoda		
Classe Secernentea		
Ordem Ascaridida		
Superfamília Heterakoidea		
Família Ascaridiidae		
<i>Ascaridia columbae</i> (Gmelin, 1790)	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
	Espanha	Martínez-Moreno et al., 1989
	Espanha	Foronda et al., 2004
	Egito	Ibrahim et al., 1995
	Egito	Nagwa et al., 2013
	Egito	El-Dakhly et al., 2016
	Índia	Parsani et al., 2014
	Itália	Catelli et al., 1999
	Irã	Derakhshanfar et al., 2004
	Irã	Ashrafihelan et al., 2010
	Irã	Radfar et al., 2012
	Irã	Bahrami et al., 2012
	Irã	Borji et al., 2012
	Irã	Khezerpour; Naem, 2013
	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
	Iraque	Hasan et al., 2014
	Turquia	Senlik et al., 2005
	Ucrânia	Bogach et al., 2021

¹ Resultado da tese (Artigo aceito para publicação em 2023) (Capítulo II)

Continuação Tabela 1

Helmintos	Localidade	Referências
<i>Ascaridia galli</i> (Schrunk, 1788)	Espanha	Martínez-Moreno et al., 1989
	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
	Líbia	Alkharigy et al., 2018
<i>Ascaridia</i> sp.	Arábia Saudita	Ali et al., 2020
	Iraque	Abed et al., 2014
Família Heterakidae		
<i>Heterakis gallinarum</i> (Schrunk, 1788)	Egito	El-Dakhly et al., 2016
	Iraque	Hasan et al., 2014
	Libia	Alkharigy et al., 2018
	Ucrania	Bogach et al., 2021
Superfamília Strongyloidea		
Família Syngamidae		
<i>Syngamus trachea</i> Siebold, 1836	Irã	Bahrami et al., 2012
Superfamília Subuluroidea		
Família Subuluridae		
<i>Subulura brumpti</i> (Lopez-Neyra, 1922)	Egito	El-Dakhly et al., 2016
Ordem Spirurida		
Superfamília Acuárioidea		
Família Acuariidae		
<i>Dispharynx nasuta</i> (Rudolphi, 1819)	Espanha	Martínez-Moreno et al., 1989
	Espanha	Foronda et al., 2004
	Itália	Catelli et al., 1999
	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
Superfamília Habronematoidea		
Família Tetrameridae		
<i>Tetrameres fissispina</i> (Diesing, 1860)	Espanha	Martínez-Moreno et al., 1989
	Espanha	Foronda et al., 2004
	Itália	Catelli et al., 1999
Família Habronematidae		
<i>Hadjelia truncata</i> Creplin, 1825	Egito	Ibrahim et al., 1995
	Irã	Razmi et al., 2007
	Irã	Radfar et al., 2012

Continuação Tabela 1

Helmintos	Localidade	Referências
Superfamília Spiruroidea Família Gongylonematidae <i>Gongylonema</i> sp.	Irã	Borji et al., 2012
Superfamília Filarioidea Família Onchocercidae <i>Eulimdana clava</i> (Wedl, 1856)	Irã	Borji et al., 2012
Ordem Strongylida Superfamília Trichostrongyloidea Família Trichostrongylidae <i>Trichostrongylus</i> sp.	Itália	Catelli et al., 1999
Classe Adenophorea Ordem Enoplida Superfamília Trichinelloidea Família Trichuridae <i>Aonchotheca</i> sp.	Espanha	Foronda et al., 2004
<i>Aonchotheca bursata</i> (Freitas & Almeida, 1934)	Irã	Borji et al., 2012
<i>Aonchotheca caudinflata</i> (Molin, 1858)	Itália Irã	Catelli et al., 1999 Borji et al., 2012
<i>Baruscapillaria obsignata</i> (Madsen, 1945)	Espanha Egito Egito Índia Itália Irã Irã Irã Iraque	Martínez-Moreno et al., 1989 Ibrahim et al., 1995 Nagwa et al., 2013 Parsani et al., 2014 Catelli et al., 1999 Senlik et al., 2005 Ashrafihelan et al., 2010 Bahrami et al., 2012 Al-Barwari; Saeed, 2012
<i>Capillaria</i> sp.	Egito Irã Líbia Ucrânia	El-Dakhly et al., 2016 Khezerpour; Naem, 2013 Alkharigy et al., 2018 Bogach et al., 2021

Continuação Tabela 1

Helmintos	Localidade	Referências
Filo Platyhelminthes		
Classe Cestoda		
Ordem Cyclophyllidea		
Família Anoplocephalidae		
<i>Killigrewia delafondi</i> (Railliet, 1892)	Espanha	Martínez-Moreno et al., 1989
	Índia	Bhatnagar; Ruprah, 1970
	Iraque	Al-Bayati et al., 2011
Família Davaineidae		
<i>Cotugnia</i> sp.	Iraque	Abed et al., 2014
<i>Cotugnia celebesensis</i> Yamaguti, 1956	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
<i>Cotugnia columbae</i> Malviya, 2009	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
<i>Cotugnia cuneata</i> (Meggit, 1924)	Bangladesh	Musa et al., 2011
	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
	Índia	Bhatnagar; Ruprah, 1970
<i>Contugnia digonopora</i> (Pasquale, 1890)	Egito	Ibrahim et al., 1995
	Egito	El-Dakhly et al., 2016
	Índia	Parsani et al., 2014
	Irã	Radfar et al., 2012
	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
<i>Cotugnia intermedia</i> Johri, 1934	Iraque	Al-Bayati et al., 2011
<i>Cotugnia polycantha</i> Fuhrmann, 1909	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
<i>Cotugnia satpuliensis</i> Malhotra & Capoor, 1983	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
<i>Davainea proglottina</i> (Davaine, 1860)	Ucrânia	Bogach et al., 2021
<i>Paroniella magninumida</i> (Jones, 1930)	Irã	Ashrafihelan et al., 2010
	Irã	Radfar et al., 2012
	Irã	Khezerpour; Naem, 2013

Continuação Tabela 1

Helmintos	Localidade	Referências
<i>Raillietina cesticillus</i> (Molin, 1858)	Índia	Parsani et al., 2014
	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
	Egito	El-Dakhly et al., 2016
	Libia	Alkharigy et al., 2018
<i>Raillietina echinobothrida</i> (Megnin, 1881)	Bangladesh	Musa et al., 2011
	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
	Egito	Nagwa et al., 2013
	Egito	El-Dakhly et al., 2016
	Índia	Parsani et al., 2014
	Irã	Ashrafihelan et al., 2010
	Irã	Rafdar et al., 2011
	Irã	Borji et al., 2012
	Irã	Bahrami et al., 2012
	Irã	Khezerpour; Naem, 2013
	Iraque	Hasan et al., 2014
	Libia	Alkharigy et al., 2018
	Turquia	Senlik et al., 2005
<i>Raillietina fuhrmanni</i> (Southwell 1922)	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
<i>Raillietina giorgensis</i> Reid & Nugara, 1961	Egito	Nagwa et al., 2013
<i>Raillietina korkei</i> Joyeux & Houdemer, 1928	Índia	Bhatgnar; Ruprah, 1970
<i>Raillietina micracantha</i> (Fuhrmann, 1909)	Espanha	Martínez-Moreno et al., 1989
	Espanha	Foronda et al., 2004
	Iraque	Al-Bayati et al., 2011
<i>Raillietina tetragona</i> (Molin, 1858)	Egito	Nagwa et al., 2013
	Egito	El-Dakhly et al., 2016
	Índia	Parsani et al., 2014
	Irã	Khezerpour; Naem, 2013
	Irã	Ashrafihelan et al., 2010
	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
	Iraque	Hasan et al., 2014
	Libia	Alkharigy et al., 2018

Continuação Tabela 1

Helmintos	Localidade	Referências
<i>Raillietina</i> sp.	Arábia	Ali et al., 2020
	Itália	Catelli et al. 1999
	Irã	Ashrafihelan et al., 2010
	Iraque	Abed et al., 2014
	Ucrania	Bogach et al., 2021
<i>Skrjabinia bonini</i> (Megin, 1899)	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
	Itália	Catelli et al., 1999
	Iraque	Al-Barwari; Saeed, 2012
Família Dilepididae		
<i>Choanotaenia infundibulum</i> (Bloch, 1779)	Irã	Borji et al, 2011
Família Hymenolepididae		
<i>Echinolepis carioca</i> (Magalhães, 1898)	Egito	El-Dakhly et al., 2016
<i>Hymenolepis</i> sp.	Índia	Parsani et al., 2014
<i>Hymenolepis rugosa</i> Clerc, 1906	Índia	Bhatnagar; Ruprah, 1970
<i>Paradicranotaenia</i> sp.	Itália	Catelli et al., 1999
<i>Sobolevicanthus columbae</i> (Zeder, 1800)	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
	Espanha	Martínez-Moreno et al., 1989
Classe Trematoda		
Sub-Classe Digenea		
Superfamília Echinostomatoidea		
Família Echinostomatidae		
<i>Echinostoma revolutum</i> (Fröelich, 1802)	Bangladesh	Musa et al., 2011
	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
<i>Echinostoma trivolvis</i> (Cort, 1914)	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
<i>Echinopariphyum recurvatum</i> (von Linstow, 1873)	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012
<i>Patagifer bilobus</i> (Rudolphi, 1819)	Bangladesh	Begum; Sehrin, 2012

Continuação Tabela 1

Helmintos	Localidade	Referências
Superfamília Brachylaemoidea		
Família Brachylaimidae		
<i>Brachylaima</i> sp.	Egito	El-Dakhly et al., 2016
<i>Brachylaima fuscata</i> (Rudolphi, 1819)	Itália	Catelli et al., 1999
<i>Brachylaima mazzantii</i> (Travassos, 1927)	Espanha	Martínez-Moreno et al., 1989

Tabela 2 – Diversidade de helmintos parasitos de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no continente americano.

Helmintos	Localidade	Referências
Filo Nematoda		
Classe Secernentea		
Ordem Ascaridida		
Superfamília Heterakoidea		
Família Ascaridiidae		
<i>Ascaridia columbae</i> (Gmelin, 1790)	Brasil (SP)	Giovannoni; Malheiro, 1952
	Brasil (MG)	Federman et al., 1973
	Brasil (GO)	Carneiro et al., 1975
	Brasil (RJ)	Silva et al., 1990
	Brasil (MG)	Oliveira et al., 2000
	Brasil (SP)	Perez, 2005
	Brasil (SP)	Vaz et al., 2017
	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017a
	Brasil (RS)	Santos et al., 2023 ¹
	Chile	Toro et al., 1999
	Chile	González et al., 2004a
	Chile	Pazmiño, 2007
	Peru	Castillo, 2019
<i>Ascaridia</i> sp.	Equador	Jiménez; Jhoseth, 2015
Ordem Spirurida		
Família Acuariidae		
<i>Dispharynx nasuta</i> (Rudolphi, 1819)	Brasil (RJ)	Silva et al., 1990
	Chile	Toro et al., 1999
	EUA	Smith; Fedynich, 2012

¹ Resultado da tese (Artigo aceito para publicação em 2023) (Capítulo II)

Continuação Tabela 2

Helmintos	Localidade	Referências
<i>Dispharynx</i> sp.	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017a
Família Gongylonematidae		
<i>Gongylonema ingluvicola</i> Ransom, 1904	Chile	Toro et al., 1999
Família Tetrameridae		
<i>Tetrameres confusa</i>	Brasil (SP) Brasil (GO)	Giovannoni; Malheiro, 1952 Carneiro et al., 1975
<i>Tetrameres fissipina</i> Diesing, 1861	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017a
<i>Tetrameres</i> sp.	Chile Chile EUA	Toro et al., 1999 González et al., 2004a Smith; Fedynich, 2012
Ordem Strongylida		
Família Ornithostrongylidae		
<i>Ornithostrongylus quadriradiatus</i> (Stevenson, 1904)	Brasil (RJ)	Silva et al., 1990
Classe Adenophorea		
Ordem Enoplida		
Família Trichuridae		
<i>Aonchotheca caudinflata</i> (Molin, 1858)	Chile	González et al., 2004a
<i>Baruscapillaria obsignata</i> (Madsen, 1945)	Brasil (SP) Brasil (MG) Brasil (GO) Brasil (RJ) Brasil (SP) Brasil (SP) Brasil (MG) Brasil (RS) Chile Chile Chile	Giovannoni; Malheiro, 1952 Federman et al., 1973 Carneiro et al., 1975 Silva et al., 1990 Perez, 2005 Vaz et al., 2017 D'Ávila et al., 2017a Santos et al., 2023 ¹ Toro et al., 1999 González et al., 2004a Pazmiño, 2007
<i>Capillaria annulata</i> (Molin, 1858)	Chile	Toro et al., 1999

¹ Resultado da tese (Artigo aceito para publicação em 2023) (Capítulo II)

Continuação Tabela 2

Helmintos	Localidade	Referências
<i>Capillaria</i> sp.	Chile	González et al., 2004a
	Chile	Pazmiño, 2007
	Equador	Jiménez; Jhoseth, 2015
Filo Platyhelminthes		
Classe Cestoda		
Ordem Cyclophyllidea		
Família Anoplocephalidae		
<i>Killigrewia delafondi</i> (Railliet, 1892)	Chile	Toro et al., 1999
	Chile	González et al., 2004 ^a
	EUA	Smith; Fedynich, 2012
<i>Killigrewia</i> sp.	Brasil (RS)	Santos et al., 2023 ¹
Família Davaineidae		
<i>Fuhrmannetta crassula</i> (Rudolphi 1819)	Brasil (RJ)	Rolas, 1976
	Brasil (SP)	Perez, 2005
<i>Fuhrmannetta</i> sp.	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017a
<i>Raillietina allomyodes</i> (Kotlan, 1921)	Brasil (RJ)	Rolas, 1976
	Brasil (SP)	Perez, 2005
	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017
<i>Raillietina echinobothrida</i> (Megnin, 1881)	Peru	Castillo, 2019
<i>Raillietina</i> sp.	Brasil (GO)	Carneiro et al., 1975
	Brasil (MG)	Oliveira et al., 2000
	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017a
	Brasil (SP)	Vaz et al., 2017
<i>Skrjabinia bonini</i> (Megin, 1899)	Brasil (GO)	Silva et al., 1990
	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017
	EUA	Smith; Fedynich, 2012
<i>Skrjabinia</i> sp.	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017a
	Brasil (RS)	Santos et al., 2023 ¹

¹ Resultado da tese (Artigo aceito para publicação em 2023) (Capítulo II)

Continuação Tabela 2

Helmintos	Localidade	Referências
Família Hymenolepididae		
<i>Hymenolepis</i> sp.	EUA	Smith; Fedynich, 2012
Classe Trematoda		
Sub-Classe Digenea		
Superfamília Brachylaemoidea		
<i>Brachylaimea mazzantii</i> (Travassos, 1927)	Brasil (RJ)	Silva et al., 1990
	Brasil (SP)	Perez, 2005
	Brasil (RS)	Santos et al., 2023 ¹
<i>Paratanaisia bragai</i> (Santos, 1934)	Brasil (SP)	Giovannoni; Malheiro, 1952
	Brasil (GO)	Carneiro et al., 1975
	Brasil (RJ)	Silva et al., 1990
	Brasil (SP)	Perez, 2005
	Brasil (MG)	D'Ávila et al., 2017a
<i>Tanaisia inopina</i> Freitas, 1951	Brasil	D'Ávila et al., 2017a

GO=Goiás; MG=Minas Gerais; RJ=Rio de Janeiro; RS=Rio Grande do Sul; SP=São Paulo

1.3 Sazonalidade e relações parasito-hospedeiro nas infecções helmínticas em *C. livia*

A diversidade de helmintos, bem como os índices parasitológicos, pode variar de acordo com diversos fatores. Dentre eles, há a exposição a fatores extrínsecos, como a localização geográfica e variáveis ambientais (MOHAMMED et al., 2019), além de fatores intrínsecos, relacionados ao hospedeiro, como a dieta, imunidade, presença de outras infecções, susceptibilidade, comportamento, idade e gênero sexual (RADFAR et al., 2012; SMITH; FEDYNICH, 2012; KHEZERPOUR; NAEM, 2013).

As variáveis climáticas interferem nos ciclos de vida dos parasitos, influenciando os índices de infecção e a propagação das infecções helmínticas (MAGWISHA et al., 2002). A umidade e os extremos de temperatura podem afetar espécies que apresentam fases de desenvolvimento no ambiente, como ovos e larvas, suscetíveis a dessecação em locais secos e quentes. Em contraste, as baixas temperaturas também interferem no desenvolvimento de ovos no ambiente, podendo torna-los inviáveis (TARBIAT et al., 2015). Além disso, o clima afeta o

¹ Resultado da tese (Artigo aceito para publicação em 2023) (Capítulo II)

desenvolvimento e distribuição de hospedeiros intermediários, influenciando nos ciclos de vida heteroxenos dos parasitos (MAS-COMA et al., 2008; DYBING et al., 2013).

A influência da sazonalidade nas infecções helmínticas em *C. livia* foi investigada em áreas onde a espécie é nativa. Senlik et al. (2005) encontraram prevalência maior do nematoide *A. columbae* no outono em relação ao verão para pombos de vida livre na Turquia. Resultado semelhante foi observado para algumas espécies de cestoides pertencentes à Davainidae, enquanto que *A. columbae* não foi encontrada no inverno e verão em pombos capturados em Bangladesh (BEGUM; SEHRIN, 2012). Em contraste, El-Dakhly et al. (2016) registraram prevalência maior de helmintos na primavera e verão em pombos de cativeiro no Egito. Na Nigéria foram relatadas maiores taxas de infecção por helmintos em pombos na estação chuvosa em relação à estação seca (MOHAMMED et al., 2019). No Brasil há apenas um estudo de sazonalidade, no qual foram encontrados helmintos intestinais nas três estações amostradas (outono, inverno e primavera), sem discrepâncias entre os períodos (SANTOS et al., 2023¹). Variações podem ser observadas de acordo com o helminto estudado e as condições ambientais da região, determinadas pelos fatores abióticos (MAS-COMA et al., 2008).

Com relação ao gênero sexual dos hospedeiros, estudos sugerem que machos podem ser mais susceptíveis a infecções parasitárias em relação às fêmeas (POULIN, 1996). Isto acontece devido a uma associação de fatores intrínsecos biológicos, relacionados aos hormônios sexuais e de imunidade, além de influências comportamentais, tornando os machos mais suscetíveis e expostos as infecções (WESOŁOWSKA et al., 2022). A influência do gênero nas infecções helmínticas em *C. livia* foi investigada em algumas regiões, e em geral, machos e fêmeas apresentam fauna helmintológica com índices semelhantes (TORO et al., 1999; SENLIK et al., 2005; BEGUM; SEHRIN, 2012; VAZ et al., 2017). As características comportamentais similares durante a alimentação e reprodução (STERN; DICKINSON, 2010), possivelmente propiciam a exposição equilibrada de machos e fêmeas as formas infectantes (SENLIK et al., 2005). Em apenas um estudo realizado no Irã foi observada maior prevalência de helmintos em machos (KHEZERPOUR;

¹ Resultado da tese (Artigo aceito para publicação em 2023) (Capítulo II)

NAEM, 2013) e nenhuma investigação a nível fisiológico foi realizada nesses hospedeiros.

Alguns estudos relataram maiores prevalências de infecções helmínticas em pombos adultos (GONZÁLEZ et al., 2004a; MSOFFE et al., 2010; RADFAR et al., 2012), demonstrando que a maturidade sexual pode influenciar nas infecções helmínticas em *C. livia*, uma vez que indivíduos mais velhos têm maior tempo de exposição às formas infectantes dos parasitos (MOHAMMED et al., 2019). Além disso, o comportamento dos filhotes também é importante, pois inicialmente são totalmente dependentes dos pais para a alimentação, que ocorre através do “leite do pombo” que posteriormente é substituído por sementes. Começam a forragear por volta de quatro semanas de vida apenas em volta do ninho (STERN; DICKINSON, 2010), o que pode diminuir as chances de infecção.

A relação das variáveis morfométricas dos hospedeiros e as infecções helmínticas foram pouco investigadas em *C. livia*, havendo, portanto, escassez de informações disponíveis para este hospedeiro. No Iraque, um estudo comparou as infecções parasitárias em relação ao tamanho da asa e o peso das aves relatando que pombos infectados com cestoides apresentaram peso menor (AL-BAYATI et al., 2011). De acordo com Ghazi et al. (2002), infecções helmínticas reduzem a condição e o peso corporal, assim como sucesso reprodutivo. Em contraste, Vaz et al. (2017) não observaram correlação entre o peso de machos e fêmeas e a intensidade de infecção de helmintos em pombos capturados na região sudeste do Brasil.

1.4 Prevalência de *Haemoproteus columbae* (Haemosporida: Haemoproteidae) em *C. livia*

Haemoproteus columbae é um hemosporídeo com ampla distribuição geográfica, que realiza reprodução assexuada em aves e o desenvolvimento sexuado ocorre na mosca *Pseudolynchia canariensis* (Macquart, 1839) (Diptera: Hippoboscidae) (CEPEDA et al., 2019; MEHMOOD et al., 2019). É o hemoparasito mais comum em *C. livia*, tendo sido registrado em diversas partes no mundo nesse hospedeiro (ALKHARIGY et al., 2016; CASTILLO, 2019; CHAGAS et al., 2016; HASAN et al., 2014; MARTINEZ-MORENO et al., 1989; NEBEL et al., 2020; YOUSSEFI; RAHIMI, 2010). No entanto, este protozoário continua sendo

negligenciado, pois raramente causa mortalidade em aves (VALKIŪNAS; IEZHOVA, 2017). Porém, através do uso de ferramentas de diagnóstico molecular foi observado o desenvolvimento de megalomerontes de grande porte, que pode resultar em danos a diversos órgãos (VALKIŪNAS; IEHOVA, 2017; DUC et al., 2021; YOSHIMOTO et al., 2021), que ocasionalmente podem causar graves disfunções ou necrose, incluindo hepatomegalia, hepatite, hemorragia hepática e necrose hepática (TOSTES et al., 2015; LEE et al., 2018; GROFF et al., 2019).

A maioria dos estudos de hemosporídeos em *C. livia* concentram-se na Ásia, e a detecção do parasito foi realizada através de esfregaço sanguíneo. No Irã, Youssefi e Rahimi (2010) e Nematozami et al. (2012) avaliaram *C. livia* de vida livre, registrando prevalências de 30% (36/120) e 62% (62/100) para *H. columbae*, respectivamente. O protozoário também foi registrado em 20,8% (52/250) (BAHRAMI et al., 2012) e 50% (150/300) (BORJI et al., 2012) em pombos cativos no país. Na Índia, Mehmood et al. (2019) detectaram que 26,6% (8/30) dos pombos estavam infectados com o parasito, observando prevalências mais acentuadas em machos (62,5%) do que em fêmeas (37,5%). Uma investigação também foi realizada no Iraque, detectando apenas uma ave infectada (1,54%) (HASAN et al., 2014). Adinehbeigi et al. (2018) avaliaram 550 esfregaços sanguíneos, observando 20,5% (n=115) dos pombos infectados, com prevalências semelhantes em machos (46,9%) e fêmeas (58,3%), no entanto, aves jovens (72,4%) foram mais parasitadas que aves adultas (41,2%).

Na África, a maioria dos estudos utilizaram esfregaços sanguíneos como método diagnóstico. Alkharigy et al. (2018) avaliaram 100 pombos obtidos em mercados, registrando que 76% das aves estavam parasitadas com *Haemoproteus* sp. Em Botswana ocorrência semelhante foi encontrada (79,2%) para *H. columbae* em 16 aves de criatórios (MUSHI et al., 2000). Em contraste, Natala et al. (2009) registraram 15,2% (39/250) de infecção em pombos cativos na Nigéria. Nebel et al. (2020) utilizaram técnicas moleculares em seu estudo realizado na África do Sul, detectando 92,9% (186/192) de prevalência, além de registrar três linhagens distintas da espécie *H. columbae*.

No continente europeu poucos estudos foram realizados. *Haemoproteus columbae* foi detectado em 26,76% (27/101) em pombos de vida livre na Espanha (MARTINEZ-MORENO et al., 1989). Prevalência mais acentuada foi observada em

Tenerife, com 82% (41/50) das aves infectadas (FORONDA et al., 2004). Os estudos utilizaram esfregaço sanguíneo para diagnóstico.

Na América do Sul, Castillo (2019) avaliou 40 pombos de vida livre no Peru, registrando *Haemoproteus* sp. em 96,47% das aves. No Brasil, Marques et al. (2007) avaliaram 50 pombos de vida livre na região sul do país e detectaram *Haemoproteus* sp. em 57% das aves através das técnicas de coloração de Giemsa e Panótico rápido. Na região sudeste, Oliveira et al. (2000) encontraram todas as aves parasitadas (n=61) para *H. columbae* através de microscopia em Minas Gerais. Em São Paulo, Chagas et al. (2020) amostraram inúmeras espécies de aves de vida livre em um fragmento de Mata Atlântica, e os 20 espécimes de *C. livia* amostrados (100%) estavam parasitados. O diagnóstico foi realizado através de PCR e microscopia, e análises de sequenciamento detectaram quatro linhagens do protozoário.

Com base na abundância, distribuição geográfica e escassez de informações parasitológicas em *C. livia* na região de estudo, associado ao fato de ser uma ave introduzida e apresentar potencial invasor torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à diversidade parasitária deste hospedeiro no extremo sul do Brasil.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Investigar a infecção por helmintos e pelo protozoário *Haemoproteus columbae* (Kruse, 1890) em *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as espécies de helmintos encontradas no hospedeiro;
- Estimar os índices de prevalência, intensidade média e abundância média das infecções helmínticas;
- Registrar as novas ocorrências de helmintos para a espécie hospedeira;
- Ampliar o conhecimento sobre a distribuição geográfica dos helmintos;
- Analisar as infecções helmínticas em relação ao gênero sexual e a maturidade das aves;
- Analisar as infecções helmínticas em relação ao tamanho e massa corporal dos hospedeiros;
- Analisar as infecções helmínticas intestinais em relação a três períodos de coleta;
- Realizar o diagnóstico molecular de *H. columbae* em *C. livia*;
- Registrar a frequência do protozoário;
- Avaliar as taxas de infecção do protozoário em relação ao gênero sexual, idade e local de captura das aves.

3 Capítulo I

Manuscrito I - Assembleia de helmintos associados a *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae): diversidade e relações parasito-hospedeiro no extremo sul do Brasil

Carolina Caetano dos Santos, Nilséia Feijó da Silva, Natália Soares Martins, Carolina Silveira Mascarenhas, Nara Amélia da Rosa Farias

Resumo

Sessenta espécimes de *Columba livia* foram capturados em áreas urbanas no extremo sul do Brasil, para investigar as infecções helmínticas em relação ao gênero sexual e ao comprimento e massa corporal das aves, além de registrar novas associações helmínticas com a espécie hospedeira no extremo sul do Brasil. Cinquenta e cinco (88,33%) aves estavam parasitadas por helmintos. O principal sítio de infecção foi o sistema gastrointestinal. Nematoda foi o grupo mais prevalente (73,30%; $p=0,0001$), seguido de Cestoda (46,70%) e Trematoda (8,30%). A assembleia de helmintos é composta por: *Baruscapillaria obsignata* (Capillariidae), *Ascaridia columbae* (Ascaridiidae), *Tetrameres fissipina* (Tetrameridae) *Dispharynx nasuta* (Acuariidae) (Nematoda), *Sobolevicanthus columbae* (Hymenolepididae), *Killigrewia delafondi* (Anoplocephalidae), *Raillietina allomyodes* (Davaineidae), *Skrjabinia bonini* (Davaineidae) (Cestoda), *Brachylaima mazzantii* (Brachylaimidae) e *Tanaisia inopina* (Eucotyliidae) (Digenea). Das oito espécies encontradas, apenas duas apresentam ciclo monoxeno, enquanto que as demais envolvem hospedeiros intermediários no seu ciclo de vida. As prevalências mais acentuadas foram observadas em *B. obsignata* (48,33%), *A. columbae* (40%) e *S. columbae* (30%), enquanto que, *D. nasuta* apresentou intensidade média de infecção mais elevada (486 helmintos/hospedeiro). As infecções helmínticas foram semelhantes entre os gêneros sexuais. Ao avaliar a abundância de todas as espécies de helmintos agrupadas, foi observada correlação significativa com a massa corporal das fêmeas ($r_s=0,638$, $p=0,001$). *Ascaridia columbae* ($r_s=0,454$; $p=0,004$) e *K. delafondi* ($r_s=-0,398$; $p=0,013$) correlacionaram com a massa corporal e *T. fissipina* ($r_s=0,337$; $p=0,039$) e *S. columbae* ($r_s=-0,350$; $p=0,031$) com o comprimento total dos machos. *Tetrameres fissipina*, *D. nasuta*, *R. allomyodes*, *S. bonini*, *K. delafondi* e *T. inopina* são documentados pela primeira vez na região sul do Brasil em *C. livia*, enquanto que este é o primeiro registro de *S. columbae* na América do Sul. Os resultados ampliam o conhecimento da biodiversidade de helmintos associados a *C. livia* no Brasil e das relações parasito-hospedeiro. Além disso, fornece informações que podem auxiliar no entendimento das relações tróficas que envolvem *C. livia*, uma vez que houve predominância de parasitos com ciclo de vida heteroxenos, onde as formas infectantes envolvem interações presa-predador.

Palavras-chave: diversidade; helmintofauna; gênero sexual; pombo-doméstico

3.1 Introdução

Columba livia Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) é uma ave cosmopolita com ampla distribuição geográfica, nativa do sul da Europa, norte da África, e sul da Ásia (SHAPIRO; DOMYAN, 2013). A espécie foi introduzida no Brasil por volta do século XVI, assim como em diversas regiões (LABANHARE; PERRELLI, 2007), tornando-se uma das espécies invasoras mais difundidas no mundo (SHIVAMBU et al., 2020). *Columba livia* é onívora, alimentando-se principalmente de sementes, além de consumir frutos e pequenos invertebrados (RAMOS-GORBEÑA et al., 2021). Em áreas introduzidas ocorrem principalmente em centros urbanos, pela arquitetura favorável à nidificação e disponibilidade de alimentos antropogênicos (CABALCETA; BARRIENTOS, 2019; LABANHARE; PERRELLI, 2007).

A diversidade de helmintos associados à *C. livia* tem sido amplamente estudada em todo o mundo, especialmente em suas áreas nativas, onde foram relatadas principalmente espécies de Nematoda e Cestoda (ALI et al., 2020; EL-DAKHLY et al., 2016; RADFAR et al., 2012). Dentre os nematóides, destacam-se *Ascaridea columbae* (Gmelin, 1790) e *Baruscapillaria obsignata* (Madsen, 1945), uma vez que foram as espécies mais frequentemente registradas (MARTINEZ-MORENO et al., 1989; FORONDA et al., 2004; BOGACH et al., 2021), assim como espécies de *Raillietina* em Cestoda (BEGUM; SEHRIN, 2012; FORONDA et al., 2004), enquanto que os trematódeos foram assinalados em poucos estudos e geralmente com riqueza menor que Nematoda e Cestoda (ABED et al., 2014; ALI et al., 2020; BAHRAMI et al., 2012).

Investigações helmintológicas em regiões onde a espécie foi introduzida revelaram que a riqueza de helmintos associados a *C. livia* é menor que nas áreas nativas (GONZÁLEZ et al., 2004a; SMITH; FEDYNICH, 2012; VAZ et al., 2017). No Brasil, a fauna parasitária de *C. livia* tem sido registrada principalmente na região sudeste do país (D'ÁVILA et al., 2017a; FEDERMAN et al., 1973; GIOVANNONI; MALHEIRO, 1952; SILVA et al., 1990; VAZ et al., 2017), enquanto há apenas uma investigação na região centro-oeste (CARNEIRO et al., 1975) e sul (SANTOS et al., 2023). Os estudos reportaram cerca de dez espécies de helmintos pertencentes a Nematoda, Cestoda e Digenea (SILVA et al., 1990; D'ÁVILA et al., 2017a).

Poucos estudos analisaram as infecções helmínticas em relação ao gênero sexual e aos parâmetros corporais dos hospedeiros. De modo geral, machos e fêmeas apresentam infecções semelhantes (BOGACH et al., 2021; GONZÁLEZ et al., 2004a; MOHAMMED et al., 2019; SENLIK et al., 2005; VAZ et al., 2017), havendo um relato realizado na Ásia, onde foi observado que os machos tiveram maior prevalência de helmintos que as fêmeas (KRAZEPOUR; NAEM, 2013). Em relação aos parâmetros corporais, há apenas uma investigação nestes hospedeiros, revelando peso corporal inferior em aves infectadas com helmintos (AL-BAYATI, 2011).

Apesar de ser uma ave com ampla distribuição geográfica e encontrada em diversos ambientes, ainda há poucos estudos helmintológicos em áreas onde foi introduzida. Estudos parasitológicos em hospedeiros introduzidos são importantes, pois estes geralmente apresentam fauna parasitária reduzida em relação às suas áreas nativas (COLAUTTI et al., 2004), o que pode lhe conferir vantagem competitiva com as espécies locais, além de expô-las a novas espécies de helmintos (TOMÉ et al., 2021). Portanto, o estudo teve como objetivo investigar assembleia de helmintos parasitos de *C. livia* e analisar as infecções em relação ao gênero sexual e ao comprimento e massa corporal das aves no extremo sul do Brasil.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Captura e caracterização dos hospedeiros

Sessenta pombos de vida livre foram coletados entre abril e novembro de 2022 em diferentes locais (prédios e praças) da área urbana de dois municípios da região sul do Rio Grande do Sul, Brasil. Vinte e três aves (15 machos: 8 fêmeas) foram capturadas com auxílio de redes de pesca do estilo “tarrafa” e armadilhas na cidade de Pelotas (31°46'11.0 "S, 52°20'27.6 "W). Enquanto 37 hospedeiros (23 machos: 14 fêmeas) foram coletados com armadilhas na cidade do Rio Grande (32°02'02.0 "S, 52°05'57.1 "W). O período de amostragem abrangeu os meses de outono, inverno e primavera no hemisfério sul.

Todos os animais foram colocados individualmente em gaiolas, identificados e transportados para o Laboratório de Parasitologia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), onde foram eutanasiados conforme as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2013). A

captura, transporte e eutanásia das aves foram licenciados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio nº 61235-6) (Anexo A) e aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEAA/UFPel nº 12860) (Anexo B). Após a eutanásia, as aves foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos devidamente identificados. Quarenta e três espécimes foram refrigerados a aproximadamente 7°C até a necropsia, que ocorreu dentro de três dias após a captura. Dezesete aves foram congeladas antes da necropsia. A massa corporal (MC) e comprimento total (CT) foram registrados para todas as aves. A sexagem foi feita durante a necropsia com o exame do sistema reprodutor.

3.2.2 Coleta, preparação e identificação dos helmintos

Durante a necropsia, foram examinados: globo ocular, cavidade oral, cavidade nasal, esôfago, proventrículo, moela, intestinos delgado e grosso, ceco, cloaca, traqueia, pulmões, coração, fígado, baço, rins e gônadas. Os órgãos foram abertos e inspecionados sob esteromicroscópio em placas de Petri com solução salina. Quando necessário os órgãos maiores foram lavados em água corrente sob peneira de malha de 150 µm.

Os helmintos foram fixados em AFA (álcool 70%, formalina 37% e ácido acético glacial) e preservados em etanol 70% (AMATO; AMATO, 2010). Para a identificação morfológica, os Nematoda foram clarificados em lactofenol de Amann, estudados em preparações temporárias e identificados de acordo com Bartmann; Amato (2009), D'Ávila et al. (2017b), Junker; Boomker (2007), Kajerova et al. (2004), Moravec (1982), Quraishy et al. (2020), Travassos (1914) e Zhang et al. (2004). Os Digenea e Cestoda foram corados com Carmim de Langeron ou hematoxilina Delafiled e montados individualmente em bálsamo do Canadá (AMATO; AMATO, 2010). As identificações foram feitas de acordo com Freitas (1951), Lunaschi et al. (2015), Marques et al. (2017) e Naupay-Igreja et al. (2014) para Digenea; e Hussey (1941), Khalil et al. (1994), Komyushin et al. (2009), Marinova; Vasileva (2021), Misiura (1969), Nowak et al. (2011) e Rolas (1976) para Cestoda. Espécimes representativos foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC 39637 a 39645; CHIOC 40222 a 40237). Todas as informações (dos hospedeiros e dos parasitos) foram anotadas em planilha para coleta de dados (Anexo C).

3.2.3 Parâmetros parasitológicos e análise estatística

Os parâmetros parasitológicos de prevalência (P%), intensidade média de infecção (IMI) e abundância média (AM) foram estimados de acordo com Bush et al. (1997). A P% e IMI dos helmintos foram calculadas para o total de aves amostradas e para machos e fêmeas. Além disso, foram estimadas a P% e IMI dos helmintos agrupados em Nematoda, Digenea e Cestoda, bem como nas categorias monoxenos e heteroxenos.

Neste sentido, a P% e a IMI foram comparadas entre hospedeiros machos e fêmeas considerando o total de parasitos amostrados, bem como para cada espécie de helminto que ocorreu concomitantemente em machos e fêmeas com prevalência $\geq 10\%$ em pelo menos um dos gêneros sexuais. Além disso, foram comparadas a P% e a IMI de parasitos monoxenos e heteroxenos considerando o total da amostra e entre os grupos (Nematoda, Digenea e Cestoda) de helmintos encontrados. O teste de Fisher e o teste t ($p \leq 0,05$) foram usados nas comparações de P% e IMI, respectivamente. As análises foram realizadas no programa Quantitative Parasitology (QPweb) (REICZIGEL et al., 2019).

O tamanho dos hospedeiros foi analisado através do teste de MannWhitney U para verificar se houve diferenças no comprimento total (CT) e massa corporal (MC) entre machos e fêmeas. Os machos apresentaram CT e MC significativamente maiores do que as fêmeas (CT: $U = 264$ $p = 0,018$; MC: $U = 215$ $p = 0,002$). O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) foi utilizado para analisar a influência do CT e MC dos hospedeiros na abundância de todos os helmintos agrupados, bem como em relação as espécies de helmintos que ocorreram com prevalência $\geq 10\%$. Essas análises foram realizadas no programa Jamovi® versão 2.2 (THE JAMOVİ PROJECT, 2023).

A riqueza de helmintos em relação ao número de hospedeiros examinados foi analisada utilizando uma curva de suficiência amostral ou curva do coletor através de um gráfico elaborado no Microsoft Excel (SANTOS, 2006).

As espécies foram classificadas de acordo com o valor de importância de Thul (I) em dominante ($I \geq 1,0$), co-dominante ($0,01 \leq I < 1,0$), subordinada ($0 < I < 0,01$) ou pioneira mal sucedida ($I = 0$) através de dados do número de espécimes de determinado parasito e o número de hospedeiros infectados (THUL et al., 1985).

3.3 Resultados

Cinquenta e três aves (88,33%) foram parasitadas por pelo menos uma espécie de helminto, totalizando 1651 espécimes. O sistema gastrintestinal foi o principal sítio de infecção. Apenas uma espécie parasitou diferentes sítios de infecção, porém no mesmo hospedeiro (Tabela 1). Nematoda ocorreu com maior prevalência (73,30%; $p=0,0001$) que os demais grupos de helmintos e Cestoda foi mais prevalente (46,70%; $p=0,0001$) que Trematoda (8,30%). Em contrapartida, a IMI foi semelhante entre os três grupos de helmintos encontrados (Nematoda IMI=5.5, Cestoda=2.0 e Digenea IMI=84.0 helmintos/hospedeiro; $p>0,05$).

A assembleia de helmintos de *C. livia* foi composta por *Baruscapillaria obsignata* (Capillariidae), *Ascaridia columbae* (Ascaridiidae), *Tetrameres fissipina* (Diesing, 1860) (Tetrameridae), *Dispharynx nasuta* (Rudolphi, 1819) (Acuariidae) (Nematoda), *Sobolevicanthus columbae* (Zeder, 1800) (Hymenolepididae), *Killigrewia delafondi* (Railliet, 1892) (Anoplocephalidae), *Raillietina allomyodes* Kotlan, 1921 (Davaineidae), *Skrjabinia bonini* (Megnin, 1899) (Davaineidae) (Cestoda), *Brachylaima mazzantii* (Travassos, 1927) (Brachylaimidae) e *Tanaisia inopina* Freitas, 1951 (Eucotylidae) (Digenea). O Apêndice A apresenta fotomicrografias dos parasitos encontrados em *C. livia*.

A curva de acumulação de espécies demonstrou que a riqueza de helmintos associado a *C. livia* foi representativa em 60 hospedeiros e que após a ave 23, o número de espécies de helmintos não aumentou (Figura 1).

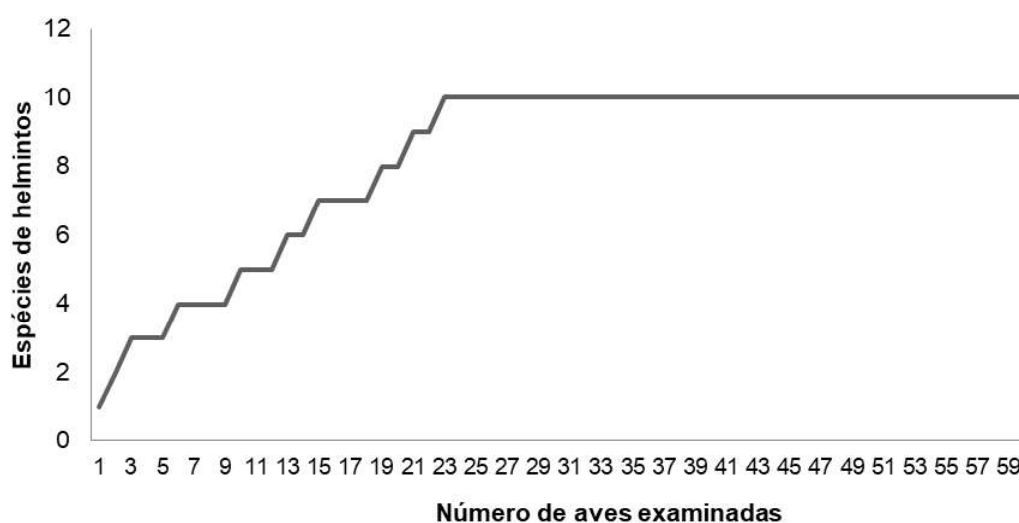


Figura 1 - Curva de acumulação de espécies de helmintos encontrados em *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) no extremo sul do Brasil.

Dos helmintos encontrados destacaram-se *A. columbae*, *B. obsignatha* e *S. columbae*, apresentando prevalências que variaram de 31,67% a 48,33%. Destes, *B. obsignatha* foi a espécie com maior IMI (15,90 helmintos/hospedeiro). *Dispharynx nasuta* apresentou a intensidade média de infecção mais elevada (486 helmintos/hospedeiro), porém parasitou apenas uma ave. Os Digenea *T. inopina* e *B. mazzantii* apresentaram IMI de 84 helmintos/hospedeiro e 76,75 helmintos/hospedeiro, respectivamente (Tabela 1). *Ascaridia columbae* foi encontrada em diferentes estágios de desenvolvimento (L2, L4, L5 e adulto), sendo que 6,67% apresentaram formas larvais do parasito com IMI de 14,5 helmintos/hospedeiro.

Tabela 1 - Helmintos associados a *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) no extremo sul do Brasil, e seus respectivos sítios de infecção (SI), prevalência (P%), intensidade média de infecção (IMI), abundância média (AM) e intensidade de infecção (INI). EP – erro padrão.

Helmintos	SI	P (%)	IMI ± EP	AM ± EP	INI
Nematoda					
<i>Ascaridia columbae</i>	Intestino delgado	40,00	6,79 ± 2,32	2,72 ± 1,01	1-46
<i>Baruscapillaria obsignata</i>	Intestino delgado	48,33	15,90 ± 6,70	7,68 ± 3,37	1-195
<i>Tetrameres fissipina</i>	Proventrículo	13,33	8,38 ± 4,41	1,12 ± 0,67	2-39
<i>Dispharynx nasuta</i>	Proventrículo, moela, intestino delgado e pulmões	1,67	486,00	8,10 ± 8,10	486
Cestoda					
<i>Sobolevicanthus columbae</i>	Intestino delgado	30,00	1,83 ± 0,41	0,55 ± 0,16	1-8
<i>Killigrewia delafondi</i>	Intestino delgado	10,00	1,83 ± 0,31	0,18 ± 0,08	1-3
<i>Raillietina allomyodes</i>	Intestino delgado	10,00	6,17 ± 0,87	0,62 ± 0,36	1-20
<i>Skrjabinia bonini</i>	Intestino delgado	3,33	1,00	0,03 ± 0,02	1
Digenea					
<i>Brachylaima mazzantii</i>	Intestino delgado	6,67	76,75 ± 50,7	5,12 ± 3,86	1-216
<i>Tanaisia inopina</i>	Rins	1,67	84,00	1,40 ± 1,40	84

EP – erro padrão

Os helmintos monoxenos (*A. columbae* e *B. obsignata*) (P%= 70%, IMI=32,19 indivíduos/hospedeiro) e heteroxenos (*T. fissipina*, *D. nasuta*, *S. columbae*, *K. delafondi*, *R. allomyodes*, *S. bonini*, *B. mazzantii* e *T. inopina*) (P%=63,3%, IMI=86,16 indivíduos/hospedeiro) ocorreram com índices semelhantes, uma vez que não houve diferenças significativas na P% e IMI dos helmintos agrupados nas duas categorias.

De acordo com o valor de importância de Thul, *A. columbae*, *B. obsignatha*, *D. nasuta*, *T. fissipina*, *B. mazzantti*, *S. columbae* e *R. allomyodes* foram dominantes, e as demais espécies foram consideradas co-dominantes (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação das espécies de helmintos associados à *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) capturadas no extremo sul do Brasil, de acordo com o valor de importância de Thul et al. (1985).

Classificação das espécies	Valor de importância
Dominante	
<i>Ascaridea columbae</i>	19,082
<i>Baruscapillaria obsignata</i>	65,211
<i>Dispharynx nasuta</i>	2,371
<i>Tetrameres fissipina</i>	2,615
<i>Brachylaima mazzantii</i>	5,990
<i>Sobolevicanthus columbae</i>	2,897
<i>Raillietina allomyodes</i>	1,083
Co-dominante	
<i>Tanaisia inopina</i>	0,410
<i>Killigrewia delafondi</i>	0,322
<i>Skrjabinia bonini</i>	0,020

Machos e as fêmeas foram parasitados por todos os grupos de helmintos, apresentando prevalências de 84,21% (n=32/38) e 95,45% (n=21/22) (p=0,4486), respectivamente. *Dispharynx nasuta* esteve presente apenas em uma fêmea e *T. inopina* em um macho. As infecções helmínticas entre os gêneros foram semelhantes, uma vez que não houve diferença significativa na prevalência e intensidade média de infecção das espécies de parasitos associados a machos e fêmeas de *C. livia* no extremo sul do Brasil (Tabela 3).

Em relação à abundância dos helmintos e os parâmetros corporais, foi observado que conforme aumenta o CT e a MC das aves, existe uma tendência a diminuição da abundância dos parasitos, a qual foi significativamente correlacionada com a massa corporal das fêmeas ($r_s = -0,638$, $p=0,001$) (Tabela 4). Analisando os helmintos que ocorreram com prevalência $\geq 10\%$, foram observadas correlações significativas entre a abundância de *A. columbae*, *T. fissipina*, *K. delafondi* e *S.*

columbae e os parâmetros corporais dos machos de *C. livia*. De acordo com a análise de correlação, a abundância dos nematoides tende a aumentar conforme aumenta o comprimento ou massa corporal dos machos, em contrapartida a abundância de cestoides tende a diminuir (Tabela 4; Figura 2).

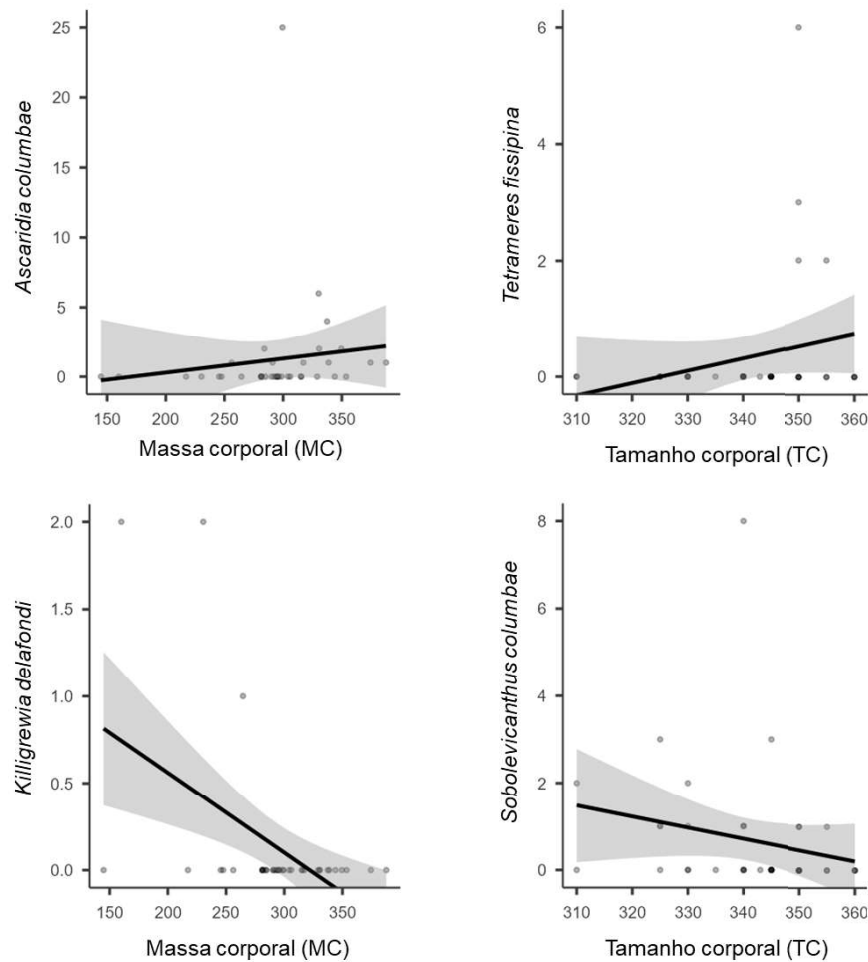


Figura 2 - Matriz de correlações pelo Teste de correlação de Spermán (r_s) entre a abundância dos helmintos: *Ascaridea columbae* e a massa corporal (MC) ($r_s=0,454$, $p=0,004$); *Tetrameres fissipina* e o comprimento total (CT) ($r_s=0,337$, $p=0,039$); *Killigrewia delafondi* a massa corporal (MC) ($r_s=-0,398$, $p=0,013$); *Sobolevicanthus columbae* e o comprimento total (CT) ($r_s=-0,350$, $p=0,031$) de machos de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) ($n=38$) no extremo sul do Brasil.

Tabela 3 - Helmintos parasitos de machos e fêmeas de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) no extremo sul do Brasil, e seus respectivos índices de infecção: prevalência (P%), intensidade média de infecção (IMI) e abundância média (AM).

Helmintos	Hospedeiros					
	Machos (n=38)			Fêmeas (n=22)		
	P(%)	IMI ± EP	AM ± EP	P(%)	IMI ± EP	AM ± EP
Nematoda						
<i>Ascaridia columbae</i>	31,58	3,92 ± 1,97	1,24 ± 0,67	54,55	9,67 ± 4,15	5,27 ± 2,45
<i>Baruscapillaria obsignata</i>	44,74	7,71 ± 2,34	3,45 ± 1,21	54,55	27,50 ± 15,6	15 ± 8,87
<i>Tetrameres fissipina</i>	10,53	3,25 ± 0,95	0,34 ± 0,19	18,18	13,50 ± 8,51	2,45 ± 1,78
<i>Dispharynx nasuta</i>	-	-	-	4,55	486,00	22,09 ± 22,10
Cestoda						
<i>Sobolevicanthus columbae</i>	34,21	2,00 ± 0,54	0,68 ± 0,24	22,73	1,40 ± 0,40	0,32 ± 0,15
<i>Killigrewia delafondi</i>	7,89	1,67 ± 0,33	0,13 ± 0,08	13,64	2 ± 0,58	0,27 ± 0,16
<i>Raillietina allomyodes</i>	7,89	10,33 ± 4,91	0,82 ± 0,56	13,64	2 ± 0,58	0,27 ± 0,16
<i>Skrjabinia bonini</i>	2,63	1,00	0,03 ± 0,03	4,55	1,00	0,05 ± 0,05
Digenea						
<i>Brachylaima mazzantii</i>	5,26	108,50 ± 108	5,71 ± 5,68	9,09	45,00 ± 43,00	4,09 ± 4,00
<i>Tanaisia inopina</i>	2,63	84,00	2,21 ± 2,21	-	-	-

EP – erro padrão

Tabela 4 - Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) entre a abundância de helmintos e o comprimento corporal (CT) e massa corporal (MC) em relação ao total da amostra bem como em relação a machos e fêmeas de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=60) no extremo sul do Brasil.

	Total da amostra (n=60)		Machos (n=38)		Fêmeas (n=22)	
	CT	MC	CT	MC	CT	MC
Todos os helmintos	-0,101 (0,443)	-0,134 (0,308)	0,045 (0,789)	0,278 (0,091)	-0,169 (0,451)	-0,638 (0,001)*
<i>Ascaridea columbae</i>	-0,081 (0,539)	0,043 (0,743)	-0,116 (0,489)	0,454 (0,004)*	0,215 (0,335)	-0,294 (0,184)
<i>Baruscapillaria obsignata</i>	0,019 (0,886)	-0,071 (0,590)	0,138 (0,410)	0,121 (0,471)	-0,056 (0,805)	-0,271 (0,222)
<i>Tetrameres fissipina</i>	0,053 (0,686)	-0,073 (0,582)	0,337 (0,039)*	0,125 (0,455)	-0,244 (0,275)	-0,169 (0,453)
<i>Killigrewia delafondi</i>	-0,021 (0,875)	-0,248 (0,056)	-0,121 (0,470)	-0,398 (0,013)*	0,246 (0,270)	0,048 (0,831)
<i>Sobolevicanthus columbae</i>	-0,169 (0,198)	0,134 (0,306)	-0,350 (0,031)*	0,026 (0,876)	0,171 (0,446)	0,293 (0,186)
<i>Raillietina allomyodes</i>	0,120 (0,360)	-0,014 (0,914)	0,208 (0,210)	0,085 (0,610)	0,064 (0,777)	-0,107 (0,636)

Valor de p entre parênteses; *indica diferenças significativas ($p \leq 0,05$)

3.5 Discussão

A fauna de helmintos associada a *C. livia* no extremo sul do Brasil é semelhante aos registros realizados no sudeste do país, onde D'Ávila et al. (2017a) registraram, em Minas Gerais, as espécies *B. obsignata*, *A. columbae*, *T. fissipina*, *Dispharynx* sp., *R. allomyodes*, *S. bonini* e *T. inopina*, com índices de prevalência semelhantes entre os nematoides e o digenético. Demais estudos realizados no Brasil apresentaram menor riqueza de helmintos (CARNEIRO et al., 1975; FEDERMAN et al., 1973; VAZ et al., 2017), assim como em outros países sul americanos (CASTILLO, 2019; GONZÁLEZ et al., 2004a).

Numerosos estudos foram realizados na Ásia (BEGUM et al., 2012; PARSANI et al., 2014; RADFAR et al., 2012), África (EL-DAKHLY et al., 2016; IBRAHIM et al., 1995) e Europa (FORONDA et al., 2004; MARTINEZ-MORENO et al., 1989) revelando enorme diversidade e riqueza de espécies de helmintos na distribuição nativa dos pombos.

Capillaridae reúne cerca de 300 espécies, as quais ocorrem em diversas regiões parasitando todos os grupos de vertebrados (MORAVEC, 1987). *Baruscapillaria obsignata* [sin. = *Capillaria columbae*] é a única espécie de capilarídeo registrada em *C. livia* no Brasil, sendo registrada na região centro-oeste (CARNEIRO et al., 1975), sudeste (D'ÁVILA et al., 2017a; FEDERMAN et al., 1973; GIOVANNONI; MALHEIRO, 1952; SILVA et al., 1990) e sul do país (SANTOS et al., 2023). Ao redor do mundo é o capilarídeo mais comum em *C. livia*, ocorrendo na Europa (CATELLI et al., 1999; MARTINEZ-MORENO et al., 1989), Ásia (BAHRAMI et al., 2012; SENLIK et al., 2005) e África (IBRAHIM et al., 1995; NAGWA et al., 2013), regiões nativas dos pombos, sugerindo que este parasito é parte da assembleia original de helmintos da espécie. Contudo, *B. obsignata* tem baixa especificidade, uma vez que foi registrada parasitando várias espécies de aves Anseriformes, Ciconiiformes, Columbiformes, Galliformes, Piciformes e Psittaciformes (YABSLEY, 2008). Outros capilarídeos também foram registrados em *C. livia*, tais como *Capillaria bursata* Freitas & Almeida 1934 (BORJI et al., 2012), *Capillaria annulata* (Molin, 1958) (TORO et al., 1999) e *Aonchotheca caudinflata* (Molin, 1858) [sin. = *Capillaria caudinflata*] (BORJI et al., 2012; CATELLI et al., 1999; GONZÁLEZ et al., 2004a), sendo, as duas últimas, registradas no continente americano. A prevalência de *B. obsignata*, no presente estudo, foi semelhante aos

relatos na região sudeste do Brasil (51,42%) (D'ÁVILA et al., 2017a) e na Espanha (49,5%) (MARTINEZ-MORENO et al., 1989). Ao redor do mundo, prevalência desse nematoide varia de 4% (GIOVANNONI; MALHEIRO, 1952) a 63% (SENLİK et al., 2005) e a intensidade média de infecção de 6,8 a 29,72 helmintos/hospedeiro (D'ÁVILA et al., 2017a; SILVA et al., 1990). A amplitude de variação observada na região do presente estudo foi semelhante ao registro de D'Ávila et al. (2017a) em Minas Gerais (1-163 helmintos/hospedeiro).

Ascaridia Dujardin, 1844 engloba espécies que parasitam exclusivamente aves, ocorrendo em ampla variedade de hospedeiros (QURASHY et al., 2020). *Ascaridea columbae* é o parasito mais comumente registrado em *C. livia* (ALKHARIGY et al., 2018) e também parece fazer parte da distribuição original da assembleia helmíntica da espécie, pois há registros de sua ocorrência nesse hospedeiro em várias localidades da Europa (BOGACH et al., 2021; FORONDA et al., 2004; MARTINEZ-MORENO et al., 1989), Ásia (AL-BAWARI; SAED, 2012; BEGUM; SEHRIN, 2012; PARSANI et al., 2014; RADFAR et al., 2012) e África (EL-DALKY et al., 2016; IBRAHIM et al., 1995). No Brasil, foi registrada em todos os estudos realizados com a espécie, em diferentes estados brasileiros, tais como Goiás (CARNEIRO et al., 1975), Minas Gerais (D'ÁVILA et al., 2017a; FEDERMAN et al., 1973; OLIVEIRA et al., 2000), São Paulo (GIOVANNONI; MALHEIRO, 1952; VAZ et al., 2017), Rio de Janeiro (SILVA et al., 1990) e Rio Grande do Sul (SANTOS et al., 2023). O nematoide foi também registrado no Brasil, parasitando os columbídeos *Columbina picui* (Temminck, 1813) (COIMBRA et al., 2009) e *Zenaida auriculata* (DesMurs 1847) (TARODA et al., 2013) e *Melopsittacus undulatus* Shaw, 1805 (Psittaciformes: Psittaculidae), sendo este último considerado um hospedeiro incomum (FERROLA et al., 1976). *Ascaridea columbae* também foi mencionada em *C. livia* no Chile (GONZÁLEZ et al., 2004a; TORO et al., 1999) e no Peru (CASTILLO, 2019). Smith e Fedynich (2012) desenvolveram o único estudo no continente americano que não detectou a presença do parasito nesse hospedeiro, no entanto, registrou em outros columbídeos, como *Zenaida asiatica* (Linnaeus 1758), *Streptopelia decaocto* (Frivaldszky, 1838), *Columbina passerina* (Linnaeus, 1758) e *Columbina inca* (Lesson, 1847). Há menções na literatura de outro ascarídeo, *Ascaridia galli* (Schrank, 1788), parasitando *C. livia*, na Espanha (MARTÍNEZ-MORENO et al., 1989), no Iraque (AL-BARWARI; SAEED, 2012) e na Líbia (ALKHARIGY et al., 2018).

O ascarídeo foi um dos parasitos mais frequentes no presente estudo. No Brasil, embora as prevalências variem de 4,9% a 65% (CARNEIRO et al., 1975; VAZ et al., 2017), a maioria das investigações (CARNEIRO et al., 1975; D'ÁVILA et al., 2017a; FEDERMAN et al., 1973; GIOVANNONI; MALHEIRO, 1952) registraram prevalências semelhantes ou superiores a registrada neste estudo, assim como registros na Turquia (SENLİK et al., 2005) e Tenerife (FORONDA et al., 2004), regiões nativas do hospedeiro. A intensidade média de infecção observada, no presente estudo, foi semelhante ao registrado na Ucrânia (5,1 helmintos/hospedeiro) (BOGACH et al., 2021). No Brasil, a intensidade média de infecção variou de 10,8 a 60,55 helmintos/hospedeiro (D'ÁVILA et al., 2017a; VAZ et al., 2017). Os registros de formas juvenis em alguns hospedeiros do presente estudo indicam infecção recente, já que a muda para L5 ocorre em até 19 dias após a infecção (WEHR; HWANG, 1964). Dos estudos realizados com *C. livia*, nenhum mencionou o encontro de formas larvais de *A. columbae*.

Baruscapillaria obsignata e *A. columbae* apresentaram as prevalências mais acentuadas neste estudo, sendo responsáveis pela maior ocorrência de Nematoda em relação aos demais grupos de parasitos amostrados. Os índices de infecção dessas espécies podem estar relacionados ao ciclo de vida desses helmintos, comportamentos dos hospedeiros e a fatores ambientais. Ambas as espécies apresentam ciclo de vida direto ou monoxeno, eliminando ovos que se tornam infectantes no ambiente (MORAVEC, 1987; WEHR; HWANG, 1964). Associado a isso, sabe-se que estas aves eliminam grande quantidade de excrementos que geralmente ficam acumulados, o que pode resultar em uma alta contaminação ambiental. É importante destacar que as condições ambientais parecem ser favoráveis na região, já que as infecções ocorrem ao longo das estações do ano na região, como observado em estudos anteriores (SANTOS et al., 2023). Além disso, gafanhotos e minhocas podem atuar como hospedeiros de transporte de espécies de *Ascaridia*, garantindo mais proteção para parasitos que apresentam suas formas de resistência no ambiente (SOULSBY, 1982).

Tetrameres Creplin, 1846 engloba espécies que infectam uma variedade de aves aquáticas e terrestres em diversas regiões. As fêmeas desse grupo geralmente se encontram nas glândulas proventriculares, e os machos no lúmen do proventrículo (ANDERSON, 2000). Segundo González et al. (2004a) existem duas espécies de *Tetrameres* que parasitam *C. livia*, *T. fissipina* e *Tetrameres confusa*

Travassos 1917 [sin. = *Tetrameres americana*]. Relatos de *T. fissipina* em *C. livia* ocorreram apenas na Europa (CATELLI et al., 1999; FORONDA et al., 2004; MARTINEZ-MORENO et al., 1989) e na região sudeste do Brasil (D'ÁVILA et al., 2017a; SILVA et al., 1990). Dessa forma, este é o primeiro registro do nematoide parasitando *C. livia* na região sul do país. *Tetrameres fissipina* foi descrita, ainda como parasito de Galliformes (PINTO et al., 2004) e *Z. auriculata* (TARODA et al., 2013). A prevalência de *T. fissipina* em *C. livia*, no presente estudo, foi semelhante a registrada por D'ÁVILA et al., 2017a (14,28%) e superior a encontrada por Carneiro et al. (1975) (4,1%), no entanto, a intensidade média de infecção foi muito inferior ao registro em Minas Gerais (346,3 helmintos/hospedeiro) (D'ÁVILA et al., 2017a). O ciclo de vida de *T. fissipina* é indireto, necessitando da participação de crustáceos aquáticos (anfípodes ou cladóceos) ou insetos terrestres como gafanhotos e baratas, além de minhocas, os quais atuam como hospedeiros intermediários do parasito (TAYLOR; COOP; WALL, 2017).

Dispharynx nasuta [sin. = *Dispharynx spiralis*] é comumente encontrado no proventrículo e na moela de vários grupos de aves em diferentes continentes (GOBLE; KUTZ, 1945). Em *C. livia* foi registrada na Europa (CATELLI et al., 1999; FORONDA et al., 2004; MARTINEZ-MORENO et al., 1989), Ásia (AL-BAWARI; SAED, 2012) e África (MUSHI et al., 2000). Já no continente americano foi assinalada apenas no Chile (TORO et al., 1999), EUA (SMITH; FEDYNICH, 2012) e uma única vez no Brasil, no Rio de Janeiro (SILVA et al., 1990). Embora esta seja a primeira citação de *D. nasuta* associado a *C. livia* no sul do país, o parasito foi mencionado na região do presente estudo, parasitando o columbídeo *C. picui* (COIMBRA et al., 2009), além de outros grupos de aves, como Passeriformes (BERNARDON et al., 2016; MASCARENHAS et al., 2009; SANTOS et al., 2020) e Charadriiformes (AVANCINI, 2009), demonstrando uma baixa especificidade parasitária. No continente americano, as prevalências do nematoide em *C. livia* foram semelhantes ao registrado no presente estudo, variando de 2% a 2,8% (SMITH; FEDYNICH, 2012; TORO et al., 1999), no entanto a intensidade de infecção registrada foi muito superior as observadas em *C. livia* no Brasil (6 helmintos/hospedeiro) (SILVA et al., 1990) e na Espanha (46,8 helmintos/hospedeiro) (FORONDA et al., 2004). Além do proventrículo e moela, *D. nasuta* foi encontrado no intestino delgado e nos pulmões, o que provavelmente está relacionado ao congelamento após a eutanásia, que possivelmente propiciou

migração dos parasitos para órgãos próximos. *Dispharynx nasuta* apresenta ciclo de vida heteroxeno, utilizando crustáceos terrestres (isópodes) como hospedeiros intermediários (ANDERSON, 2000).

Sobolevicanthus Spassky & Spasskaya, 1954 foi descrito para abrigar espécies que parasitam uma gama de hospedeiros, especialmente aves aquáticas pertencentes a Anseriformes (MARINOVA; VASILEVA, 2021). *Sobolevicanthus gracilis* (Zeder, 1803) foi considerado sinônimo de *Sobolevicanthus columbae* (Zeder, 1800) (DIMITROVA et al., 2023; MISIURA, 1969). Embora a maioria dos estudos adote o nome científico *S. gracilis*, de acordo com as regras de Nomenclatura Zoológica foi assumido que *S. columbae* é a terminologia mais correta, uma vez que sua descrição é mais antiga. Há apenas duas ocorrências do parasito em *C. livia* no mundo, onde o cestóide foi registrado em regiões nativas do hospedeiro (BEGUM; SEHRIN, 2012; MARTINEZ-MORENO et al., 1989). A presença de *S. columbae* nestas aves é intrigante, já que o ciclo de vida das espécies do gênero ocorre em ambiente aquático, envolvendo crustáceos (Copepoda e Ostracoda) como hospedeiros intermediários e aves aquáticas como hospedeiros definitivos (MARINOVA; VASILEVA, 2021). A ocorrência em *C. livia*, pode estar relacionada a outros invertebrados, como insetos terrestres, que podem estar atuando como hospedeiros intermediários do helminto, assim como ocorre no ciclo evolutivo de outros himenolepidídeos (TAYLOR; COOP, WALL, 2017). Ao redor do mundo os registros ocorrem principalmente em anatídeos em diferentes regiões como a América do Norte (CANARIS et al., 1981), África (ALEXANDER; MCLAUGHLIN, 1997), Europa (MARINOVA; GEORGIEV; VASILEVA, 2013), sendo este o primeiro relato do parasito na América do Sul. Dimitrova et al. (2023) questiona a posição genérica da espécie, uma vez que o gênero acomete especialmente Anseriformes, no entanto, *S. columbae*, vem sendo registrada em Columbiformes com prevalências consideráveis, como a observada neste estudo. Ocorrência semelhante foi encontrada na Espanha (30,69%) (MARTINEZ-MORENO et al., 1989), e índices ainda superiores em Bangladesh ($P\% = 63,33$; $IMI = 4,87$ helmintos/hospedeiro) (BEGUM; SEHRIN, 2012). Apesar da prevalência considerável, não se obteve nenhum espécime com escólex. É relatado na literatura que estes parasitos apresentam estróbilos muito frágeis, gerando dificuldades de amostragem de espécimes completos com escólex preservados (MARINOVA; VASILEVA, 2021).

Raillietina inclui espécies comumente registradas em *C. livia* (FORONDA et al., 2004) em todo o mundo, sendo *Raillietina echinobothrida* (Megnin, 1881) e *Raillietina tetragona* (Molin, 1858) as mais frequentes (ADANG et al., 2008; ALKHARIGY et al., 2018; EL-DALKY et al., 2016; MOHAMMED et al., 2019). No Brasil, *R. allomyodes* é a única espécie registrada em *C. livia*, com ocorrência no Rio de Janeiro (ROLAS, 1976) e em Minas Gerais (D'ÁVILA et al., 2017a). No sul do país o parasito foi encontrado em *Z. auriculata* no Paraná (TARODA et al., 2013) e este é primeiro registro em *C. livia* no Rio Grande do Sul. Em relação aos índices parasitológicos, D'Ávila et al. (2017a) registrou prevalência mais acentuada em Minas Gerais (34,28%), no entanto, a intensidade média de infecção foi semelhante (6,66 helmintos/hospedeiro) a registrada no presente estudo. Entre as demais espécies, é observada grande variação de prevalências com registros de 0,45% para *Raillietina cesticeillus* (Molin, 1858) na Nigéria (ADANG et al., 2008) a 100% para *R. echinobothrida* em Bangladesh (BEGUM; SEHRIN, 2012). A diferença nas prevalências pode estar relacionada com a disponibilidade de hospedeiros intermediários e a imunidade dos hospedeiros (ALKHARIGY et al., 2018). O ciclo de vida de *R. allomyodes* ainda não foi estudado, no entanto, sabe-se que estágio intermediário cisticercoide, dependendo da espécie de *Raillietina*, se desenvolve em insetos terrestres, como formigas e besouros (TAYLOR; COOP; WALL, 2017).

Skrjabinia Fuhrmann, 1920 era um subgênero de *Raillietina* e foi elevado a gênero por Movsesyan em 1966. Posteriormente o gênero foi sinonimizado com *Markewitchella* Spasski & Spasskaya, 1972, e mais tarde Khalil et al. (1994) consideraram *Skrjabinia* um gênero válido. *Skrjabinia bonini* é a única do gênero registrada em *C. livia*, com ocorrências na região sudeste do Brasil (D'ÁVILA et al., 2017a; SILVA et al., 1990), América do Norte (SMITH; FEDYNICH, 2012), Europa (CATELLI et al., 1999) e Ásia (AL-BAWARI; SAED, 2012; BEGUM; SEHRIN, 2012). De acordo com Nowak et al. (2009) também há descrições do parasito em *Columba palumbus* Linnaeus, 1758, *Gallus gallus* (Linnaeus, 1758) (Galliformes: Phasianidae) e em aves aquáticas pertencentes a *Anas* Linnaeus, 1758 (Anseriformes: Anatidae), além dos registros de Smith e Fedynich (2012) em *Z. asiatica* e *C. passerina*, demonstrando baixa especificidade parasitaria. *Skrjabinia bonini* foi o cestóide de menor ocorrência, semelhante ao observado na Itália (CATELLI et al., 1999), no entanto índices superiores foram registrados no Brasil, em Minas Gerais (P%=20%; IMI=2,14 helmintos/hospedeiro) (D'ÁVILA et al., 2017a) e no Rio de Janeiro

(P=45,71%) (SILVA et al., 1990). O parasito utiliza besouros como hospedeiro intermediário (NOWAK et al., 2009), e em infecções experimentais foi observado o desenvolvimento dos estágios intermediários em várias espécies de moluscos terrestres (KORNYUSHIN et al., 2009).

O anoplocefalídeo *K. delafondi* [sin. = *Aporina delafondi*] é um cestóide frequente em columbídeos. Em regiões nativas de *C. livia* foi descrito na Ásia (AL-BAYATI, 2011) e Europa (MARTINEZ-MORENO et al., 1989) e, no continente americano apenas no Chile (GONZÁLEZ et al., 2004a; TORO et al., 1999) e EUA (SMITH; FEDYNICH, 2012). Uma espécie não determinada desse gênero foi registrada na região do presente estudo (SANTOS et al., 2023). Sua ocorrência também foi relatada em outros Columbidae, como *Z. auriculata* no Chile (GONZÁLEZ et al., 2004b), e em *C. passerina*, *Z. asiatica*, *S. decaocto* e *Zenaida macroura* (Linnaeus, 1758) nos EUA (SMITH; FEDYNICH, 2012). No geral, o parasito ocorreu em baixas prevalências em pombos de 0,99 a 5% (MARTINEZ-MORENO et al., 1989; SMITH; FEDYNICH, 2012) sendo a maior prevalência (14,6%) registrada na Ásia (AL-BAYATI, 2011). A intensidade de infecção não foi citada na maioria dos estudos, exceto no Chile, onde foi relatada IMI de 3,1 helmintos/hospedeiro (GONZÁLEZ et al., 2004a). Dessa forma, os índices desse cestóide no presente estudo corroboram os relatos em outras regiões. Na literatura é relatado que os hospedeiros intermediários deste anoplocefalídeo podem ser ácaros oribatídeos e moluscos *Agriolimax agrestis* (Linnaeus, 1758) (CORDERO DEL CAMPILLO et al., 1999; TAYLOR; COOP; WALL, 2017).

Dentre as espécies de Cestoda encontradas, *S. columbae* teve a prevalência mais elevada, o que contrasta com informações da literatura, na qual citam que espécies de *Raillietina* são dominantes em relação aos anoplocefalídeos e himenolepidídeos (FORONDA et al., 2004). Considerando o ciclo de vida indireto destes parasitos, a disponibilidade dos hospedeiros intermediários, bem como a preferência alimentar dos pombos, pode ter afetado tanto a presença destes helmintos, quanto seus índices parasitológicos (ALKHARIGY et al., 2018).

Em relação aos digenéticos, *B. mazzantti* [sin. = *Harnostomum columbae*] é um parasito intestinal de columbídeos domésticos e silvestres, descrito por Travassos (1927). Sua ocorrência em *C. livia* foi registrada apenas na Espanha (MARTINEZ-MORENO et al., 1989), Peru (NAUPAY-IGREDA et al., 2014) e na região Sudeste e sul do Brasil (SANTOS et al., 2023; SILVA et al., 1990). No

território brasileiro, também há registros do parasito em outras espécies de columbídeos, como *Columbina talpacoti* (Temminck, 1811) no estado do Pará (LENT; FREITAS, 1927), e em *Z. auriculata* em São Paulo (ADRIANO et al., 2001) e Paraná (TARODA et al., 2013). Outras espécies do gênero também foram registradas em *C. livia*, *Brachylaima fuscatum* (Rudolphi, 1819) (CATELLI, et al., 1999) e *Brachylaima degiustii* Nazir e Rodrigues, 1966, sendo a última, muito semelhante morfologicamente a *B. mazzantii*. Estudos adicionais são necessários para verificar uma possível sinonímia das espécies. Em relação aos índices parasitológicos, prevalência menor foi relatada na Espanha (2,97%) (MARTINEZ-MORENO et al., 1989), em contraste, no sudeste do Brasil 25,71% dos pombos estavam parasitados, no entanto, apresentaram intensidade média de infecção semelhante (71 helmintos/hospedeiro) (SILVA et al., 1990) ao presente estudo. As variações nos índices parasitológicos podem estar relacionadas ao ciclo de vida complexo das espécies de *Brachylaima* que envolve dois moluscos terrestres como hospedeiros intermediários (GRACENEA; GONZÁLEZ-MORENO, 2002).

Tanaisia inopina foi descrita por Freitas (1951), a partir de espécimes coletados dos rins de *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) (Passeriformes: Passeridae) no Rio de Janeiro, anteriormente identificados como *Tanaisia zarudinyi* (Skrjabin, 1924). No mesmo hospedeiro, foi registrada novamente no Rio de Janeiro (BRASIL; AMATO, 1992) e no Rio Grande do Sul (CALEGARO-MARQUES; AMATO, 2010). Há registros também em *Sterna* sp. (Charadriiformes: Laridae) (ALMEIDA, 1936) e em *Coturnix japonica* Temminck & Schlegel (Galliformes: Phasianidae) (PINTO et al., 2005) no Rio de Janeiro, e *Icterus chrysiocephalus* (Linnaeus, 1776) (Passeriformes: Icteridae) no Estado do Amazonas (FRANCO, 1965). Em *C. livia* há apenas um relato em Minas Gerais (D'ÁVILA et al., 2017a), portanto, esta é a primeira descrição do parasito nesse hospedeiro na região sul do Brasil. A sua ocorrência em diferentes ordens de aves sugere que este parasito apresente baixa especificidade por seus hospedeiros. O digenético foi encontrado em baixa prevalência, parasitando apenas uma ave, semelhante ao observado por D'Ávila et al. (2017a) em Minas Gerais (2,85%), no entanto com menor intensidade média de infecção (0,68 helmintos/hospedeiro). A baixa prevalência pode estar associada ao ciclo de vida do parasito e a dieta alimentar dos pombos. Embora não se conheça o ciclo de *T. inopina*, sabe-se, que espécies deste gênero, utilizam gastrópodes terrestres como hospedeiros intermediários, os quais devem ser ingeridos pelas

aves para que ocorra transmissão por metacercárias (AHMAD; GABRION, 1975). A baixa prevalência de *T. inopina* sugere que há baixa infecção por metacercárias, além de indicar que moluscos podem não ser itens preferenciais na dieta destes columbídeos.

Os índices de infecção dos parasitos monoxenos (duas espécies) e heteroxenos (oito espécies) encontrados em associação com *C. livia*, no presente estudo, foram semelhantes considerando a análise realizada com os helmintos agrupados nas duas categorias. No entanto, a presença de maior riqueza de parasitos com ciclos de vida indireto sugere que a espécie tem uma dieta variada, incluindo artrópodes e moluscos, que atuam como hospedeiros intermediários destes helmintos (Tabela 5). Dilks et al. (1974) investigaram a dieta alimentar de *C. livia* em regiões rurais na Nova Zelândia, observando que a espécie se alimenta preferencialmente de sementes, enquanto que alimentos de origem animal foram encontrados em pequenas quantidades durante o ano. Em contraste, Sacchi et al. (2002) observaram que em ambientes urbanos, essas aves utilizam frequentemente alimentos antropogênicos. Itens de origem antrópica são abundantes nos centros urbanos, tanto pela oferta direta, na qual as aves são alimentadas em vias públicas, como praças, quanto pela disposição de lixeiras abertas que podem permitir o acesso das aves aos rejeitos humanos (CABALCETA; BARRIENTOS, 2019). No entanto, exigências nutricionais durante o período reprodutivo das aves podem explicar a ingestão de invertebrados que atuam como hospedeiros intermediários ou paratênicos de helmintos. Sick (1997) relatou que *Z. auriculata* se alimenta de moluscos e diplópodes durante a estação reprodutiva, sugerindo que essas aves requerem a ingestão de proteína animal e cálcio durante esse período, e o mesmo pode acontecer com *C. livia*. Nesse contexto, estudos de dieta e helmintofauna são complementares gerando informações que ampliam o conhecimento da história de vida das espécies envolvidas e suas relações (CHAVIEL et al. 2022; MASCARENHAS et al. 2022).

Tabela 5 - Hospedeiros intermediários dos helmintos parasitos de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no extremo sul do Brasil.

Helmintos	Hospedeiro Intermediário (HI)	Referências
<i>Tetrameres fissipina</i>	Crustáceos aquáticos (anfípodes ou cladóceos) ou insetos terrestres como gafanhotos e baratas	Taylor; Coop; Wall, 2017
<i>Dispharynx nasuta</i>	Crustáceos terrestres	Anderson, 2000
<i>Sobolevicanthus columbae</i>	Crustáceos (Copepoda e Ostracoda)	Marinova; Vasileva, 2021
<i>Killigrewia delafondi</i>	Ácaros oribatídeos e moluscos <i>Agriolimax agrestis</i> (Linnaeus, 1758)	Taylor; Coop; Wall, 2017 Cordero del Campillo et al., 1999
<i>Raillietina allomyodes</i>	Insetos terrestres, como formigas e besouros	Taylor; Coop; Wall, 2017
<i>Skrjabinia bonini</i>	Coleópteros	Nowak et al., 2009
<i>Brachylaima mazzantii</i>	Dois moluscos terrestres	Gracenea; González-Moreno, 2002
<i>Tanaisia inopina</i>	Gastrópodes terrestres	Ahmad; Gabrion, 1975

De acordo com o valor de importância de Thul foi observado que a maioria dos helmintos foram dominantes, enquanto apenas duas espécies de cestóides e um digenético foram co-dominantes. Neste caso, todas as espécies contribuem significativamente para a assembleia de helmintos, com diferentes graus de dominância (THUL et al., 1985). Registros divergentes foram encontrados em Minas Gerais, onde foram observadas espécies co-dominantes *A. columbae*, *B. obsignata* e *T. fissipina* e, mal sucedidas (*T. inopina*, *R. allomyodes*, *S. bonini* e *Dispharynx* sp.) (D'ÁVILA et al., 2017a). Provavelmente diferenças nos índices de infecção podem ter sido responsáveis pelas divergências de dominância dos parasitos.

No presente estudo não foram observadas diferenças entre a prevalência e a intensidade média de infecção dos helmintos entre machos e fêmeas, demonstrando que o gênero sexual não é um fator importante nas infecções helmínticas em pombos na região sul do Brasil, como já observado na região Sudeste do país (VAZ et al., 2017), em outros países do continente americano (GONZÁLEZ et al., 2004a; SMITH; FEDYNICH, 2012) e em diversos estudos em outras partes do mundo (BEGUM; SEHRIN, 2012; BOGACH et al., 2021; FORONDA et al., 2004; SENLIK et al., 2005; MOHAMMED et al., 2019). Apenas no Irã foi detectada maior prevalência de infecções helmínticas em pombos machos (KREZEPOUR; NAEM, 2013). Na literatura é relatado que os machos de diferentes espécies de aves, roedores,

ungulados e humanos tendem a ser mais parasitados que as fêmeas (WESOŁOWSKA, 2022). Tais estudos sugerem que fatores intrínsecos dos hospedeiros, incluindo diferenças fisiológicas, como hormônios sexuais e fatores relacionados à imunidade, além de variações comportamentais e morfológicas atuam na suscetibilidade as infecções helmínticas relacionadas ao gênero sexual dos hospedeiros (POULIN, 1996). Machos e fêmeas de *C. livia* apresentam comportamentos semelhantes, de modo que se movem e alimentam-se juntos, provavelmente estando expostos de forma similar aos parasitos (SENLIK et al., 2005; VAZ et al., 2017). Em relação aos hormônios sexuais, menciona-se que altos níveis de testosterona podem causar imunossupressão em machos (FOLSTAD; KARTER, 1992). No entanto, este fato parece não influenciar as infecções helmínticas em *C. livia*, uma vez que na maioria dos estudos relataram que não há diferenças nas infecções entre machos e fêmeas da espécie. Nesse contexto, sugere-se que fatores comportamentais e exigências nutricionais, como comentado anteriormente, sejam os principais influenciadores das infecções parasitárias em relação ao gênero sexual. Porém, pesquisas adicionais são necessárias para compreender o impacto dos hormônios sexuais na imunidade e proteção dos hospedeiros, frente a infecções por helmintos.

Por outro lado, correlações entre abundância dos parasitos e os parâmetros corporais foram observadas em machos e fêmeas. Apenas um estudo realizado na Turquia avaliou os parâmetros morfométricos de *C. livia*, e foi observado que a média de peso foi menor em aves infectadas com cestoides (AL-BAYATI, 2011). As correlações positivas, ou seja, quanto maior o parâmetro corporal, maior a abundância de parasitos, são de certa forma esperadas, já que organismos maiores podem tanto possibilitar a ingestão de maiores quantidades de formas infectantes de vida livre (e.g. ovos e larvas) quanto de hospedeiros intermediários, como fornecer uma maior área de contato para os parasitos nos sítios de infecção (WESOŁOWSKA, 2022). No entanto, também foi observado no presente estudo, que em machos de *C. livia* os cestoides, *K. delafondi* e *S. columbae*, foram menos abundantes em indivíduos maiores. Neste caso, outros fatores relacionados ao ciclo de vida dos parasitos e dieta das aves podem ter influenciado, já que ambos necessitam de hospedeiros intermediários para completar seu ciclo de vida (MARINOVA; VASILEVA, 2021; TAYLOR; COOP; WALL, 2017). Embora estas

espécies tenham sido encontradas com prevalências consideráveis, a abundância foi razoável.

De maneira geral, foi possível observar que a helmintofauna e seus respectivos índices parasitológicos em *C. livia*, no presente estudo corroboram outras investigações ao redor do mundo, e possivelmente estão relacionados aos hábitos alimentares e comportamentais da espécie hospedeira. Todas as espécies já haviam sido registradas em *C. livia*, no entanto, esta é a primeira descrição de *T. fissipina*, *D. nasuta*, *R. allomyodes*, *S. bonini*, *K. delafondi* e *T. inopina* na região sul do Brasil. Já o cestóide *S. columbae* é registrado pela primeira vez na América do Sul. Por se tratar de uma ave com ampla distribuição mundial e introduzida na área de estudo, torna-se necessário o conhecimento da fauna parasitária deste columbídeo, já que sua dispersão pode favorecer uma maior exposição a diferentes parasitos, bem como uma disseminação de seus helmintos em novas áreas geográficas, afetando espécies nativas da fauna. Considerando que nenhuma das espécies de helmintos descritas no presente estudo apresenta especificidade parasitária, estas aves podem servir como fonte de contaminação ambiental para espécies silvestres e domésticas que convivem no mesmo nicho ecológico. Foi observado que o gênero sexual dos hospedeiros não influenciou nas infecções helmínticas associadas a *C. livia* no sul do Brasil, no entanto, há correlações entre a abundância de helmintos e parâmetros corporais. Em fêmeas, a medida que há um aumento do comprimento e massa corporal das aves, existe uma tendência a diminuição da abundância dos parasitos, em contrapartida nos machos a abundância dos nematoides *A. columbae* e *T. fissipina* esta relacionada positivamente com o aumento do comprimento ou massa corporal, enquanto que nos cestóides *K. delafondi* e *S. columbae* há tendência de diminuição. Os resultados fornecem ainda informações sobre a biologia do hospedeiro, visto que estudos helmintológicos e de dieta alimentar são complementares. Os dados helmintológicos encontrados fornecem informações que podem auxiliar no entendimento das relações tróficas que envolvem *C. livia*, uma vez que parasitos de ciclo heteroxenico que infectam seus hospedeiros através da dieta, foram predominantes na assembleia de helmintos da espécie no extremo sul do Brasil. Nesse contexto, é possível sugerir que a espécie se utiliza de artrópodes e moluscos como um recurso alimentar, além de sementes e itens de origem antrópica, como descrito na literatura. No entanto, estudos adicionais são necessários para aprofundar e compreender as

infecções parasitárias e sua relação com a dieta das aves e ciclo de vida dos helmintos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- ABED, A. A.; NAJI, Hala Abbas; RHYAF, Atiaf Ghanim. Investigation study of some parasites infected domestic pigeon (*Columba livia domestica*) in Al-Dewaniya city. **Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 9, n. 4, p. 13-20, 2014.
- ADANG, K. L.; ONIYE, S. L.; AJANUSI, O. J.; EZEALOR, A. U.; ABDU, P. A. Gastrointestinal helminths of the domestic pigeons (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789 Aves: Columbidae) in Zaria, Northern Nigeria. **Science World Journal**, v.3, n.1, 2008.
- ADRIANO, E. A.; THYSSEN, P. J.; CORDEIRO, N. S. *Brachylaima mazzantii* (Trematoda): primer registro en *Zenaida auriculata* (Aves: Columbidae). **Boletín Chileno de Parasitología**, v.56, n.1-2, p.34-35, 2001.
- AHMAD, A. S.; GABRION, C. Observation chez deux Hélicelles des formes larvaires de *Tanaisia (Tamerlania) zarudnyi* (Skrjabin, 1924) Denton et Byrd, 1950. **Annales de Parasitologie**, v.50, p.17–24, 1975.
- AL-BARWARI, S.; SAEED, I. The parasitic communities of the rock pigeon *Columba livia* from Iraq: component and importance. **Türkiye Parazitoloji Dergisi**, v.36, n.4, p.232, 2012.
- AL-BAYATI, N. Y. A study on pigeons (*Columba livia*) Cestodes infection in Diyala Province. **Diyala Journal of Agricultural Sciences**, v.3, n.2, p.1-12, 2011.
- ALEXANDER, S.; MCLAUGHLIN, J. D. Helminth fauna of *Anas undulata*, *Anas erythrorhyncha*, *Anas capensis* and *Anas smithii* at Barberspan, South Africa. **Journal of Veterinary Research**, v.64, 1997.
- ALI, M.; IBRAHIM, R.; ALAHMADI, S.; ELSHAZLY, H. Ectoparasites and intestinal helminths of pigeons in Medina, Saudi Arabia. **The Journal of Parasitology**, v.106, n.6, p.721-729, 2020.

ALKHARIGY, F. A.; EL NAAS, A. S.; EL MAGHRBI, A. A. Survey of parasites in domestic pigeons (*Columba livia*) in Tripoli, Libya. **Open Veterinary Journal**, v. 8, n. 4, p. 360-366, 2018.

ALMEIDA, J.L. Sobre alguns helmintos ainda não observados no Brasil. **Revista do Departamento Nacional de Produção Animal**, v. 2, p.415-416, 1936.

AMATO, J. F. R.; AMATO, S. B. **Técnicas gerais para coleta e preparação de helmintos endoparasitos de aves**. Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books, 369- 393, 2010.

ANDERSON, R.C. **Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission**. 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 2000. 672p

AVANCINI, Luciano Fagundes. **Helmintos e artrópodes de *Vanellus chilensis* (Molina, 1782), quero-quero, da região sul do Rio Grande do Sul**. 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

BAHRAMI, A. M.; MONFARED, A. L.; RAZMJOO, M. Pathological study of parasitism in racing pigeons: An indication of its effects on community health. **African Journal of Biotechnology**, v.11, n.59, p.12364-12370, 2012.

BARTMANN, A.; AMATO, S. B. *Dispharynx nasuta* (Nematoda: Acuariidae) em *Guiraguira* e *Crotophaga ani* (Cuculiformes: Cuculidae) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1141-1147, 2009.

BEGUM, A.; SEHRIN, S. Gastrointestinal helminths in pigeon *Columba livia* (Gmelin, 1789). **Journal of the Asiatic Society of Bangladesh, Science**, v.38, n.1, p.93-98, 2012.

BERNARDON, F. F.; SOARES, T. A. L.; VIEIRA, T. D.; MÜLLER, G. Helminths of *Molothrus bonariensis* (Gmelin, 1789) (Passeriformes: Icteridae) from southernmost Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 25, p. 279-285, 2016.

BOGACH, M.; PALIY, A.; LIULIN, P.; PEROTS'KA, L.; BOHACH, O.; PYVOVAROVA, I.; PALII, A. Parasites of domestic and wild pigeons in the south of Ukraine. **Biosystems Diversity**, v.29, n.2, p.135-139, 2021.

BORJI, H.; MOGHADDAS, E.; RAZMI, G. R.; AZAD, M. A survey of ecto-and endoparasites of domestic pigeons (*Columba livia*) in Mashhad, Iran. **Iranian Journal of Veterinary Science and Technology**, v.4, n.2, p.37-42, 2012.

BRASIL, M. C.; AMATO, S. B. Faunistic analysis of the helminths of sparrows (*Passer domesticus* L., 1758) captured in Campo Grande, Rio de Janeiro, RJ. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 87, p. 43-48, 1992.

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 Research**, v.83, n.4, p.575-583, 1997.

CABALCETA, A.; BARRIENTOS, Z. Tradition: a new reason to feed urban pigeons (*Columba livia*, Columbiformes: Columbidae), and how to control them in a sustainable way. **Cuadernos de Investigación UNED**, v.11, n.3, p.361-368, 2019.

CALEGARO-MARQUES, C.; AMATO, S. B.. Helminths of introduced house sparrows (*Passer domesticus*) in Brazil: does population age affect parasite richness? **Iheringia**, v.100, p.73-78, 2010.

CANARIS, A. G.; MENA, A. C.; BRISTOL, J. R. Parasites of waterfowl from southwest Texas: III. The green-winged teal, *Anas crecca*. **Journal of Wildlife Diseases**, v.17, n.1, p.57-64, 1981.

CARNEIRO, J. R.; LUSTOSA, E. S.; PEREIRA, E.; CARVALHO, E. D.; NAPOLI, M. A. Incidência de ecto e endoparasitos de pombos (*Columba livia domestica*) em Goiânia. **Revista de Patologia Tropical**, v.4, n.1, p.39-41, 1975.

CASTILLO, C. P. *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae): ¿ Un agente de cambio y amenaza para la biodiversidad nativa del Distrito de Huánuco, Perú? Un análisis basado en el principio de precaución. **Neotropical Helminthology**, v. 13, n. 2, 2019.

CATELLI, E.; POGLAYEN, G.; TERREGINO, C.; ORLANDO, C.; TONELLI, A.; ISSA GADALE, O.; AGNOLETTI, A. Survey of endoparasites of the digestive tract of *Columba livia* (Gmelin, 1789) in Florence. **Selezione Veterinaria**, n. 2, p. 75-85, 1999.

CHAVIEL, B. M.; MASCARENHAS, C. S.; CORRÊA, F.; SILVEIRA, E. C.; COIMBRA, M. A. A.; MULLER, G. Diet of *Acanthochelys spixii* and *Hydromedusa tectifera* (Chelidae) in the southern Brazil. **Caldasia**, v.44, n.1, p.178-183, 2022.

COIMBRA, M. A. A.; MASCARENHAS, C. S.; KRÜGER, C.; MÜLLER, G. Helminths parasitizing *Columbina picui* (Columbiformes: Columbidae) in Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 95, n. 4, p. 1011-1012, 2009.

COLAUTTI, R. I.; RICCIARDI, A.; GRIGOROVICH, I. A.; MACISAAC, H. J. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? **Ecology Letters**, v.7, p.721–733, 2004.

CONCEA. Diretrizes da prática de eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. [publicação online]; 2013 [acesso em 02 jun 2023]. Disponível em http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/31061978/do1-2013-09-26-resolucao-normativa-n13-de-20-de-setembro-de-2013-31061974.

CORDERO DEL CAMPILLO, M.; ROJO, F.; MARTÍNEZ, A.; SÁNCHEZ, M.; HERNÁNDEZ S.; NAVARRETE, I.; DÍAZ, P.; QUIROZ, H.; CARVALHO, M.

Parasitología Veterinaria. Madrid, España: McGraw Hill- Interamericana, 1999. 778-803p.

D'ÁVILA, S.; BESSA, E. C. A.; RODRIGUES, M. D. L. A. Composition and structure of the helminth community of *Columba livia* (Gmelin, 1798)(Aves, Columbidae), in the municipality of Juiz de Fora, Minas Gerais state, Brazil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 18, n. 2, 2017.

D'ÁVILA, S.; BESSA, E. C. A.; RODRIGUES, M. D. L. A. Estudo morfológico e aspectos taxonômicos de *Baruscapillaria obsignata* (Nematoda, Capillariidae), parasito de *Columba livia* (Aves, Columbidae). **Revista Brasileira de Zoociências**, v.18, n.2, p.35-44, 2017.

DILKS, P. J. Diet of feral pigeons (*Columba livia*) in Hawke's Bay, New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.18, n.1, p.87-90, 1975.

DIMITROVA, Y. D.; VASILEVA, G. P.; MARIAUX, J.; GEORGIEV, B. B. Two and a Half Centuries after Houttuyn: A Review of Avian Cestodes (Platyhelminthes: Cestoda) from Africa. **Diversity**, v. 15, n. 5, p. 634, 2023.

EL-DAKHLY, K. M.; MAHROUS, L. N.; MABROUK, G. A. Distribution pattern of intestinal helminths in domestic pigeons (*Columba livia domestica*) and turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Beni-Suef province, Egypt. **Journal of Veterinary Medical Research**, v.23, n.1, p.85-93, 2016.

FEDERMAN, H. B.; HOLANDA, J. C.; EVANGELISTA, A. Ocorrência de parasitos em gatos (*Felis catus domesticus*) e pombos (*Columba livia*) procedentes de algumas localidades de Minas Gerais. **Revista de Patologia Tropical**, v.2, n.2, p.207-215, 1973.

FERROLA, M. I.; RESENDE M.; FERREIRA FILHO, J. (1976): Hiperinfestação de *Melopsittacus undulatus* por *Ascaridia columbae*, Gmelin 1790. **Ciencia e Cultura**, v. 28, n. 7, p. 438, 1976.

FOLSTAD, I.; KARTER, A. J. Parasites, bright males, and the immunocompetence handicap. **American Naturalist**, v.139, p.603-622, 1992.

FORONDA, P.; VALLADARES, B.; RIVERA-MEDINA, J. A.; FIGUERUELO, E.; ABREU, N.; CASANOVA, J. C. Parasites of *Columba livia* (Aves: Columbiformes) in Tenerife (Canary Islands) and their role in the conservation biology of the Laurel pigeons. **Parasite**, v. 11, n. 3, p. 311-316, 2004.

FRANCO, S.R.N.S. Nota sobre trematódeos eucotilídeos (Trematoda, Eucotylidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.63, p.59-65, 1965.

FREITAS J. F. T. Revisão da família Eucotylidae Skrjabin, 1924 (Trematoda). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 49, p. 33-123, 1951.

GIOVANNONI, M.; MALHEIRO, D. M. Incidência de parasitas em *Columba livia domestica*. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária**, v.4, n.4, p.595-598, 1952.

GOBLE, F.C.; KUTZ, H.L. The genus *Dispharynx* (Nematoda: Acuariidae) in Galliform and Passeriform birds. **Journal of Parasitology**, v.31, p.323-331, 1945.

GONZÁLEZ, D.; CASTILLO, G., LÓPEZ, J.; MORENO, L.; DONOSO, S.; SKEWES, O.; MARTÍNEZ, R.; CABELLO, J. Parasitos gastrointestinales y externos de la paloma domestica (*Columba livia*) en la ciudad de Chillán, Chile. **Agro-Ciencia**, v.20, n.2, p.107-112, 2004.

GONZÁLEZ, D.; DAUGSCHIES, A.; RUBILAR, L.; POHLMAYER, K.; SKEWES, O.; MEY, E. Fauna parasitaria de la tórtola común (*Zenaida auriculata*, de Murs 1847) (Columbiformes: Columbidae) en Ñuble, Chile. **Parasitología Latinoamericana**, v.59, n.1-2, p.37-41, 2004.

GRACENEA, M.; GONZÁLEZ-MORENO, O. Life cycle of *Brachylaima mascomai* n. sp. (Trematoda: Brachylaimidae), a parasite of rats in the Llobregat Delta (Spain). **Journal of Parasitology**, v. 88, n. 1, p. 124-133, 2002.

HUSSEY, K. L. *Aporina delafondi* (Railliet), an anoplocephalid cestode from the pigeon. **The American Midland Naturalist**, v. 25, n. 2, p. 413-417, 1941.

IBRAHIM, A. I.; HASSANIN, H. H.; ALY, S. E. M.; ABD EL AAL, A. A. A study on some parasitic affections in domestic pigeons in Ismaileyah province. **Assiut Veterinary Medical Journal**, v.34, n.67, p.153-161, 1995.

JUNKER, K.; BOOMKER, J. D. F. *Tetrameres numida* n. sp.(Nematoda: Tetrameridae) from Helmeted guineafowls, *Numida meleagris* (Linnaeus, 1758), in South Africa. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, n,74, p.115-128, 2007.

KAJEROVA, V.; BARUS, V.; LITERAK, I. Nematodes from the genus *Ascaridia* parasitizing psittaciform birds: a review and determination key. **Veterinární Medicína**, v.49, n.6, p.217-223, 2004.

KHALIL, L. F.; JONES, A.; BRAY, R. A. **Keys to the cestode parasites of vertebrates**. Wallingford, Oxfordshire: CAB Internacional, 735p. 1994.

KHEZERPOUR, A.; NAEM, S. Investigation on parasitic helminthes of gastrointestinal, liver and lung of domestic pigeons (*Columba livia*) in Urmia, Iran. **International Journal of Livestock Research**, v.3, n.3, p.35-41, 2013.

KORNYUSHIN, V.; KOROL, E.; GREBEN, O. B. New for the Fauna of Ukraine Species of the Davaineid Cestodes (Cestoda, Cyclophyllidae) from the Birds of the Order Columbiformes. **Vestnik Zoologii**, n.23, p.77-84, 2009.

LABANHARE, L. L.; PERRELLI, A. S. Pombos urbanos: Biologia, Ecologia e métodos de controle populacional. **Multitemas**, n.35, p.225-235, 2007.

LENT, H.; FREITAS J. F. Pesquisas helminthologicas realizadas no estado do Para. I. Trematoda: Fascioloidea. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 32, p. 449-460, 1937.

LUNASCHI, L.I.; DRAGO, F.B.; DRAGHI, R. Redescription of *Tanaisia dubia* (Digenea) from the northeast region of Argentina with a key to Neotropical species of the genus, and a key to genera of Tanaisiinae. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 86, n. 4, p.888-895, 2015.

MARINOVA, M. H.; GEORGIEV, B. B.; VASILEVA, G. P. A checklist of cestodes (Platyhelminthes: Cestoda) of waterfowl (Aves: Anseriformes) in Bulgaria. **Acta Zoologica Bulgarica**, v. 65, n. 4, p. 537-546, 2013.

MARINOVA, M. H.; VASILEVA, G. P. Morphology and host ranges of three cestode species of *Sobolevicanthus* Spasskii & Spasskaya, 1954 (Cyclophyllidae: Hymenolepididae) from ducks (Anatidae) in Bulgaria, with comments on their differential characteristics. **Acta Zoologica Bulgarica**, v. 73, n. 3, p. 437-449, 2021.

MARTÍNEZ-MORENO, F. J.; MARTÍNEZ-MORENO, A.; BECERRA MARTELL, C.; MARTÍNEZ-CRUZ, M. S. Fauna parasita de pombos (*Columba livia*) na província de Córdoba, Espanha. **Revista Ibérica**, v.49, n.4, p.279-281, 1989.

MARQUES, J. S.; ROCHA, B. M.; MANSO, P. P. A.; D'ÁVILA, S. New insights on the morphology of a digenean parasite (Digenea: Brachylaimidae, *Brachylaima mazzantii* (Travassos, 1927) using confocal laser scanning microscopy. **Zoosystema**, v.39, n.4, p.449-462, 2017.

MASCARENHAS, C. S.; CHAVIEL, B. M.; BERNARDON, F. F.; WOLTER, J. H.; COIMBRA, M. A. A.; MÜLLER, G. Gastrointestinal helminths associated with three species of freshwater turtles in the Pampa biome, southern Brazil. **Parasitology Research**, p.1-9, 2022.

MASCARENHAS, C. S.; KRÜGER, C.; MÜLLER, G. The helminth fauna of the red-crested cardinal (*Paroaria coronata*) Passeriformes: Emberizidae in Brazil. **Parasitology Research**, v. 105, p. 1359-1363, 2009.

MISIURA, M. On the identity of *Sobolevicanthus gracilis* (Zeder, 1803) and *Sobolevicanthus columbae* (Zeder, 1800) Spassky et Spasskaya, 1954. **Acta Parasitologica Polonica**, v.16, n.1/19, p.131-135, 1969.

MOHAMMED, B. R.; SIMON, M. K.; AGBEDE, R. I. S.; ARZAI, A. H.. Prevalence of intestinal helminth parasites of pigeons (*Columba livia domestica* Gmelin 1789) in Kano State, North-Western Nigeria. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 16, p. 100289, 2019.

MORAVEC F. Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae. *Folia Parasitologica*, v.29, n.2, p.119-132, 1982.

MORAVEC, F.; PROKOPIC, J.; SHLIKAS, A. V. The biology of nematodes of the family Capillariidae Neveu-Lemaire, 1936. **Folia Parasitologica**, v. 34, n. 1, p. 39-56, 1987.

MUSHI, E. Z.; BINTA, M. G.; CHABO, R. G.; NDEBELE, R.; PANZIRAH, R. Parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in Sebele, Gaborone, Botswana. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 71, n. 4, p. 249-250, 2000.

NAGWA, E. A.; LOUBNA, M. A.; EL-MADAWY, R. S.; TOULAN, E. I. Studies on helminths of poultry in Gharbia governorate. **Benha Veterinary Medical Journal**, v. 25, n. 2, p. 139-144, 2013.

NAUPAY-IGREDA, A.; PINEDO-REYES, K. M.; ROBLES-NORIEGA, K. First record of *Brachylaima mazzantii* Travassos, 1927 in domestic pigeon (*Columba livia*) in Peru. **Neotropical Helminthology**, v.8, n.2, p.463-467, 2014.

NASIR, P. E.; RODRIGUEZ, M. L. *Brachylaima degiustii* n.sp. from *Columba livia* in Venezuela. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v.33, n.2, p.170-172, 1966.

NOWAK, M.; KRÓLACZYK, K.; KAVETSKA, K.; KORNYUSHIN, V. V.; PILARCZYK, B. First record of species *Markewitchella bonini* (Megnin, 1899) Spassky et Spasskaja 1972 (Cestoda, Cyclophyllidae) in carrier-pigeon *Columba livia* f. *domestica* in Poland. **Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica**, v.10, n.4, p.83–90, 2011.

OLIVEIRA, P. R.; MUNDIN, M. J. S.; CABRAL, D. D.; RIBEIRO, S. C. A.; ROSA, G. N. Levantamento da fauna parasitária das pombas domésticas (*Columba livia*) de Uberlândia, MG, Brasil. **Veterinária Notícias**, v.6, n.2, p.53-56, 2000.

PARSANI, H. R.; MOMIN, R. R.; LATEEF, A.; SHAH, N. M. Gastro-intestinal helminths of pigeons (*Columba livia*) in Gujarat, India. **Egyptian Journal of Biology**, v.16, p.63-71, 2014.

PINTO, R. M.; MENEZES, R. C.; GOMES, D. C. First report of five nematode species in *Phasianus colchicus* Linnaeus (Aves, Galliformes, Phasianidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 961-970, 2004.

PINTO, R. M.; MENEZES, R. C.; TORTELLY, R.; NORONHA, D. First report of a natural helminth infection in the Japanese quail *Coturnix japonica* Temminck & Schlegel (Aves, Phasianidae, Galliformes) in the neotropical region. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 836-838, 2005.

POULIN, R. Sexual inequalities in helminth infections: a cost of being a male? **The American Naturalist**, v. 147, n. 2, p. 287-295, 1996.

QURASHY, S. A.; ABDEL-GABER, R.; DKHIL, M. A.; ALZUABI, K. Morphological and molecular characteristics of the gastro-intestinal nematode parasite *Ascaridia*

columbae Infecting the domestic pigeon *Columba livia domestica* in Saudi Arabia. **Acta Parasitologica**, n.65, p. 208–224, 2020.

RADFAR, M. H.; ASL, E. N.; SEGHINSARA, H. R.; DEHAGHI, M. M.; FATHI, S. Biodiversity and prevalence of parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in a selected semiarid zone of South Khorasan, Iran. **Tropical Animal Health and Production**, v.44, n.2, p.225-229, 2012.

RAMOS-GORBEÑA, J. C.; MIGUEL, J. S.; ROGER, I.; VILLAR-MONDALGO, J. R. La paloma (*Columba livia* Gmelin, 1789): Biología, deterioro estructural y principales enfermedades zoonóticas. **Biotempo**, v.18, n.2, p.235-252, 2021.

REICZIGEL, J.; MAROZZI, M.; FÁBIÁN, I.; RÓZSA, L. Biostatistics for parasitologists – a primer to Quantitative for Parasitology. **Trends Parasitology**, v. 35, p. 277-281, 2019.

ROLAS, F. J. Contribuição para o conhecimento de alguns cestódeos do gênero Raillietina Fuhrmann, 1920 (Cestoda-Davaineidae), parasitos de columbiformes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 74, p. 65-70, 1976.

SACCHI, R.; GENTILLI, A.; RAZZETTI, E.; BARBIERI, F. Effects of building features on density and flock distribution of feral pigeons *Columba livia* var. *domestica* in an urban environment. **Canadian Journal of Zoology**, v.80, n.1, p.48-54, 2002.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies, p. 19-41. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. eds. **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná, 651p. 2006.

SANTOS, C. C.; MASCARENHAS, C. S.; TEIXEIRA, K. T. S.; MARTINS, N. S.; MOTTA, S. P.; FARIAS, N. A. R. Impacts of seasons on intestinal helminthiasis in *Columba livia* (Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil. **Journal of Medical and Biological Sciences**, 2023.

SANTOS, L. S. S. D.; SILVEIRA-MASCARENHAS, C.; SANTOS, P. R. S. D.; FARIAS, N. A. R. Helminth fauna of *Passer domesticus* (Passeriformes: Passeridae) in the southern extreme of Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 91, 2020.

SENLİK, B.; GÜLEGEN, E.; AKYOL, V. Effect of age, sex and season on the prevalence and intensity of helminth infections in domestic pigeons (*Columba livia*) from Bursa Province, Turkey. **Acta Veterinaria Hungarica**, v.53, v.4, p.449–456, 2005.

SHAPIRO, M. D.; DOMYAN, E. T. Domestic pigeons. **Current biology**, v.23, n.8, p.302, 2013.

SHIVAMBU, N., SHIVAMBU, C. T., & DOWNS, C. T. Rock Dove (*Columba livia* Gmelin, 1789). In: C. T. Downs, & L. A. Hart. (Eds.), **Invasive Birds: Global Trends and Impacts**, (pp. 109, 2020). Walingford, Oxforshire: CABI.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 1997. p. 862.

SILVA, C. C.; MATTOS, D. G.; RAMIRES, P. M. Helintos parasitas de *Columba livia* (Gm) no município de São Gonçalo, Rio de Janeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.42, n.5, p.391-394, 1990.

SMITH, A. J.; FEDYNICH, A. M. Helminth community composition, structure, and pattern in six dove species (Columbiformes: Columbidae) of south Texas. **Journal of Parasitology**, v.98, n.1, p.11-21, 2012.

SOULSBY, E. J. L. **Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals**. 7ed. London: Baillière Tindall, 1982. 809p.

TARODA, A.; BARROS, L. D. D.; ZULPO, D. L.; CUNHA, I. A. L. D.; PAIVA, M. C. D. C.; SAMMI, A. S.; SANTOS, J. R.; YAMAMURA, M. H.; VIDOTTO, O.; GARCIA, J. L. Occurrence of gastrointestinal and renal helminths in *Zenaida auriculata* (Des Murs, 1847) trap-captured from Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.22, n.3, p.415-419, 2013.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. **Parasitologia Veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro, Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 1052p.

THE JAMOVİ PROJECT. Jamovi: Versão 2.3. [Computer Software]; 2022. [acesso em 24 jul 2023]. Disponível em: <https://www.jamovi.org>

THUL, J.E.; FORRESTER, D.J.; ABERCROMBIE C.L. Ecology of parasitic helminths of wood ducks, *Aix sponsa*, in the Atlantic Flyway. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v.52, n.2, p.297-310, 1985.

TOMÉ, B., HARRIS, D. J., PERERA, A., & DAMAS-MOREIRA, I. Invasive lizard has fewer parasites than native congener. **Parasitology Research**, v.120, n.8, p.2953-2957, 2021.

TORO, H.; SAUCEDO, C.; BORIE, C.; GOUGH, R. E.; ALCAINO, H. Health status of free-living pigeons in the city of Santiago. **Avian pathology**, v.28, n.6, p.619-623, 1999.

TRAVASSOS, L. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica brasileira-III: sobre as espécies brasileiras: sobre as espécies brasileiras do genero *Tetrameres* CREPLIN, 1846 (com as estampas 16-23). 1914.

VAZ, F. F.; SILVA, L. A. F. D.; FERREIRA, V. L.; SILVA, R. J. D.; RASO, T. F. Gastrointestinal helminths of two populations of wild pigeons (*Columba livia*) in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, n.26, p.446-450, 2017.

WEHR, E. E.; HWANG, J. C. The life cycle and morphology of *Ascaridia columbae* (Gmelin, 1790) Travassos, 1913 (Nematoda: Ascarididae) in the domestic pigeon (*Columba livia domestica*). **The Journal of Parasitology**, p. 131-137, 1964.

WESOŁOWSKA, A. Sex—the most underappreciated variable in research: insights from helminth-infected hosts. **Veterinary Research**, v. 53, n. 1, p. 1-17, 2022.

YABSLEY, M. J. Capillarid nematodes. In: ATKINSON, C. T.; THOMAS, N. J.; HUNTER, D. B. **Parasitic diseases of wild birds**. Nova Jersey, EUA: John Wiley & Sons, 2008. P.463-497.

ZHANG, L.; BROOKS, D. R.; CAUSEY, D. Two species of *Synhimantus* (*Dispharynx*) Railliet, Henry and Sisoff, 1912 (Nematoda: Acuarioidea: Acuariidae), in passerine birds from the area de conservacion guanacaste, Costa Rica. **Journal of Parasitology**, v.90, n.5, p.1133-1138, 2004.

4 Capítulo II

**Impacts of seasons on intestinal helminthiasis in *Columba livia*
(Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil**

Artigo aceito para publicação na Revista de Ciências Médicas e Biológicas
(Qualis A4) (<https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/index>) (Anexo D)

Normas de submissão disponíveis em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/about/submissions>

**Impacts of seasons on intestinal helminthiasis in *Columba livia*
(Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil**

Impactos das estações do ano sobre as helmintíases intestinais em *Columba livia* (Columbiformes: Columbidae) no sul do Brasil

Carolina Caetano dos Santos^{1*}, Carolina Silveira Mascarenhas², Kimberly Tuane da Silveira Teixeira³, Natália Soares Martins⁴, Sara Patron da Motta⁵, Nara Amélia da Rosa Farias⁶

^{1*}Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS; ²Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS; ³Acadêmica do Curso de Graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS; ⁴Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS; ⁵Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS; ⁶Doutora em Biologia Parasitária pela Fundação Oswaldo Cruz, Professora titular da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Abstract

Objective: The aim of this study was to analyze intestinal helminthic infections in pigeons *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) which were collected in three different seasons in southern Brazil. **Material and methods:** Ninety birds (hosts) were captured in the urban area in Pelotas, Rio Grande do Sul (RS) state, Brazil, in autumn, winter and spring in 2018 and 2019. **Results:** Helminth species and their prevalences were: *Ascaridia columbae* (33.33%), *Baruscapillaria obsoleta* (23.33%) (Nematoda), *Brachylaima mazzantii* (3.33%) (Digenea), *Skrjabinia* sp. (11.11%) and *Killigrewia* sp. (3.33%) (Cestoda). Prevalence and mean

Correspondente/Corresponding: *Carolina Caetano dos Santos – End: Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, Instituto de Biologia, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, sala 13 - Campus Universitário, S/N - 96160-000, Capão do Leão, RS - Brasil – Tel: (53) 981098109-5403 -E-mail: carol_csantos@hotmail.com

intensity of infection in the three collection periods did not show any significant difference, except *A. columbae*, which was more prevalent in autumn than in spring.

Conclusion: Helminths parasitizing *C. livia* were found in southern Brazil in three seasons (autumn, winter and spring), with no discrepancies among periods. Therefore, abiotic and environmental conditions of the southern region enabled the development of intestinal helminths associated with the host species.

Keywords: Pigeons; Nematoda; Digenea; Cestoda; Seasonal

Resumo

Objetivo: O objetivo deste estudo foi analisar as infecções helmínticas intestinais em pombos *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) coletados em três estações diferentes no sul do Brasil. **Materiais e métodos:** Noventa aves (hospedeiros) foram capturadas na área urbana de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, no outono, inverno e primavera de 2018 e 2019. **Resultados:** As espécies de helmintos e suas prevalências foram: *Ascaridia columbae* (33,33%), *Baruscapillaria obsignata* (23,33%) (Nematoda), *Brachylaima mazzantii* (3,33%) (Digenea), *Skrjabinia* sp. (11,11%) e *Killigrewia* sp. (3,33%) (Cestoda). A prevalência e intensidade média de infecção nos três períodos de coleta não apresentaram diferença significativa, exceto *A. columbae*, que foi mais prevalente no outono do que na primavera. **Conclusão:** Foram encontrados helmintos parasitando *C. livia* no sul do Brasil nas três estações do ano (outono, inverno e primavera), sem discrepâncias entre os períodos. Portanto, as condições abióticas e ambientais da região sul possibilitaram o desenvolvimento de helmintos intestinais associados às espécies hospedeiras.

Palavras-chave: Pombos; Nematoda; Digenea; Cestoda; Sazonal.

Introduction

Columba livia Gmelin, 1789 is a cosmopolitan bird, native to Southern Europe, North Africa and South Asia. This species was introduced in various parts of the world, especially in urbanized regions, where it has found a favorable environment for colonization probably because of shelter and food availability¹. Even though *C. livia* was introduced as a domestic bird in Brazil in the 16th century, it became partially wild².

Large pigeon populations in urban centers may cause several problems, due to accumulation of feces, feathers and nest remnants which may clog drainage systems, damage public buildings, monuments and houses and contaminate food³. In addition, they are potential carriers of bacterial, viral and parasitic diseases and may be sources of infection for humans and other animals, including endangered species⁴.

Helminthological studies of *C. livia* have been conducted in different regions where the species is native⁵⁻⁶ and in areas where it was introduced^{4,7-8}. The diversity of intestinal helminths is mainly represented by species of Nematoda and Cestoda⁸⁻⁹. The influence of seasons on helminth infections in pigeons has been investigated in Turkey¹⁰, Bangladesh⁵, Egypt⁶ and Nigeria¹¹, where intestinal helminths were found to be more prevalent in autumn^{5,10}. However, seasonal variations depended on the helminth species, a fact that may be associated with their life cycles¹².

In the Neotropical region, there is no information on the influence of seasons on intestinal helminthic infections in *C. livia*. In addition, helminthological studies of pigeons in southern Brazil are scarce, even though they are important to understand parasitic infections, mainly in areas where the species was introduced. Parasites brought by introduced hosts play an important role, not only because they affect the establishment of their host in new areas but also because they may be able to spread to native species and affect biodiversity¹³.

Therefore, this study aimed to analyze intestinal helminthic infections in *C. livia* which were collected in three different seasons in southern Brazil.

Material and methods

Ninety free-living pigeons were captured in different places, such as buildings and squares, in the urban area in Pelotas, Rio Grande do Sul (RS), Brazil (31°46'11.0"S, 52°20'27.6"W). Adult pigeon specimens were captured in casting nets while young ones were picked up in their nests.

The birds were captured in autumn (from April to June 2018) (n= 24 adults; 12 immatures), winter (from July to August 2018) (n= 10 adults; 19 immatures) and spring (in October 2018 and October 2019) (n= 12 adults; 13 immatures). The climate in the region is humid subtropical, according to the Köppen classification¹⁴. Mean temperatures and precipitation in the collection periods were

16.5°C and 67.7mm (autumn 2018), 12.4°C and 204.8mm (winter 2018), 17.5°C and 118.7mm (spring 2018) and 20.6 and 264.9mm (spring 2019)¹⁵.

All animals were individually placed in cages, identified and transported to the Parasitology Laboratory that belongs to the Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Campus Capão do Leão, RS, Brazil, where they were euthanized. Euthanasia followed recommendations issued by the National Council for Animal Experimentation Control¹⁶. Bird capture, transportation and euthanasia were licensed by the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio no. 61235-1) and approved by the Ethics Committee for Animal Experimentation (CEEAA/UFPel no. 12860/2018).

In the necropsy, small and large intestines were individualized, opened and rinsed under running water in a 150 µm-mesh sieve. A saline solution was added to the intestinal contents and examination under a stereomicroscope was carried out again.

Nematodes were fixed and preserved in 70% ethanol. Cestoda and Digenea were fixed in AFA (70% ethanol, 37% formalin and glacial acetic acid) for 24 hours and preserved in 70% ethanol¹⁷. For morphological identification, helminths from Nematoda were clarified in Amann's lactophenol, studied in temporary preparations and identified in agreement with D'Ávila et al.¹⁸ (2017b), Kajerova et al.¹⁹ (2004), Moravec²⁰ (1982) and Wehr & Hwang²¹ (1964). Digenea and Cestoda helminths were stained with Langeron Carmine or Delafield Hematoxylin and individually mounted in Canada balsam (Amato & Amato, 2010)¹⁷. Digenea and Cestoda were identified in agreement with Marques et al.²² (2017) and Khalil et al.²³ (1994), respectively. Vouchers were deposited in the helminth collection at the Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres (CHLAPASIL) at UFPel (no. 931-952).

Parasitological parameters of prevalence (P%), mean abundance (MA) and mean intensity of infection (MII) were calculated in agreement with Bush et al.²⁴ (1997). Infections (P% and MII) found in the three sampling periods were compared two by two for all intestinal helminths and for each species that occurred simultaneously in at least two seasons and whose prevalence was higher or equal to 10% in every period under analysis. Prevalence of coinfections (occurrence of more than one taxon at the same host) in the three sampling periods were compared. Infections (P% and MII) of adults and immatures, regardless of the sampling period,

were compared to verify if maturity influenced seasonal analyses. Comparisons of P% were performed by the Fisher's Exact test ($p \leq 0.05$) while the ones of MII were carried out by the bootstrap t-test ($p \leq 0.05$) in Quantitative Parasitology, QPweb²⁵.

Richness of intestinal helminths in relation to the number of hosts under examination was analyzed by a species accumulation curve. To evaluate similarity of helminth infections in the three collection periods, the Morisita index for quantitative data was used. The analysis was performed by the Paleontological Statistics - PAST 2.17 program²⁶.

Results

Among 90 specimens of *C. livia* under study, 48.89% was parasitized by intestinal helminths; mean intensity of infection was 16.06 helminths/host. Nematoda occurred in 42.22% of them, followed by Cestoda (13.33%) and Digenea (3.33%). The following 5 taxa were recorded: *Ascaridia columbae* (Gmelin, 1790) (Ascaridiidae), *Baruscapillaria obsignata* (Madsen, 1945) (Capillariidae), *Brachylaima mazzantii* (Travassos, 1927) (Brachylaimidae), *Skrjabinia* sp. (Fuhrmann, 1920) (Davaineidae) and *Killigrewia* sp. Meggitt, 1927 (Anoplocephalidae). They parasitized the small intestine of hosts (Table 1). *Ascaridia columbae* was found at different developmental stages of its life cycle (L3, L4, L5 and adult).

The highest variation in intensity of infection was exhibited by *B. mazzantii* (69-178 helminths), which showed low prevalence and mean abundance. Cestoda occurred at low infection indices; intensity of infection by *Skrjabinia* sp. was 1-14 helminths, while only three specimens of *Killigrewia* sp. were found in the samples (Table 1).

Table 1 - Intestinal helminths found in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=90) in southern Brazil and parasitological indices of prevalence (P%), mean intensity of infection (MII $\pm$ SD), mean abundance (MA $\pm$ SD) and range (R)

Helminths	P (%)	MI $\pm$ SD	MA $\pm$ SD	R
Nematoda				
<i>Ascaridia columbae</i>	33.33	3.97 $\pm$ 3.26	1.32 $\pm$ 2.65	1 – 14
<i>Baruscapillaria obsignata</i>	23.33	6.05 $\pm$ 8.44	1.41 $\pm$ 4.76	1 – 37
Digenea				
<i>Brachylaima mazzantii</i>	3.33	134.00 $\pm$ 57.45	4.47 $\pm$ 25.68	69 – 178
Cestoda				
<i>Skrjabinia</i> sp.	11.11	5.60 $\pm$ 5.72	0.62 $\pm$ 2.54	1 – 14
<i>Killigrewia</i> sp.	3.33	1.00	0.03 $\pm$ 0.18	1

SD: Standard deviation

The species accumulation curve showed that helminth species richness of *C. livia* was well represented in samples. After host 19, the number of helminth taxa did not increase (Figure 1).

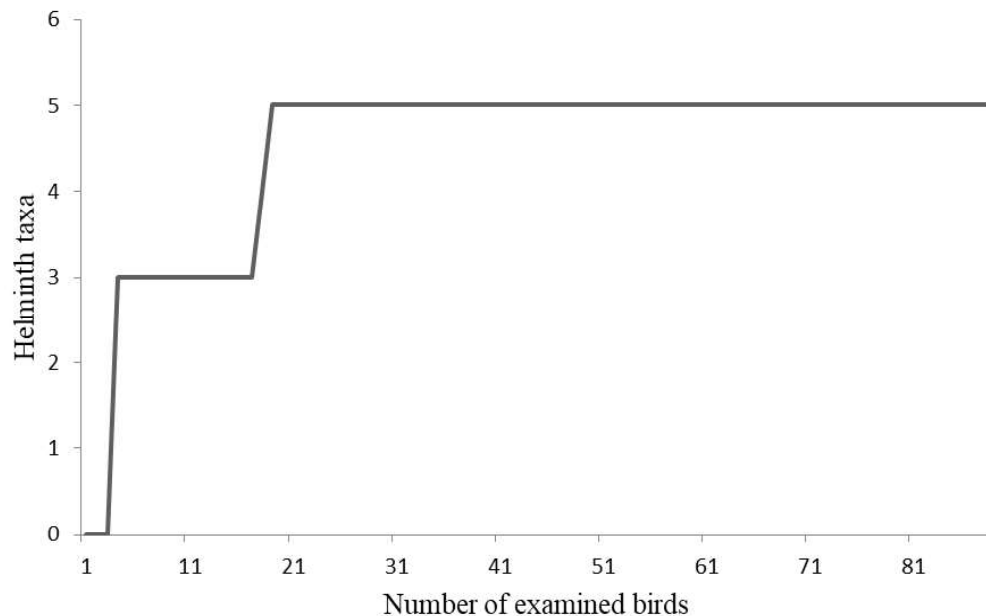


Figure 1 - Accumulation curve of intestinal helminthic species found in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=90) in southern Brazil

Prevalence of intestinal helminths in adult birds (78.26%) was higher than the one found in immature ones (18.18%) ($p < 0.0001$). Mean intensities of infection in adult and immature birds were 18.67 helminths/host and 4.38 helminths/host, respectively. However, values did not show any significant difference (Figure 2). All helminth species were recorded in adults, while in immatures only *A. columbae*, *B. obignata* and *Skrjabinia* sp. were found at low infection indices.

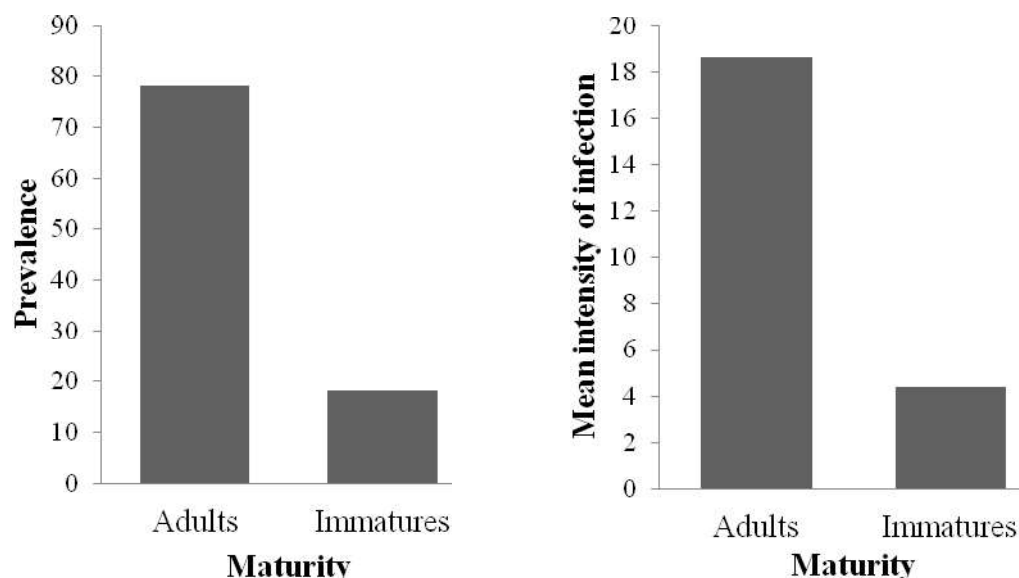


Figure 2 - (A) Prevalence and (B) mean intensity of infection of intestinal helminths in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) adults (n=46) and immatures (n=44) in southern Brazil

Regarding the three sampling periods, there were no significant differences in prevalence and mean intensity of infection, considering all helminths found in *C. livia*. However, the highest variation in intensity of infection (range) was found in winter (Table 2).

Table 2 - Prevalence (P%), mean intensity of infection (MII $\pm$ SD), mean abundance (MA $\pm$ SD) and range (R) of intestinal helminthic parasites in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in three collection periods in southern Brazil

Seasons	P (%)	MI $\pm$ SD	MA $\pm$ SD	R
Autumn (n= 36)	58.33	10.90 $\pm$ 18.05	6.36 $\pm$ 14.70	1 – 81
Winter (n=29)	41.38	35.62 $\pm$ 66.65	14.76 $\pm$ 45.44	1 - 183
Spring (n=25)	44.00	4.55 $\pm$ 5.84	2.00 $\pm$ 4.42	1 – 20

Based on the Morisita similarity index, helminth infections had higher similarity in winter and autumn (Figure 3).

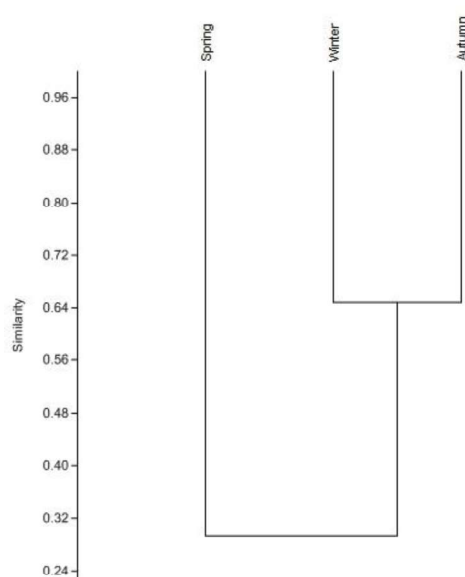


Figure 3 - Clustering analysis of intestinal helminthic parasites in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=90) by the Morisita index in three collection periods in southern Brazil

The analysis of every taxon in relation to the sampling periods showed that prevalence of *A. columbae* was significantly higher in autumn (44.44%) than in spring (16%). The other species occurred at similar indices in the three periods (Table 3).

Table 3 - Prevalence (P%), mean intensity of infection (MII), mean abundance (MA) and range (R) of species of Nematoda, Digenea and Cestoda parasitizing *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=90) in three collection periods in southern Brazil.

Helminths	Autumn (n= 36)					Winter (n=29)					Spring (n=35)				
	P (%)	MII ± SD	MA ± SD	R	P	MII ± SD	MA ± SD	R	P (%)	MII ± SD	MA ± SD	R			
(%)															
Nematoda															
<i>Ascaridia columbae</i>	44.44*	4.62	± 2.05 ± 3.55	1 – 14	34.4	3.30 ± 1.64	1.13 ± 1.85	1 – 6	16.00	3.00	± 0.48	± 1 - 6			
		4.10			8				*	2.45	1.42				
<i>Baruscapillaria</i>	33.33	5.67	± 1.89 ± 4.20	1 - 20	20.6	8.50 ± 14.05	1.75 ± 6.90	1 – 37	12.00	2.67	± 0.32	1 - 4			
<i>obsignata</i>		5.73			8					1.53	±0.99				
Digenea															
<i>Brachylaima mazzantii</i>	2.77	69.00	1.92	± 69	6.89	116.50	± 11.48	± 155 – 178	0	0	0	0			
			11.50			16.26	43.05								
Cestoda															
<i>Skrjabinia</i> sp.	11.11	4.25	± 0.47 ± 2.34	1 – 14	3.45	11.00	0.38 ± 2.04	11	20.00	5.60	± 1.12	± 1-14			
		6.50								5.73	3.27				
<i>Killigrewia</i> sp.	2.77	1.00	0.03 ± 0.17	1	0	0	0	0	8	1	0.08 ±	1			
											0.28				

*significant difference among collection periods by the Fisher's exact test (p=0.02); SD: Standard deviation

Concerning positive birds (n=44), 58.82% showed infection caused by a single species, while mixed infections were found in 43.18% of hosts. Sixteen birds (36.36%) were coinfecting by two species while 4.55% were coinfecting by three species. Coinfection by four species occurred in a single host (Table 4).

Table 4 - Coinfections of intestinal helminthic parasites in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) (n=44) in southern Brazil.

Helminth species	n	P (%)
Simple infections		
<i>A. columbae</i>	13	
<i>B. obsignata</i>	7	
<i>Skrjabinia</i> sp.	4	
<i>Killigrewia</i> sp.	1	
Subtotal	25	56.82
Coinfection by two species		
<i>A. columbae</i> and <i>B. obsignata</i>	10	
<i>A. columbae</i> and <i>B. mazzantii</i>	1	
<i>A. columbae</i> and <i>Skrjabinia</i> sp.	2	
<i>A. columbae</i> and <i>Killigrewia</i> sp.	1	
<i>B. obsignata</i> and <i>Skrjabinia</i> sp.	1	
<i>Skrjabinia</i> sp. and <i>Killigrewia</i> sp.	1	
Subtotal	16	36.36
Coinfection by three species		
<i>A. columbae</i> , <i>B. obsignata</i> and <i>B. mazzantii</i>	1	
<i>A. columbae</i> , <i>B. obsignata</i> and <i>Skrjabinia</i> sp.	1	
Subtotal	2	4.55
Coinfection by four species		
<i>A. columbae</i> , <i>B. obsignata</i> , <i>B. mazzantii</i> and <i>Skrjabinia</i> sp.	1	
Subtotal	1	2.27

n: number of parasitized birds in each period; P (%): prevalence

In autumn, 30.55% of birds was coinfecting by at least two helminth species while, in winter, prevalence was 17.24% and in spring, it was 12%. However, there was no significant difference in prevalence of coinfections in periods under investigation. *Ascaridia columbae* and *Skrjabinia* sp. coexisted with all recorded parasites. *Brachylaima mazzanti* was associated with the other species.

Discussion

The helminth fauna in *C. livia* has been poorly studied in some regions, especially where the birds are not native. Helminthological studies of introduced species are important since parasites play a fundamental role in measuring impacts caused by these species¹³. In Brazil, research has focused on the southeastern region^{4,8,27}. Some records have been made in other countries in the Neotropical region^{4,7,28}. However, no study evaluated intestinal helminthic infections in *C. livia* in relation to seasons. Helminths differ in complexity in life cycles and their dependence on biotic and abiotic factors is related to their free-living stages and interactions with the environment and host population¹². Among abiotic factors, climatic variables may alter the population dynamics of parasites and affect infection rates and dissemination of helminth infections²⁹. Species whose developmental stages take place in the environment may be affected by humidity and extremes temperatures, since eggs and larvae are susceptible to desiccation in dry places and at high temperatures. On the other hand, low temperatures may also affect embryos and, consequently, the development of infective forms³⁰. Climatic conditions may also influence development and distribution of intermediate hosts and affect the heteroxenous life cycle of parasites and their abundance in the host³¹.

Helminth infections in *C. livia* (considering all intestinal helminths) did not differ in the three periods under investigation. Mohammed et al.¹¹ (2019) reported higher helminth infection indices in captive pigeons in the wet season than the ones found in the dry season. In the region of the study reported by this paper, distribution of precipitation is relatively even during the year³². It suggests that this factor may have contributed to similar occurrence of parasites in the periods under study. Although summer was not analyzed, it should be highlighted that infections observed in autumn may have been acquired in summer, while infections acquired in spring may have remained throughout the other seasons. *Ascaridia* Dujardin, 1845 species, for example, can live up to a year in their host³³. However, studies of longevity of parasites in their definitive hosts are scarce; thus, it is important to trigger further discussions about abiotic influence on helminth infections.

Ascaridia columbae was more prevalent in autumn than in spring. It was similar to what was observed in native *C. livia* regions, where the parasite was more frequent in autumn and winter and less frequent in spring and summer¹⁰ or even absent in these seasons⁵ in free-living pigeons. In this study, results may be related

to the temperature, since there is much variation in the study area³². Eggs of *A. columbae* eliminated in feces require appropriate environmental conditions to become infective³³. Therefore, mild autumn temperatures, associated with humidity that occurs all year round in the study area, may provide adequate conditions to enable nematode eggs to develop.

Results of the analysis of seasons were represented by infections in adult pigeons, since intestinal helminthic infections were more prevalent in this group. They corroborate investigations carried out in free-living pigeons in other areas in the Neotropical region⁷ and in captivity in the Middle East³⁴. In this study, immature showed low species diversity and low infection rates. This difference between the groups may be attributed to age and time of exposure to infective forms of parasites¹¹. Immature birds were picked up in or close to their nests and had not developed the ability to fly. They depended on their parents to be fed, a fact that may reduce exposure to infection.

Diversity of intestinal helminths found in this study was similar to the one found in free-living pigeons in regions where the species was introduced^{4,28}. In countries where the bird is native, high diversity of helminth species has been observed in free-living and captive pigeons⁵⁻⁶. Introduced species may show loss of diversity and lower infection rates than native ones¹³. Further studies are needed to expand knowledge about helminths associated with invasive species and potential implications of co-introduced parasites.

Nematodes showed higher prevalence values than the other parasites, thus corroborating results of other studies carried out in the Neotropical region⁷⁻⁸⁻⁹. *Ascaridia columbae* and *B. obsignata* have direct life cycles²⁰⁻²¹, while Cestoda and Digenea have more complex ecological interactions and depend on intermediate hosts to transmit infective forms to definitive hosts. Furthermore, it should be highlighted that transmission of both Cestoda and *Brachylaima* Dujardin, 1843 species depends on prey-predator interactions³³⁻³⁵. In this context, feeding behavior and living conditions of *C. livia* may disfavor ingestion of invertebrates parasitized by Cestoda and Digenea larvae. Pigeons feed on several foods, such as grains, annelids, insects and mollusks¹. However, it should be mentioned that it is common to see people feeding corn, rice and bread to pigeons in urban areas, a fact that may mitigate exposure to infective forms in the environment and to intermediate hosts¹.

Infections caused by only one helminth species per host were more common than mixed infections, as previously reported by studies in Brazil⁴ and in other countries^{6,11}. Regarding mixed infections, the larger the number of helminth species per hosts, the more decrease in prevalence. It may be related to the difficulty that several species have in cohabiting in the same bird. Besides, food preference and availability may interfere in the establishment of either simple or mixed infections¹¹.

Conclusion

In general, intestinal helminthic infections in *Columba livia* did not vary as the result of seasons in southern Brazil, except *A. columbae*, which was more prevalent in autumn than in spring. Therefore, it is possible to conclude that the abiotic and environmental conditions of the region allowed the development of intestinal helminths associated with the host species. Additional studies are needed to understand the influence of abiotic and environmental conditions on the dynamics of helminth infections.

Acknowledgements

This study was partially funded by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

References

1. Shivambu N, Shivambu CT, Downs CT. Rock Dove (*Columba livia* Gmelin, 1789). In: Downs TC, Hart LA. Invasive Birds: Global Trends and Impacts. Wallingford, Oxfordshire: CABI; 2020. p. 109-202.
2. Fontoura PM, Dyer E, Blackburn TM, Orsi ML Non-native bird species in Brazil. Neotrop Biol Conserv. 2013;8(3):165-75. DOI:10.4013/nbc.2013.83.07
3. Nunes VDFP. Pombos urbanos: o desafio de controle. Biológico. 2003;65(1/2):89-92.
4. Vaz FF, Silva LAFD, Ferreira VL, Silva RJD, Raso TF. Gastrointestinal helminths of two populations of wild pigeons (*Columba livia*) in Brazil. Rev Bras Parasitol Vet. 2017;26(4):446-50. DOI:10.1590/S1984-29612017080

5. Begum A, Sehrin S. Gastrointestinal helminths in pigeon *Columba livia* (Gmelin, 1789). J Asiat Soc Bangladesh, Sci. 2012;38(1):93-8. DOI:10.3329/jasbs.v38i1.15324
6. El-Dakhly KM., Mahrous LN, Mabrouk, GA. Distribution pattern of intestinal helminths in domestic pigeons (*Columba livia domestica*) and turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Beni-Suef province, Egypt. J Vet Med Res. 2016;23(1):85-93. DOI:10.21608/JVMR.2016.43226
7. González D, Castillo G, López J, Moreno, L, Donoso S, Skewes O, et al. Parasitos gastrointestinales y externos de la paloma domestica (*Columba livia*) en la ciudad de Chillán, Chile. Agrociencia. 2004;20(2):107-12.
8. D'ávila S, Bessa, ECA, Rodrigues MDLA. Composition and structure of the helminth community of *Columba livia* (Gmelin, 1798) (Aves, Columbidae), in the municipality of Juiz de Fora, Minas Gerais state, Brazil. Rev Bras Zootecias. 2017;18(2):45-54. DOI:10.34019/2596-3325.2017.v18.24669(a)
9. Toro H, Saucedo C, Borie C, Gough RE, Alcaino H. Health status of free-living pigeons in the city of Santiago. Avian Pathol. 1999;28(6):619-23. DOI:10.1080/03079459994416
10. Senlik B, Gülegen E, Akyol V. Effect of age, sex and season on the prevalence and intensity of helminth infections in domestic pigeons (*Columba livia*) from Bursa Province, Turkey. Acta Vet Hung. 2005;53(4):449–56. DOI:10.1556/AVet.53.2005.4.5
11. Mohammed BR, Simon MK, Agbede RIS, Arzai AH. Prevalence of intestinal helminth parasites of pigeons (*Columba livia domestica* Gmelin 1789) in Kano State, North-Western Nigeria. Vet Parasitol Reg Stud. 2019;16:100289. DOI:10.1016/j.vprsr.2019.100289
12. Mas-Coma S, Valero MA, Bargues MD. Effects of climate change on animal and zoonotic helminthiasis. Rev Sci Tech. 2008;27(2):443-57. DOI:10.20506/RST.27.2.1822
13. Oyarzún-Ruiz P, Cárdenas G, Martín N, Mironov S, Cicchino A, Kinsella JM, et al. Parasitic fauna of the invasive house sparrow (*Passer domesticus*) from Ñuble region, Chile: an example of co-introduced parasites. Rev Bras Parasitol Vet. 2021;30(3): e004221. DOI:10.1590/S1984-29612021068

14. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JDM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Zeitschrift*. 2013;22(6):711-28. DOI:10.1127/0941-2948/2013/0507
15. Embrapa (2021) Boletim Agroclimatológico - Período: 2018 a 2019, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal de Pelotas. [publicação online]; 2021 [acesso em 02 set 2021]. Disponível em <http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/boletim.php>
16. CONCEA. Diretrizes da prática de eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. [publicação online]; 2013 [acesso em 02 jun 2021]. Disponível em http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/31061978/do1-2013-09-26-resolucao-normativa-n13-de-20-de-setembro-de-2013-31061974.
17. Amato JFR, Amato SB. Técnicas gerais para coleta e preparação de helmintos endoparasitos de aves. In: Matter SV, Straube FC, Piacentini VQ, Accordi IA, Cândido Jr JF. *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento* Rio de Janeiro: Technical Books Editora; 2010. p.1–25.
18. D'ávila S, Bessa ECA, Rodrigues MDLA. Estudo morfológico e aspectos taxonômicos de *Baruscapillaria obsignata* (Nematoda, Capillariidae), parasito de *Columba livia* (Aves, Columbidae). *Rev Bras Zootecias*. 2017;18(2):35-44. DOI:10.34019/2596-3325.2017.v18.24668(b)
19. Kajerova V, Barus V, Literak I. Nematodes from the genus *Ascaridia* parasitizing psittaciform birds: a review and determination key. *Vet Med*. 2004;49(6):217-23. DOI:10.17221/5698-VETMED
20. Moravec F. Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae. *Folia Parasitol*. 1982;29(2):119-32.
21. Wehr EE, Hwang JC. The life cycle and morphology of *Ascaridia columbae* (Gmelin, 1790) Travassos, 1913 (Nematoda: Ascarididae) in the Domestic Pigeon (*Columba livia domestica*). *J. Parasitol*. 1964;50(1):131-137. DOI:10.2307/3276047
22. Marques JS, Rocha BM, Manso PPA, D'Ávila S.. New insights on the morphology of a digenean parasite (Digenea: Brachylaimidae, *Brachylaima mazzantii* (Travassos, 1927) using confocal laser scanning microscopy. *Zoosystema*. 2016;39(4):449-62. DOI:10.5252/z2017n4a1
23. Khalil LF, Jones A, Bray RA. *Keys to the cestode parasites of vertebrates*. Wallingford, Oxfordshire: CAB Internacional; 1994. 735 p.

24. Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol Res* 1997;83(4):575-83. DOI:10.2307/3284227
25. Reiczigel J, Marozzi M, Fábián I, Rózsa L. Biostatistics for parasitologists—a primer to quantitative parasitology. *Trends parasitol.* 2019;35(4):277-81. DOI:10.1016/j.pt.2019.01.003
26. Hammer Ø, Harper DA, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeont Electr.* 2001;4(1):1-9. DOI:101016/j.bcp.2008.05.025
27. Carneiro JR, Lustosa ES, Pereira E, Carvalho ED, Nápoli M. Incidência de ecto e endoparasitos de pombos (*Columbia livia domestica*) em Goiânia. *Rev Patol Trop.* 1975;4(1):39-41. DOI:10.5216/rpt.v4i1.22474
28. Castillo CP. *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae): ¿Un agente de cambio y amenaza para la biodiversidad nativa del Distrito de Huánuco, Perú? Un análisis basado en el principio de precaución. *Neotrop Helminthol.* 2019;13(2):287-94. DOI:10.24039/rnh2019132649
29. Magwisha HB, Kassuku AA, Kyvsgaard NC, Permin A. A comparison of the prevalence and burdens of helminth infections in growers and adult free-range chickens. *Trop Anim Health Prod.* 2002;34(3):205-14. DOI:10.1023/a:1015278524559
30. Tarbiat B, Jansson DS, Höglund J. Environmental tolerance of free-living stages of the poultry roundworm *Ascaridia galli*. *Vet Parasitol.* 2015;209(1-2):101-7. DOI:10.1016/j.vetpar.2015.01.024
31. Dybing NA, Fleming PA, Adams PJ. Environmental conditions predict helminth prevalence in red foxes in Western Australia. *Int J Parasitol: Parasites Wildl.* 2013;2:165-72. DOI:10.1016/j.ijppaw.2013.04.004
32. SPGG. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: Clima, temperatura e precipitação. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, Governo do Estado do Rio Grande do Sul. [publicação online]; 2020 [acesso em 02 set 2021]. Disponível em <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>
33. Taylor MA, Coop RL, Wall RL. *Parasitologia Veterinária*, 4. ed. Rio de Janeiro, Rio De Janeiro: Guanabara Koogan; 2017. 1052 p.

34. Radfar MH, Asl EN, Seghinsara HR, Dehaghi MM, Fathi S.. Biodiversity and prevalence of parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in a selected semiarid zone of South Khorasan, Iran. Trop Anim Health Prod. 2012;44(2):225-9. DOI:10.1007/s11250-011-0002-3
35. Gracenea M, González-Moreno O. Life cycle of *Brachylaima mascomai* n. sp. (Trematoda: Brachylaimidae), a parasite of rats in the Llobregat Delta (Spain). J Parasitol. 2002;88(1):124-33. DOI:10.1645/0022-3395(2002)088[0124:LCOBMN]2.0.CO;2

5 Capítulo III

Manuscrito II - First molecular detection of *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890 (Haemospororida: Haemoproteidae) in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil

Será submetido a Revista Veterinary Parasitology Regional Studies and Reports: <https://www.sciencedirect.com/journal/veterinary-parasitology-regional-studies-and-reports>

Normas de submissão disponíveis em: <https://www.sciencedirect.com/journal/veterinary-parasitology-regional-studies-and-reports/publish/guide-for-authors>

**First molecular detection of *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890
(Haemospororida: Haemoproteidae) in *Columba livia* Gmelin, 1789
(Columbiformes: Columbidae) in Southern Brazil**

Carolina Caetano dos Santos^{a*}, Natália Soares Martins^{a,b}, Nilséia Feijó da Silva^a,
Julia Somavilla Lignon^{b,c}, Kauê Rodriguez Martins^d, Rodrigo Casquero Cunha^d,
Fábio Raphael Pascoti Bruhn^c, Diego Moscarelli Pinto^b, Felipe Geraldo Pappen^b,
Carolina Silveira Mascarenhas^a, Nara Amélia da Rosa Farias^a

^aLaboratório de Parasitologia XIII, Departamento de Microbiologia e Parasitologia,
Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul,
Brasil

^bLaboratório do Grupo de Estudos em Enfermidades Parasitárias, Departamento de
Veterinária Preventiva, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do
Sul, Brasil

^cLaboratório de Epidemiologia Veterinária, Departamento de Veterinária Preventiva,
Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

^dLaboratório de Biologia Molecular Veterinária, Departamento de Veterinária
Preventiva, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

*Corresponding author: carol_csantos@hotmail.com

Abstract

The aim of this study is to describe, for the first time, the molecular detection of *H. columbae* in *C. livia* in southern Brazil, and to determine the frequency of the haemosporidian while analyzing the infection in relation to the age, sexual gender and place of origin of birds. From May to November 2022, blood samples were collected from 57 birds captured in the urban area of Pelotas and Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brazil. Microscopic examination and Polymerase Chain Reaction (PCR) revealed the frequency rate was 92.98% (53/57) of the haemosporidian. In the sequencing analysis, the samples showed 98.87-99.08% similarity with the species *H. columbae*. No differences were observed in infection rates in relation to the age, gender and place of origin of the birds. This is the first molecular detection of the

haemosporidian in the southern region of Brazil. Additional studies are needed to understand the genetic diversity of the parasite.

Keywords: haemosporidian; pigeons; Rio Grande do Sul; Blood smear.

Introduction

Wild populations of *Columba livia* Gmelin, 1789 are typical inhabitants of urban landscapes, where they are associated with humans due to the availability of suitable nesting sites and anthropogenic feeding. These traits have allowed pigeons to successfully expand their range and establish wild populations around the world, particularly in urban settings (Nebel et al., 2020). *Columba livia* is native to Europe, North Africa, the Middle East, and South Asia (Shapiro and Domyan, 2013) and was introduced to Brazil in the sixteenth century by European immigrants (Silva et al., 2020). According to Sacco et al. (2013), *C. livia* is amongst the most common bird species found in urban areas in the city of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. The large population of pigeons in the environment can lead to a higher exposure of humans and other animals to pathogens (Santos et al., 2020).

Avian haemosporidian are apicomplexan protozoans transmitted by bloodsucking arthropods. They are the most diverse group of avian blood parasites, comprising the genera *Plasmodium*, *Haemoproteus*, and *Leucocytozoon* (Valkiūnas and Iezhova, 2017). *Haemoproteus* spp. are vector-borne parasites widely distributed in birds worldwide, with 177 species described based on the gametocytes' morphology and peculiarities of their influence on host cells (Valkiūnas and Iezhova, 2022). The genus contains two subgenera that exhibit molecular variations and are associated with distinct vectors: *Haemoproteus* and *Parahaemoproteus*, transmitted by dipterans of the Hippoboscidae and Ceratopogonidae, respectively (Cepeda et al., 2019; Nebel et al., 2020). These protists remain a neglected group of blood pathogens mainly because they infrequently damage or causes mortality in birds (Valkiūnas and Iezhova, 2017). However, the application of molecular diagnostic tools has proven that large-sized megalomeronts develop in many *Haemoproteus* infections, resulting in the damage of various organs (Valkiūnas and Iezhova, 2017; Duc et al., 2021; Yoshimoto et al., 2021). Occasionally can lead to severe organ dysfunction or necrosis, with hepatomegaly, hepatitis, hepatic hemorrhage, and hepatic necrosis (Tostes et al., 2015; Lee et al., 2018; Groff et al., 2019). These

findings indicate that new research aimed for a better understanding of the biology and pathogenesis of haemoproteosis with regard to animal health should be carried out.

Haemoproteus columbae Kruse, 1890 has been described in *C. livia* and is transmitted by the pigeon louse fly *Pseudolynchia canariensis* (Cepeda et al., 2019). Numerous studies on hemoproteids in *C. livia* have been conducted worldwide (Dranzoa et al., 1999; Mushi et al., 2000; Nematohani et al., 2012; Sursal et al., 2017; Alkharigy et al., 2018; Castillo, 2019; Nebel et al., 2020). In Brazil, investigations were carried out in the Southeast (Oliveira et al., 2000; Chagas et al., 2016) and South (Marques et al., 2007) regions of the country. However, the majority of investigations were used blood smears as diagnosis. And although, the blood stages of *Haemoproteus* species are evident in blood smears, species determination is complicated due to the limited number of distinct morphological features (Nebel et al., 2020). Therefore, DNA sequencing using Polymerase Chain Reaction (PCR) has established to identify strains and has also been used as a more accurate method to identify the prevalence of parasites in the blood, especially at low infection intensities (Garamszegi, 2010). The objective of this study is to describe, for the first time, the molecular detection of *H. columbae* in *C. livia* in southern Brazil, and to determine the frequency of the haemosporidian while analyzing the infection in relation to the age, sexual gender and place of origin of birds.

Materials and methods

Study area

A cross-sectional study was carried out on urban areas of the municipalities of Pelotas and Rio Grande, Rio Grande do Sul state, Brazil. Occupying the southernmost part of the country, this region presents great differences compared to other areas of Brazil. The climate in this state is predominantly humid subtropical (Alvares et al., 2013). The temperatures present wide seasonal variation, with hot summers and harsh winters, with the occurrence of frost and occasional snow precipitation. Average temperatures range between 15 and 18°C, with minima from -10°C to maxima of 40°C. Concerning precipitation, the region presents a relatively balanced distribution of rainfall throughout the year, with an average precipitation range from 1,299 to 1,500 mm (Rio Grande do Sul, 2021).

Capture and transport of free-living pigeons

A total of 57 free-living pigeons (*C. livia*) (9 immatures and 48 adults) were captured in different places (e.g., buildings, squares, etc.) located in the urban areas of the municipalities studied (21 in Pelotas and 36 in Rio Grande), during the period from May to November 2022. Adult specimens were captured with mist nets, while young pigeons were manually collected from nests. Animals captured were individually conditioned in cages protected with cotton fabric and transported to the Laboratory of Parasitology of the Universidade Federal de Pelotas (UFPeL).

Blood collection and assessment of infection by blood slide screening

Blood samples of 57 individual *C. livia* specimens were obtained. The samples obtained were stored in EDTA buffer at 4°C until further analysis. Blood smears were fixed with methanol and stained with Giemsa stain following the standard protocol of Samour (2005). Initially, a random half of each smear was examined for large extraerythrocytic hematozoan (i.e., *Trypanosoma* and microfilariae) at 200x magnification. Subsequently, the slides were scanned under the microscope at 400x magnification to determine the presence or absence of haemosporidian blood parasites. For infected individuals, records were captured at x1000 magnification with an oil immersion lens.

DNA extraction, molecular detection and phylogenetic analysis

Blood DNA extractions were performed using the commercial PetNAD™ Nucleic Acid Co-Prep Kit, following the manufacturer's instructions. The DNA samples were quantified in a UV light spectrophotometer (Thermo Scientific NanoDrop Lite Spectrophotometer, Waltham, Massachusetts, USA), to assess their quality by measuring their purity (260 nm/280 nm), using samples ranging from 1.8 to 2.2, and concentration in nanograms per microliters (ng/uL), which were stored at -20°C until PCR was performed. Also, 1% agarose gel electrophoresis was performed to confirm the integrity of the extracted material. PCR was performed using the following primers: HaemF (5'-ATGGTGCTTTTCGATATATGCATG-3') and HaemR2 (5'-GCATTATCTGGATGTGATAATGGT-3') amplifying a fragment of approximately 478 bp of the mitochondrial cytochrome b gene (Cyt b), according to Bensch et al. (2000) and checked using the Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) tool.

These primers are specific for *Haemoproteus* and *Plasmodium* genera. In the reactions, 2.0 μ L of DNA (50 ng) and the mix containing 2.0 μ L of dNTP (2.5mM), 0.5 μ L each primer (10mM), 2.5 μ L buffer solution (10X), 1.25 μ L MgCl₂ (50 mM), 0.25 μ L of Taq DNA polymerase (5U/ μ L), and 16.5 μ L of ultrapure water, totaling 25 μ L. The amplifications, in a conventional thermal cycler, were initial denaturation at 94°C for 2 minutes, followed by 35 cycles at 94°C for 45 seconds, 55°C for 60 seconds, 72°C for 60 seconds and final extension at 72°C for 10 minutes. As a positive control, DNA from the *Haemoproteus columbae* strain was used, kindly provided by the laboratory of the Group for Studies on Parasitic Diseases at UFPel. As a negative control, ultrapure water was used. Amplified products were analyzed by electrophoresis on a 1.5% agarose gel, stained with ethidium bromide (0.5 μ g/mL) and visualized under ultraviolet light. A molecular weight standard of 100pb was used (Ladder 100 pb 500 μ L, Ludwig Biotecnologia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil). Amplicons were excised and purified using a Gel Purification Kit (Ludwig Biotecnologia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil), according to the manufacturer's recommendations, then Cyt b was sequenced using an ABI PRISM BigDye Terminator Cycle Sequencing kit (MEBEP Bio Science). DNA sequencing was performed using a 3730xl DNA analyzer (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, USA). Electropherogram files in AB1 format were manually verified using MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis software version 11 (Tamura, Stecher and Kumar 2021). Consensus sequences were assembled in the MEGA11 alignment tool using forward and reverse primer sequences. Multiple sequence alignment was performed using the ClustalW method using Cyt b gene sequences representative for member species of the Haemoproteidae family. Sequence similarity searches with sequences deposited in the National Center for Biotechnology Information (NCBI) database were performed using the BLAST tool (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Using the MEGA11 program and the "Find Best DNA/Protein Model" tool, the result was that the General time reversible model + Gamma Distributed with Invariant sites was chosen based on the lowest BIC (Bayesian Information Criterion) scores, describing the best replacement pattern for the used sequences and generate a node supported model based on 1000 Nearest-Neighbor-Interchange (NNI) bootstrap replicates (Figure 1).

Statistical analysis

Descriptive analyses were performed using EpiTools epidemiological calculators (Sergeant, 2018). A univariate analysis was performed using Fischer's exact test, to identify the individual characteristics (age and gender) and place of origin of birds associated with parasite presence (Du Prel et al., 2010) from the software Quantitative Parasitology (QPweb) (Reiczigel et al., 2019). *P-values* less than 0.05 were considered statistically significant.

Ethical considerations

The capture, transport and execution of experimental procedures have been approved by the competent authorities, i.e., Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (registration number ICMBio No. 61235-6), and Ethics Commission on Animal Use of UFPel (registration number CEEA/UFPel No. 12860). The activity of accessing the Genetic Heritage was registered in the National System for the Management of Genetic Heritage and Associated Traditional Knowledge, in compliance with the provisions of Law No. 13,123/2015 and its regulations, under No. A10D3BD.

Results

Microscopic examination of thin blood smears revealed the presence of hematozoans in 92.98% (53/57) of *C. livia* specimens. Intraerythrocytic stages of hemosporids were observed. Morphologically, the mature gametocytes were in halteridial in position, were sausage-shaped, and touched the nuclei and envelope of erythrocytes. Furthermore, the haemosporidians observed had pigment granules (hemozoin) well visible in microgametocytes (Figure 1). These characteristics are compatible with the genus *Haemoproteus* (Valkiūnas and Iezhova, 2022).

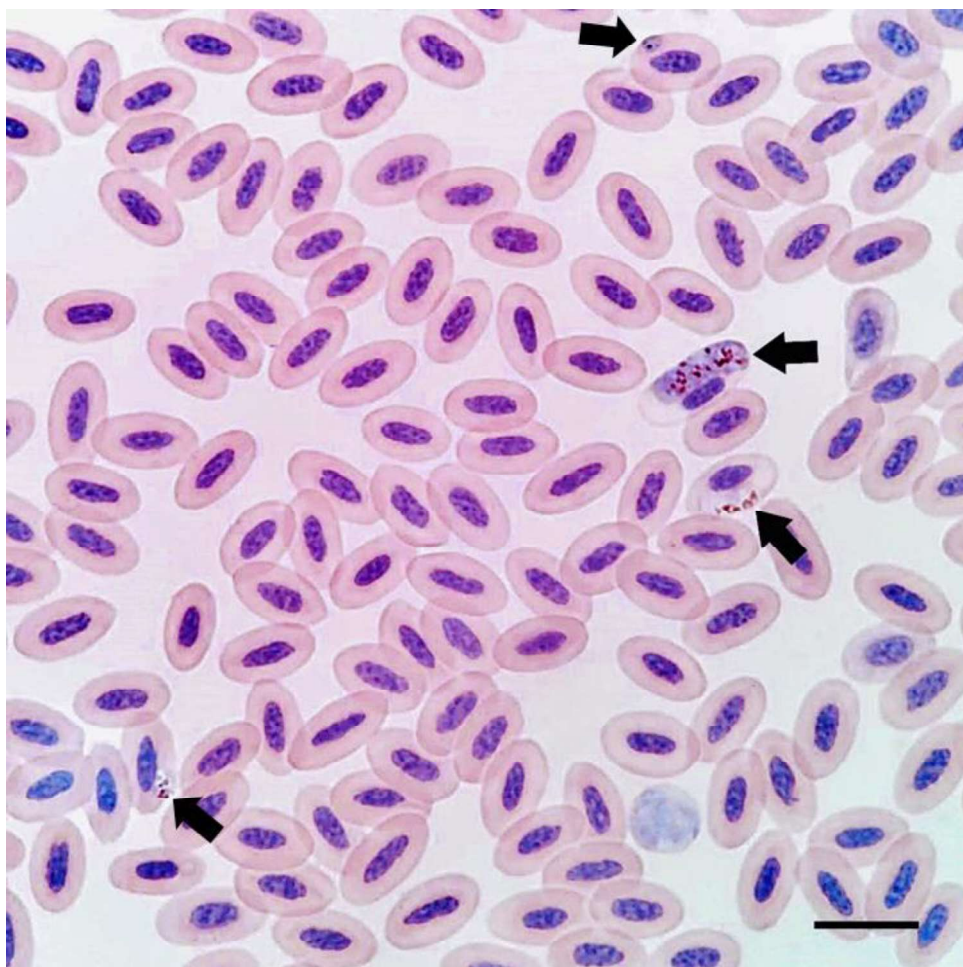


Figure 1 - *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890 (Haemospororida: Haemoproteidae) from the blood of *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil. Giemsa stained thin blood films. Bar = 10µm

To confirm the identification of the parasite, positive samples were subjected to molecular analysis. All positive samples in the blood smear were also positive in the PCR analysis, indicating a high prevalence of haemosporidian parasites in these birds. The sequences obtained for the Cyt b gene were deposited in NCBI GenBank under accession numbers OR689575 and OR689576. Using the BLAST tool, all sequenced samples were compared with sequences previously deposited in the GenBank database, confirming the presence of the DNA of the researched protozoan. The sequences obtained showed 98.87-99.08% similarity with *H. columbae* (access to GenBank KU131583.1, MN065204.1, AF495554.1 and LC606003.1). All sequences obtained clustered with the subgenus *Haemoproteus* (*Haemoproteus*). No parasites of the genus *Plasmodium* were detected.

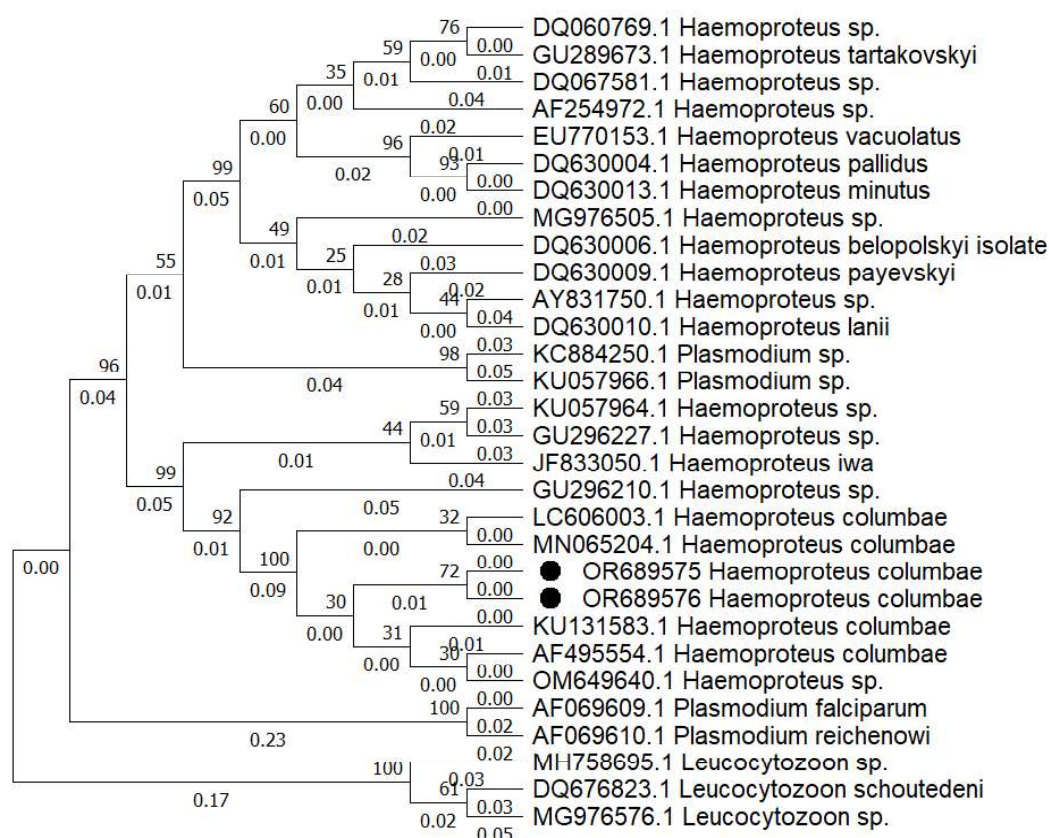


Figure 2 - Phylogenetic tree for members of the Haemoproteidae based on Cyt b gene sequences and inferred using the maximum likelihood method. GenBank accession numbers for all sequences are given in front of the taxon names. The bootstrap consensus tree was inferred from 1000 replicates.

The overall results of positivity for *H. columbae* are shown in Table 1. There was no statistical difference in the analyzed variables.

Table 1 - Frequency (%) of *Haemoproteus columbae* Kruse, 1890 (Haemospororida: Haemoproteidae) observed on *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) in relation to age, gender and place of origin. Blood samples were collected between May to November 2022, in the municipality of Pelotas and Rio Grande, RS, Brazil.

November 2022, in the municipality of Pelotas and Rio Grande, RS, Brazil.				
Independent variables	N	Frequency	IC	p value
Age				
Juvenile	9	88.89%	56.5-98.01%	0.5215
Adult	48	93.75%	83.16-97.85%	
Gender				
Female	18	94.44%	74.24-99.91%	0.6037
Male	37	91.89%	78.7-97.2%	
Undefined gender	2	-	-	
Place of origin				
Pelotas	19	90.48%	71.09-97.35%	0.4713
Rio Grande	34	94.44%	81.36-98.46%	

Discussion

Haemoproteus and *Plasmodium* species do not digest hemoglobin completely, resulting in the accumulation of residual pigment (hemozoin) in their blood stages, this feature distinguishes them from species of the genus *Leucocytozoon*, which do not produce residual pigment (Valkiūnas and Iezhova, 2022). However, the morphological similarity between species makes it difficult to differentiate them only by blood smear. In this sense, morphological and molecular data complement each other and are essential to obtain a better understanding of parasite diversity (Valkiūnas et al., 2006).

In this study, morphological and molecular evidence was presented of hemoparasites of the species *H. columbae* in free-living pigeons (*C. livia*) of southern Brazil. Based on the blood smear screenings, the haemosporidian infection rate was 92.98%, demonstrating a high prevalence in our study population; this is comparable to Brazilian previous studies that reported a *H. columbae* of 100% in *C. livia* (Chagas et al., 2016) and in *Zenaida auriculata* (Des Murs, 1847) (Adriano and Cordeiro, 2001) from São Paulo. High prevalences are expected in these columbids, as they live in large flocks, facilitating the transmission of vectors, and consequently the protozoan (Nebel et al., 2020). However, lower prevalence (2.29%) was observed in the columbids *Columbina talpacoti* (Temminck, 1811) in the northeast (Lugarini et al., 2018) and in the southeast region of the country in *C. talpacoti* (51,6%) and *Columbina squammata* (Richmond, 1896) (19,3%) (Adriano and Cordeiro, 2001). The high prevalence of the protozoan in this study requires attention, as *C. livia* is an invasive and widely distributed species, which can facilitate the spread of its parasites to new hosts and potentially threaten native species (Chagas et al., 2016; Nebel et al., 2020).

The phylogenetic relationship between the parasites was inferred using Cyt b gene sequences. All *Haemoproteus* sequences obtained from pigeons in this study clustered with the *Haemoproteus* (*Haemoproteus*). The phylogenetic study showed the positioning of the two isolates of *H. columbae* from *C. livia* from the present work in the same clade as *H. columbae* isolated from *C. livia* from a zoo in São Paulo, Brazil (access to GenBank KU131583.1), in addition of isolates sampled in Botswana, Southern Africa (GenBank accession AF495554.1), Central Java, Indonesia (GenBank accession LC606003.1), and Cape Town, South Africa

(GenBank accession MN065204.1). No parasitic species of the subgenus *Haemoproteus* (*Parahaemoproteus*) were reported in this study.

Haemosporidian species, prevalence, and distribution of infection vary by region, bird order, and transmission vector. Previous observations have shown that *Haemoproteus* species generally fail to complete the life cycle and produce invasive stages (gametocytes) in birds belonging to different orders. Thus, morphologically similar parasites in birds belonging to different orders are different species in most cases (Valkiūnas and Iezhova, 2022). In *C. livia* there is a high host specificity of *H. columbae*, which can be also explained by the ecology and biting behavior of pigeon louse fly (*P. canariensis*), with adult stages virtually flightless, crawling on the host body surface, being substantially different from biting mosquitoes, which have a wider host range (Rosyadi et al., 2021). In this study, the fly *P. canariensis* was found beneath the feathers in most birds. In an investigation conducted in the same region of the present study, *P. canariensis* were described both in juveniles and adults of *C. livia*, with higher levels of infestation specially in warm seasons (Amaral et al., 2017).

Other factors have already been described as being associated with *H. columbae* infection, such as age and gender. In the present study, the prevalence of *H. columbae* infection in female and male pigeons was similar ($p=0.6037$), corresponding to what was found by Youssefi and Rahimi (2011) and Adinehbeigi et al. (2018) on the Asian continent. Resistance to haematozoan infections could be related to gender-specific interactions with environmental conditions (Wiehn and Korpimäki, 1998). Furthermore, differences in infection intensity and incidence between males and females are related to stress and immunosuppression conditions, being associated with the physiological conditions of the hosts as well as the ecology of the vectors (Gupta et al., 2011). However, natural behaviors can contribute to equal exposure to vectors. Males and females of *C. livia* show similar behaviors, move and feed together and perform equal parental functions (Ramos-Gorbeña et al., 2021). Concerning the age of the birds, no statistical difference was observed in infection rates between immature and adult birds, differing from a study carried out in Iran (Adinehbeigi et al., 2018), in which young birds (1 to 6 months of age) had higher infection rates and were 1.539 times more susceptible to infection. Higher prevalences in younger birds may be related to exposure to vectors and/or low immunity (Sol et al., 2003, Adinehbeigi et al., 2018). However, this was not

observed in this study. Additional studies are needed to understand host-parasite relationships.

Conclusion

This is the first molecular detection of *H. columbae* in *C. livia* at Southern Brazil and haemosporidian was observed at high frequency (92.98%) in the study population. No differences were observed in infection rates in relation to the age, sexual gender and place of origin of the birds. Studies on introduced birds are important, due to the potential for the spread of their parasites to native birds. Additional studies are necessary to understand the genetic diversity of the parasite in the study region.

Acknowledgements

This study was partially funded by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

References

- Adinehbeigi, K., Ebrahimi, M., Soltani Eini, M., Sameie, A., 2018. Prevalence of *Haemoproteus columbae* (Apicomplexa: Haemoproteidae) and *Trichomonas gallinae* (Metamonada: Trichomonadidae) Infections Among Pigeons (*Columba livia*) in West Azerbaijan Province, Iran. Arch Razi Inst. 73 (2), 147-152. <https://doi.org/10.22092/ARI.2018.116619>
- Adriano, E.A., Cordeiro, N.S., 2001. Prevalence and intensity of *Haemoproteus columbae* in three species of wild doves from Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 96, 75-178. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762001000200007>
- Alkharigy, F.A., El Naas, A.S., Maghrbi, A.A.E., 2018. Survey of parasites in domestic pigeons (*Columba livia*) in Tripoli, Libya. Open Vet. J. 8 (4), 360-366. <https://doi.org/10.4314/ovj.v8i4.2>
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Z. 22 (6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Amaral, H.L.D.C., Bergmann, F.B., Santos, P.R.S., Silveira, T., Krüger, R.F., 2017. How do seasonality and host traits influence the distribution patterns of parasites on juveniles and adults of *Columba livia*? Acta Trop. 176, 305-310. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.08.023>

Bensch, S., Stjernman, M., Hasselquist, D., Ostman, O., Hansson, B., Westerdahl, H., Pinheiro, R.T., 2000. Host specificity in avian blood parasites: A study of *Plasmodium* and *Haemoproteus* mitochondrial DNA amplified from birds. *Proc. Biol. Sci.* 267 (1452), 1583-1589. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2000.1181>

Castillo, C.P., 2019. *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae): ¿ Un agente de cambio y amenaza para la biodiversidad nativa del Distrito de Huánuco, Perú? Un análisis basado en el principio de precaución. *Neotrop. Helminthol.* 13 (2), 287-294.

Cepeda, A.S., Lotta-Arévalo, I.A., Pinto-Osorio, D.F., Macías-Zacipa, J., Valkiūnas, G., Barato, P., Matta, N.E., 2019. Experimental characterization of the complete life cycle of *Haemoproteus columbae*, with a description of a natural host-parasite system used to study this infection. *Int. J. Parasitol.* 49 (12), 975-984. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2019.07.003>

Chagas, C.R.F., Guimarães, L.d.O., Monteiro, E.F., Valkiūnas, G., Katayama, M.V., Santos, S.V., Guida, F.J.V., Simões, R.F., Kirchgatter, K., 2016. Hemosporidian parasites of free-living birds in the São Paulo Zoo, Brazil. *Parasitol. Res.* 115, 1443–1452. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4878-0>

Dranzoa, C., Ocaido, M. and Katete, P., 1999. The ecto-, gastro-intestinal and haemoparasites of live pigeons (*Columba livia*) in Kampala, Uganda. *Avian Pathol.* 28, 119-124. <https://doi.org/10.1080/03079459994830>

Duc, M., Ilgūnas, M., Kubiliūnaitė, M., Valkiūnas, G., 2021. First report of *Haemoproteus* (Haemosporida, Haemoproteidae) megalomeronts in the brain of an avian host, with description of megalomerogony of *Haemoproteus pastoris*, the blood parasite of the Common starling. *Animals.* 11 (10), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ani11102824>

Du Prel, J.B., Röhrig, B., Hommel, G., Blettner, M., 2010. Choosing statistical tests: part 12 of a series on evaluation of scientific publications. *Dtsch. Arztebl. Int.* 107 (19), 343-348. <http://dx.doi.org/10.3238/arztebl.2010.0343>

Garamszegi, L.Z., 2010. The sensitivity of microscopy and PCR-based detection methods affecting estimates of prevalence of blood parasites in birds. *J. Parasitol.* 96 (6), 1197-1204. <https://doi.org/10.1645/GE-2531.1>

Groff, T.C., Lorenz, T.J., Crespo, R., Iezhova, T., Valkiūnas, G., Sehgal, R.N.M., 2019. Haemoproteosis lethality in a woodpecker, with molecular and morphological characterization of *Haemoproteus velans* (Haemosporida, Haemoproteidae). *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 10, 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.07.007>

Gupta, D.K., Jahan, N., Gupta, N., 2011. Distribution pattern of apicomplexan parasites (Sporozoa: Haemosporida) in *Columba livia*, Gmelin. *J. Parasit. Dis.* 35(1), 18-22. <https://doi.org/10.1007/s12639-011-0026-7>

Lee, S.H., Kwak, D., Kim, K.T., 2018. The first clinical cases of *Haemoproteus* infection in a snowy owl (*Bubo scandiacus*) and a goshawk (*Accipiter gentilis*) at a

zoo in the Republic of Korea. J. Vet. Med. Sci. 80, 1255-1258. <https://doi.org/10.1292/jvms.18-0072>

Lugarini, C., Albuquerque, M.C.F., Vanstreels, R.E.T., Roos, A.L., Silva, J.C.R., Oliveira, J.B., 2018. Endoparasites in birds of Guaribas Biological Reserve, Atlantic Forest, Paraíba State, Brazil. Cienc. Anim. Bras. 19, 1-8, e-30480. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-30480>

Marques, S.M.T., Quadros, R.M., Silva, C.J., Baldo, M., 2007. Parasites of pigeons (*Columba livia*) in urban areas of Iages, Southern Brazil. Parasitol. Latinoam. 62 (3-4), 183-187. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-77122007000200014>

Mushi, E.Z., Binta, M.G., Chabo, R.G., Ndebele, R., Panzirah, R., 2000. Parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in Sebele, Gaborone, Botswana. J. S. Afr. Vet. Assoc. 71 (4), 249-250. <https://doi.org/10.4102/jsava.v71i4.726>

Nebel, C., Harl, J., Pajot, A., Weissenböck, H.; Amar, A., Sumasgutner, P., 2020. High prevalence and genetic diversity of *Haemoproteus columbae* (Haemosporida: Haemoproteidae) in feral pigeons *Columba livia* in Cape Town, South Africa. Parasitol. Res. 119, 447-463. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06558-6>

Nematollahi, A., Ebrahimi, M., Ahmadi, A., Himan, M., 2012. Prevalence of *Haemoproteus columbae* and *Trichomonas gallinae* in pigeons (*Columba domestica*) in Isfahan, Iran. J. Parasit. Dis. 36 (1), 141-142. <https://doi.org/10.1007/s12639-011-0082-z>

Oliveira, P.R., Mundin, M.J.S., Cabral, D.D., Ribeiro, S.C.A., Rosa, G.N., 2000. Levantamento da fauna parasitária das pombas domésticas (*Columba livia*) de Uberlândia, MG, Brasil. Vet. Not. 6 (2), 53-56.

Ramos-Gorbeña, J.C., Miguel, J.S., Roger, I., Villar-Mondalgo, J.R., 2021. La paloma (*Columba livia* Gmelin, 1789): Biología, deterioro estructural y principales enfermedades zoonóticas. Biotempo. 18 (2), 235-252. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v18i2.4093>

Reiczigel, J., Marozzi, M., Fábíán, I., Rózsa, L., 2019. Biostatistics for parasitologists—a primer to quantitative parasitology. Trends parasitol. 35 (4), 277-281. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.01.003>

Rio Grande do Sul, 2021. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (6th ed.) Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>

Rosyadi, I., Salasia, S.I.O., Argamjav, B., Sato, H., 2021. Impact of Subclinical *Haemoproteus columbae* Infection on Farmed Domestic Pigeons from Central Java (Yogyakarta), Indonesia, with Special Reference to Changes in the Hemogram. Pathogens. 10 (4), 1-13. <https://doi.org/10.3390/pathogens10040440>

Sacco, A.G., Bergmann, F.B., Rui, A.M., 2013. Assembleia de aves na área urbana do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*. 13, 153-162. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000200014>

Samour, J., 2005. Diagnostic value of hematology. In: Harisson, G., Lighthfoot, T. (2Eds). *Clinical avian medicine*. Spix Publications, Palm Beach, 588-609.

Santos, C.C., Motta, S.P., Martins, N.S., Moreira, A.S., Al-Alam, N.N., Bruhn, F.R.P., Ruas, J.L., Farias, N.A.R., 2020. *Cryptosporidium* spp. in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) free-living pigeons from urban areas in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. *J. Parasit. Dis.* 44, 877–881. <https://doi.org/10.1007/s12639-020-01253-1>

Sergeant, E.S.G., 2018. Epitools Epidemiological Calculators. Ausvet. <http://epitools.ausvet.com.au>

Shapiro, M. D., Domyan, E. T., 2013. Domestic pigeons. *Current biology*. 23 (8), 302.

Silva, F.C., Souza, M.S.F., Cavalcante, U.R., 2019. Observação sobre a presença de *Columba livia* doméstica em uma praça no município de Ituiutaba-MG. *ScientiaTec*. 6 (1), 21-29. <https://doi.org/10.35819/scientiatec.v6i1.3116>

Sol, D., Jovani, R., Torres, J., 2003. Parasite mediated mortality and host immune response explain age-related differences in blood parasitism in birds. *Oecologia* 135, 542–547. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1223-6>

Sürsal, N., Atan, P., Gökpınar, S., Duru, Ö., Çakmak, A., Yıldız, K., 2017. Prevalence of *Haemoproteus* spp. in Tumbler Pigeons (*Columba livia domestica*) in Kirikkale Province, Turkey. *Türkiye Parazitol Derg.* 41 (2), 71-75. <https://doi.org/10.5152/tpd.2017.5121>

Tamura, K.; Stecher, G.; Kumar, S., 2021. MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Mol. Biol. Evol.* 38 (7), 3022-3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>

Tostes, R., Martinele, I., Vashist, U., Castañon, M.C.M.N., Faria, P.P., Daemon, E., D'Agosto, M., 2015. Molecular characterization and biochemical and histopathological aspects of the parasitism of *Haemoproteus* spp. in southern caracaras (*Caracara plancus*). *J. Parasitol.* 101, 687-693. <https://doi.org/10.1645/14-713>

Valkiunas, G., Iezhova, T.A., 2017. Exo-erythrocytic development of avian malaria and related haemosporidian parasites. *Malar. J.* 16, 1-24. <https://doi.org/10.3390/ani12172212>

Valkiunas, G., Iezhova, T.A., 2022. Keys to the avian *Haemoproteus* parasites (Haemosporida, Haemoproteidae). *Malar. J.* 21, 1–69. <https://doi.org/10.1186/s12936-022-04235-1>

Valkiūnas, G., Bensch, S., Iezhova, T.A., Križanauskienė, A., Hellgren, O., Bolshakov, C.V., 2006. Nested cytochrome b polymerase chain reaction diagnostics underestimate mixed infections of avian blood haemosporidian parasites: microscopy is still essential. J. Parasitol. 92, 418–22. <https://doi.org/10.1645/GE-3547RN.1>

Wiehn, J., Korpimäki, E., 1998. Resource levels reproduction and resistance to haematozoan infections. Proc. R. Soc. 265, 1197–1201. <https://doi.org/10.1098/rspb.1998.0419>

Yoshimoto, M., Ozawa, K., Kondo, H., Echigoya, Y., Shibuya, H., Sato, Y., Sehgal, R.N.M., 2021. A fatal case of a captive snowy owl (*Bubo scandiacus*) with *Haemoproteus* infection in Japan. Parasitol. Res. 120, 277–288. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06972-1>

Youssefi, M. R., Rahimi, M. T., 2011. *Haemoproteus columbae* in *Columba livia domestica* of Three Areas in Iran in 2010. Glob. Vet. 7 (6), 593–595, 2011.

6 Conclusões

A assembleia de helmintos de *C. livia* no sul do Rio Grande do Sul é composta pelos nematoides *Baruscapillaria obsignata* (Capillariidae), *Ascaridia columbae* (Ascaridiidae), *Tetrameres fissipina* (Tetrameridae), *Dispharynx nasuta* (Acuariidae); cestoides *Sobolevicanthus columbae* (Hymenolepididae), *Killigrewia delafondi* (Anoplocephalidae), *Raillietina allomyodes* (Davaineidae), *Skrjabinia bonini* (Davaineidae) e digenéticos *Brachylaima mazzantii* (Brachylaimidae) e *Tanaisia inopina* (Eucotylidae).

A helmintofauna e seus respectivos índices parasitológicos em *C. livia* indicam que a espécie se utiliza de artrópodes e moluscos (hospedeiros intermediários) como um recurso alimentar, ampliando o conhecimento sobre a dieta dessas aves.

Este é o primeiro registro de *T. fissipina*, *D. nasuta*, *R. allomyodes*, *S. bonini*, *K. delafondi* e *T. inopina* em *C. livia* na região sul do Brasil. O cestóide *S. columbae* é registrado pela primeira vez na América do Sul.

O gênero sexual dos hospedeiros não influencia as infecções associadas a espécie hospedeira no sul do RS.

Há correlações entre a abundância de helmintos e parâmetros corporais das aves. Em fêmeas, a abundância aumenta conforme a massa corporal. Em machos, a abundância dos nematoides *A. columbae*, *T. fissipina* esta relacionada positivamente com o aumento do comprimento e massa corporal, enquanto que os cestóides *K. delafondi* e *S. columbae* há tendência de diminuição.

Os índices de infecção (prevalência e intensidade média de infecção) dos helmintos intestinais foram semelhantes em relação aos períodos de coleta (outono, inverno e primavera).

Esta é a primeira detecção molecular do protozoário *H. columbae*, o qual ocorre em alta prevalência em *C. livia* no sul do RS.

A infecção pelo protozoário é semelhante em machos e fêmeas, bem como em adultos e juvenis, não havendo diferenças em relação aos locais de coleta das aves.

7 Considerações finais

A partir dos resultados encontrados neste estudo, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas complementares relacionados ao parasitismo por helmintos. Investigações sobre a fauna helmíntica de espécies de aves silvestres na região são interessantes, considerando que *C. livia* é introduzida na área de estudo.

Além disso, estudos de dieta alimentar em *C. livia* complementariam as informações geradas na tese, já que a maioria dos helmintos encontrados apresentam ciclo de vida heteroxeno.

Em relação ao protozoário *H. columbae*, estudos adicionais de caracterização molecular são necessários para compreensão da diversidade genética do parasito na região.

Referências

- ABED, A. A.; NAJI, Hala Abbas; RHYAF, Atiaf Ghanim. Investigation study of some parasites infected domestic pigeon (*Columba livia domestica*) in Al-Dewaniya city. **Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 9, n. 4, p. 13-20, 2014.
- ADANG, K. L.; ONIYE, S. L.; AJANUSI, O. J.; EZEALOR, A. U.; ABDU, P. A. Gastrointestinal helminths of the domestic pigeons (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789 Aves: Columbidae) in Zaria, Northern Nigeria. **Science World Journal**, v. 3, n. 1, 2008.
- ADINEHBEIGI, K.; EBRAHIMI, M.; SOLTANI EINI, M.; SAMEIE, A. Prevalence of *Haemoproteus columbae* (Apicomplexa: Haemoproteidae) and *Trichomonas gallinae* (Metamonada: Trichomonadidae) Infections Among Pigeons (*Columba livia*) in West Azerbaijan Province, Iran. **Archives of Razi Institute**, v.73, n.2, p.147-152, 2018.
- ADRIANO, E. A.; CORDEIRO, N. S. Prevalence and intensity of *Haemoproteus columbae* in three species of wild doves from Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 96, p.175-178, 2001.
- ADRIANO, E. A.; THYSSEN, P. J.; CORDEIRO, N. S. *Brachylaima mazzantii* (Trematoda): primer registro en *Zenaida auriculata* (Aves: Columbidae). **Boletín Chileno de Parasitología**, v.56, n.1-2, p.34-35, 2001.
- AHMAD, A. S.; GABRION, C. Observation chez deux Hélicelles des formes larvaires de *Tanaisia (Tamerlania) zarudnyi* (Skrjabin, 1924) Denton et Byrd, 1950. **Annales de Parasitologie**, v.50, p.17–24, 1975.
- AL-BARWARI, S.; SAEED, I. The parasitic communities of the rock pigeon *Columba livia* from Iraq: component and importance. **Türkiye Parazitolojii Dergisi**, v.36, n.4, p.232, 2012.
- AL-BAYATI, N. Y. A study on pigeons (*Columba livia*) Cestodes infection in Diyala Province. **Diyala Journal of Agricultural Sciences**, v.3, n.2, p.1-12, 2011.
- ALEXANDER, S.; MCLAUGHLIN, J. D. Helminth fauna of *Anas undulata*, *Anas erythrorhyncha*, *Anas capensis* and *Anas smithii* at Barberspan, South Africa. **Journal of Veterinary Research**, v.64, 1997.
- ALI, M.; IBRAHIM, R.; ALAHMADI, S.; ELSHAZLY, H. Ectoparasites and intestinal helminths of pigeons in Medina, Saudi Arabia. **The Journal of Parasitology**, v.106, n.6, p.721-729, 2020.
- ALKHARIGY, F. A.; EL NAAS, A. S.; EL MAGHRBI, A. A. Survey of parasites in domestic pigeons (*Columba livia*) in Tripoli, Libya. **Open Veterinary Journal**, v. 8, n. 4, p. 360-366, 2018.

ALMEIDA, J.L. Sobre alguns helmintos ainda não observados no Brasil. **Revista do Departamento Nacional de Produção Animal**, v. 2, p.415-416, 1936.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

AMARAL, H. L. D. C.; BERGMANN, F. B.; SANTOS, P. R. S.; SILVEIRA, T.; KRÜGER, R. F. How do seasonality and host traits influence the distribution patterns of parasites on juveniles and adults of *Columba livia*? **Acta Tropica**, v.176, p.305-310, 2017.

AMATO, J. F. R.; AMATO, S. B. **Técnicas gerais para coleta e preparação de helmintos endoparasitos de aves**. Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books, 369- 393, 2010.

ANDERSON, R.C. **Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission**. 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 2000. 672p

ASHRAFIHELAN, J.; NOROOZI, R.; HOSSEINI, S. H.; NEMATOLLAHI, A. R.; MAHPAEKAR, H. A.; AREFI, A. Identification and infection rate of alimentary tract to helminth parasites in domestic pigeons (*Columba livia domestica*) of Tabriz. **Scientific Research Iranian Veterinary Journal Fall** v.6, n.3, p.52-58, 2010.

AVANCINI, Luciano Fagundes. **Helmintos e artrópodes de *Vanellus chilensis* (Molina, 1782), quero-quero, da região sul do Rio Grande do Sul**. 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

BAHRAMI, A. M.; MONFARED, A. L.; RAZMJOO, M. Pathological study of parasitism in racing pigeons: An indication of its effects on community health. **African Journal of Biotechnology**, v.11, n.59, p.12364-12370, 2012.

BARBOSA, F. C.; DE FARIA, D. L. G.; NASCIMENTO, L. D.; DINIZ, D. L. Columbídeos: um estudo de caso sobre populações de espécies e suas relações com o ambiente. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v.4, n.1, p.6-15, 2008.

BARTMANN, A.; AMATO, S. B. *Dispharynx nasuta* (Nematoda: Acuariidae) em *Guira guira* e *Crotophaga ani* (Cuculiformes: Cuculidae) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1141-1147, 2009.

BEGUM, A.; SEHRIN, S. Gastrointestinal helminths in pigeon *Columba livia* (Gmelin, 1789). **Journal of the Asiatic Society of Bangladesh, Science**, v.38, n.1, p.93-98, 2012.

BENSCH, S.; STJERNMAN, M.; HASSELQUIST, D.; OSTMAN, O.; HANSSON, B.; WESTERDAHL, H.; PINHEIRO, R. T. Host specificity in avian blood parasites: A study of *Plasmodium* and *Haemoproteus* mitochondrial DNA amplified from birds. **Proceedings of the Royal Society**, v.267, n.1452, p.1583-1589, 2000.

BHATNAGAR, P. K.; RUPRAH, N. S. Some studies on helminths of pigeons at Hissar. **Haryana Veterinarian**, v.9, n.2, p.1-7., 1970.

BENCKE, G. A. Pombos-domésticos: sugestões para o controle em Escolas Públicas Estaduais de Porto Alegre. Porto Alegre: Museu de Ciências Naturais / FZB-RS, 2007.

BERNARDON, F. F.; SOARES, T. A. L.; VIEIRA, T. D.; MÜLLER, G. Helminths of *Molothrus bonariensis* (Gmelin, 1789) (Passeriformes: Icteridae) from southernmost Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 25, p. 279-285, 2016.

BHATNAGAR, P. K.; RUPRAH, N. S. Some studies on helminths of pigeons at Hissar. **Haryana Veterinarian**, v.9, n.2, p.1-7, 2012.

BOGACH, M.; PALIY, A.; LIULIN, P.; PEROTS'KA, L.; BOHACH, O.; PYVOVAROVA, I.; PALII, A. Parasites of domestic and wild pigeons in the south of Ukraine. **Biosystems Diversity**, v.29, n.2, p.135-139, 2012.

BORJI, H.; MOGHADDAS, E.; RAZMI, G. R.; AZAD, M. A survey of ecto-and endo-parasites of domestic pigeons (*Columba livia*) in Mashhad, Iran. **Iranian Journal of Veterinary Science and Technology**, v.4, n.2, p.37-42, 2012.

BRASIL, M. C.; AMATO, S. B. Faunistic analysis of the helminths of sparrows (*Passer domesticus* L., 1758) captured in Campo Grande, Rio de Janeiro, RJ. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 87, p. 43-48, 1992.

BROOKS, D. R.; HOBERG, E. P. Triage for the Biosphere: The Need and Rationale for Taxonomic Inventories and Phylogenetic Studies of Parasites. **Comparative Parasitology**, v.67, n.1, p.1-25, 2000.

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 Research**, v.83, n.4, p.575-583, 1997.

CABALCETA, A.; BARRIENTOS, Z. Tradition: a new reason to feed urban pigeons (*Columba livia*, Columbiformes: Columbidae), and how to control them in a sustainable way. **Cuadernos de Investigación UNED**, v.11, n.3, p.361-368, 2019.

CABALLERO, M.; RIVERA, I.; JARA, L. M.; ULLOASTANOJLOVIC, F. M.; SHIVA, C. Isolation and molecular identification of potentially pathogenic *Escherichia coli* and *Campylobacter jejuni* in feral pigeons from an urban area in the city of Lima, Peru. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v.57, n.5, p.393-396, 2015.

CALEGARO-MARQUES, C.; AMATO, S. B.. Helminths of introduced house sparrows (*Passer domesticus*) in Brazil: does population age affect parasite richness? **Iheringia**, v.100, p.73-78,. 2010.

CANARIS, A. G.; MENA, A. C.; BRISTOL, J. R. Parasites of waterfowl from southwest Texas: III. The green-winged teal, *Anas crecca*. **Journal of Wildlife Diseases**, v.17, n.1, p.57-64, 1981.

CARNEIRO, J. R.; LUSTOSA, E. S.; PEREIRA, E.; CARVALHO, E. D.; NAPOLI, M. A. Incidência de ecto e endoparasitos de pombos (*Columba livia domestica*) em Goiânia. **Revista de Patologia Tropical**, v.4, n.1, p.39-41, 1975.

CASTILLO, C. P. *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae): ¿ Un agente de cambio y amenaza para la biodiversidad nativa del Distrito de Huánuco, Perú? Un análisis basado en el principio de precaución. **Neotropical Helminthology**, v. 13, n. 2, 2019.

CATELLI, E.; POGLAYEN, G.; TERREGINO, C.; ORLANDO, C.; TONELLI, A.; ISSA GADALE, O.; AGNOLETTI, A. Survey of endoparasites of the digestive tract of *Columba livia* (Gmelin, 1789) in Florence. **Selezione Veterinaria**, n. 2, p. 75-85, 1999.

CEPEDA, A. S.; LOTTA-ARÉVALO, I. A.; PINTO-OSORIO, D. F.; MACÍAS-ZACIPA, J.; VALKIŪNAS, G.; BARATO, P.; MATTA, N. E. Experimental characterization of the complete life cycle of *Haemoproteus columbae*, with a description of a natural host-parasite system used to study this infection. **International Journal for Parasitology**, v.49, n.12, p.975-984, 2019.

CHAGAS, C. R. F.; GUIMARÃES, L. D. O.; MONTEIRO, E. F.; VALKIŪNAS, G.; KATAYAMA, M. V.; SANTOS, S. V.; GUIDA, F. J. V.; SIMÕES, R. F.; KIRCHGATTER, K. Hemosporidian parasites of free-living birds in the São Paulo Zoo, Brazil. **Parasitology Research**, v.115, p.1443–1452, 2016.

CHAVIEL, B. M.; MASCARENHAS, C. S.; CORRÊA, F.; SILVEIRA, E. C.; COIMBRA, M. A. A.; MULLER, G. Diet of *Acanthochelys spixii* and *Hydromedusa tectifera* (Chelidae) in the southern Brazil. **Caldasia**, v.44, n.1, p.178-183, 2022.

CHEN, H. W.; LIU, W. C.; DAVIS, A. J.; JORDÁN, F.; HWANG, M. J.; SHAO, K. T. Network position of hosts in food webs and their parasite diversity. **Oikos**, v.117, n.12, p.1847-1855, 2008.

COIMBRA, M. A. A.; MASCARENHAS, C. S.; KRÜGER, C.; MÜLLER, G. Helminths parasitizing *Columbina picui* (Columbiformes: Columbidae) in Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 95, n. 4, p. 1011-1012, 2009.

COLAUTTI, R. I.; RICCIARDI, A.; GRIGOROVICH, I. A.; MACISAAC, H. J. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? **Ecology Letters**, v.7, p.721–733, 2004.

CONCEA. Diretrizes da prática de eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. [publicação online]; 2013 [acesso em 02 jun 2023]. Disponível em http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/31061978/do1-2013-09-26-resolucao-normativa-n13-de-20-de-setembro-de-2013-31061974.

CORDERO DEL CAMPILLO, M.; ROJO, F.; MARTÍNEZ, A.; SÁNCHEZ, M.; HERNÁNDEZ S.; NAVARRETE, I.; DÍAZ, P.; QUIROZ, H.; CARVALHO, M. **Parasitología Veterinaria**. Madrid, España: McGraw Hill- Interamericana, 1999. 778-803p.

CSANÁDY, A.; DURANKOVÁ, S. Being Dark is Better: A Feral Pigeon Plumage Polymorphism as a Response to Urban Environments in Slovakia. **Ekológia**, v.40, n.1, p.54-61, 2021.

D'ÁVILA, S.; DE ALMEIDA BESSA, E. C.; DE AZEVEDO RODRIGUES, M. D. L. Composition and structure of the helminth community of *Columba livia* (Gmelin, 1798) (Aves, Columbidae), in the municipality of Juiz de Fora, Minas Gerais state, Brazil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.18, n.2, 2017.

D'ÁVILA, S.; BESSA, E. C. A.; RODRIGUES, M. D. L. A. Estudo morfológico e aspectos taxonômicos de *Baruscapillaria obsignata* (Nematoda, Capillariidae), parasito de *Columba livia* (Aves, Columbidae). **Revista Brasileira de Zoociências**, v.18, n.2, p.35-44, 2017.

DERAKHSHANFAR, A.; RADFAR, M. H.; TAYEFI, N. N. A study on parasites of the Digestive system and Related Lesions of pigeons in city of Kerman. **Journal Pajouhesh-Va-Sazandegi Spring**, v.16, n.1, p.82-83, 2003.

DILKS, P. J. Diet of feral pigeons (*Columba livia*) in Hawke's Bay, New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.18, n.1, p.87-90, 1975.

DIMITROVA, Y. D.; VASILEVA, G. P.; MARIAUX, J.; GEORGIEV, B. B. Two and a Half Centuries after Houttuyn: A Review of Avian Cestodes (Platyhelminthes: Cestoda) from Africa. **Diversity**, v. 15, n. 5, p. 634, 2023.

DRANZOA, C.; OCAIDO, M.; KATETE, P. The ecto-, gastro-intestinal and haemoparasites of live pigeons (*Columba livia*) in Kampala, Uganda. **Avian Pathology**, v.28, p.119-124, 1999.

DUC, M.; ILGŪNAS, M.; KUBILIŪNAITĖ, M.; VALKIŪNAS, G. First report of *Haemoproteus* (Haemosporida, Haemoproteidae) megalomeronts in the brain of an avian host, with description of megalomerogony of *Haemoproteus pastoris*, the blood parasite of the Common starling. **Animals**, v.11, n.10, p.1-17, 2021.

DU PREL, J.B.; RÖHRIG, B.; HOMMEL, G.; BLETNER, M. Choosing statistical tests: part 12 of a series on evaluation of scientific publications. **Deutsches Ärzteblatt International**, v.107, n.19, p.343-348, 2010.

DYBING, N. A.; FLEMING, P. A.; ADAMS, P. J. Environmental conditions predict helminth prevalence in red foxes in Western Australia. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v.2, p.165-172, 2013.

EL-DAKHLY, K. M.; MAHROUS, L. N.; MABROUK, G. A. Distribution pattern of intestinal helminths in domestic pigeons (*Columba livia domestica*) and turkeys

(*Meleagris gallopavo*) in Beni-Suef province, Egypt. **Journal of Veterinary Medical Research**, v.23, n.1, p.85-93, 2016.

EMBRAPA. Boletim Agroclimatológico - Período: 2018 a 2019, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal de Pelotas. [publicação online]; 2021 [acesso em 02 set 2021]. Disponível em <http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/boletim.php>

FEDERMAN, H. B.; HOLANDA, J. C.; EVANGELISTA, A. Ocorrência de parasitos em gatos (*Felis catus domesticus*) e pombos (*Columba livia*) procedentes de algumas localidades de Minas Gerais. **Revista de Patologia Tropical**, v.2, n.2, p.207-215, 1973.

FERMAN, L. M.; PETER, H. U.; MONTALTI, D. A study of feral pigeon *Columba livia* var. in urban and suburban areas in the city of Jena, Germany. **Arxius de Miscellània Zoològica**, v.8, p.1-8, 2010.

FERROLA, M. I.; RESENDE M.; FERREIRA FILHO, J. (1976): Hiperinfestação de *Melopsittacus undulatus* por *Ascaridia columbae*, Gmelin 1790. **Ciencia e Cultura**, v. 28, n. 7, p. 438, 1976.

FOLSTAD, I.; KARTER, A. J. Parasites, bright males, and the immunocompetence handicap. **American Naturalist**, v.139, p.603-622, 1992.

FONTOURA, P. M.; DYER, E.; BLACKBURN, T. M.; ORSI, M. L. Non-native bird species in Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v.8, n.3, p.165-75, 2013.

FORONDA, P.; VALLADARES, B.; RIVERA-MEDINA, J. A.; FIGUERUELO, E.; ABREU, N.; CASANOVA, J. C. Parasites of *Columba livia* (Aves: Columbiformes) in Tenerife (Canary Islands) and their role in the conservation biology of the Laurel pigeons. **Parasite**, v. 11, n. 3, p. 311-316, 2004.

FRANCO, S.R.N.S. Nota sobre trematódeos eucotilídeos (Trematoda, Eucotylidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.63, p.59-65, 1965.

FREITAS J. F. T. Revisão da família Eucotylidae Skrjabin, 1924 (Trematoda). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 49, p. 33-123, 1951.

GARAMSZEGLI, L. Z. The sensitivity of microscopy and PCR-based detection methods affecting estimates of prevalence of blood parasites in birds. **Journal of Parasitology**, v.96, n.6, p.1197-1204, 2010.

GHAZI, R. R.; KHATOON, N.; MANSOOR, S.; BILQEES, F. M. *Pulluterina karachiensis* sp. n.(Cestoda: Anaplocephalidae) from the wild pigeon *Columba livia* Gmelin. **Turkish Journal of Zoology**, v.26, n.1, p.27-30, 2002.

GIOVANNONI, M.; MALHEIRO, D. M. Incidência de parasitas em *Columba livia domestica*. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária**, v.4, n.4, p.595-598, 1952.

GOBLE, F.C.; KUTZ, H.L. The genus *Dispharynx* (Nematoda: Acuariidae) in Galliform and Passeriform birds. **Journal of Parasitology**, v.31, p.323-331, 1945.

GONZÁLEZ, D.; CASTILLO, G.; LÓPEZ, J.; MORENO, L.; DONOSO, S.; SKEWES, O.; MARTÍNEZ, R.; CABELLO, J. Parasitos gastrointestinales y externos de la paloma domestica (*Columba livia*) en la ciudad de Chillán, Chile. **Agro-Ciencia**, v.20, n.2, p.107-112, 2004.

GONZÁLEZ, D.; DAUGSCHIES, A.; RUBILAR, L.; POHLMAYER, K.; SKEWES, O.; MEY, E. Fauna parasitaria de la tórtola común (*Zenaida auriculata*, de Murs 1847) (Columbiformes: Columbidae) en Ñuble, Chile. **Parasitología Latinoamericana**, v.59, n.1-2, p.37-41, 2004.

GRACENEA, M.; GONZÁLEZ-MORENO, O. Life cycle of *Brachylaima mascomai* n. sp. (Trematoda: Brachylaimidae), a parasite of rats in the Llobregat Delta (Spain). **Journal of Parasitology**, v. 88, n. 1, p. 124-133, 2002.

GROFF, T. C.; LORENZ, T. J.; CRESPO, R.; IEZHOVA, T.; VALKIŪNAS, G.; SEHGAL, R. N. M. Haemoproteosis lethality in a woodpecker, with molecular and morphological characterization of *Haemoproteus velans* (Haemosporida, Haemoproteidae). **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v.10, p.93-100, 2019.

GUPTA, D. K.; JAHAN, N.; GUPTA, N. Distribution pattern of apicomplexan parasites (Sporozoa: Haemosporida) in *Columba livia*, Gmelin. **Journal of Parasitic Diseases**, v.35, n.1, p.18-22, 2011.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, p.1, 2001.

HASAN, M. H.; AL ABBADI, A. E.; ABDUL RUHMAN, N. A. A Study of endoparasites of pigeons in Mosul city. **Rafidain Journal of Science**, v.27, n.1, p.76-81, 2014.

HETMAŃSKI, T. Dispersion asymmetry within a feral pigeon *Columba livia* population. **Acta Ornithologica**, v.42, n.1, p.23-31, 2007.

HÖLFING, E.; CAMARGO, H. A. **Aves no campus**. 3.ed. São Paulo: Edusp/Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1999. 157p.

HUSSEY, K. L. *Aporina delafondi* (Railliet), an anoplocephalid cestode from the pigeon. **The American Midland Naturalist**, v. 25, n. 2, p. 413-417, 1941.

IBRAHIM, A. I.; HASSANIN, H. H.; ALY, S. E. M.; ABD EL AAL, A. A. A study on some parasitic affections in domestic pigeons in Ismaileyah province. **Assiut Veterinary Medical Journal**, v.34, n.67, p.153-161, 1995.

JIMÉNEZ, Bernal; JHOSETH, Katerine. **Determinación de la presencia de parásitos gastrointestinales en palomas de castilla (columba livia) en la ciudad de Quito, tomando como referencia tres lugares pilotos “La Magdalena”, “Plaza**

de San Francisco” y “Cotocollao. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Quito: UCE.

JOHNSTON, R.F. Feral pigeons. **The Kansas School Naturalist**, v.42, n.2, p.1-15, 1998.

JUNKER, K.; BOOMKER, J. D. F. *Tetrameres numida* n. sp.(Nematoda: Tetrameridae) from Helmeted guineafowls, *Numida meleagris* (Linnaeus, 1758), in South Africa. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, n,74, p.115–128, 2007.

KAJEROVA, V.; BARUS, V.; LITERAK, I. Nematodes from the genus *Ascaridia* parasitizing psittaciform birds: a review and determination key. **Veterinární Medicína**, v.49, n.6, p.217-223, 2004.

KHALIL, L. F.; JONES, A.; BRAY, R. A. **Keys to the cestode parasites of vertebrates**. Wallingford, Oxfordshire: CAB Internacional, 735p. 1994.

KHEZERPOUR, A.; NAEM, S. Investigation on parasitic helminthes of gastrointestinal, liver and lung of domestic pigeons (*Columba livia*) in Urmia, Iran. **International Journal of Livestock Research**, v.3, n.3, p.35-41, 2013.

KORNYUSHIN, V.; KOROL, E.; GREBEN, O. B. New for the Fauna of Ukraine Species of the Davaineid Cestodes (Cestoda, Cyclophyllidae) from the Birds of the Order Columbiformes. **Vestnik Zoologii**, n.23, p.77-84, 2009.

LABANHARE, L. L.; PERRELLI, A. S. Pombos urbanos: Biologia, Ecologia e métodos de controle populacional. **Multitemas**, n.35, p.225-235, 2007.

LEE, S. H.; KWAK, D.; KIM, K. T. The first clinical cases of *Haemoproteus* infection in a snowy owl (*Bubo scandiacus*) and a goshawk (*Accipiter gentilis*) at a zoo in the Republic of Korea. **Journal of Veterinary Medical Science**, v.80, p.1255-1258, 2018.

LENT, H.; FREITAS J. F. Pesquisas helminthologicas realizadas no estado do Para. I. Trematoda: Fascioloidea. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 32, p. 449-460, 1937.

LI, J.; LIN, K.; ZHANG, L.; QI, N.; LIAO, S.; LV, M.; WU, C.; SUN, M. Molecular characterization of *Cryptosporidium* spp. in domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in Guangdong Province, Southern China. **Parasitology Research**, v.114, n.6, p.2237–2241, 2015.

LUGARINI, C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; VANSTREELS, R. E. T.; ROOS, A. L.; SILVA, J. C. R.; OLIVEIRA, J. B. Endoparasites in birds of Guaribas Biological Reserve, Atlantic Forest, Paraíba State, Brazil. **Ciência Animal Brasileira**, v.19, p.1-8, e-30480, 2018.

LUNASCHI, L.I.; DRAGO, F.B.; DRAGHI, R. Redescription of *Tanaisia dubia* (Digenea) from the northeast region of Argentina with a key to Neotropical species of

the genus, and a key to genera of Tanaisiinae. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 86, n. 4, p.888-895, 2015.

MAGWISHA, H. B.; KASSUKU, A. A.; KYVSGAARD, N. C.; PERMIN, A. A. A comparison of the prevalence and burdens of helminth infections in growers and adult free-range chickens. **Tropical Animal Health and Production**, v.34, n.3, p.205-214, 2002.

MARCOGLIESE, D.J. Food webs and biodiversity: are parasites the missing link? **Journal of Parasitology**, v.89, p.106-113, 2003.

MARINOVA, M. H.; GEORGIEV, B. B.; VASILEVA, G. P. A checklist of cestodes (Platyhelminthes: Cestoda) of waterfowl (Aves: Anseriformes) in Bulgaria. **Acta Zoologica Bulgarica**, v. 65, n. 4, p. 537-546, 2013.

MARINOVA, M. H.; VASILEVA, G. P. Morphology and host ranges of three cestode species of *Sobolevicanthus* Spasskii & Spasskaya, 1954 (Cyclophyllidea: Hymenolepididae) from ducks (Anatidae) in Bulgaria, with comments on their differential characteristics. **Acta Zoologica Bulgarica**, v. 73, n. 3, p. 437-449, 2021.

MARTÍNEZ-MORENO, F. J.; MARTÍNEZ-MORENO, A.; BECERRA MARTELL, C.; MARTÍNEZ-CRUZ, M. S. Fauna parasita de pombos (*Columba livia*) na província de Córdoba, Espanha. **Revista Ibérica**, v.49, n.4, p.279-281, 1989.

MARQUES, S. M. T.; QUADROS, R. M.; SILVA, C. J.; BALDO, M. Parasites of pigeons (*Columba livia*) in urban areas of lages, Southern Brazil. **Parasitologia latino-americana**, v.62, n.3-4, p.183-187, 2007.

MARQUES, J. S.; ROCHA, B. M.; MANSO, P. P. A.; D'ÁVILA, S. New insights on the morphology of a digenean parasite (Digenea: Brachylaimidae, *Brachylaima mazzantii* (Travassos, 1927) using confocal laser scanning microscopy. **Zoosystema**, v.39, n.4, p.449-462, 2017.

MASCARENHAS, C. S.; CHAVIEL, B. M.; BERNARDON, F. F.; WOLTER, J. H.; COIMBRA, M. A. A.; MÜLLER, G. Gastrointestinal helminths associated with three species of freshwater turtles in the Pampa biome, southern Brazil. **Parasitology Research**, p.1-9, 2022.

MASCARENHAS, C. S.; KRÜGER, C.; MÜLLER, G. The helminth fauna of the red-crested cardinal (*Paroaria coronata*) Passeriformes: Emberizidae in Brazil. **Parasitology Research**, v. 105, p. 1359-1363, 2009.

MAS-COMA, S.; VALERO, M. A.; BARGUES, M. D. Effects of climate change on animal and zoonotic helminthiasis. **Revue Scientifique et Technique**, v.27, n.2, p.443-57, 2008.

MEHMOOD, S.; NASHIRUDDULLAH, N.; AHMED, J. A.; BORKATAKI, S. Parasitic affections of domesticated pigeons (*Columba livia*) in Jammu, India. **Annals of parasitology**, v. 65, v.1, 2019.

MISIURA, M. On the identity of *Sobolevicanthus gracilis* (Zeder, 1803) and *Sobolevicanthus columbae* (Zeder, 1800) Spassky et Spasskaya, 1954. **Acta Parasitologica Polonica**, v.16, n.1/19, p.131-135, 1969.

MOHAMMED, B. R.; SIMON, M. K.; AGBEDE, R. I. S.; ARZAI, A. H. Prevalence of intestinal helminth parasites of pigeons (*Columba livia domestica* Gmelin 1789) in Kano State, North-Western Nigeria. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v.16, n.100289, 2019.

MORAVEC F. Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae. *Folia Parasitologica*, v.29, n.2, p.119-132, 1982.

MORAVEC, F.; PROKOPIC, J.; SHLIKAS, A. V. The biology of nematodes of the family Capillariidae Neveu-Lemaire, 1936. **Folia Parasitologica**, v. 34, n. 1, p. 39-56, 1987.

MOUTINHO, F. F. B.; SERRA, C. M. B.; VALENTE, L. C. M.; BORGES, F. V. B.; FARIA NETO, F. Distribuição espaço-temporal das reclamações sobre pombos (*Columba livia domestica*) efetuadas ao Centro de Controle de Zoonoses de Niterói, RJ (2009-2013). **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v.11, n.21, p.49-61, 2015.

MSOFFE, P. L. M.; MUHAIRWA, A. P.; CHIWANGA, G. H.; KASSUKU, A. A. A study of ecto-and endo-parasites of domestic pigeons in Morogoro Municipality, Tanzania. **African Journal of Agricultural Research**, v.5, n.3, p.264-267, 2010.

MUSA, S.; AFROZ, S. D.; KHANUM, H. Occurrence of ecto-and endo parasites in pigeon (*Columba livia* Linn.). **University Journal of Zoology Rajshahi University**, v.30, p.73-77, 2011.

MUSHI, E. Z.; BINTA, M. G.; CHABO, R. G.; NDEBELE, R.; PANZIRAH, R. Parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in Sebele, Gaborone, Botswana. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 71, n. 4, p. 249-250, 2000.

NAGWA, E. A.; LOUBNA, M. A.; EL-MADAWY, R. S.; TOULAN, E. I. Studies on helminths of poultry in Gharbia governorate. **Benha Veterinary Medical Journal**, v. 25, n. 2, p. 139-144, 2013.

NAUPAY-IGREDA, A.; PINEDO-REYES, K. M.; ROBLES-NORIEGA, K. First record of *Brachylaima mazzantii* Travassos, 1927 in domestic pigeon (*Columba livia*) in Peru. **Neotropical Helminthology**, v.8, n.2, p.463-467, 2014.

NASIR, P. E.; RODRIGUEZ, M. L. *Brachylaima degiustii* n.sp. from *Columba livia* in Venezuela. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v.33, n.2, p.170-172, 1966.

NATALA, A. J.; ASEMADAHUN, N. D.; OKUBANJO, O. O.; ULAYI, B. M.; OWOLABI, Y. H.; JATO, I. D.; YUSUF, K. H. A survey of parasites of domesticated pigeon

(*Columba livia domestica*) in Zaria, Nigeria. **International Journal of Soft Computing**, v.4, n.4, p.148-150, 2009.

NEBEL, C.; HARL, J.; PAJOT, A.; WEISSENBOCK, H.; AMAR, A.; SUMASGUTNER, P. High prevalence and genetic diversity of *Haemoproteus columbae* (Haemosporida: Haemoproteidae) in feral pigeons *Columba livia* in Cape Town, South Africa. **Parasitology Research**, v.119, n.447-463, 2020.

NEMATOLLAHI, A.; EBRAHIMI, M.; AHMADI, A.; HIMAN, M. Prevalence of *Haemoproteus columbae* and *Trichomonas gallinae* in pigeons (*Columba domestica*) in Isfahan, Iran. **Journal of Parasitic Diseases**, v.36, n.1, p.141-142, 2012.

NEVES, D. P. **Parasitologia dinâmica**. 1 ed. Belo Horizonte: Atheneu Editora, 2003. 474p.

NOWAK, M.; KRÓLACZYK, K.; KAVETSKA, K.; KORNYUSHIN, V. V.; PILARCZYK, B. First record of species *Markewitchella bonini* (Megnin, 1899) Spassky et Spasskaja 1972 (Cestoda, Cyclophyllidae) in carrier-pigeon *Columba livia* f. *domestica* in Poland. **Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica**, v.10, n.4, p.83–90, 2011.

NUNES, V. F. P. Pombos urbanos: o desafio de controle. **Biológico**, v.65, n.1/2, p.89-92, 2003.

OLIVEIRA, P. R.; MUNDIN, M. J. S.; CABRAL, D. D.; RIBEIRO, S. C. A.; ROSA, G. N. Levantamento da fauna parasitária das pombas domésticas (*Columba livia*) de Uberlândia, MG, Brasil. **Veterinária Notícias**, v.6, n.2, p.53-56, 2000.

OYARZÚN-RUIZ, P.; CÁRDENAS, G.; FUENTE, M. C. S.; MARTIN, N.; MIRONOV, S.; CICCHINO, A.; KINSELLA, J. M.; MORENO, L.; GONZÁLEZ-ACUÑA, D. Parasitic fauna of the invasive house sparrow (*Passer domesticus*) from Ñuble region, Chile: an example of co-introduced parasites. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.30, 2021.

PARSANI, H. R.; MOMIN, R. R.; LATEEF, A.; SHAH, N. M. Gastro-intestinal helminths of pigeons (*Columba livia*) in Gujarat, India. **Egyptian Journal of Biology**, v.16, p.63-71, 2014.

PAZMIÑO, A. **Estudio de la fauna parasitaria intestinal en palomas (*Columba livia* Gmelin, 1789) de la ciudad de Valdivia**, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso. Chile. 2007

PEREZ, R. R. **Helminthofauna de *Columba livia* (Aves, Columbidae) procedentes do estado de São Paulo** [dissertação]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2005.

PERMIN, A.; HANSEN, J. W. **Epidemiology, diagnostics and control of poultry parasites**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 256p.

PINTO, R. M.; MENEZES, R. C.; GOMES, D. C. First report of five nematode species in *Phasianus colchicus* Linnaeus (Aves, Galliformes, Phasianidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 961-970, 2004.

PINTO, R. M.; MENEZES, R. C.; TORTELLY, R.; NORONHA, D. First report of a natural helminth infection in the Japanese quail *Coturnix japonica* Temminck & Schlegel (Aves, Phasianidae, Galliformes) in the neotropical region. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 836-838, 2005.

POULIN, R. Sexual inequalities in helminth infections: a cost of being a male? **The American Naturalist**, v. 147, n. 2, p. 287-295, 1996.

POULIN, R. **The diversity of parasites**. The Quarterly Review of Biology, Copyright © The University of Chicago, v. 5, n. 3, p. 277, 2000.

POULIN, R. Parasite biodiversity revisited: frontiers and constraints. **International Journal For Parasitology**, v.44, n.9, p.581-589, 2014.

QURASHY, S. A.; ABDEL-GABER, R.; DKHIL, M. A.; ALZUABI, K. Morphological and Molecular Characteristics of the Gastro-Intestinal Nematode Parasite *Ascaridia columbae* Infecting the Domestic Pigeon *Columba livia domestica* in Saudi Arabia. **Acta Parasitologica**, n.65, p. 208–224, 2020.

RADFAR, M. H., FATHI, S.; ASL, E. N.; DEHAGHI, M. M.; SEGHINSARA, H. R. A survey of parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in South Khorasan, Iran. **Veterinary Research**, v.4(n.1, p.18-23, 2011.

RADFAR, M. H.; ASL, E. N.; SEGHINSARA, H. R.; DEHAGHI, M. M.; FATHI, S. Biodiversity and prevalence of parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in a selected semiarid zone of South Khorasan, Iran. **Tropical Animal Health and Production**, v.44, p.225-229, 2012.

RAMOS-GORBEÑA, J. C.; MIGUEL, J. S.; ROGER, I.; VILLAR-MONDALGO, J. R. La paloma (*Columba livia* Gmelin, 1789): Biología, deterioro estructural y principales enfermedades zoonóticas. **Biotempo**, v.18, n.2, p.235-252, 2021.

RAZMI, G. R.; KALIDARI, G. A.; MALEKI, M. O. H. S. E. N. First report of the *Hadjelia truncata* infestation in pigeons of Iran. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v.8 n.2, p.175-177, 2007.

REICZIGEL, J.; MAROZZI, M.; FÁBIÁN, I.; RÓZSA, L. Biostatistics for parasitologists – a primer to Quantitative for Parasitology. **Trends Parasitology**, v. 35, p. 277-281, 2019.

REY, L. **Parasitologia**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 888p.

RIO GRANDE DO SUL, 2021. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (6 ed.) Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>

ROLAS, F. J. Contribuição para o conhecimento de alguns cestódeos do gênero *Raillietina* Fuhrmann, 1920 (Cestoda-Davaineidae), parasitos de columbiformes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 74, p. 65-70, 1976.

ROSYADI, I.; SALASIA, S. I. O.; ARGAMJAV, B.; SATO, H. Impact of Subclinical *Haemoproteus columbae* Infection on Farmed Domestic Pigeons from Central Java (Yogyakarta), Indonesia, with Special Reference to Changes in the Hemogram. **Pathogens**, v.10, n.4, p.1-13, 2021.

SACCHI, R.; GENTILLI, A.; RAZZETTI, E.; BARBIERI, F. Effects of building features on density and flock distribution of feral pigeons *Columba livia* var. domestica in an urban environment. **Canadian Journal of Zoology**, v.80, n.1, p.48-54, 2002.

SACCO, A. G.; BERGMANN, F. B.; RUI, A. M. Assembleia de aves na área urbana do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, v., 13, p.153-162, 2013.

SAMOUR, J. Diagnostic value of hematology. **Clinical Avian Medicine**, v.2, p.587-610, 2006.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies, p. 19-41. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. eds. **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná, 651p. 2006.

SANTOS, C. C.; MASCARENHAS, C. S.; TEIXEIRA, K. T. S.; MARTINS, N. S.; MOTTA, S. P.; FARIAS, N. A. R. Impacts of seasons on intestinal helminthiasis in *Columba livia* (Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil. **Journal of Medical and Biological Sciences**, 2023.

SANTOS, C. C.; MOTTA, S. P.; MARTINS, N. S.; MOREIRA, A. S.; AL-ALAM, N. N.; BRUHN, F. R. P.; RUAS, J. L.; FARIAS, N. A. R. *Cryptosporidium* spp. in *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) free-living pigeons from urban areas in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Parasitic Diseases**, v.44, p.877–881, 2020.

SANTOS, L. S. S. D.; SILVEIRA-MASCARENHAS, C.; SANTOS, P. R. S. D.; FARIAS, N. A. R. Helminth fauna of *Passer domesticus* (Passeriformes: Passeridae) in the southern extreme of Brazil. **Revista mexicana de biodiversidad**, v. 91, 2020.

SENLİK, B.; GÜLEGEN, E.; AKYOL, V. Effect of age, sex and season on the prevalence and intensity of helminth infections in domestic pigeons (*Columba livia*) from Bursa Province, Turkey. **Acta Veterinaria Hungarica**, v.53, v.4, p.449–456, 2005.

SERGEANT, E. S. G. Epitools Epidemiological Calculators. **Ausvet**, 2018. Acesso em: <http://epitools.ausvet.com.au>

SHAPIRO, M. D.; DOMYAN, E. T. Domestic pigeons. **Current biology**, v.23, n.8, p.302, 2013.

SHIVAMBU, N., SHIVAMBU, C. T., & DOWNS, C. T. Rock Dove (*Columba livia* Gmelin, 1789). In: C. T. Downs, & L. A. Hart. (Eds.), **Invasive Birds: Global Trends and Impacts**, (pp. 109, 2020). Walingford, Oxforshire: CABI.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SILVA, C. C.; MATTOS, D. G.; RAMIRES, P. M. Helmintos parasitas de *Columba livia* (Gm) no município de São Gonçalo, Rio de Janeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.42, n.5, p.391-394, 1990.

SILVA, F. C.; SOUZA, M. S. F.; CAVALCANTE, U. R. Observação sobre a presença de *Columba livia* doméstica em uma praça no município de Ituiutaba-MG. **ScientiaTec**, v.6. n.1, p.21-29, 2019.

SMITH, A. J.; FEDYNICH, A. M. Helminth community composition, structure, and pattern in six dove species (Columbiformes: Columbidae) of south Texas. **Journal of Parasitology**, v.98, n.1, p.11-21, 2012.

SOL, D.; JOVANI, R.; TORRES, J. Parasite mediated mortality and host immune response explain age-related differences in blood parasitism in birds. **Oecologia**, v.135, p.542–547, 2003.

SOULSBY, E. J. L. **Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals**. 7ed. London: Baillière Tindall, 1982. 809p.

SPENNEMANN, D. H. R.; WATSON, M. J. Dietary habits of urban Pigeons (*Columba livia*) and implications of excreta pH – a review. **European Journal of Ecology**, v.3, p.27–41, 2017.

SPGG. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: Clima, temperatura e precipitação. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, Governo do Estado do Rio Grande do Sul. [publicação online]; 2020 [acesso em 02 set 2021]. Disponível em <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>

STERN, C. Y.; DICKINSON, J. Pigeons. 2010. In: M. Breed; J. Moore (eds.), **Encyclopedia of Animal Behavior** (pp. 723-730). Oxford: Academic Press.

SÜRSAL, N.; ATAN, P.; GÖKPINAR, S.; DURU, Ö.; ÇAKMAK, A.; YILDIZ, K. Prevalence of *Haemoproteus* spp. in Tumbler Pigeons (*Columba livia domestica*) in Kirikkale Province, Turkey. **Türkiye Parazitoloji Dergisi**, v.41, n.2, p.71-75, 2017.

TAMURA, K.; STECHER, G.; KUMAR, S. MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. **Molecular Biology and Evolution**, v. 38, n. 7, p. 3022-3027, 2021.

TARBIAT, B.; JANSSON, D. S.; HÖGLUND, J. Environmental tolerance of free-living stages of the poultry roundworm *Ascaridia galli*. **Veterinary parasitology**, v.209, n.1-2, p.101-107, 2015.

TARODA, A.; BARROS, L. D. D.; ZULPO, D. L.; CUNHA, I. A. L. D.; PAIVA, M. C. D. C.; SAMMI, A. S.; SANTOS, J. R.; YAMAMURA, M. H.; VIDOTTO, O.; GARCIA, J. L. Occurrence of gastrointestinal and renal helminths in *Zenaida auriculata* (Des Murs, 1847) trap-captured from Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.22, n.3, p.415-419, 2013.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. **Parasitologia Veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro, Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 1052p.

THE JAMOVİ PROJECT. Jamovi: Versão 2.3. [Computer Software]; 2022. [acesso em 24 jul 2023]. Disponível em <https://www.jamovi.org>

THUL, J.E.; FORRESTER, D.J.; ABERCROMBIE C.L. Ecology of parasitic helminths of wood ducks, *Aix sponsa*, in the Atlantic Flyway. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v.52, n.2, p.297-310, 1985.

TOMÉ, B., HARRIS, D. J., PERERA, A., & DAMAS-MOREIRA, I. Invasive lizard has fewer parasites than native congener. **Parasitology Research**, v.120, n.8, p.2953-2957, 2021.

TORO, H.; SAUCEDO, C.; BORIE, C.; GOUGH, R. E.; ALCAINO, H. Health status of free-living pigeons in the city of Santiago. **Avian pathology**, v.28, n.6, p.619-623, 1999.

TOSTES, R.; MARTINELE, I.; VASHIST, U.; CASTAÑON, M. C. M. N.; FARIA, P. P.; DAEMON, E.; D'AGOSTO, M. Molecular characterization and biochemical and histopathological aspects of the parasitism of *Haemoproteus* spp. in southern caracaras (*Caracara plancus*). **Journal of Parasitology**, v.101, p.687-693, 2015.

TRAVASSOS, L. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica brasileira-III: sobre as espécies brasileiras: sobre as espécies brasileiras do genero Tetrameres CREPLIN, 1846 (com as estampas 16-23). 1914.

VALKIŪNAS, G.; BENSCH, S.; IEZHOVA, T. A.; KRIŽANAUSKIENĖ, A.; HELLGREN, O.; BOLSHAKOV, C. V. Nested cytochrome b polymerase chain reaction diagnostics underestimate mixed infections of avian blood haemosporidian parasites: microscopy is still essential. **Journal of Parasitology**, v.92, p.418–22, 2006.

VALKIUNAS, G.; IEZHOVA, T. A. Exo-erythrocytic development of avian malaria and related haemosporidian parasites. **Malaria Journal**, v.16, p.1-24, 2017.

VALKIUNAS, G.; IEZHOVA, T. A. Keys to the avian *Haemoproteus* parasites (Haemosporida, Haemoproteidae). **Malaria Journal**, v.21, p.1–69, 2022.

VAZ, F. F.; SILVA, L. A. F. D.; FERREIRA, V. L.; SILVA, R. J. D.; RASO, T. F. Gastrointestinal helminths of two populations of wild pigeons (*Columba livia*) in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, n.26, p.446-450, 2017.

WEHR, E. E.; HWANG, J. C. The life cycle and morphology of *Ascaridia columbae* (Gmelin, 1790) Travassos, 1913 (Nematoda: Ascarididae) in the domestic pigeon (*Columba livia domestica*). **The Journal of Parasitology**, p. 131-137, 1964.

WESOŁOWSKA, A. Sex—the most underappreciated variable in research: insights from helminth-infected hosts. **Veterinary Research**, v. 53, n. 1, p. 1-17, 2022.

WIEHN, J.; KORPIMAKI, E. Resource levels reproduction and resistance to haematozoan infections. **Proceedings of the Royal Society**, v.265, p.1197–1201, 1998.

YABSLEY, M. J. Capillarid nematodes. In: ATKINSON, C. T.; THOMAS, N. J.; HUNTER, D. B. **Parasitic diseases of wild birds**. Nova Jersey, EUA: John Wiley & Sons, 2008. P.463-497.

YOSHIMOTO, M.; OZAWA, K.; KONDO, H.; ECHIGOYA, Y.; SHIBUYA, H.; SATO, Y.; SEHGAL, R. N. M. A fatal case of a captive snowy owl (*Bubo scandiacus*) with *Haemoproteus* infection in Japan. **Parasitology Research**, v.120, p.277-288, 2021.

YOUSSEFI, M. R.; RAHIMI, M. T. *Haemoproteus columbae* in *Columba livia domestica* of Three Areas in Iran in 2010. **Global Veterinary**, v.7, n.6, p.593-595, 2011.

ZHANG, L.; BROOKS, D. R.; CAUSEY, D. Two species of *Synhimantus* (*Dispharynx*) Railliet, Henry and Sisoff, 1912 (Nematoda: Acuarioidea: Acuariidae), in passerine birds from the area de conservacion guanacaste, Costa Rica. **Journal of Parasitology**, v.90, n.5, p.1133-1138, 2004.

Apêndices

Apêndice A – Fotomicrografias dos helmintos parasitos de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil

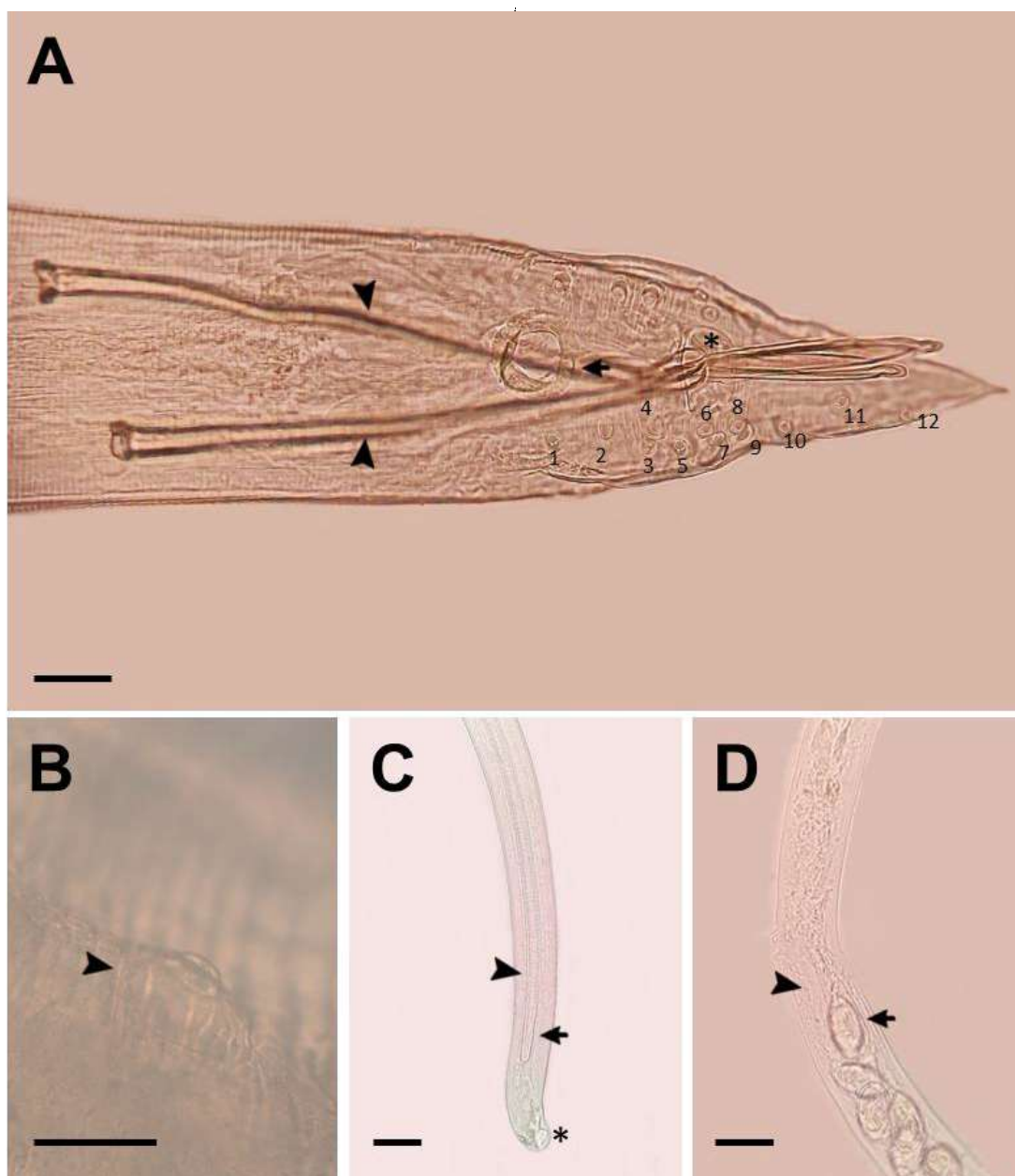


Figura 1 - Nematoides parasitos de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **A - B** – Vista ventral da extremidade posterior do macho de *Ascaridia columbae* (Gmelin, 1790) (Ascaridiidae), demonstrando os espículos (ponta de seta), ventosa pré-cloacal (seta), cloaca (asterisco) e os doze pares de papilas caudais (1-12) (barra = 177 μ m) (**A**), e em detalhe uma das papilas caudais (ponta de seta) (barra = 13 μ m) (**B**). **C - D** – Extremidade posterior do macho de *Baruscapillaria obsignata* (Madsen, 1945) (Capillariidae), detalhe da bainha não espinhosa (ponta de seta), do espículo (seta) e da pseudobursa (asterisco) (barra = 49 μ m) (**C**); porção da fêmea, demonstrando a vagina (ponta de seta) e ovos biopericulados (seta) (barra = 49 μ m) (**D**).

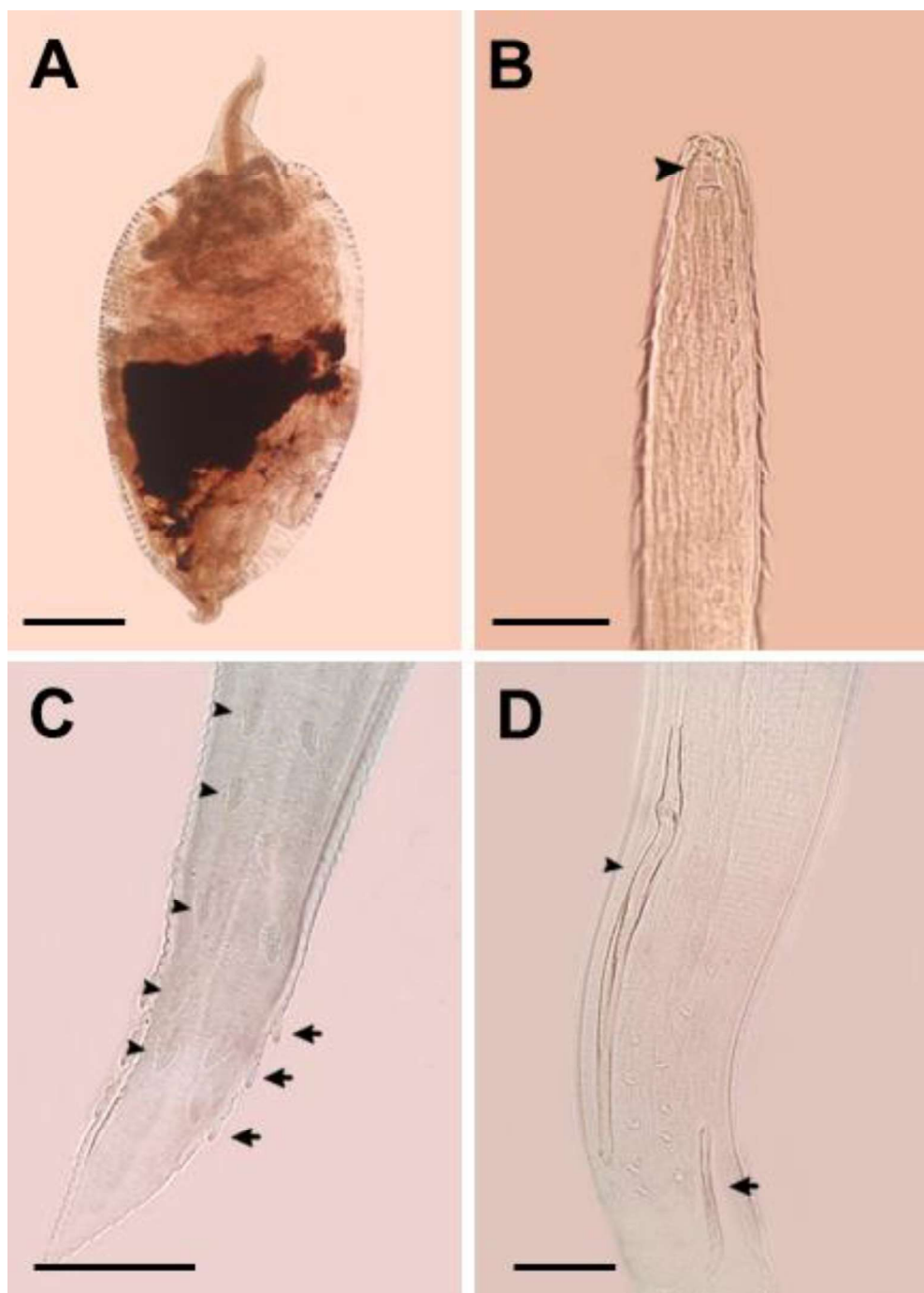


Figura 2 - *Tetrameres fissipina* (Diesing, 1860) (Tetrameridae) parasito do proventriculo de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **A** – Fêmea (barra = 580 μ m). **B** – Extremidade anterior do macho, em detalhe a cápsula bucal (ponta de seta) (barra = 63 μ m). **C** - **D** – Extremidade posterior do macho, em detalhes espinhos caudais ventrais (ponta de seta) e laterais (seta) (barra = 440 μ m) (**C**) e espículos desiguais (ponta de seta) (barra = 440 μ m) (**D**).

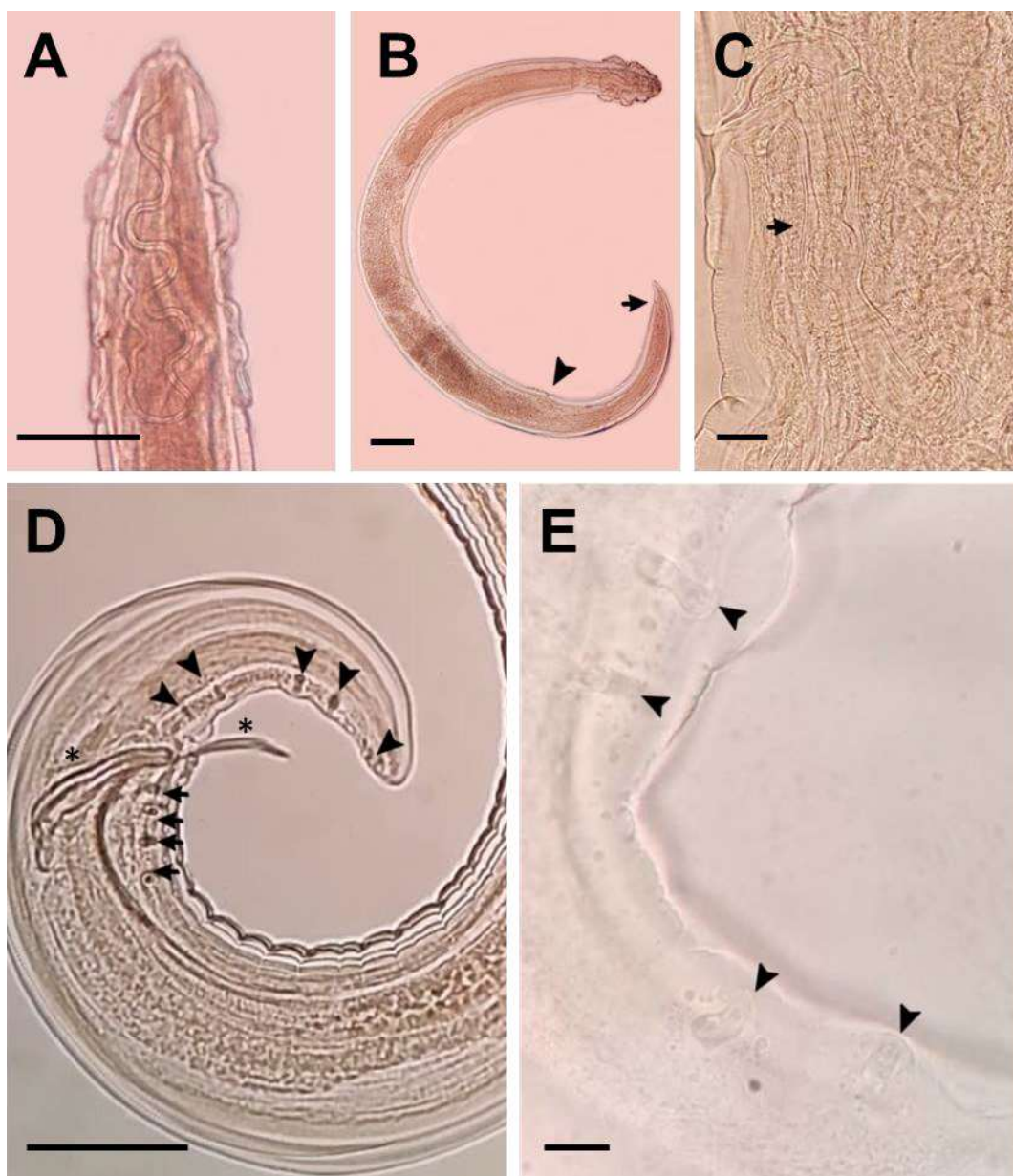


Figura 3 - *Dispharynx nasuta* (Rudolphi, 1819) (Acuariidae) parasito do proventrículo e moela de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **A** – Extremidade anterior do macho ou fêmea, demonstrando os cordões cefálicos (barra = 210µm). **B** – Fêmea, demonstrando a vulva (ponta de seta) e o ânus (seta) (barra = 63µm). **C** – Em detalhe o ovejeter na fêmea (seta) (barra = 80µm). **D** – Vista lateral da extremidade posterior do macho, demonstrando os quatro pares de papilas pré-cloacais (seta), cinco pares de papilas pós-cloacais (ponta de seta) e espículos desiguais (asterisco) (barra = 190µm). **E** – Em detalhe papilas pedunculadas (ponta de seta) (barra = 15µm).

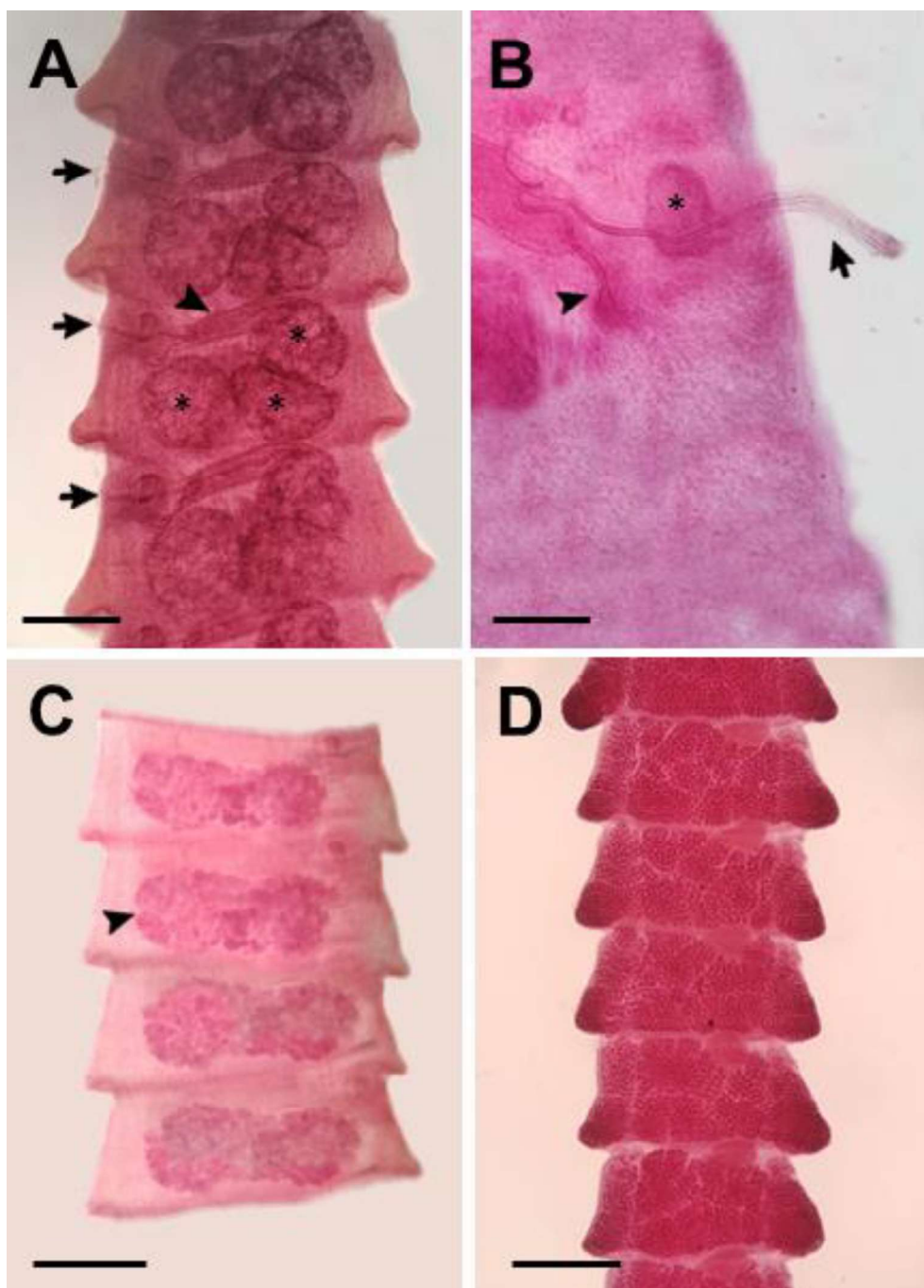


Figura 4 - *Sobolevicanthus columbae* (Zeder, 1800) (Hymenolepididae) parasito do intestino delgado de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **A** – Proglote madura, demonstrando os testículos (asteriscos), saco do cirro (ponta de seta) e os poros genitais unilaterais (setas) (barra = 230 μ m). **B** – Em detalhe vagina (ponta de seta), cirro (seta) e saco acessório (barra = 102 μ m). **C** – Proglotes grávidas com útero persistente (ponta de seta) (barra = 410 μ m). **D** – Proglotes grávidas repletas de ovos (barra = 440 μ m).

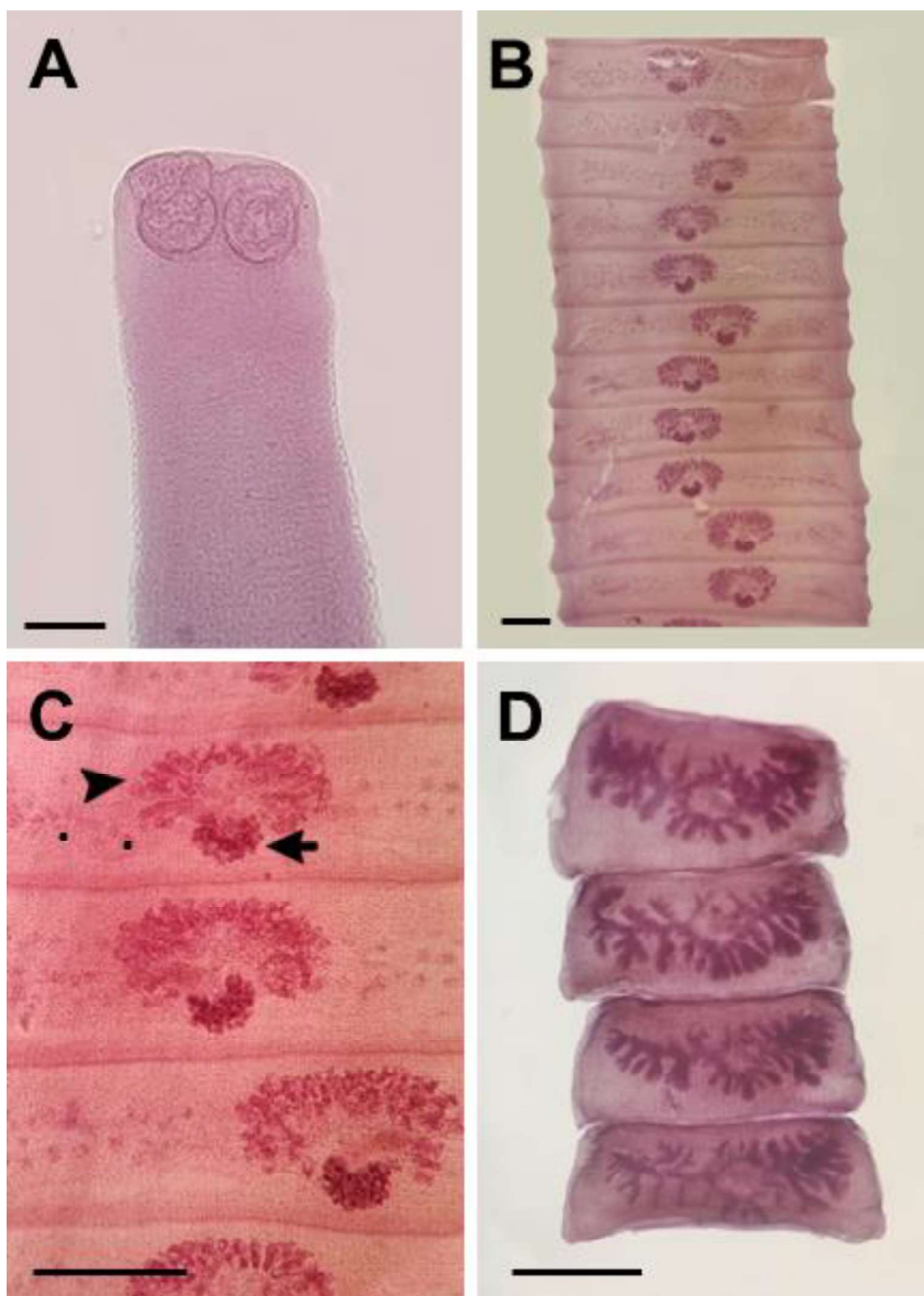


Figura 5 - *Killigrewia delafondi* (Railliet, 1892) (Anoplocephalidae) parasito do intestino delgado de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **A** – Escólex (barra = 89 μ m). **B** – Proglotes maduras (barra = 900 μ m). **C** – Proglotes maduras, em detalhe o ovário (ponta de seta), vitelária (seta) e testículos (asterisco) (barra = 900 μ m). **D** – Proglote grávida (barra = 1450 μ m).

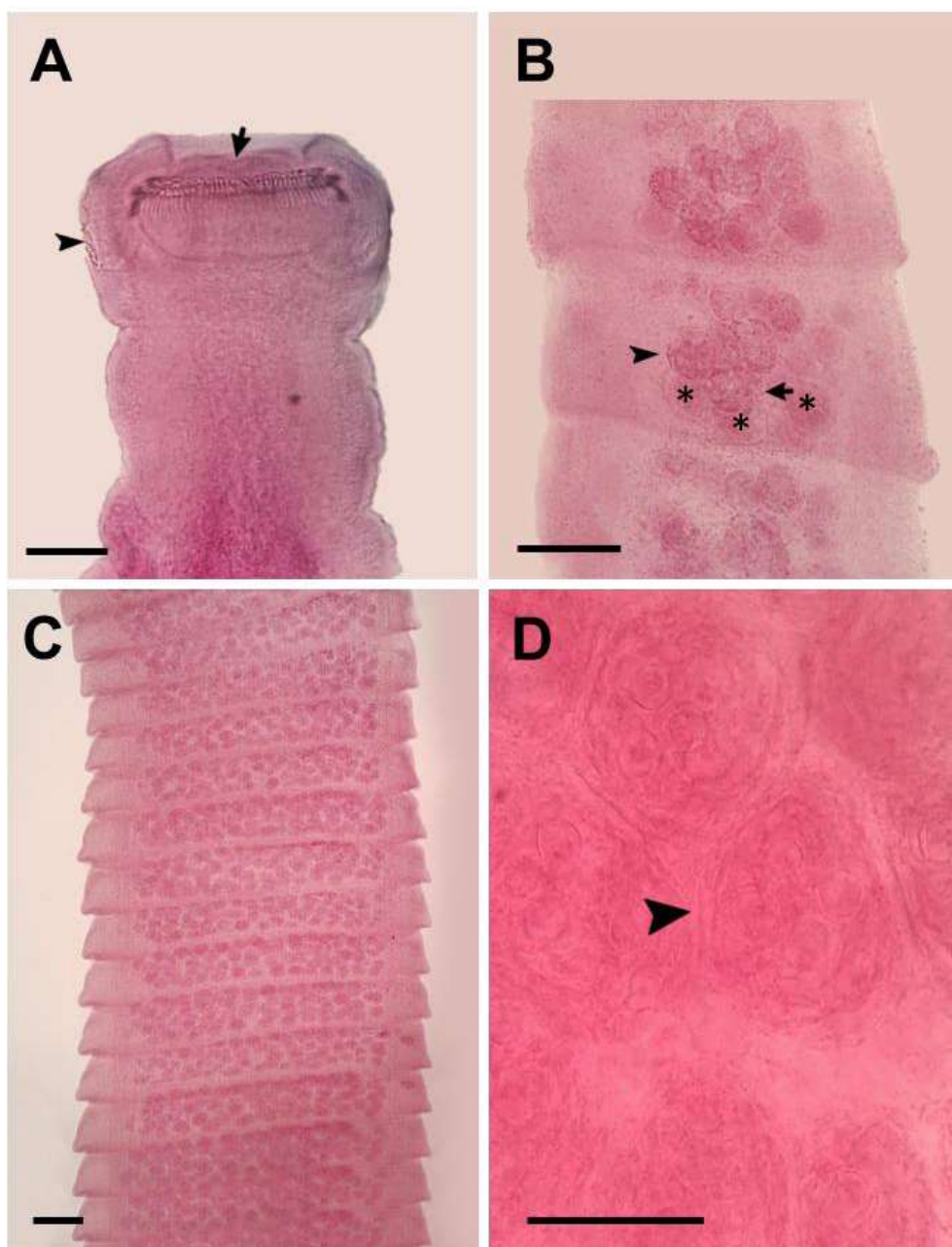


Figura 6 - *Raillietina allomyodes* Kotlan, 1921 (Davaineidae) parasito do intestino delgado de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **A** – Escólex, em detalhe rostelo (seta) e ventosas (ponta de seta) (barra = 60 μ m). **B** – Proglotes maduras (barra = 80 μ m), em detalhe o ovário (ponta de seta), vitelária (seta) e testículos (asteriscos) (barra = 900 μ m). **C** – Proglotes grávidas (barra = 280 μ m). **D** – Em detalhe cápsula repleta de ovos (barra = 116 μ m).

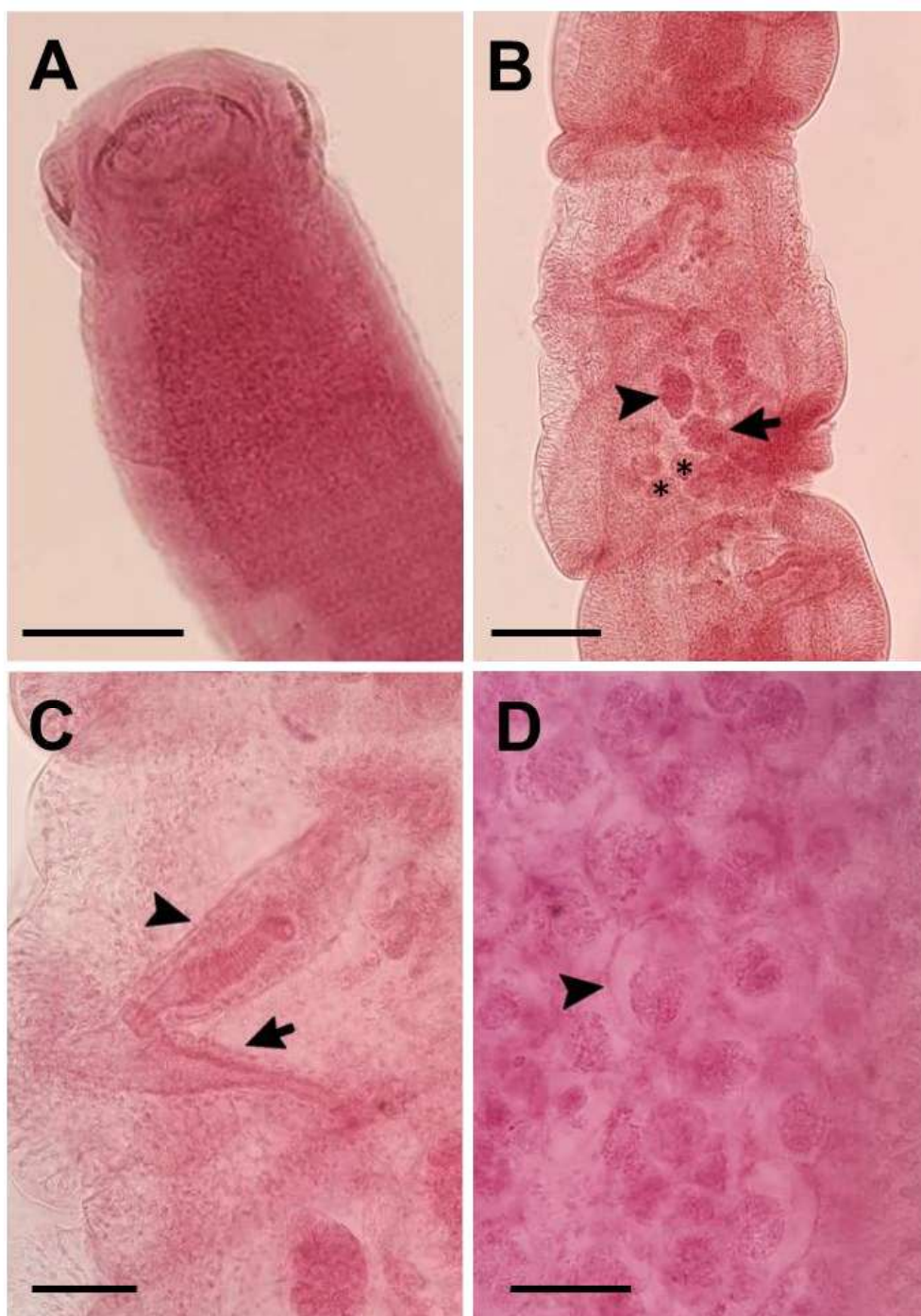


Figura 7 - *Skrjabinia bonini* (Megnin, 1899) (Davaineidae) parasito do intestino delgado de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **A** – Escólex do adulto (barra = 131 μ m). **B** – Proglote madura, demonstrando o ovário (ponta de seta), vitelária (seta) e os testículos (asterisco) (barra = 280 μ m). **C** – Detalhe saco do cirro (ponta de seta) e vagina (seta) (barra = 66 μ m). **D** – Proglote grávida, demonstrando em detalhe a cápsula ovígera (barra = 280 μ m).

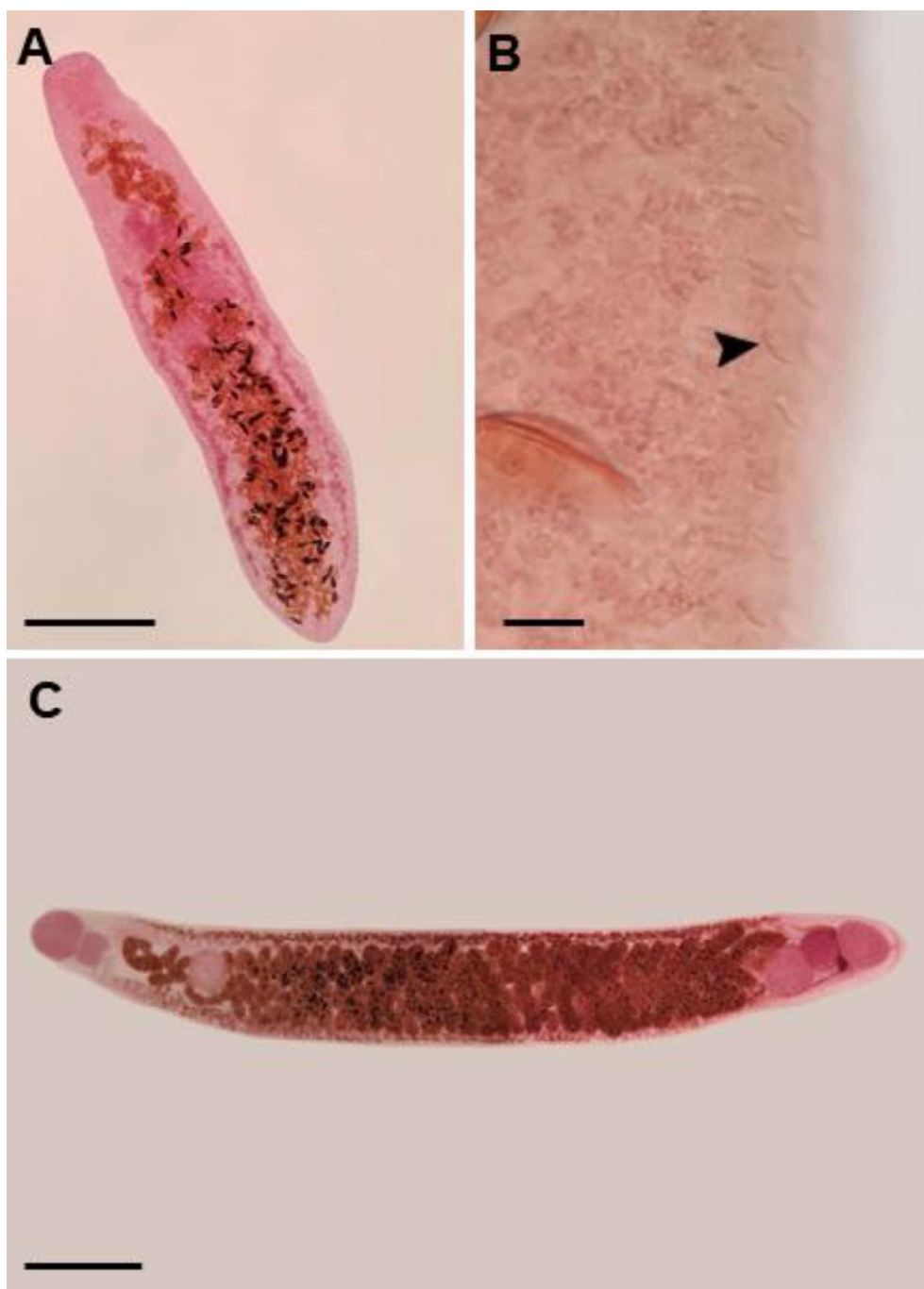


Figura 8 - Digenéticos parasitos de *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **A - B** – *Tanaisia inopina* Freitas, 1951 (Eucotylidae) parasito do rim (barra = 430 μ m), em detalhe as escamas no tegumento (barra = 13 μ m). **C** – *Brachylaima mazzantii* (Travassos, 1927) (Brachylaimidae) parasito do intestino delgado (barra = 600 μ m).

Anexos

Anexo A – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade



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: 61235-6	Data da Emissão: 27/04/2023 12:35:50	Data da Revalidação*: 01/12/2023
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: Carolina Caetano dos Santos	CPF: 029.070.440-52
Título do Projeto: Levantamento microbiológico e parasitológico em pombos (Columba livia) da cidade de Pelotas	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Pelotas	CNPJ: 92.242.080/0001-00

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Captura e coleta de amostras	11/2017	02/2019
2	Análise dos dados	11/2017	02/2019
3	Análise histopatológica	11/2017	02/2019
4	Cultivo in vitro	11/2017	02/2019
5	Análise de dados	07/2019	02/2022
6	Processamento de amostras	07/2019	02/2022
7	Coleta de espécimes	07/2019	02/2022
8	Captura e coleta de espécimes	04/2022	05/2023
9	Processamento da amostra e análise dos dados	03/2022	05/2023

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Nara Amélia da Rosa Farias	Coordenadora do Projeto	259.252.370-72	Brasileira
2	Paulo Roberto Silveira dos Santos	Captura e coleta de amostras	200.226.540-20	Brasileira
3	Sara Patron da Motta	Captura e coleta de amostras/ Processamento	023.997.610-06	Brasileira
4	Bruna Baccega	Captura e coleta de amostras/ Processamento	018.614.110-65	Brasileira
5	Luciana Siqueira Silveira dos Santos	Captura e coleta de amostras	007.495.820-81	Brasileira
6	Hugo Leonardo da Cunha Amaral	Captura e coleta de amostras	006.342.680-31	Brasileira
7	Carolina dos Santos Bermann	Coleta de espécimes e processamento de amostras	035.252.240-28	Brasileira
8	Kimberly Tuane da Silveira Teixeira	Coleta de espécimes e processamento de amostras	022.408.290-60	Brasileira
9	Ariane real Lansini	Coleta de espécimes e processamento de amostras	030.949.210-60	Brasileira
10	Tainá Ança Evaristo Mendes Cardoso	Coleta de espécimes e processamento de amostras	036.461.990-24	Brasileira
11	Daniela Isabel Brayer Pereira	Coleta de espécimes e processamento de amostras	571.019.730-00	Brasileira
12	Natália Soares Martins	Coleta de espécimes e processamento de amostras	030.889.700-54	Brasileira
13	MARJORIE DE GIACOMETI	Coleta de espécimes e processamento de amostras	086.532.079-96	Brasileira
14	ALEXIA BRAUNER DE MELLO	Coleta de espécimes e processamento de amostras	037.409.540-69	Brasileira

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. 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).

Código de autenticação: 0612350620230427

Página 1/5



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: 61235-6	Data da Emissão: 27/04/2023 12:35:50	Data da Revalidação*: 01/12/2023
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: Carolina Caetano dos Santos	CPF: 029.070.440-52
Título do Projeto: Levantamento microbiológico e parasitológico em pombos (Columba livia) da cidade de Pelotas	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Pelotas	CNPJ: 92.242.080/0001-00

Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, possessor ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Deve-se observar as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	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.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, 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.
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 www.mma.gov.br/cgen .
8	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.
9	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, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	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 infraestrutura da unidade.
11	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.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. 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).

Código de autenticação: 0612350620230427

Página 2/5



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: 61235-6	Data da Emissão: 27/04/2023 12:35:50	Data da Revalidação*: 01/12/2023
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: Carolina Caetano dos Santos	CPF: 029.070.440-52
Título do Projeto: Levantamento microbiológico e parasitológico em pombos (Columba livia) da cidade de Pelotas	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Pelotas	CNPJ: 92.242.080/0001-00

Outras ressalvas

1	1. A proporção máxima de redes de neblina é dez redes por pesquisador com experiência no método. O intervalo máximo de revisão de redes deve ser de 20 minutos se a captura ocorrer em local ensolarado e de 45 minutos se ocorrer em local sombreado. 2. Esta autorização não exige seu titular da necessidade de atender ao disposto na Instrução Normativa Ibama nº 07/2021, que regulamenta o Sistema Nacional de Anilhamento de Aves Silvestres. É obrigatório ao pesquisador portar autorização de anilhamento durante as expedições de campo que envolvam essa atividade. 3. É obrigatório o conhecimento e aplicação das recomendações existentes no Manual de Anilhamento de Aves Silvestres, disponível no site do CEMAVE.	CEMAVE Cabedelo-PB
---	--	--------------------

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Zona rural	Pelotas-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
2	Regiões urbanas de Pelotas	Pelotas-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Fora de UC Federal
2	Captura de animais silvestres in situ	Fora de UC Federal
3	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Atividades ex-situ (fora da natureza)
4	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Columba livia	-
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Columba livia	100
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Columba livia	-
4	Captura de animais silvestres in situ	Columba livia	-

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

A quantidade significa: por espécie X localidade X ano.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. 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).

Código de autenticação: 0612350620230427

Página 3/5



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: 61235-6	Data da Emissão: 27/04/2023 12:35:50	Data da Revalidação*: 01/12/2023
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: Carolina Caetano dos Santos	CPF: 029.070.440-52
Título do Projeto: Levantamento microbiológico e parasitológico em pombos (Columba livia) da cidade de Pelotas	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Pelotas	CNPJ: 92.242.080/0001-00

Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Aves)	Fragmento de tecido/órgão, Outras amostras biológicas (secreção oral), Sangue, Fezes, Ectoparasita
2	Método de captura/coleta (Aves)	Rede de neblina, Outros métodos de captura/coleta (Coleta manual em ninhos e tarrafa), Puçá
3	Método de marcação (Aves)	Anilha

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	Universidade Federal de Pelotas	Laboratório
2	Universidade Federal de Pelotas	Laboratório

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. 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).

Código de autenticação: 0612350620230427

Página 4/5

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Número: 61235-6	Data da Emissão: 27/04/2023 12:35:50	Data da Revalidação*: 01/12/2023
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.		

Nome: Carolina Caetano dos Santos	CPF: 029.070.440-52
Título do Projeto: Levantamento microbiológico e parasitológico em pombos (<i>Columba livia</i>) da cidade de Pelotas	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Pelotas	CNPJ: 92.242.080/0001-00

De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2014, 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).

[illegible]

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. 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).

Página 5/5

Anexo B – Certificado Comissão de Ética e Experimentação Animal da UFPel

17/05/2018

SEI/UFPel - 0143750 - Parecer



PARECER Nº
PROCESSO Nº
INTERESSADO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
60/2018/CEEA/REITORIA
23110.012860/2018-81
NARA AMELIA DA ROSA FARIAS

Pelotas, 15 de maio de 2018

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada “Fauna parasitária de *Columba livia* (GMELIN, 1789) (Aves: Columbidae) capturados no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil” registrada com o nº 23110.012860/2018-81, sob a responsabilidade de Nara Amélia da Rosa Farias - que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e recebeu parecer FAVORÁVEL a sua execução pela Comissão de Ética em Experimentação Animal, em reunião de 07/05/2018.

Finalidade	(X) Pesquisa () Ensino
Vigência da autorização	15/05/2018 a 31/03/2020
Espécie/linhagem/raça	<i>Columba livia</i>
Nº de animais	384
Idade	Jovens e Adultos
Sexo	Machos e Fêmeas
Origem	Praças públicas e prédios públicos e privados da área urbana de Pelotas/RS
Nº Sisbio	61235-1
Método de captura	Adultos serão capturados com auxílio de rede de neblina, enquanto que os jovens serão capturados manualmente dos ninhos

Anexo C - Planilha de coleta

Laboratório de Parasitologia	
FORMULÁRIO PARA NECROPSIA DE AVES:	
Espécie/nome popular: _____	SIGLA/ NÚMERO: _____
Data do óbito: __ / __ / __	Data da Necropsia: __ / __ / __
Local de coleta: _____	
NURFS-CETAS () nº _____	
Captura com: _____	
Responsável pela necropsia: _____	
MORFOMETRIA:	
Comprimento total da ave (cm ou mm): _____	Envergadura (cm ou mm): _____
Comprimento total do bico (cm ou mm): _____	Comprimento narina-ponta bico (cm ou mm): _____
Largura bico (cm ou mm): _____	Altura do bico (cm ou mm): _____
Comprimento tarso (cm ou mm): _____	Peso (gramas): _____
Armazenagem: Não () Refrigerador: () Congelador: ()	
Sexo: Macho () Fêmea () Juvenil () Adulto ()	
AMOSTRAS COLETADAS:	
Tecido para Protozoários (Bio mol): () sim () não	Qtidade: _____ amostras
Obs: _____	
Ectoparasitos (Bio mol): () sim () não	Qtidade: _____ amostras
Obs: _____	
Helminthos (Bio mol): () sim () não	Qtidade: _____ amostras
Obs: _____	
Sangue : () sim () não	Qtidade: _____ amostras
Obs: _____	
Tecido (outros fins) () sim () não	Qtidade: _____ amostras
Obs: _____	
Outras observações: _____	

Espécie: _____		SIGLA/ NÚMERO: _____	
ARTRÓPODES:			
Ácaros de pena: () positivo () negativo	Qtidade: _____		
Carrapatos: () positivo () negativo	Qtidade: _____		
Piolhos: () positivo () negativo	Qtidade: _____		
Dípteros: () positivo () negativo	Qtidade: _____		
Outros: _____			
ENDOPARASITOS:			
Ácaros nasais: () positivo () negativo	Qtidade: _____		
Cérebro:	Globo ocular:		
Cavidade oral:	Coração:		
Traqueia:	Sacos aéreos:		
Pulmões/Brônquios:			
Esôfago/Papo:	Bolsa de Fabricius:		
Proventrículo:	Intestino delgado:		
Moela:			
Cecos:	Intestino grosso:		
Pâncreas:	Baço:		
Fígado:	Vesícula biliar:		
Rins/ureteres/veias renais:			
Sist. genital:	Cloaca:		
Cavidade abdominal:			
Observações: _____			

Anexo D – Aceite do artigo na Revista de Ciências Médicas e Biológicas

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Revista de Ciências Médicas e Biológicas

Ilmo(a). Sr(a)

25/09/2023

Carolina Caetano dos Santos

Prezado Sr(a).

Após avaliação dos consultores da revista de ciências médicas e biológicas, [ISSN (online): 2236-5222] a direção tem a satisfação de comunicar, oficialmente, que o artigo da sua autoria intitulado **"Impacts of seasons on intestinal helminthiasis in *Columba livia* (Columbiformes: Columbidae) in southern Brazil"** foi, preliminarmente, aprovado e indicado para publicação no mencionado periódico.

A fim de assegurar a qualidade escrita do idioma estrangeiro, todos os artigos escritos em língua inglesa e aqueles em língua portuguesa contendo *abstracts*, deverão ter confrontadas as versões elaboradas pelos autores com as versões redigidas por tradutores credenciados pela Revista, conforme determinação da Direção.

Para tanto as versões deverão ser submetidas ao tradutor Marcelo Araújo através do e-mail **marcelo_barral@hotmail.com**, que de imediato informará ao autor o valor dos serviços de tradução a serem pagos diretamente ao mesmo em reais.

Uma vez elaborada **versão para o inglês britânico**, o tradutor encaminhará o texto final para o e-mail da Revista: **revistacmb@gmail.com**, aos cuidados da Bibliotecária Keite Birne de Lira.

O pagamento dos serviços prestados pelo tradutor deverá ser feito diretamente pelo autor do artigo através de transferência bancária. Para tanto, seguem os dados:

Nome: **Marcelo Araújo**
Banco: **Banco do Brasil**
Agência: **3457-6**
Conta bancária: **11224-0**

Solicito brevidade nos citados procedimentos para evitar atraso na publicação.

Atenciosamente.



Pela Direção da Revista de Ciências Médicas e Biológicas