

**UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO**  
**MESTRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**Detecção de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em pombos  
(*Columba livia*) de vida livre das regiões Sudeste e Sul do  
Brasil.**

**Lívia Mendes Miranda**

**São Paulo**

**2022**

**UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO**  
**MESTRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**Detecção de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em pombos  
(*Columba livia*) de vida livre das regiões Sudeste e Sul do  
Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Universidade Santo Amaro – UNISA como requisito final para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Herbert Sousa Soares

**Lívia Mendes Miranda**

**São Paulo**

**2022**

## **PARECER PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PROJETO DE PESQUISA**

**Protocolo CEP 203/2021**

A Comissão de Pesquisa da Universidade Santo Amaro, após análise, aprovou o projeto:

**“ Detecção de anticorpos anti-Toxoplasma gondii em pombos (Columba livia) de vida livre das regiões Sudeste e Sul do Brasil”**, do (a) Pesquisador (a) Prof.(a) Herbert Sousa Soares e acadêmico(a) Livia Mendes Miranda.

Esta autorização da Comissão de Pesquisa não substitui e/ou dispensa a obrigatoriedade de análise ética, quando pertinente. Desse modo, os projetos envolvendo seres humanos devem ser analisados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa - UNISA antes de seu início, bem como os projetos que farão uso de modelo animal devem ser analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – UNISA.

Vale ressaltar que o pesquisador se compromete a entregar relatório de atividade no final.

Caso o relatório não seja entregue, o pesquisador será submetido às sanções previstas nas Normas para Atividades de Pesquisa e Regimento Geral da UNISA.

Atenciosamente,

São Paulo, 14 de setembro de 2021.

  
Prof. Dra. Ana Paula Ribeiro  
Coordenação de Pesquisa  
Universidade Santo Amaro – UNISA

**Lívia Mendes Miranda**

**Detecção de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em pombos (*Columba livia*) de vida livre das regiões Sudeste e Sul do Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade– Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Herbert Sousa Soares

São Paulo, 27 de janeiro de 2022.

**Banca examinadora:**

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Herbert Sousa Soares  
Orientador  
Universidade Santo Amaro

---

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup>. Andrea Pereira da Costa  
Universidade Estadual do Maranhão

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Arlei Marcili  
Universidade Santo Amaro

Conceito Final: \_\_\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia.

Um trabalho de mestrado é uma longa viagem, que inclui uma trajetória permeada por inúmeros desafios, tristezas, incertezas, alegrias e muitos percalços pelo caminho, mas apesar do processo solitário a que qualquer investigador está destinado, reúne contributos de várias pessoas, indispensáveis para encontrar o melhor rumo em cada momento da caminhada. Trilhar este caminho só foi possível com o apoio, energia e força de várias pessoas, a quem dedico especialmente este projeto de vida.

Especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Herbert Sousa Soares, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho e em todos aqueles que realizei durante os seminários do mestrado. Muito obrigada por me ter corrigido quando necessário sem nunca me desmotivar, que sempre acreditou em mim, agradeço a orientação exemplar pautada por um elevado e rigoroso nível científico, um interesse permanente, uma visão crítica e oportuna, um empenho inexcedível e saudavelmente exigente, os quais contribuíram para enriquecer, com grande dedicação, passo por passo, todas as etapas subjacentes ao trabalho realizado.

À minha amiga de sempre, Tania Regina de Carvalho, agradeço o apoio e motivação incondicional que ajudou a tornar este trabalho uma válida e agradável experiência de aprendizagem.

Agradeço a todos os funcionários da instituição, que foram sempre prestativos e atenciosos.

Ao Prof. Dr. Osimar Sanches (*in memoriam*), por me impulsionar na patologia clínica e medicina legal, agradeço a confiança que em mim depositou e todo apoio.

À minha mãe, Eliana Mendes do Nascimento Miranda, obrigada por ser meu braço direito sempre, sem você eu perco o chão, mulher de fibra e de um

coração gigante, meu exemplo de vida, obrigada por sempre lutar por nós, agradeço sempre, pelos conselhos preciosos, pela elevada competência, total disponibilidade e encorajamento naqueles momentos cruciais desta difícil jornada, bem como pela leitura crítica e atenta das versões preliminares da tese, contribuindo para o seu aperfeiçoamento, estou também especialmente grata, te amo.

Ao meu pai deixo um agradecimento especial, que nunca mediu esforços para me ensinar o caminho do bem, e sempre me apoiou me em todas as etapas da minha vida. Sem você, eu não chegaria até aqui. Muito obrigada por tudo! O amor que sinto por você é incondicional. Agradeço também por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, abnegação, compreensão e perdão que vocês me dão a cada novo dia. Sinto-me orgulhosa e privilegiada por ter pais tão especiais.

E ao meu irmão Vítor por sempre prontamente me apoiar em tudo nesta vida.

Ao meu noivo, Daniel Altwegg, pelo amor, partilha, companheirismo e apoio incondicional, agradeço a enorme compreensão, generosidade e alegria com que me brindou constantemente, contribuindo para chegar ao fim deste percurso e todo estímulo nesta caminhada.

Por fim, o meu profundo e sentido agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente.

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

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

**Leonardo da Vinci**

## RESUMO

A toxoplasmose é uma zoonose de distribuição mundial, causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii*, parasito coccídeo intracelular obrigatório, que infecta animais homeotérmicos incluindo aves e mamíferos domésticos e silvestres. Os pombos (*Columba livia*) são bastante comuns em áreas urbanas, proliferando de tal modo que em algumas cidades se tornaram animais sinantrópicos, causando problemas ambientais e de saúde pública, devido a competição por alimento com aves nativas e pela possibilidade de albergar e/ou transmitir diversos patógenos. As aves têm grande importância no ciclo biológico do *T. gondii* e na epidemiologia da doença, pois seus tecidos representam importantes fontes de infecção na alimentação de mamíferos e humanos. O presente estudo teve como objetivo determinar a ocorrência de anticorpos anti-*T. gondii* em pombos domésticos de vida livre das regiões Sudeste e Sul do Brasil. A detecção de anticorpos anti-*T. gondii* foi realizada pelo Teste de Aglutinação Modificado (MAT $\geq$ 5). Foram colhidas amostras de sangue de 417 pombos (*C. livia*) das regiões Sudeste (São Paulo capital, Tatuí-SP e Jaboticabal-SP) e Sul (Guarapuava-PR) do Brasil. Os soros obtidos foram acondicionados em microtubos e conservados a -20°C até o processamento. Das 417 amostras de soro analisadas 9 (2,1%) foram positivas para a presença de anticorpos anti-*T. gondii*, sendo que os títulos variaram entre 10 e 10240, maiores encontrados em três aves: duas em Tatuí, no estado de São Paulo e outra em Guarapuava, no Paraná. A ocorrência de anticorpos anti-*T. gondii* em pombos (*C. livia*) de vida livre dos municípios estudados é baixa, contudo a ausência de anticorpos não exclui a possibilidade das aves serem infectadas, pois os anticorpos podem não ser detectáveis dependendo período pós-infecção.

**Palavras-chave:** Ave; Coccídeo, Toxoplasmose; Zoonose.

## ABSTRACT

Toxoplasmosis is a zoonosis of worldwide distribution, caused by the protozoan *Toxoplasma gondii*, an obligate intracellular coccidian parasite, which infects homeothermic animals including domestic and wild birds and mammals. Pigeons (*Columba livia*) are quite common in urban areas, proliferating in such a way that in some cities they have become synanthropic animals, causing environmental and public health problems, due to competition for food with native birds and the possibility of housing and/or transmit various pathogens. Birds are of great importance in the biological cycle of *T. gondii* and in the epidemiology of the disease, as their tissues represent important sources of infection in the diet of felids and humans. The present study aimed to determine the occurrence of anti-*T. gondii* in free-ranging domestic pigeons from the Southeast and South regions of Brazil. The detection of anti-*T. gondii* was performed by the Modified Agglutination Test (MAT $\geq$ 5). Blood samples were collected from 417 pigeons (*C. livia*) from the Southeast (São Paulo capital, Tatuí-SP and Jaboticabal-SP) and South (Guarapuava-PR) regions of Brazil. The obtained sera were placed in microtubes and stored at -20°C until processing. Of the 417 serum samples analyzed, 9 (2.1%) were positive for the presence of anti-*T. gondii*. Antibody titers ranged from 10 to 10240, with the highest titers found in three birds: two in Tatuí, in the state of São Paulo and another in Guarapuava, in Paraná. The occurrence of anti-*T. gondii* in free-ranging pigeons (*C. livia*) in the studied municipalities is low, however the absence of antibodies does not exclude the possibility of the birds being infected, as antibodies may not be detectable depending on the post-infection period.

**Keywords:** Bird; Coccidia; Toxoplasmosis; Zoonosis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica das áreas de captura e colheita de amostras de pombos (*C. livia*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil ..... p. 35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de amostras de soro de pombos (*C. livia*) obtidos por estado e municípios ..... p. 34

Tabela 2. Número de amostras de soro de pombos (*C. livia*) positivas por localidade e título de anticorpos anti-*T. gondii* ..... p. 35

## LISTA DE ABREVIATURAS

Cl	Cloro
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Ácido Bórico
IH	Teste Hemaglutinação Indireta
IgM	Imunoglobulina M
IgG	Imunoglobulina G
MAT	Teste de Aglutinação Modificado
µL	Microlitro
LAT	Teste de Aglutinação em Látex
NaN <sub>3</sub>	Azida de Sódio
PCR	Reação em Cadeia pela Polimerase
RFLP	Polimorfismo de comprimento de Fragmentos de Restrição
RIFI	Reação de Imunofluorescência Indireta

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 Columbiformes .....	17
2.2 <i>Toxoplasma gondii</i> .....	20
3 JUSTIFICATIVA .....	26
4 OBJETIVO .....	27
5 MATERIAIS E MÉTODOS .....	28
5.1 Aspectos Éticos .....	28
5.2 Área de estudo e origem das amostras .....	28
5.3 Detecção de anticorpos anti- <i>T. gondii</i> .....	29
6 RESULTADOS .....	31
7 DISCUSSÃO .....	32
8 CONCLUSÃO .....	35
REFERÊNCIAS .....	36
ANEXO A – TERMO DE DOAÇÃO	

## 1. INTRODUÇÃO

*Toxoplasma gondii* é um parasita intracelular obrigatório de distribuição mundial e grande potencial zoonótico, que pode causar infecções em animais endotérmicos, incluindo o homem. Pertence ao Filo Apicomplexa, Classe Sporozoa, Subclasse Coccidiasina, Ordem Eimeriorina, Subordem Eimeriina, Família Toxoplasmatidae, Gênero *Toxoplasma* (DUBEY, 2010).

Descoberto no ano de 1908 por Nicolle e Manceaux (1969) em um roedor na África e, simultaneamente por Splendore (1908) no Brasil, o parasita recebeu este nome devido à sua morfologia “táxon” = arco, “plasma” = forma e “gondii” em homenagem ao roedor *Ctenodactylus gundi*, onde foi encontrado (PRADO et al., 2021). O nome correto do parasita deveria ser *Toxoplasma gundii*, entretanto, Nicolle e Manceaux identificaram erroneamente o hospedeiro como *Ctenodactylus gondi* (DUBEY, 2010).

*T. gondii* desenvolve-se em um ciclo heteroxênico, ou seja, com a participação de mais de um hospedeiro (VILELA et al., 2011). Apenas os felídeos são hospedeiros definitivos, enquanto mamíferos e aves, incluindo o homem, são hospedeiros intermediários. A infecção ocorre principalmente por ingestão de bradizoítos em cistos teciduais, presentes em carne crua, ou pela ingestão de oocistos esporulados na água ou alimentos (TOXOPLASMOSIS, 2017). Dentro do hospedeiro definitivo o parasita se multiplica de forma sexuada (gametogonia) no epitélio intestinal, produzindo oocistos que posteriormente serão eliminados nas fezes. E ainda, de forma assexuada, por endodiogonia (formação de duas ou mais células filhas por brotamento) (PRADO et al., 2021).

Os felídeos podem eliminar grande quantidade de oocistos no ambiente pelas fezes (ZULPO et al., 2018), tendo como consequência o aumento da contaminação ambiental. Segundo Langoni (2006), dependendo das condições ambientais (temperatura, umidade e oferta de oxigênio), os oocistos podem esporular dentro de um a cinco dias, dando origem aos oocistos esporulados (esporozoítos), forma infectante. Podem permanecer viáveis no solo por mais de

doze meses em local sombreado e úmido (DUBEY et al., 2002).

Nos hospedeiros intermediários acontece apenas a reprodução assexuada, sendo possível encontrar cistos com bradizoítos em diferentes órgãos, caracterizando a forma crônica da doença, e taquizoítos no sangue e líquidos corporais, comumente encontrados na fase aguda da infecção (CLIMENI; MONTEIRO; NEVES, 2009). A transmissão pode ocorrer pela ingestão de oocistos infectantes no solo, água e alimentos, ingestão de cistos contendo bradizoítos (carnivorismo) e, congenitamente, pela transmissão transplacentária de taquizoítos (WEISS; DUBEY, 2009; DUBEY, 2010).

As aves são hospedeiros intermediários importantes para *T. gondii*, pois servem como fonte de infecção para felídeos, que eliminam oocistos após a ingestão de tecidos infectados. Muitas espécies de aves buscam alimento no solo e podem se infectar pela ingestão oocistos durante o forrageamento, água contaminada, assim como ingerindo pequenos insetos que podem atuar como hospedeiros de transporte (LINDSAY; DUBEY; BLAGBURN, 1991). Estudos sorológicos para detecção da infecção por *T. gondii* em aves, têm demonstrado um comportamento distinto entre diferentes espécies, com algumas altamente susceptíveis à infecção e quadro clínico severo e outras espécies resistentes (DUBEY, 2002).

Os pombos domésticos, *Columba livia* Gmelin, 1789 (Columbidae) representam uma espécie numerosa, distribuída em todo o mundo, sendo encontrados em regiões de clima temperado e tropical (FRISH, 1981). Os pombos são aves classificadas no gênero *Columba* que conta com mais de 50 espécies distribuídas no mundo todo, apresentando ampla variação de cor de plumagem, tamanho e hábitos (POTENZA, 2014). Esta espécie é originária da Eurásia e África, sendo domesticada há milhões de anos pelo homem (HÖLFING & CAMARGO, 1996), formando cerca de 140 raças (SICK, 1997).

No Brasil, os pombos foram trazidos em sua colonização como animais de estimação e pombos correio em meados do século XVI onde se tornaram pragas urbanas pelo constante aumento populacional (AGUIAR; LUCIANO, 2011; BENCKE, 2007). Por viverem em ambiente urbanos sua expectativa de vida é

reduzida quando comparada em vida livre no ambiente natural, podendo chegar até quinze anos (FUJITA, 2010). Esse aumento na população de pombos acarreta tribulação, em razão de seus ninhos conglomerarem resíduos e serem fétidos. Além das fezes e penas acarretam prejuízo em tubulações e calhas de água (BECK, 2003; FUJITA, 2010).

Pela capacidade de adaptação e proximidade com seres humanos, apesar de serem consideradas sinantrópicas, em muitas culturas se tornaram o símbolo da paz por conta do cunho religioso da pomba branca. Essa aproximação fez com que os humanos se afeioassem a esses animais, dando-lhes alimento e favorecendo ainda mais a reprodução desordenada da espécie (POTENZA, 2014).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Columbiformes

A ordem Columbiformes é constituída por aproximadamente 300 espécies, que estão agrupadas, em uma única família denominada Columbidae. Esta, se divide em cinco subfamílias. As duas maiores denominadas de Columbinae e Tretonine, com 181 e 121 espécies, respectivamente, sendo as três subfamílias restantes bem menores: Gourinae com três espécies, Otidiphabinae e Didunculinae, ambas com uma única espécie. Com ocorrência predominante na América do Sul, existem cerca de 50 espécies de columbídeos pertencentes a nove gêneros, entre eles: *Patagioenas* com 14 espécies, *Columbina* e *Leptoila* com oito espécies; *Geotryon* com sete espécies; *Zenaida* e *Metriopelia*, ambas com quatro espécies; *Clavis* com três espécies e *Uropelia* e *Columba*, ambas com uma espécie (CUBAS, 2006).

Segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2020), no Brasil ocorrem oito dos nove gêneros descritos na América do Sul, totalizando 22 espécies. Apenas do gênero *Metriopelia* não ocorre no Brasil. Em relação a uma espécie, *Geotryon saphirina*, os especialistas ainda têm opiniões diferentes quanto a sua classificação definitiva, se faz parte da fauna brasileira ou não.

Das 95 espécies de pombos que correm risco de extinção em todo mundo, 12 espécies encontram-se criticamente ameaçadas e 35, pouco ameaçadas. Onze espécies já foram extintas, tanto em vida livre como em cativeiro e apenas uma espécie está extinta na natureza. No Brasil, as espécies pararu-espelho (*Clavis godefrida*) e a rolinha-do-planalto (*Columbina cyanopis*) correm risco de extinção (ABDALLA, 2007).

Dentre espécies de pombas ameaçadas no mundo, 81% vivem em ilhas e vários fatores contribuem para uma maior ameaça dessas espécies, tais como pequenas áreas de vida disponíveis, onde frequentemente ocorre a redução do

*habitat* pela ação humana, ou ainda introdução de predadores e maior disputa com outras espécies por alimentos e locais de reprodução (CUBAS, 2006).

Os pombos são os representantes típicos dos pássaros voadores e apresentam espécies selvagens e domesticadas, exibindo a maioria dos caracteres peculiares aos pássaros e são geralmente muito numerosos formando bandos (POLEGATTO, 2015).

A ordem Columbiformes contém várias espécies de caça, mas pouco se sabe sobre o potencial zoonótico ou impactos populacionais de *T. gondii* nessas aves. As pombas de luto (*Zenaida macroura*), por exemplo, são as espécies de aves mais caçadas nos Estados Unidos (AMMAR et al., 2020), e os pombos (*Columba livia*) são altamente adaptáveis a vários ambientes, sendo considerados pragas urbanas (GODOI et al., 2010). A presença de *T. gondii* em aves Columbiformes é um fator preocupante para a saúde pública pois são predadas por felídeos, e, são utilizadas como alimento para humanos, sendo uma ameaça zoonótica se a carne mal passada for consumida e um fonte de infecção para animais predadores (AMMAR et al., 2021).

Os pombos-domésticos são cientificamente denominados como *C. livia domestica* e pertencem à Ordem Columbiformes. Existem outras espécies como o pombo-torcaz (*Columba palumbus*), a pomba-comum (*Columba oenas*), o pombo-papagaio (*Treron abyssinica*), o pombo-coroadado (*Coura* sp.) e o pombo-bico-de-dente (*Didunculus strigirostris*) (GOMEZ,2021).

Os pombos são vistos em quase todo o mundo, especialmente nas zonas tropicais e temperadas. Cerca de dez espécies de pombos são encontradas na Índia, são elas o pombo verde comum, *Treron phoenicoptera* (em toda a Índia), pombo verde de peito laranja, *Treron bicincta* (em toda a Índia, principalmente em florestas úmidas, perenes e decíduas), pombo Verde Pintailed, *Treron apicauda* (Himalaia Inferior) pombo verde de cauda em cunha, *Treron sphenura* (sopé do Himalaia), pombo verde de fronte cinza, *Treron pompadora* (sudoeste da Índia), Green Imperial Pigeon, *Ducula aenea* (N. E. Índia, partes orientais de Bihar e U. P., Orissa, A. P., Western Ghats, Andaman e Ilhas Nicobar), Pombo Imperial com dorso marrom, *Ducula badia* (Tamil Nadu, Kerala, Karnataka e Duars do Himalaia

Oriental), Purple wood Pigeon, *Columba punicea* (West Bengal, Orissa, M.P., Bihar e N. E. India), Nilgiri Wood Pigeon, *Columba elphinstonii* (Kerala a Bombaim), e Blue Rock Pigeon, *C. livia* (em toda a Índia). Os pombos da rocha azul (Blue Rock Pigeon) são encontrados no Paquistão, Bangladesh, Sri Lanka e Mianmar na Ásia e também na Europa e no Norte da África (ROSTAMI et al., 2021).

A espécie *C. livia* teve o início de sua criação pelos asiáticos e são descendentes do pombo-bravo do Mediterrâneo, sendo que esses pombos domésticos pertencem ao filo Chordata, classe Aves, ordem Columbiformes, família *Columbidae*, gênero *Columba*, espécie *C. livia* (KREWER, 2017). Sabe-se que originalmente esta espécie possui difícil determinação de localidade original por sua longa trajetória de domesticação, onde atualmente possuem distribuição vasta em todos os continentes com exceção da Antártida (SANTOS et al., 2020).

Tanto a forma selvagem quanto a domesticada exibem comportamento social voando em bandos e pousando juntos, sendo comum ver grupos inteiros voando em busca de comida e água (MARQUES, 2020).

Os pombos possuem íntimo contato com os seres humanos e essa proximidade pode representar risco à saúde pública, pois estes animais tanto domésticos quanto os silvestres são reservatórios de muitos agentes patogênicos (VÁZQUEZ et al., 2010). Diversas espécies de aves podem propagar patógenos em fontes de água potável e culturas agrícolas por meios das fezes contaminadas, podendo transmitir agentes patogênicos para o homem e outros animais (LILLEHAUG et al., 2005; ROCHA et al., 2015).

Levando em consideração outras espécies de aves, os pombos (*C. livia*) são a principal ameaça para a saúde pública por serem reservatório de pelo menos 70 diferentes micro-organismos patogênicos para os humanos (HAAG-WACKERNAGEL; MOCH, 2004), salientando a *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium (PEDERSEN et al., 2006), sendo responsável por surtos em vários países, como Irlanda (GORMAN; ADLEY, 2004), Noruega (REFSUM et al., 2002), Espanha (TIRADO et al., 2009), França (GALLAY et al., 2000), entre outros patógenos como *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Chlamydophila psittaci*,

*Cryptococcus neoformans* e *Cryptosporidium* spp. (RADFAR et al., 2012; CABALLERO et al., 2015; LI et al., 2015).

Essas aves possuem hábitos alimentares variados, como resíduos de alimentos produzidos pelo homem, sementes, frutas e grãos de produção agrícola, particularmente trigo, milho e soja (RANVAUD et al., 2001). Ingerem os grãos inteiros e armazenam no papo, onde será realizada a digestão (SICK, 1997).

Em consequência aos prejuízos econômicos causados pelos pombos são ditas pragas agrícolas, nos países sul-americanos (MURTON et al., 1974; DONATELLI, 2000). Em estados produtores de milho e trigo a população se torna maior, como por exemplo no Paraná (IBGE, 2020). Outra problemática nos centros urbanos é a grande oferta de alimento favorecendo o rápido aumento populacional (PADORI, 2009, 2011).

Os pombos são facilmente observados em bandos em áreas públicas das cidades, o que facilita a interação entre gatos e humanos, favorecendo a transmissão fecal-oral de *T. gondii* entre o hospedeiro definitivo e intermediário no ciclo urbano (MARQUES et al., 2020). E como presas de gatos, os pombos também podem contribuir para a disseminação ambiental do *T. gondii*. Suas migrações diárias são relativamente limitadas, na busca por alimento eles raramente cruzam distâncias acima de 1 km, refletindo a contaminação ambiental da área particular onde eles são capturados (ROSE et al., 2006).

## **2.2 *Toxoplasma gondii***

*Toxoplasma gondii* foi primeiramente descrito por Splendore (1908) em coelhos de laboratório no Brasil (São Paulo) e concomitante, por Nicole e Manceaux, (1908) que descreveram taquizoítos, do mesmo agente nos tecidos de *Ctenodactylus gundii*, um roedor africano, utilizado como animal de laboratório, no Instituto Pasteur da Tunísia. O nome deriva do grego no qual toxon = arco e plasma= forma, referindo-se ao formato em lua crescente do taquizoítos (DUBEY & BEATTIE, 1988).

O parasito pertence ao Filo Apicomplexa, Classe Sporozoa, Subclasse Coccídea, Ordem Eucoccidiia, Subordem Eimeriina, Família Sarcocystidae e Subfamília Toxoplasmatinae, Gênero *Toxoplasma gondii* (TENTER & JOHNSON, 1997).

A toxoplasmose é uma zoonose de distribuição mundial, causada pelo *T. gondii*, um parasito coccídeo intracelular obrigatório, que infecta a maioria dos animais homeotérmicos incluindo aves, animais domésticos e silvestres e o homem (REMINGTON et al., 1995).

Sendo assim se tornou de grande importância em saúde pública e, em condições normais, a infecção é crônica e leva à formação de cistos que podem se manter nos tecidos por longos períodos. Embora assintomática na maioria dos indivíduos, a primeira infecção em gestantes pode fazer com que o parasito atinja o feto e provoque lesões neurológicas severas nos recém-nascidos ou induzindo abortamentos, principalmente nas fases iniciais da gestação. Em indivíduos imunossuprimidos pode causar reativação de infecções latentes, levando a quadros clínicos severos e por vezes fatais. Nos animais de produção pode acarretar perdas econômicas importantes (TENTER et al., 2000).

Nos anos 70, foi determinado o ciclo biológico desse parasito pela descoberta dos estágios sexuais no intestino delgado dos felinos (FRENKEL et al., 1970). O ciclo é heterógeno facultativo. A fase sexuada de desenvolvimento ocorre no intestino delgado dos felídeos (domésticos e silvestres), hospedeiros definitivos do agente, o que resulta na formação de oocistos que são eliminados juntamente com as fezes contaminando o ambiente, porém nesses animais, podem ocorrer, paralela ou simultaneamente, a multiplicação extra intestinal assexuada (taquizoítos e bradizoítos) (LINDSAY et al., 1997).

Após a ingestão pelo hospedeiro, a parede externa de cistos e oocistos é rompida por degradação enzimática e as formas infectantes (taquizoítos e bradizoítos) são liberadas no lúmen intestinal, onde rapidamente invadem as células e se diferenciam em taquizoítos, que se multiplicam rapidamente e se dividem assexuadamente por endodiogenia (uma forma especializada de divisão assexuada na qual duas células-filhas são formadas dentro da célula-mãe) e podem

estar presentes em qualquer célula ou tecido e líquidos intersticiais, a presença de taquizoítos caracteriza a fase aguda de infecção e apresentam importância em saúde pública, pois são formas transmitidas verticalmente na gestação (DUBEY et al., 1994b).

Nos cistos teciduais ocorre a multiplicação lenta do *T. gondii* sob a forma de bradizoítos, que ocorrem na fase crônica da doença, também por endodiogenia, os cistos são envolvidos por uma parede e se formam no início da resposta imune do hospedeiro, sendo uma forma de proteção do parasito. São encontrados principalmente no cérebro, músculo cardíaco e esquelético, podendo acometer retina, nesses locais, o acesso de anticorpos é restrito a um pequeno número de células. Também podendo ser encontrados em outros órgãos e tecidos do hospedeiro, como fígado, pulmões, rins, sendo persistentes por longos períodos, provavelmente por toda vida do hospedeiro (TENTER et al., 2000).

As principais formas de transmissão de infecção são a transplacentária, ingestão de oocistos esporulados provenientes de fezes de gatos, contaminando alimentos e água, e pela ingestão de tecidos de animais contendo cistos infectantes. Em felídeos domésticos e silvestres, a via de infecção mais importante é o consumo de carne crua fornecida pelo tutor ou devido aos hábitos de caça dessa espécie. De acordo com alguns autores, em ambiente urbano vivem pequenos roedores e aves que são portadores da infecção crônica, e podem ser possíveis fontes de cistos de *T. gondii* para os felinos domésticos, por viverem próximo as residências facilitando assim a relação presa-predador (RUIZ; FRENKEL, 1980). Existem poucos estudos sobre a importância da transmissão horizontal do *T. gondii* entre as distintas espécies de hospedeiros, a importância dos reservatórios do parasito na natureza e do impacto epidemiológico de diferentes espécies causando infecção ou doença em humanos (TENTER, 2000).

Nos centros urbanos a infecção por *T. gondii* é associada a fatores socioculturais e hábitos alimentares, entretanto a manutenção do parasito na natureza envolve diversas espécies para que o ciclo possa se completar (GODOI et al., 2010).

O diagnóstico da infecção pelo *T. gondii*, rotineiramente, é realizado por meio

de testes sorológicos para detecção de anticorpos específicos. São vários os testes sorológicos para detecção de anticorpos específicos, sendo que, na medicina veterinária a Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI), o Teste de Aglutinação Modificado (MAT) e o ELISA são os mais utilizados e apresentam sensibilidade e especificidade elevada (DUBEY et al., 2010).

Dados na literatura sobre a porcentagem de infecção por *T. gondii* em aves sinantrópicos (adaptados a viver em ambientes urbanos) são bastante escassos (KIRKPATRICK et al., 1990). Há poucas referências sobre toxoplasmose em aves no Brasil (SICK, 1997). A grande maioria das publicações recentes sobre esta doença em aves refere-se a infecções em galinhas (DUBEY, 2002a, 2007, 2010). Nos trabalhos em que são realizados ensaios biológicos e caracterização genotípica das amostras, destacam-se os resultados obtidos em levantamentos realizados com galinhas criadas em vida livre por servirem como um bom indicador de contaminação ambiental (DUBEY et al., 2006).

Os relatos de toxoplasmose aguda acometendo diversas espécies de aves referem-se principalmente a surtos em criações mantidas em cativeiro. Estes surtos caracterizam-se por elevada morbidade, evolução rápida com a presença de sintomas neurológicos, dispneia, cegueira uni ou bilateral (SZABO et al., 2004). Em pombos foram descritos como sintomas febre, anorexia, emaciação, conjuntivite com presença do parasito no exsudato ocular e convulsões momentos antes da morte, *T. gondii* já foi encontrado disseminado em vários órgãos, especialmente fígado e pulmões (DUBEY, 2002). Pombos infectados experimentalmente com diferentes doses de oocistos esporulados de *T. gondii*, apresentaram diarreia, tremores, incoordenação e morte (BIANCIFIORI et al., 1986), sendo que somente aqueles que receberam a menor dose (50 oocistos) sobreviveram à infecção. Encefalite e neurite foram encontradas em pombos que se recuperaram da doença (DUBEY, 2002).

*T. gondii* é um coccídio que possui alta prevalência em todo o mundo infectando vertebrados de sangue quente (DUBEY; LAPPIN, 2009; AL-KAPPANY, 2011), especialmente na Europa (principalmente no sul da Europa), América do Sul e Central, e África (AUBERT, 2010; AL-BARWARY, 2014).

Os estágios infecciosos do *T. gondii* envolvem os taquizoítos, são formas de proliferação rápida, e estão presentes em grande número, nas infecções agudas, que facilitam a disseminação pelos órgãos durante a infecção aguda, o bradizoítos, que mantêm a infecção crônica, e o esporozoítos, que se disseminam no meio ambiente dentro de oocistos (DUBEY, 1998). A ingestão de carne mal cozida contendo cistos de tecido foi considerada o meio mais comum para aquisição de toxoplasmose, seguido pela ingestão de vegetais ou água contaminada com oocistos esporulados (TENDER et al., 2000).

Felídeos são os únicos hospedeiros definitivos conhecidos que podem liberar oocistos no meio ambiente através de suas fezes (DUBEY e BEATTIE, 1988), enquanto cistos de tecido contendo bradizoítos podem ser encontrados tanto nos hospedeiros intermediários quanto no hospedeiros definitivos. O oocistos esporulados, em condições moderadas, podem sobreviver por meses ou mesmo anos no solo (YILMAZ e HOPKINS, 1972). Como hospedeiros definitivos, os gatos desempenham um papel importante no ciclo de vida de *T. gondii*, facilitando a recombinação genética entre cepas, bem como contaminação ambiental (GRIGG et al., 2009; HOWE e SIBLEY, 1995).

A altas taxas de *T. gondii* de seroprevalência encontradas entre vários grupos de vegetarianos estritos (HALL et al., 1999) apoiam a importância da contaminação ambiental ou da água como fonte de infecção humana (DUBEY, 1997). Posteriormente, animais e espécies que se alimentam no solo contaminado são facilmente infectadas por oocistos presentes no meio ambiente (solo, alimentos ou água).

A toxoplasmose em humanos é geralmente benigna, mas pode ter sintomas graves em indivíduos imunossuprimidos e levar a consequências no desenvolvimento do feto em caso de gravidez. Em animais, a infecção por *T. gondii* pode causar vários problemas de saúde, que variam de sintomas leves a graves e problemas reprodutivos, podendo até mesmo levar a morte (DUBEY et al., 2010).

O risco para a saúde de humanos e animais, em consonância com o conceito de One Health, evidencia a importância de avaliar a distribuição de *T. gondii* no meio ambiente. Como a detecção de oocistos de *T. gondii* na água e no solo é complicado

e ainda não viável em grande escala, a busca do parasita nos hospedeiros intermediários é um bom indicador de contaminação ambiental (HOWE, 1995; AJZENBERG, 2002).

### 3. JUSTIFICATIVA

Os pombos (*C. livia*) estão entre os animais de maior adaptação nos centros urbanos, sendo responsáveis pela transmissão ou fonte de infecção de patógenos, assim representando potencial risco para saúde pública. A vigilância e monitoramento de doenças em animais domésticos e sinantrópicos são imprescindíveis para o controle de zoonoses, pois estes animais agem como sentinelas, refletindo alterações ambientais de maneira precoce e proporcionando maior eficácia no monitoramento ambiental, permitindo acesso rápido a informações sobre as condições da área. Neste contexto, as aves são importantes no ciclo biológico do *T. gondii* e na epidemiologia da toxoplasmose, pois seus tecidos representam importantes fontes de infecção na alimentação de felídeos e humanos.

#### **4. OBJETIVO**

O presente estudo teve como objetivo determinar a ocorrência de anticorpos anti-*T. gondii* em pombos domésticos (*C. livia*) de vida livre das regiões Sudeste e Sul do Brasil.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Aspectos Éticos

O projeto foi aprovado pela Comissão de Pesquisa da Universidade Santo Amaro – Unisa sob o parecer nº 203/2021.

### 5.2 Área de estudo e origem das amostras

A metodologia para colheita de sangue e captura das aves foi descrita por Ferreira et al. (2016). Foram colhidas amostras de sangue de 417 pombos (*C. livia*) das regiões Sudeste (São Paulo-SP [23° 33' 01" S; 46° 38' 02" O], Tatuí-SP [23° 21' 21" S; 47° 51' 25" O] e Jaboticabal-SP [21° 15' 18" S; 48° 19' 19" O]) e Sul (Guarapuava-PR [25° 23' 42" S; 51° 27' 28" O]) do Brasil. Os soros obtidos foram acondicionados em microtubos de polipropileno e conservados a -20°C até o processamento. As amostras foram disponibilizadas para a análise através de uma carta de doação (Anexo A), pela Prof. Dra. Tânia de Freitas Raso da Universidade de São Paulo (VPT-FMVZ-USP). O número de amostras colhidas por estado e municípios está exposto na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de amostras de soro de pombos (*Columba livia*) obtidos por estado e municípios.

<b>Estado</b>	<b>Local</b>	<b>Nº Amostras</b>
São Paulo		
	Tatuí	132
	São Paulo (capital)	128
	Jaboticabal	70
Paraná		
	Guarapuava, PR	87
<b>Total</b>		<b>417</b>

A Figura 1 ilustra os estados e municípios dos quais os pombos (*C. livia*) foram capturados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

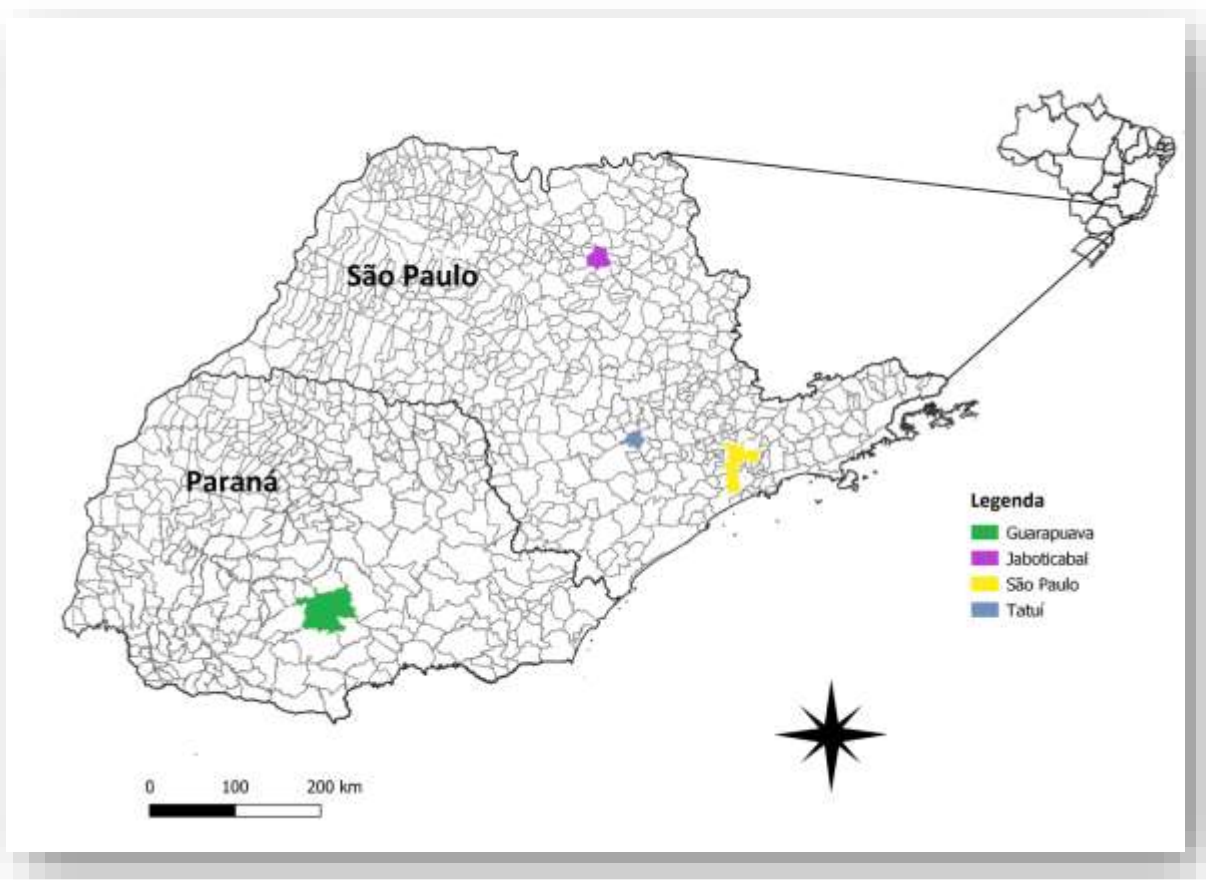


Figura 1. Localização geográfica das áreas de captura e colheita de amostras de pombos (*Columba livia*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

### 5.3 Detecção de anticorpos anti-*T. gondii*

As amostras foram processadas para a detecção de anticorpos anti-*T. gondii*, no qual os soros dos animais foram examinados através do MAT (DUBEY; DESMONTS, 1987).

A diluição dos soros foi feita em microplaca (96 poços), usando solução salina tamponada, pH 7,2 (Na Cl 0,146M; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0,0026M; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0,008M), filtrada

em membrana de policarbonato com 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidade. Em seguida, 100 $\mu\text{L}$  de antígeno-estoque (taquizoítos inteiros fixados em formalina) foram diluídos em 2,5mL de solução alcalina tamponada, pH 8,95 (na Cl 0,12M; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 0,05M; NaN<sub>3</sub> 0,03M; albumina sérica bovina para uma solução de uso a 0,4%), 35 $\mu\text{L}$  de Mercaptoetanol 0,2M e 50 $\mu\text{L}$  de Azul de Evans 0,2%. Essa mistura foi então homogeneizada e distribuída imediatamente em uma microplaca (96 poços) com fundo em “U”, resultando em 25 $\mu\text{L}$  de reagentes por poço. Os soros diluídos foram transferidos para essa microplaca e misturados aos reagentes (v/v). A placa foi selada com plástico adesivo para evitar evaporação e incubada durante a noite em estufa a 37°C.

A formação de um botão de contorno definido na base do poço da placa foi considerada como resultado negativo; um carpete completo ou um véu de contorno pouco definido como positivo. As aves com títulos maiores ou iguais a 5 foram considerados positivas. Inicialmente, para a triagem dos animais, foram feitas diluições seriadas de 1:5, 1:10, 1:50. Todos os soros positivos foram diluídos de maneira seriada na base dois até chegar ao resultado negativo. Em todas as reações foram usados controles positivo e negativo, previamente conhecidos, e controle do antígeno. O antígeno foi fornecido pelo Dr. J. P. Dubey do Laboratório de Doenças Parasitárias dos Animais, Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em Beltsville, Maryland.

## 6. RESULTADOS

Das 417 amostras de soro analisadas 9 (2,1%) foram positivas para a presença de anticorpos anti-*T. gondii*. Os resultados da sorologia por localidade e os títulos de anticorpos anti-*T. gondii* dos pombos encontram-se na **Tabela 2**.

Tabela 2. Número de amostras de soro de pombos (*Columba livia*) positivas por localidade e título de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii*.

Estado	Município	Nº Amostras	Nº Positivo	Nº Negativo	Título
			(%)	(%)	
São Paulo					
	Tatuí	132	2 (1,5)	130 (98,5)	5120 (1), 10240 (1)
	São Paulo	128	1 (0,8)	127 (99,2)	640 (1)
	Jaboticabal	70	2 (2,9)	68 (97,1)	10 (2)
Paraná					
	Guarapuava	87	4 (4,6)	83 (95,4)	80 (3), 1280 (1)
<b>Total</b>		<b>417</b>	<b>9 (2,1)</b>	<b>408 (97,9)</b>	

O município com maior número de aves positivas foi Guarapuava (4/87) no estado do Paraná, seguido por Jaboticabal (2/70) e Tatuí (2/132), ambos no estado de São Paulo. Apenas uma amostra de São Paulo capital foi positiva para a presença de anticorpos anti-*T. gondii*, os títulos variaram entre 10 e 10240, sendo os mais altos encontrados em três aves: duas em Tatuí, no estado de São Paulo e outra em Guarapuava, no Paraná.

## 7. DISCUSSÃO

O Teste da Aglutinação Modificado (MAT) constitui um método de diagnóstico de *T. gondii* muito utilizado em diferentes espécies de animais, pois apresenta elevada sensibilidade e especificidade, não exige equipamentos especiais nem conjugados espécie-específicos, sendo uma técnica muito útil, em especial em animais silvestres (DUBEY, 2002).

No Brasil, estudos realizados com pombos domésticos (*C. livia*) no estado de São Paulo, mostraram baixa ocorrência de anticorpos anti-*T. gondii* para a espécie. De Sousa et al. (2010) e De Lima et al. (2011) encontraram 0,8% (1/120) e 5% (12/238) de aves positivas, respectivamente, enquanto todos os pombos (0/126) analisados por Godoi et al. (2010) foram negativos.

Pesquisas realizadas em outros países também têm demonstrado baixas ocorrências de anticorpos anti-*T. gondii* em pombos, como: 0,9% na Turquia (2/216) (KARATEPE et al., 2011); 1,9% no México (7/521) (ALVARADO-ESQUIVEL et al., 2011); 2,6% em Portugal (39/1507) (WAAP et al., 2012); 3,9% nos EUA (5/129) (DUBEY et al., 2010); 4% em Israel (20/495) (SALANTE et al., 2009). E ocorrências superiores na Espanha 9,2% (13/142) (CANO-TERRIZA et al., 2020), no Japão 10,8% (104/963) (ZAHNG et al., 2019) e no Egito 13,5% (42/310) (IBRAHIM et al., 2018).

O conhecimento sobre a resposta imune em aves em relação ao *T. gondii* ainda é bastante escasso, contudo os poucos estudos existentes em espécies domésticas e silvestres (DUBEY, 2002), indicam diferenças na dinâmica de permanência dos anticorpos circulantes durante o período de infecção, onde aves positivas podem apresentar soroconversão e se tornarem negativas com o passar do tempo (VITALIANO et al., 2010; MINEO et al., 2009).

A ausência de anticorpos anti-*T. gondii* não exclui a possibilidade das aves serem infectadas, Mineo e colaboradores (2009), constataram que os títulos de IgG para *T. gondii* em aves como galinhas são elevados no início da infecção e tornam-se baixos ou não detectáveis após a infecção, diferentemente do que ocorre em mamíferos.

No estudo realizado por Vitaliano et al. (2010) cinco aves da espécie carcará (*Caracara plancus*) foram submetidas a alimentação por camundongos experimentalmente infectados com cistos de *T. gondii* durante três dias. Para a detecção de anticorpos IgG específicos foi utilizado a RIFI, e como resultado todas as aves apresentaram soropositividade, com pico de produção de anticorpos entre o 15º e 30º dias pós-infecção (DPI). A soroconversão dos carcarás (*C. plancus*) experimentalmente infectados ocorreu a partir do sétimo dia pós-infecção, sendo que em seguida houve uma tendência de diminuição de anticorpos circulantes, chegando a níveis indetectáveis em uma das aves no 68º DPI. Segundo o mesmo autor, a ausência de sinais clínicos e o baixo nível de títulos de anticorpos podem estar relacionados à resistência das aves a infecção por *T. gondii*.

Outros estudos com aves da ordem Columbiformes foram realizados no Brasil e apresentaram baixas ocorrências de anticorpos nas espécies amostradas.

Andrade et al. (2016), analisaram aves silvestres de três Unidades de Conservação Federais, nos estados da Paraíba e Bahia, onde foram colhidas amostras de 222 aves de 67 espécies diferentes. Apenas 1,03% das aves apresentaram soropositividade pelo MAT, dentre elas, uma *Leptotila rufaxilla* (juritigemeadeira) pertencente a ordem dos Columbiformes.

Em Petrolina, no estado de Pernambuco, Santos et al. (2021) encontraram soropositividade em 65% (17/26) das aves silvestres amostradas do Parque Zoobotânico do estado, utilizando o MAT como método diagnóstico. Dentre as aves positivas, encontravam-se cinco pombas selvagens da espécie *Patagioenas picazuro*. Resultado significativamente maior do que o encontrado por Vitaliano et al., (2014), nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Utilizando o mesmo método sorológico, os autores encontraram anticorpos específicos para *T. gondii* em 22,2% (6/27) de aves selvagens de vida livre, incluindo uma pomba pomba-asa-branca *Patagioenas picazuro*. Na região Nordeste do Brasil, a espécie *P. picazuro* é de grande importância, pois serve como fonte de alimento para humanos (SANTOS et al., 2021).

Pombas orelhudas (*Zenaida auriculata*) também foram testadas quanto à presença de anticorpos anti-*T. gondii* no estado do Paraná. Para isso, foram

coletadas amostras de 206 pombas, sendo 140 delas capturadas em uma fábrica de processamento de soja, 50 no Campus da Universidade Estadual de Londrina e 16 em uma fazenda de gado leiteiro. Do total de aves amostradas, 22,3% (46/206) foram positivas e destas 56% foram capturadas no campus da universidade. Esta foi a primeira pesquisa com objetivo de detectar de anticorpos contra *T. gondii* e isolar o parasita nesta espécie hospedeira (BARROS et al., 2014).

No Nordeste e na região Sul, foram colhidas amostras de pardais (*Passer domesticus*), aves que geralmente convivem na mesma área que os pombos e são comuns em centros urbanos. Gondim et al. (2010) realizaram um estudo com pardais capturados nas cidades de Serrinha, Mata de São João e Conceição de Feira, na Bahia e em Pernambuco, próximo a empresas aviárias, onde apenas 1,02% (3/293) das aves foram soropositivas, duas no estado da Bahia e uma em Pernambuco. Vilela et al. (2011), em Pernambuco, relataram a ocorrência de infecção em pardais capturados em oito granjas de frango de corte, postura de ovos e de aves comerciais poedeiras, onde 151 animais foram amostrados e 91 (60,3%) apresentaram positividade, apenas uma propriedade (12,5%) não apresentou aves positivas. No estudo de Santos et al. (2020), dos 100 pardais capturados em praças públicas, jardins de propriedades particulares e terrenos baldios, do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, 80% (80/100) foram soropositivos.

## 8. CONCLUSÃO

A ocorrência de anticorpos anti-*T. gondii* em pombos domésticos (*C. livia*) de vida livre dos municípios estudados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil é baixa, contudo a ausência de anticorpos não exclui a possibilidade das aves serem infectadas, pois os anticorpos podem não ser detectáveis dependendo período pós-infecção.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.V.D. **A proteção da fauna e o tráfico de animais silvestres.** Dissertação (Pós-Graduação, Curso de Mestrado em Direito). Universidade Metodista de Piracicaba, 2007.
- AGUIAR, M. B.; LUCUANO, L. **Avaliação dos riscos de contaminação relacionados com a superpopulação de *Columbia Livia* (pombos) em trabalhadores portuários avulsos.** Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde, v. 13, n. 3, p. 43-49, 2011.
- ALVARADO-ESQUIVEL C., et al. **Prevalence of *Toxoplasma gondii* infection in wild birds in Durango, Mexico.** Journal of Parasitology, 97, 809–812, 2011.
- AL-KAPPANY, Y. M. et al. **Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* and concurrent *Bartonella spp.*, feline immunodeficiency virus, feline leukemia virus, and *Dirofilaria immitis* infections in Egyptian cats.** The Journal of Parasitology, v. 97, n. 2, p. 256-258, 2011.
- AL-BARWARY, L. T. O.; MIKAIL, F. B. **Seroprevalence of toxoplasmosis in aborted ewes by using different immunologic tests in Duhok governorate, Kurdistan region, Iraq.** Journal of Veterinary Sciences, v. 28, n. 1, p. 11-15, 2014.
- AMMAR,S., PURPLE K, GERHOLD R. ***Toxoplasma gondii* Prevalence in Hunter-Killed Mourning Doves (*Zenaida macroura*) and Rock Pigeons (*Columba livia*) from East Tennessee, USA.** Journal of Wildlife Diseases, 56(2):479-481, 2020.
- ANDRADE, L. H. M. et al. **Ocorrência de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em aves silvestres de três Unidades de Conservação Federais da Paraíba e da Bahia.** Pesquisa Veterinária Brasileira. Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 103-107, fev. 2016.
- AUBERT, D. et al. **Molecular and biological characteristics of *Toxoplasma gondii* isolates from wildlife in France.** Veterinary Parasitology, v. 171, n. 3-4, p. 346-349, 2010.
- AJZENBERG D., COGNÉ N., PARIS L., BESSIÈRES M.H., THULLIEZ P., FILISETTI D., et al. **Genotype of 86 *Toxoplasma gondii* isolates associated with human congenital toxoplasmosis, and correlation with clinical findings.** Journal Infectious Diseases, 186(5):684-9, 2002.
- BARROS, L. D. et al. **Genetic of *Toxoplasma gondii* isolates from eared doves (*Zenaida auriculata*) in Brazil.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária,

Jaboticabal, v. 23, n. 4, p. 443-448, 2014.

BIANCIFIORI, F. et al. **Avian toxoplasmosis: experimental infection of chicken and pigeon**. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases, v. 9, n. 4, p. 337-346, 1986.

BECK, P.V. **Estudo das infestações de pombos nas edificações da cidade de Brasília**. 20f. Monografia. FACS – UniCEUB, Brasília, 2003. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/2493/2/9968245.pdf>  
Acesso em: 15 set. 2021.

BENCKE, G, A. **Pombos Domésticos: Sugestões para o controle em Escolas Públicas Estaduais de Porto Alegre**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: [http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20150514114242pombos\\_domesticos.pdf](http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20150514114242pombos_domesticos.pdf). Acesso em: 22 mai. 2020.

CABALLERO, M. et al. **Isolamento e detecção de *Escherichia coli* e *Campylobacter jejuni* potencialmente patogênicos em pombos selvagens de uma área urbana na cidade de Lima, Perú**. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, v. 57, n. 5, p. 393-396, 2015.

CLIMENI, B. S. O.; MONTEIRO, M. V.; NEVES, M. F. **Toxoplasmose**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. Garça, v. 7, n. 12, p. 1-8, 2009.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (2020). **Listas das aves do Brasil. Verão 01/06/2020**. Disponível em: <http://www.ibuso.br/CBRO>. Acesso em: 28 set. 2021.

CUBAS, Z. S., **Tratado de animais selvagens-medicina veterinária**, Jean Carlos Ramos Silva, José Luiz Catão Dias, São Paulo: Roca, 2006.

DARDÉ, M. L. **Biodiversity in *Toxoplasma gondii***. *Toxoplasma gondii*, p. 27-41, 1996.

DE LIMA, V. Y.L., LANGONI, H., DA SILVA, A. V., PEZERICO, S. B., BARBOSA. DE CASTRO, A. P., DA SILVA, R. C., ARAÚJO JUNIOR, J.P. ***Chlamydophila psittaci* and *Toxoplasma gondii* infection in pigeons (*Columba livia*) from São Paulo State, Brazil**. Veterinary Parasitology v. 175, p. 9-14, 2011.

DE SOUSA, E., BERCHIERI, A.J., PINTO, A.A., MACHADO, R. Z., CARRASCO, A.O.T., MARCIANO, J.A., WERTHER, K. **Prevalence of *Salmonella spp.* antibodies to *Toxoplasma gondii*, and Newcastle disease virus in feral pigeons (*Columba livia*) in the city of Jaboticabal, Brazil**. Journal Zoo and Wildlife Medicine. v. 41, p. 603-607, 2010.

DONATELLI, R.J. **Biologia reprodutiva da *Zenaida auriculata* (DesMurus, 1847) (Aves: Columbiformes) na região sudoeste do Brasil**. Publicações avulsas

do Instituto Pau Brasil de Historia Natural. v.3, p.1-9. 2000.

DUBEY, J.P. ***Toxoplasma, Neospora, Sarcocystis, and other tissue cyst-forming coccidia of humans and animals.*** In: Kreier, J.P. Parasitic Protozoa. v.6 San Diego: Academic Press, p. 1-158, 1993.

DUBEY, J. P. **Toxoplasmosis.** Journal of the American Veterinary Medical Association, v. 205, n. 11, p. 1593–1598, 1994a.

DUBEY, J.P. **Toxoplasmosis and Other Coccidial Infection.** In: SHERDING, R.G. The Cat Diseases and Clinical Management. New York: Churchill Livingstone, p. 565-605, 1997

DUBEY, J.P. **A review of toxoplasmosis in wild birds.** Veterinay Parasitology, v. 106, p. 121-153, 2002.

DUBEY, J. P. **Toxoplasmosis of animals and humans.** 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, 313 p, 2010.

DUBEY, J. P.; BEATTIE, C. P. **Toxoplasmosis of Animals and Man.** CRC Press, Boca Raton, FL. p. 1–220, 1988.

DUBEY, J.P.; LINDSAY, D.S.; SPEER, C.A. **Structures of *Toxoplasma gondii* tachyzoites, bradyzoites and sporozoites and biology and development of tissue cysts.** Clial Microbiology Reviews, v. 11, n. 2, p. 267-299, 1998.

DUBEY J. P. **A review of toxoplasmosis in wild birds.** Veterinay Parasitology, 106 (2), 121–153., 2002.

DUBEY, J.P.; LAPPIN, M.R. **Toxoplasmosis and neosporosis.** In: Greene, C.E. (Ed.), Infectious Diseases of the Dog and Cat. Third ed. Saunders Elsevier, St. Louis, MO, pp. 754–775, 2009.

DUBEY, J.P. et al. **Characterization of *Toxoplasma gondii* isolates in freerange chickens from Amazon, Brazil.** Veterinay Parasitology, v. 92, p. 36-40, 2006.

DUBEY, J.P. et al. **Biologic and genetic comparison of *Toxoplasma gondii* isolates in freerange chickens from the northern Pará state and the southern state Rio Grande do Sul Brazil revealed highly diverse and distinct parasite populations.** Veterinay Parasitology, v. 143, p. 182-188, 2007.

DUBEY, J.P. et al. **New *Toxoplasma gondii* genotypes isolated from free-range chickens from the Fernando de Noronha, Brazil: unexpected findings.** The Journal of Parasitology, v. 96, p. 709-712, 2010.

- FRENKEL, J.K. **False-negative tests for *Toxoplasma gondii* in birds.** Journal Parasitology, v. 67, p. 952-953, 1981.
- FRENKEL, J.K.; DUBEY, J.P.; MILLER, N.L. ***Toxoplasma gondii* in cats: fecal stages identified as coccidian oocysts.** Science, v.167, p. 893-896, 1970.
- FUJITA, H. A. **Produção didático pedagógico- Objeto de aprendizagem colaborativa. O professor PDE e os desafios da escola pública Paraense.** Produção Didático-Pedagógica Londrina, 2010. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1336>. Acesso em 23 mar. 2016.
- GALLAY, A.; VAILLANT, V.; BOUVET, P.; GRIMONT, P.; DESENCLOS, J.C. **How many foodborne outbreaks of *Salmonella* infection occurred in France in 1995?** American Journal of Epidemiology, v.152, n.2, p.171-177, 2000.
- GOMEZ, M., DE-LA-TORRE A., Editorial: **Insights in *Toxoplasma* Biology and Infection—15th Biennial Meeting on *Toxoplasma* Biology and Toxoplasmosis.** Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, v. 11, 2021.
- GRIGG, MICHAEL E.; SUNDAR, NATARAJAN. **Sexual recombination punctuated by outbreaks and clonal expansions predicts *Toxoplasma gondii* population genetics.** International Journal for Parasitology, v. 39, n. 8, p. 925-933, 2009.
- GODOI, F.S. L., NISHI, S.M., PENA, H.F.J., GENNARI, S.M. ***Toxoplasma gondii*: diagnosis of experimental and natural infection in pigeons (*Columba livia*) by serological, biological and molecular techniques.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 19, p. 237-243, 2010.
- GONDIM, L. S. Q. et al. ***Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* in sparrows (*Passer domesticus*) in the Northeast of Brazil.** Veterinay Parasitology, v. 168, p. 121-124, 2010.
- GORMAN, R.; ADLEY, C.C. **Characterization of *Salmonella enterica* serotype *Typhimurium* isolates from human, food, and animal sources in the Republic of Ireland.** Journal of Clinical Microbiology, v.42, n.5, p.2314-2316, 2004.
- HAAG-WACKERNAGEL, D.; MOCH, H. **Health hazards posed by feral pigeons.** Journal of Infection, v. 48, n. 4, p. 307-313, 2004.
- HALL, S. M. et al. **How do Jains get *Toxoplasma* infection?** The Lancet, v. 354, n. 9177, p. 486-487, 1999.
- HÖLFING, E.; CAMARGO, H. F. A. **Aves no campus. São Paulo.** Edusp/Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1996.

- HOWE, D. K., SIBLEY, L. D. ***Toxoplasma gondii* comprises three clonal lineages: correlation of parasite genotype with human disease.** The Journal of infection disease 1995;172: Disponível em: <https://www.biologydiscussion.com/zoology/birds/pigeons-distribution-structure-and-sense-organs-birds/41197>. Acesso em 01/09/21.
- IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. v. 24, n. 7, p. 1-82, 2020.
- IBRAHIM, H. M. et al. ***Toxoplasma gondii*: prevalence of natural infection in pigeons and ducks from middle and upper Egypt using serological, histopathological, and immunohistochemical diagnostic methods.** Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports, v.13, 45–49, 2018.
- KREWER, C. **Micro-organismos de importância veterinária e zoonóticos em pombos domésticos (*Columba livia domestica*) do Distrito Federal, Brasil** Tese (doutorado)—Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.
- KARATEPE, M.; KILIÇ, S.; KARATEPE, B.; BADÜR, C. **Prevalence of *Toxoplasma gondii* antibodies in domestic (*Columba livia domestica*) and wild (*Columba livia livia*) pigeons in Niğde region, Turkey.** Türkiye Parazitoloji Dergisi, v. 35, p. 23-26, 2011.
- KIRKPATRICK, L.A.; SHAVER, PHILLIP, R. **Attachment theory and religion: Childhood attachments, religious beliefs, and conversion.** Journal for the Scientific Study of Religion, p. 315-334, 1990.
- LANGONI, H. **Doenças ocupacionais em avicultura.** In: ANDREATTI FILHO, R. L. Saúde aviária e doenças. São Paulo: Roca, 2006. p. 52-60.
- LEHMANN, T. et al. **Globalization and the population structure of *Toxoplasma gondii*.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 103, n. 30, p. 11423-11428, 2006.
- LI, J. et al. **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.
- LINDSAY, D. S.; DUBEY, J. P.; BLAGBURN, B. L.; ***Toxoplasma gondii* infections in Read-Tailed Hawks inoculated orally with tissue cysts.** Journal of Parasitology , v. 77, n. 2, p. 322-325, 1991.
- LINDSAY, D.S.; BLAGBURN, B.L.; DUBEY, J.P. **Feline toxoplasmosis and the importance of *Toxoplasma gondii* oocyst.** Compendium on Continuing

Education for the Practicing Veterinarian v. 19, n. 4, p. 448-461, 1997.

LILLEHAUG, A. et al. **Screening of feral pigeon (*Columba livia*), mallard (*Anas platyrhynchos*) and graylag goose (*Anser anser*) populations for *Campylobacter spp.*, *Salmonella spp.*, avian influenza virus and avian paramyxovirus.** Acta Veterinaria Scandinavica, v. 46, n. 4, p. 1-10, 2005.

MARQUES, A. et al. **Research of helminths in feral and racing pigeons (*Columba livia*),** Brazilian Journal Development, v. 6, n. 10, p. 74725-74733, 2020.

MINEO, T.W.P.; CARRASCO; A.O.T., MARCIANO, J.A. et al. **Pigeons (*Columba livia*) are a suitable experimental model for *Neospora caninum* infection in birds.** Veterinary Parasitology, v.159, p.149-153, 2009

MURTON, R.K.; BUCHER, E.H.; NORES, M.; GOMEZ, E.; REARTES, J. **The ecology of the Eared Dove (*Zenaida auriculata*) in Argentina.** Condor. v.76, p.80-88, 1974.

NICOLLE, C.; MANCEAUX, L. **Sur un protozoaire nouveau du gondii.** Académie des Sciences de Paris. v. 147, p.763-766, 1969

PADORI, E.S.M. Manual: **Manejo de pombos urbanos.** Prefeitura do Município de São Paulo. Secretaria Municipal de Saúde. Disponível em: Centro de Controle de Zoonoses. Divisão Técnica de Controle de Vetores e Roedores. Setor de Culicídeos, 2009. Acesso em 01/09/2021.

PADORI, E.S.M. **Manual: Manejo de pombos urbanos.** Prefeitura do Município de São Paulo. Secretaria Municipal de Saúde. Centro de Controle de Zoonoses. Divisão Técnica de Controle de Vetores e Roedores. Setor de Culicídeos, 2009. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PombosUrbanos\\_1253821868.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PombosUrbanos_1253821868.pdf). Acesso em 18 out. 2021.

PEDERSEN, K.; CLARK, L.; ANDELT, W.F.; SALMAN, M.D. **Prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* in rock pigeons captured in fort collins, Colorado.** Journal of Wildlife Diseases, v.42, n.1, p.46-55, 2006.

POLEGATTO C.M.; NASCIMENTO E.A. **A fauna de mamíferos e aves da Mata Santa Tereza – Estação Ecológica de Ribeirão Preto.** ISBN: 8569517009, 2015.

POTENZA, M. R. **Manejo de ratos e pombos em unidades armazenadoras.** INSTITUTO BIOLÓGICO/ APTA. VI Conferência Brasileira de Pós-Colheita, Paraná, 2014. Disponível em: [http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/110\\_20143011\\_23-52-30\\_5224.PDF](http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/110_20143011_23-52-30_5224.PDF). Acesso em 22 Mar. 2016.

PRADO, A. A. F. et al. **Toxoplasmose: o que o profissional da saúde deve saber.**

**Enciclopédia Biosfera.** Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-30, mai. 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4536>, Acesso em: 10 out. 2021.

RADFAR, M et al. **Prevalence of parasites and associated risk factors in domestic pigeons (*Columba livia domestica*) and free-range backyard chickens of Sistan region, east of Iran.** Journal of Parasitic Disease, v. 36, n. 2, p. 220-225, 2012.

RANVAUD, R. et al. **Diet of Eared Doves (*Zenaida auriculata*, Aves, *Columbidae*) in a sugar-cane colony in South-eastern Brazil.** Brazilian Journal of Biology, v. 61, n. 4, p. 651-660, 2001.

REMYINGTON, J.S., MCLEOD, R., THULLIEZ, P., DESMONTS, G. **Toxoplasmosis.** In: REMINGTON, J.S., KLEIN, J.O., WILSON, C.B., BAKER, C.J. (Eds.), Infectious diseases of the fetus and newborn infant. Elsevier Saunders, Philadelphia, pp. 947– 1091, 2006.

REFSUM, T. et al. **Salmonellae in avian wildlife in Norway from 1969 to 2000.** Applied and Environment Microbiology, v.68, n.11, p.5595-5599, 2002.

ROSA, D. et al. **Toxoplasma gondii antibodies on domiciled cats from Lages municipality, Santa Catarina State, Brazil.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 19, p. 268-269, 2010.

ROSE E, NAGEL P, HAAG-WACKERNAGEL D. **Spatio-temporal use of the urban habitat by feral pigeons (*Columba livia*).** Behavior Ecology and Sociobiology 2006; 60:242–54.

ROSTAMI, M. et al. **Genetic diversity analysis of Blastocystis subtypes and their distribution among the domestic animals and pigeons in northwest of Iran.** Infection, Genetic and Evolution, 86, 104591, 2020.

ROCHA, E. M. et al. **Risk factors for Toxoplasma gondii infection among pregnant women from the State of Tocantins, Northern Brazil.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. v. 48, n. 6, p. 773-775, 2015.

RUIZ, A.; FRENKEL, J.K. **Intermediate and transports host of Toxoplasma gondii in Costa Rica.** American Journal of Tropical and Hygiene. v. 29, p. 1161-1166, 1980.

SALANTE, H.; LANDAU, D.; YASUR; BANETH, G. **A cross-sectional survey of Toxoplasma gondii antibodies in Israeli pigeons.** Veterinary Parasitology, v. 165, n. 1-2, p. 145-149, 2009.

SANTOS, G. S, VECCHI, M. B., ALVES, M. A. S. **Transatlantic movement of domestic pigeons *Columba livia domestica*.** Oecologia Australis, 24(4):781-

790, 2020 <https://doi.org/10.4257/oeco.2020>.

SANTOS, L. S. S. et al. **Serum anti-*Toxoplasma gondii* antibodies in *Passer domesticus* (Linnaeus,1758) (Passeriformes: Passeridae), in the municipality of Pelotas, RS, Brazil.** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science. São Paulo, v. 57, n. 2, p. 1-4, 2020.

SANTOS, J. R. et al. **Occurrence of antibodies to *Leptospira spp* and *Toxoplasma gondii* in captive wild animals in the Zoobotanical Park of Petrolina, PE, Brazil.** Brazilian Journal of Global Health. São Paulo, v. 1, n. 4, p. 16-22, 2021.

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

SZABO, K. A. et al. **Fatal toxoplasmosis in a bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*).** Journal of Parasitology, v. 90, n. 4, p. 907-908, 2004.

SPLENDORE, A. **Un nuovo protozoa parassita de conigli incontrato nelle lesioni anatomiche d'une malattiache ricorda in moltopunti il kalaazar dell'uomo.** Nota preliminaire pela Revista da Sociedade e Saúde.. v.3,p.109-112, 1908.

TENDER, A.M; HECJERTOH A.R.; WEISS, L.M. ***Toxoplasma gondii* from animals to humans.** International Journal for Parasitology. v. 30, p. 1217-1258, 2000.

TIRADO, M.D.B.; ROSARIO, M.M.; CELADES, M.E.P.; BELLIDO-BLASCO, J.; PARDO F.J.S. **Evolución de los serotipos, fagotipos y resistencia a antimicrobianos de *Salmonella sp.* en el departamento de salud 02 de la provincia de Castellón, España (2000-2006).** Revista Chilena de Infectología, v.26, n.6, p.520-527, 2009.

TOXOPLASMOSIS. **Paris: OIE,** 2017. Disponível em: < <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/toxoplasmosis.pdf>. > Acesso em: Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 12 out. 2021.

VÁZQUEZ, B. et al. **Screening for several potential pathogens in feral pigeons (*Columba livia*) in Madrid.** Acta Veterinaria Scandinavica, v. 52, n. 1, p. 1-6, 2010.

VILELA, S. M. O. et al. **Sparrows (*Passer domesticus* L.) as intermediary hosts of *Toxoplasma gondii* in poultry farms from the “agreste” region of Pernambuco, Brazil.** Pesquisa Veterinária Brasileira. Rio de Janeiro, v. 31, n. 2, p. 169-172, 2011.

VITALIANO, S. et al. **Experimental infection of crested caracara (*Caracara plancus*) with *Toxoplasma gondii* simulating natural**

- conditions.** *Veterinary Parasitology*, v. 1172, n. 1-2, p. 71-75, 2010.
- WAAP, H. et al. **In vitro isolation and seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in stray cats and pigeons in Lisbon, Portugal.** *Veterinary Parasitology*, 187, 542–547, 2012.
- WEISS, L. M.; DUBEY, J. P. **Toxoplasmosis: a history of clinical observations.** *International Journal of Parasitology*, v. 39, n. 8, p. 895-901, 2010.
- YAN, C. et al. **Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* infection in domestic pigeons (*Columba livia*) in Guangdong Province of southern China.** *Veterinary Parasitology*, v. 177, n. 3-4, p. 371-373, 2011.
- ZHANG, X. et al. **Seroprevalence and Related Factors of *Toxoplasma gondii* in Pigeons Intended for Human Consumption in Northern China.** *Vector Borne Zoonotic Disease*, 2019;19(4):302-305.
- ZULPO, D. L. et al. ***Toxoplasma gondii*: A study of oocyst re-shedding in domestic cats.** *Veterinary Parasitology*, v. 249, p. 17-20, 2018

## ANEXO A

### TERMO DE DOAÇÃO DE AMOSTRAS BIOLÓGICAS

Pelo presente termo, eu, Profa. Dra. Tânia de Freitas Raso, venho entregar em doação ao projeto de pesquisa intitulado “Detecção de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em pombos (*Columba livia*) de vida livre das regiões Sul e Sudeste do Brasil”, sob responsabilidade do Prof. Dr. Herbert Sousa Soares (UNISA), o total de **417 (quatrocentos e dezessete) amostras de soro de pombos-domésticos (*Columba livia*)**, acondicionados em tubos de polipropileno tipo eppendorf, acompanhado dos dados dos respectivos animais.

São Paulo, 15 de junho de 2021.



---

Prof. Dra. Tânia de Freitas Raso  
Universidade de São Paulo (VPT-FMVZ-USP)