



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO RODRIGO DOLINE

*Toxoplasma-gondii* (Nicolle e Manceaux, 1908) EM POPULAÇÕES INDÍGENAS,  
SEUS CÃES, PROFISSIONAIS DE SAÚDE DE CONTATO E MEIO AMBIENTE:  
UMA ABORDAGEM EM SAÚDE ÚNICA

CURITIBA

2022

FERNANDO RODRIGO DOLINE

*Toxoplasma-gondii* (Nicolle e Manceaux, 1908) EM POPULAÇÕES INDÍGENAS,  
SEUS CÃES, PROFISSIONAIS DE SAÚDE DE CONTATO E MEIO AMBIENTE:  
UMA ABORDAGEM EM SAÚDE ÚNICA

Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção do grau de Mestre em Biologia  
Celular e Molecular, no Curso de Pós-  
Graduação em Biologia Celular e Molecular,  
Setor de Ciências Biológicas, da Universidade  
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alexander Welker Biondo  
Co-orientadora: Dra. Louise Back Kmetiuk

CURITIBA  
2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS - BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Doline, Fernando Rodrigo.

Toxoplasma-gondii (Nicolle e Manceaux, 1908) em populações indígenas, seus cães, profissionais de saúde de contato e meio ambiente: uma abordagem em saúde única. / Fernando Rodrigo Doline. - Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Orientador: Alexander Welker Biondo.

Coorientadora: Louise Back Kmetiuk.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular.

1. Toxoplasmose. 2. Indígenas. 3. Saúde Única. 4. Cães. I. Título. II. Biondo, Alexander Welker. IV. Kmetiuk, Louise Back. V. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular.



## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **FERNANDO RODRIGO DOLINE** intitulada: **Toxoplasma-gondii (Nicolle e Manceaux, 1908) EM POPULAÇÕES INDÍGENAS, SEUS CÃES, PROFISSIONAIS DE SAÚDE DE CONTATO E MEIO AMBIENTE: UMA ABORDAGEM EM SAÚDE ÚNICA**, sob orientação do Prof. Dr. ALEXANDER WELKER BIONDO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 05 de Dezembro de 2022.

Assinatura Eletrônica

07/12/2022 14:03:42.0

ALEXANDER WELKER BIONDO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

08/12/2022 07:51:03.0

CARLA ANDREIA LORCHEIDER

Avaliador Externo (55003188)

Assinatura Eletrônica

07/12/2022 14:02:06.0

RAPHAEL ROLIM DE MOURA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

*Dedico este trabalho ao meu grande tesouro, mãe.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus que ilumina meus caminhos enviando sua luz.

A minha mãe Oksana Doline e meu pai Valdir Ribeiro (*in memoriam*), seus ensinamentos foram importantes lições que moldaram meu caráter.

Agradeço ao meu primo Celiano Procaylo, pela sua paciência em longas horas dedicadas ao estudo e formação. Além de seu apoio durante as dificuldades desta caminhada, tornando-se minha inspiração de vida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Alexander Welker Biondo e minha co-orientadora Dra. Louise Back Kmetiuk pelas longas conversas, ensinamentos, carinho, compreensão, atuando como mentores na minha trajetória acadêmica.

Agradeço aos meus colegas de estudo que me apoiaram e me ajudaram nessa jornada, em especial ao médico veterinário João Henrique dos Santos, além de um colega, um amigo que adquiri durante esse período de formação.

Agradeço a equipe do Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) Litoral Sul pelo apoio durante o desenvolvimento da pesquisa, em especial a enfermeira Daniele Rodrigues, a convivência com seu trabalho me permitiu aprender sobre saúde indígena.

Ao Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular da UFPR pelo apoio as atividades de pesquisa.

O meu sincero, muito obrigado!

“If I saw further, it was by being on the shoulders of giants”.

**Issac Newton**

## RESUMO

Os povos originários têm historicamente enfrentado exclusão e confinamento em regiões isoladas. Desigualdades socioeconômicas, baixos níveis educacionais, condições de vida complexas, entre outros determinantes sociais e de saúde, podem agravar a situação e aumentar a vulnerabilidade de indígenas às zoonoses. Apesar de diversos estudos terem avaliado a exposição de populações indígenas ao *Toxoplasma gondii*, até o momento nenhum estudo acessou juntamente seus cães, profissionais de saúde de contato e o meio ambiente. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a exposição e presença do *T. gondii* por abordagem *One Health*. Foram coletados 463 indígenas, 253 de cães e 168 de profissionais de saúde distribuídas em 5 aldeias no estado do Paraná e 4 em São Paulo pertencentes às etnias Guarani, Terena e Kaingang. As amostras foram submetidas à Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI) para detecção de anticorpos anti-*T. gondii* em humanos (IgM e IgG) e em cães (IgG). Em adição foram coletadas 30 amostras de solo em cada aldeia para detecção molecular de *T. gondii*. O efeito do saneamento sobre a resposta imunológica sobre as populações estudadas foi avaliado utilizando Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) com distribuição de erro Binomial. Para verificar a associação entre as respostas imunológicas dos animais de companhia e de seus respectivos donos utilizou-se o teste Exato de Fisher. Os dados das aldeias que apresentam saneamento foram utilizados para verificar a associação entre consumo de carne de caça e a resposta imunológica das populações indígenas por meio do teste Qui-quadrado de Pearson. Todas análises foram conduzidas no programa computacional R. No geral, apresentaram anticorpos anti-*T. gondii* para IgM e IgG 11/463 (2,4%) e 225/463 (48,6%) dos indígenas, e 3/168 (1,8%) e 67/168 (39,9%) dos profissionais de saúde, respectivamente. A população canina registrou 97/253 (38,33%) anticorpos IgG contra *T. gondii*. Populações de aldeias que não possuem saneamento de água apresentam maior soroprevalência que populações de aldeias que possuem este saneamento, tanto para indígenas (GLMM;  $z = -7.153$ ;  $p < 0.001$ ), quanto para animais de companhia (GLMM;  $z = -2.405$ ;  $p = 0.0162$ ) e profissionais de saúde (GLMM;  $z = -2.420$ ;  $p = 0.0155$ ). O consumo de carne de caça por indígenas não apresentou associação com a soroprevalência desta população (OR=1.09; Chi-square = 0.75). A soroprevalência em indígenas está associada à soroprevalência nos seus respectivos cães (OR=25.88;  $p < 0.001$ ). Em relação as amostras do solo registramos uma amostra positiva em uma aldeia desprovida de saneamento (0.37%; 1/270). Nossos resultados sugerem a fonte de água como fator de risco para infecção, também apontam os cães como sentinelas para a toxoplasmose, devido ao ambiente compartilhado, em particular a fonte de água. Desse modo, estudos com abordagem em Saúde Única podem dar subsídios para a implementação de políticas públicas que visem a redução da circulação de patógenos em aldeias indígenas.

Palavras chave: Toxoplasmose; Indígenas; Saúde Única.

## ABSTRACT

Indigenous peoples have historically faced exclusion and confinement in isolated regions. Socioeconomic inequalities, low educational levels, complex living conditions, among other social and health determinants, can aggravate the situation and increase the vulnerability of indigenous people to zoonoses. Although several studies have evaluated the exposure of indigenous populations to *Toxoplasma gondii*, so far no study has jointly assessed their dogs, contact health professionals and the environment. Thus, the aim of this study was to assess the exposure and presence of *T. gondii* by One Health approach. A total of 463 indigenous people were collected, 253 from dogs and 168 from healthcare professionals distributed in 5 villages in the state of Paraná and 4 in São Paulo belonging to the Guarani, Terena and Kaingang ethnic groups. The samples were submitted to the Indirect Immunofluorescence Assay (IFT) to detect anti-*T. gondii* antibodies in humans (IgM and IgG) and dogs (IgG). In addition, 30 soil samples were collected in each village for molecular detection of *T. gondii*. The effect of sanitation on the immune response in the study populations was assessed using Generalized Generalized Linear Mixed Model (GLMM) with Binomial error distribution. Fisher's Exact test was used to verify the association between the immune responses of the pets and their respective owners. The data from villages with sanitation were used to verify the association between game meat consumption and the immune response of the indigenous populations using Pearson's Chi-square test. All analyses were conducted in the computer program R. Overall, 11/463 (2.4%) and 225/463 (48.6%) of the indigenous people, and 3/168 (1.8%) and 67/168 (39.9%) of the health professionals, respectively, presented anti-*T. gondii* antibodies for IgM and IgG. The canine population recorded 97/253 (38.33%) IgG antibodies against *T. gondii*. Village populations lacking water sanitation showed higher seroprevalence than village populations possessing such sanitation, both for indigenous people (GLMM;  $z = -7.153$ ;  $p < 0.001$ ), companion animals (GLMM;  $z = -2.405$ ;  $p = 0.0162$ ) and health professionals (GLMM;  $z = -2.420$ ;  $p = 0.0155$ ). Game meat consumption by indigenous people showed no association with seroprevalence in this population (OR=1.09; Chi-square = 0.75). The seroprevalence in indigenous people is associated with the seroprevalence in their respective dogs (OR=25.88;  $p < 0.001$ ). Regarding soil samples we recorded one positive sample in a village lacking sanitation (0.37%; 1/270). Our results suggest the water source as a risk factor for infection, and also point to dogs as sentinels for toxoplasmosis due to the shared environment, particularly the water source. Thus, studies with a One Health approach can provide subsidies for the implementation of public policies aimed at reducing the circulation of pathogens in indigenous villages.

Keywords: Toxoplasmosis; Indigenous; One Health.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Ciclo biológico do <i>Toxoplasma gondii</i> .....	16
FIGURA 2 - Soroprevalência mundial da toxoplasmose .....	17
FIGURA 3 - Localização das aldeias indígenas no planalto curitibano e região litorânea do Paraná e região centro-sul de São Paulo (Brasil) referidas para o estudo sorológico e caracterização molecular de <i>Toxoplasma gondii</i> .....	22
Figure 4. Infecção por <i>Toxoplasma gondii</i> em aldeias indígenas, sendo A) indígenas e animais (cão) em aldeias com saneamento de água e aldeias sem saneamento de água B) Profissionais de saúde de contato, I = atuam em aldeias sem saneamento e consomem a água; II = atuam em aldeia sem saneamento e não consomem a água; III = atuam em aldeias com saneamento e consomem a água; IV = atuam em aldeias com saneamento e não consomem a água.....	32
Figura 5. Análise por eletroforese em gel de agarose 2%. Onde 1. Controle positivo (vermelho), 2-19 amostras negativas (preto), 20. Amostra amplificada (azul) .....	32

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Soroprevalência de anticorpos anti- <i>Toxoplasma gondii</i> em comunidades indígenas brasileiras entre 1968 e 2019 .....	18
TABELA 2 - Soropositividade de anticorpos anti- <i>Toxoplasma gondii</i> em indígenas e profissionais da saúde de contato em comunidades indígenas da região litoral do estado do Paraná e Centro-Sul de São Paulo .....	28
TABELA 3 - Soropositividade de anticorpos anti- <i>Toxoplasma gondii</i> em populações indígenas do estados do Paraná e São Paulo .....	29
TABELA 4 - Soropositividade de anticorpos anti- <i>Toxoplasma gondii</i> entre as diferentes categorias de profissionais de contato nas aldeias do estado do Paraná e São Paulo. Sendo (P1) Profissional nível alto de contato, (P2) Profissional de nível médio de contato, (P3) Profissional de nível baixo de contato.....	30
TABELA 5 - Soropositividade de anticorpos anti- <i>Toxoplasma gondii</i> em cães ocorrentes nas comunidades indígenas da região litoral do estado do Paraná e Centro-Sul de São Paulo .....	30
TABELA 6 - Análise de Modelo Linear Generalizado Misto através dos dados de soropositividade de indígenas, seus cães e profissionais de saúde contato .....	31
TABELA 7 - Contaminação ambiental com oocistos de <i>Toxoplasma gondii</i> . em aldeias indígena localizadas nos estados do Paraná e São Paulo, região sul do Brasil .....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

CEUA - Comitê de Ética em Uso de Animais

DNA - Ácido desoxirribonucleico

DSEI - Distrito Sanitário Especial Indígena

ELISA - Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

EDTA - etileno diamina tetraacético

FITC - Isotiocianato de fluoresceína

FUNAI - Fundação Nacional do Índio

IGG - Imunoglobulina G

IGM - Imunoglobulina M

GLM - General Linear Model

IHA - Hemaglutinação indireta

PR - Paraná

SP - São Paulo

UFPR - Universidade Federal do Paraná

PCR - Polymerase Chain Reaction

PBS - Phosphate-buffered saline

RIFI - Reação de Imunofluorescência Indireta

rDNA - DNA ribossômico

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
3.1	Visão geral .....	14
3.2	Epidemiologia .....	16
3.3	Toxoplasmose em populações indígenas.....	18
3.4	Interação entre indígenas e animais de companhia: Impacto na Saúde Única. .....	20
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	21
4.1	Área de estudo .....	21
4.2	Local de estudo .....	22
4.3	População estudada .....	23
4.4	Coleta de amostras... ..	24
4.5	Análises.....	25
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	28
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	33
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	38
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39
	<b>APÊNDICES</b>	
	APÊNDICE I - Os indígenas e seus animais de companhia sob a óptica da Saúde Única.....	45
	<b>ANEXOS</b>	
	ANEXO I - FIGURA SUPLEMENTAR I .....	48
	ANEXO II - FIGURA SUPLEMENTAR II.....	50
	ANEXO III - FIGURA SUPLEMENTAR III .....	52
	ANEXO IV - FIGURA SUPLEMANTAR IV .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

Os povos originários no Brasil, desde o período de colonização enfrentaram várias injustiças, gerando um impacto negativo em suas culturas e exclusão desses povos, que passaram a viver em regiões isoladas (ESCOBAR-PARDO *et al.*, 2010), privando-os de benefícios oferecidos nos centros urbanos, com destaque para o saneamento de água potável (VEGA *et al.*, 2020) e o manejo de animais (ARAGÃO *et al.*, 2010). Em consequência, evidenciamos que as populações indígenas brasileiras apresentam alta prevalência de zoonoses (BRASIL, 2022) e outras infecções parasitárias, colocando-as em desvantagem em relação a outras etnias (PEDROSO *et al.*, 2015).

A Saúde Única (*One Health*) é definida como uma abordagem sistêmica que trata a saúde humana ou coletiva, saúde animal de forma integrada a saúde do ambiente e seus ecossistemas (LOBO *et al.*, 2021). A toxoplasmose é uma antroponose causada pelo *Toxoplasma gondii* (Nicolle e Manceaux, 1909), um protozoário coccídeo intracelular obrigatório, pertencente ao filo Apicomplexa, que infecta com frequência várias espécies de animais homeotérmicos, como mamíferos e aves (SOUZA; BELFORT JR., 2014). A doença é considerada de importância para *One Health* por afetar significativamente a saúde de humanos, animais domésticos, animais selvagens e estar presente em ecossistemas, incluindo água, solo e alimentos (DE BARROS *et al.*, 2022). Possuindo um ciclo heterógeno facultativo, o parasita depende de gatos e de outros felídeos como hospedeiros definitivos, que podem liberar oocistos fecais no ambiente, infectando humanos e outros animais, que são seus hospedeiros intermediários (LINDSAY; DUBEY, 2020). Os felídeos são infectados ao ingerir o hospedeiro intermediário com *T. gondii* e isso faz com que eles eliminem oocistos, fechando o ciclo (HILL; DUBEY, 2018).

A doença vem sendo considerada uma das infecções parasitárias de origem alimentar comum, adquirida pela ingestão de água contaminada, comida, carne crua ou mal cozida (DE VALK *et al.*, 2012). Entretanto, a infecção também pode ocorrer por meio de transfusão sanguínea, transplante de órgãos, transmissão acidental por autoinoculação em laboratório e por transmissão transplacentária (COSTA; SILVA, 2007). Em geral, na população humana a toxoplasmose tem sido considerada assintomática, contudo em mulheres grávidas a doença pode progredir em lesões fetais e aborto (GILBERT, 2009). Em pessoas imunossuprimidas, o protozoário pode

causar manifestações clínicas graves, como encefalite, mielite, miocardite, pneumonia intersticial e outros comprometimentos (LEVI, 2014).

Com distribuição geográfica mundial, estima-se que um terço da população humana já tenha sido infectada pelo *T. gondii* (KIM; WEISS, 2008). Estudos sobre a soroprevalência da toxoplasmose em humanos, são amplamente relatados, apresentando uma variação da população mundial de 0,8% a 77,5%, com destaque as altas taxas de soroprevalência em países da América Latina (PAPPAS; ROUSSOS, FALAGAS, 2009). No Brasil, historicamente os estudos populacionais de soroprevalência demonstraram uma prevalência relativamente alta de anticorpos anti-*T. gondii* (JONES; DUBEY, 2020), principalmente em crianças e em mulheres em idade fértil, com até 50% em crianças da escola primária e 50-80% das mulheres em idade fértil que apresentam anticorpos contra *T.gondii* (DUBEY *et al.*, 2012). Nos últimos 50 anos o país registou 25 surtos de toxoplasmose, com aproximadamente a metade concentrando-se entre 2010-2018, sendo a principal via de transmissão a água, frutas e verduras (oocitos) (FERREIRA *et al.*, 2018).

A população indígena brasileira autodeclarada é estimada em 817 mil indivíduos, compreendendo 0,4% da população total do país, distribuídas em 305 etnias e 274 línguas faladas, compreendendo um dos mais altos níveis de sociodiversidade do mundo (BRASIL, 2010). Em relação a toxoplasmose em populações indígenas no país, a soroprevalência varia entre as comunidades indígenas: 100% Xavante (Mato Grosso) (NEEL *et al.*, 1968), 51,6 % Alto Rio Xingu (Mato Grosso) (BARUZZI, 1970), 88,6% Kren-Akorore (Mato Grosso) (LESER; CAMARGO; BARUZZI, 1977), 39% Ticuna (Amazonas) (LOVELACE; MORAES; HAGERBY, 1977), 50% Xakriabá (Minas Gerais) (ROCHA *et al.*, 1987), 80,4% Enawenê-Nawê (Mato Grosso) (AMENDOEIRA *et al.*, 2003), 59,6 % Waiãpi (Amapá) (SOBRAL *et al.*, 2005), 55,6 % Tiriyo (Pará) (SOBRAL *et al.*, 2005), 73,5 % Iauareté (Amazonas) (BÓIA *et al.*, 2008), Terena 26,2% (Mato Grosso do Sul) (BORGUEZAN *et al.*, 2014), 66,9% Haliti-Paresí (Mato Grosso) (SANTOS *et al.*, 2019).

As populações indígenas são consideradas vulneráveis a diversas doenças infecciosas, em particular doenças de veiculação hídrica, devido aos problemas enfrentados no sistema de abastecimento de água e acesso a água potável nas aldeias (VASCO-DOS-SANTOS; ARMSTRONG; DIAS-LIMA, 2020; ALBUQUERQUE *et al.*, 2020). Neste cenário de vulnerabilidade, propomos que as populações indígenas, seus animais de companhia e profissionais de saúde de contato podem

estar expostos e infectados a toxoplasmose. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar e comparar por meio de uma abordagem de *One Health* a exposição e infecção por *Toxoplasma gondii* em populações indígenas, seus animais de companhia e profissionais de saúde em aldeias com diferentes sistemas de abastecimento de água.

## 2 OBJETIVOS

### *Objetivo Geral*

Avaliar a exposição e infecção por *Toxoplasma gondii* (Nicolle e Manceaux, 1909) em populações indígenas dos estados do Paraná e São Paulo (Brasil), seus cães e profissionais de saúde de contato do Distrito Sanitário Especial Indígena Litoral Sul.

### *Objetivos Específicos*

- a) Avaliar os fatores de risco das populações indígenas e contatar profissionais de saúde para toxoplasmose;
- b) Correlacionar a soropositividade das populações indígenas e seus cães;
- c) Avaliar a contaminação do solo por oocistos de *T. gondii*;
- d) Corroborar com a ampliação e disseminação do conhecimento sobre o tema por meio da produção científica;

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### *3.1 Visão Geral*

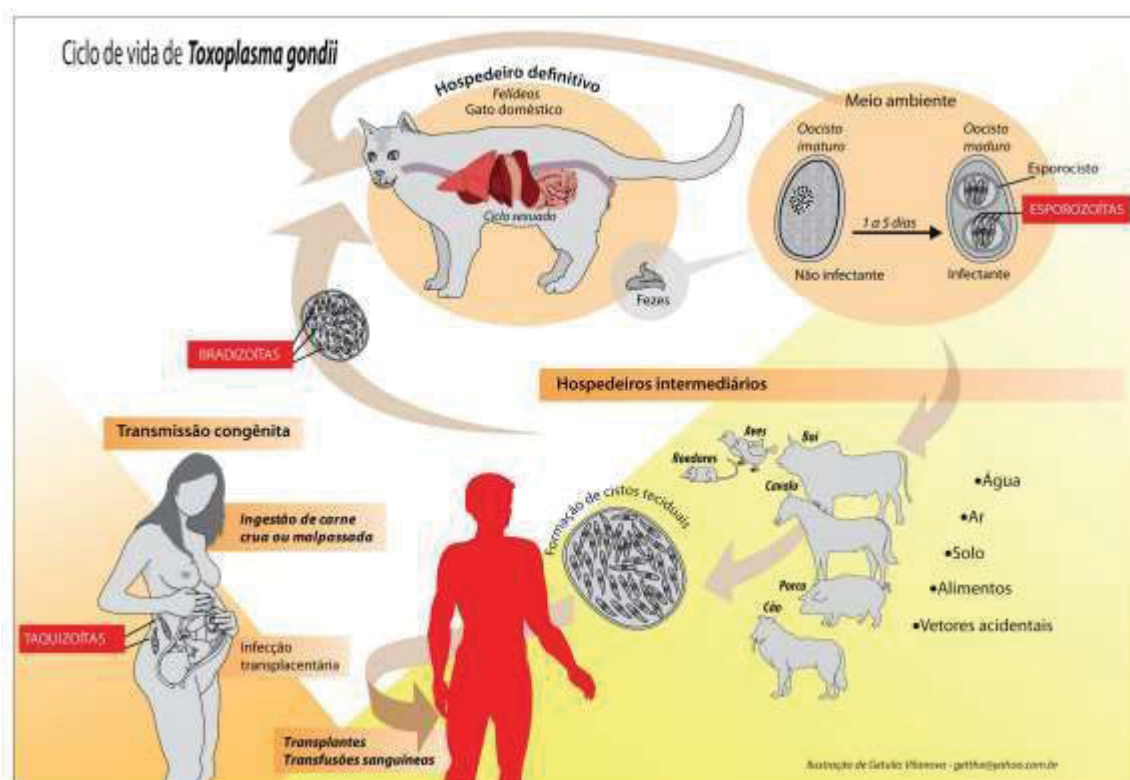
A toxoplasmose, embora apresente ampla distribuição pelos países, com a estimativa de que um terço da população mundial esteja infectada sob a forma crônica da doença (PAPPAS; ROUSSOS, FALAGAS, 2009), permaneceu desconhecida por vários anos até a sua identificação em 1908, quando o *T. gondii* foi descrito pelo pesquisador italiano Alfonso Splendore, que o encontrou em coelhos da espécie *Oryctolagus cuniculus* no Hospital da Real Sociedade de Beneficência Portuguesa de São Paulo, e pelos médicos franceses Charles Nicolle e Louis Manceaux em roedores silvestres africanos da espécie *Ctenodactylus gundi* (FERREIRA; VITOR, 2014). Em 1939, foram reconhecidas as possibilidades da transmissão transplacentária da

toxoplasmose e, mais de trinta anos depois, em 1970, o ciclo de vida do *T.gondii* foi elucidado integralmente por vários pesquisadores, o que contribuiu de forma significativa para a identificação dos principais disseminadores da doença e para o consequente estudo de ações profiláticas (DUBEY, 2009).

Ao que tange à imunização artificial ativa contra a doença, não existe ainda possibilidade de vacinação para a toxoplasmose humana, havendo apenas testes com vacinas para gatos com função inibidora à emissão de oocistos toxoplásmicos (FIALHO *et al.*, 2009). Após confirmações a respeito das formas da transmissão da toxoplasmose, foram estabelecidos os hospedeiros intermediários, os quais incluem os mamíferos (suínos, ovinos, caprinos, bovinos, roedores e primatas) e aves (pombos e galinhas), animais em que ocorre a reprodução assexuada do parasita, e os hospedeiros definitivos, os quais englobam apenas animais em que ocorre a reprodução sexuada do *T.gondii*, sendo eles pertencentes à família Felidae – felídeos domésticos e selvagens (TENTER *et al.*, 2000).

Classificada como uma antropozoonose, a toxoplasmose é naturalmente transmissível entre os animais vertebrados e o homem (NEVES, *et al.*, 2011) e apresenta duas vias de transmissão, classificadas como horizontal ou vertical (SOUZA; BELFORT, 2014) (Figura 1). Tratando-se da via horizontal, esta pode ocorrer por meio de infecção oral com a ingestão de oocistos presentes em alimentos, na água e no solo ou com a ingestão de carne crua ou malpassada apresentando cistos teciduais (JONES; DUBEY, 2012). Já a transmissão via vertical ou congênita é aquela em que, devido à infecção ocorrida durante o período de gestação ou próximo do parto, o indivíduo é acometido pelo protozoário na forma de taquizoítas. Esse tipo de transmissão também pode ocorrer pelo leite materno, que tem chance de conter o parasita durante uma infecção aguda. Além disso, existem outras formas de transmissão de menores riscos, como transfusões de sangue, transplantes de tecidos e órgãos e autoinoculação em laboratório (HILL; DUBEY, 2018).

Figura 1. Ciclo biológico do *Toxoplasma gondii*.



Fonte: BARBOSA; MUNO; MOURA, 2014.

Dessa forma, considera-se que o *T. gondii* apresenta três estágios infecciosos: os cistos teciduais contendo bradizoítas em carnes de animais infectados, os taquizoítas presentes em fluidos e tecidos corporais e os esporozoítas existentes nos oocistos eliminados nas fezes dos hospedeiros definitivos (HILL; DUBEY, 2018).

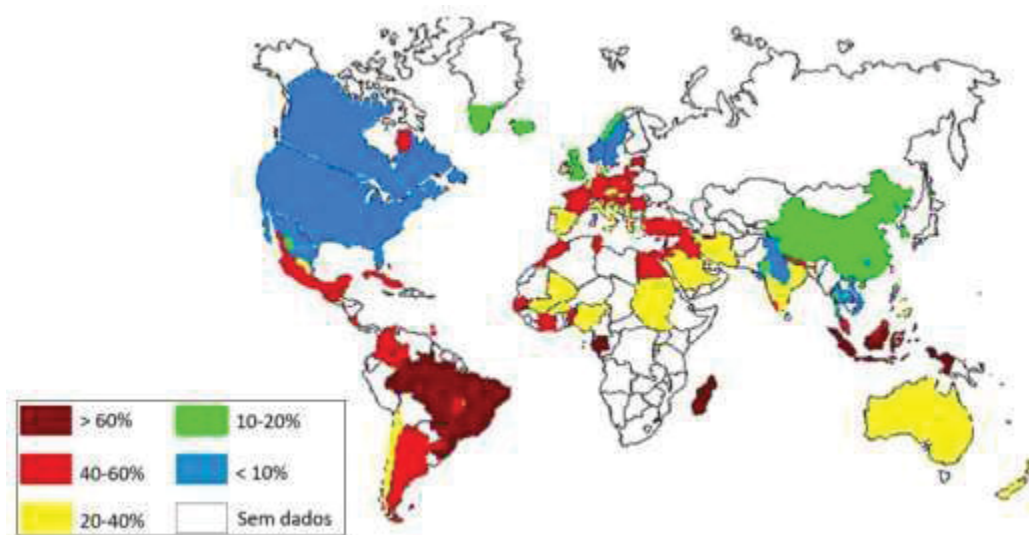
### 3.2 Epidemiologia

A toxoplasmose apresenta distribuição geográfica mundial, estima-se que um terço da população humana já tenha sido infectada pelo *T. gondii* (KIM; WEISS, 2008). Estudos sobre a soroprevalência da toxoplasmose em humanos, são amplamente relatados, apresentando uma variação da população mundial de 0,8% a 77,5%, com destaque as altas taxas de soroprevalência em países da América Latina (PAPPAS; ROUSSOS, FALAGAS, 2009) (Figura 2).

No Brasil, historicamente os estudos populacionais de soroprevalência demonstraram uma prevalência relativamente alta de anticorpos anti- *T. gondii* (JONES; DUBEY, 2020), principalmente em crianças e em mulheres em idade fértil, com até 50% em crianças da escola primária e 50-80% das mulheres em idade fértil que apresentam anticorpos contra *T. gondii* (DUBEY *et al.*, 2012). Nos últimos 50 anos

o país registou 25 surtos de toxoplasmose, com aproximadamente a metade concentrando-se entre 2010-2018, sendo a principal via de transmissão a água, frutas e verduras (oocitos) (FERREIRA *et al.*, 2018).

Figura 2: Soroprevalência mundial da toxoplasmose.



Fonte: Pappas *et al.*, 2009.

Entre os maiores surtos de toxoplasmose no país, destacam-se os ocorridos nas cidades de Santa Izabel do Ivaí (PR), envolvendo 426 pessoas contaminadas em 2002 e de Santa Maria (RS), com 647 casos (DIAS *et al.*, 2005). Nas investigações acerca das fontes de contaminação, os estudos respectivos dos surtos indicaram como veículo principal de transmissão a água contendo oocistos, o que indica a importância da garantia do acesso à água tratada e ao saneamento ambiental como ação profilática (DIAS *et al.*, 2005).

Além das fontes hídricas como importantes meios de transmissão, outros fatores de risco relevantes já foram identificados pelos estudos epidemiológicos da doença, entre eles o consumo de carnes cruas e vegetais crus, o contato frequente com o solo e a falta de conhecimento a respeito da parasitose e suas vias de infecção, (JONES; DUBEY, 2010). Ademais, a faixa etária também já foi relatada na literatura como uma variável cujos valores são diretamente proporcionais à soropositividade, o que pode ser justificado pelo maior tempo de exposição aos fatores de risco (FRENKEL, 1988).

### 3.3 Toxoplasmose em populações indígenas

As populações nativas do Brasil desde a sua colonização vivenciaram um

contato violento com a sociedade colonizadora, que gerou um impacto negativo em suas culturas, se traduzindo na exclusão desses povos que passaram a viver em regiões isoladas (ESCOBAR-PARDO et al., 2010), privando-os de benefícios oferecidos nos centros urbanos. O saneamento de água, fornecimento de água potável e manejo de animais domésticos são alguns destes benefícios. Em consequência, evidenciamos que as populações ameríndias apresentam alta prevalência de zoonoses e outras infecções parasitárias, colocando-as em desvantagem em relação aos não-indígenas (PEDROSO et al., 2015).

Em relação às populações indígenas, a prevalência da infecção por Toxoplasmose apresenta características geográficas, com variação de 10,6% no Sudeste Asiático a 80,4% na América do Sul (SANTOS, et al., 2019). Em estudos sobre a prevalência da infecção pelo *Toxoplasma gondii* em indígenas brasileiros tem-se encontrado uma frequência na soroprevalência de anticorpos anti- *T. gondii* variando de 26,15% a 100% (Tabela 1).

Tabela 1- Soroprevalência de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em comunidades indígenas brasileiras entre 1968 e 2019.

<b>População indígena/ Localização</b>	<b>Técnica</b>	<b>Prevalência (%)</b>	<b>Autores</b>
Xavante /Mato Grosso	IHA	107/107 (100%)	NEEL, et al., 1968
Alto rio Xingu/ Mato Grosso	RIFI	131/254 (51.6%)	BARUZZI, 1970
Kren-Akorore/ Mato Grosso	RIFI /IHA	62/70 (88.6%)	LESER; CAMARGO; BARUZZI, 1977
Ticuna/ Amazonas	IHA	159/408 (39.0%)	LOVELACE; MORAES; HAGERBY, 1978
Xakriabá/ Minas Gerais	RIFI	27/54 (50.0%)	ROCHA, et al., 1987
Enawenê- Nawê/ Mato Grosso	RIFI /ELISA	119/148 (80.4%)	AMENDOEIRA, et al., 2003
Waiãpi/ Amapá	RIFI /ELISA	180/302 (59.6%)	SOBRAL, et al., 2005

População indígena/ Localização	Técnica	Prevalência (%)	Autores
Tiriyó/ Pará	RIFI /ELISA	310/558 (55.6%)	SOBRAL, <i>et al.</i> , 2005
Iauareté/ Amazonas	RIFI /ELISA	191/260 (73.5%)	BÓIA <i>et al.</i> , 2008
Terena/Mato Grosso do Sul	RIFI /ELISA	67/256 (26.2%)	BORGUEZAN <i>et al.</i> , 2014
Haliti-Paresí /Mato Grosso,	RIFI/ELISA	196/293 (66.9%)	SANTOS, <i>et al.</i> , 2019

\*Hemaglutinação indireta (IHA)  
Imunofluorescência indireta (RIFI)  
Enzyme-Linked Immunosorbent Assay(ELISA)

Estudos em populações indígenas são úteis para a compreensão da relação entre a fonte da infecção e sua ocorrência, em particular por apresentarem um estilo de vida comunitário, facilitando a propagação de doenças dentro das comunidades (SOUZA, *et al.*, 2020). Os fatores de contágio nessas comunidades despertam interesse, alguns pesquisadores atribuem grande importância ao consumo de carne vermelha e o contato com gatos domésticos à alta soropositividade para *T. gondii* (LOVELACE; MORAES; HAGERBY, 1978). Entretanto, estudos recentes atribuem a alta soropositividade com a contaminação nas coleções de água utilizadas para consumo dessas populações, registrando a presença de felinos domésticos e selvagens (AMENDOEIRA, *et al.*, 2003; SOBRAL, *et al.*, 2005; SANTOS, *et al.*, 2019).

Historicamente as populações indígenas são consideradas vulneráveis a diversas doenças infecciosas, os efeitos negativos do processo de aculturação na saúde dos indígenas estão bem documentados em relação à presença de muitas infecções, como hepatite, tuberculose e outras doenças virais (SOBRAL, *et al.*, 2005). Doenças de veiculação hídrica também se destacam neste cenário, em particular em decorrência aos problemas enfrentados no sistema de abastecimento de água e acesso a água potável nas aldeias (VASCO-DOS-SANTOS; ARMSTRONG; DIAS-LIMA, 2020) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020). Assim, destacando a importância de pesquisas que visem analisar doenças de veiculação hídrica nestas populações, em particular a toxoplasmose.

### 3.4 Interação entre indígenas e animais de companhia: Impacto na Saúde Única

O Intercambio Colombiano (*Columbian Exchange*) marcou a “era dos descobrimentos” proporcionando um intenso fluxo de animais, alimentos, especiarias e seres humanos entre o Velho Mundo e o Novo Mundo, traduzindo-se no intercâmbio de doenças entre as populações (NUNN; QIAN, 2010). Em relação ao fluxo de animais, os cães destacam-se pela intensiva proliferação entre as Américas após a Conquista, devido a sua capacidade de auxiliar na prática da caça, além de animal de companhia (SCHWARTZ, 1998). Assim, diversas comunidades indígenas associam o cão à caça, entretanto o gato representa um animal que orna o ambiente não registrando um contato íntimo e com caráter afetivo semelhante ao familiar (VELDEN, 2009).

Entre comunidades indígenas Koripako, localizados no Alto Rio Negro (AM) é registrado a prática da não alimentação dos cães atrelada ao treinamento deste animal para a caça (BULL, 2019). Povos indígenas da etnia Achuar concedem aos cachorros alucinógenos para que tenham um olfato mais aguçado (DESCOLA, 1994). Em sua pesquisa antropológica sobre os povos indígenas na Amazônia, Fausto (2001) ressalta que os cães de caça são propriedade dos homens e recebem tratamento especial em relação aos demais cães não considerados caçadores, assim figuram ora como ajudantes na caça, ora como animais domésticos. Portanto, é notável a presença dos cães na sociedade indígena representa uma forte interação entre homem e animal, seja em um cunho afetivo e/ou para atividade de caça.

Em relação as zoonoses causadas por protozoários em populações indígenas, um estudo de prevalência de anticorpos *Toxoplasma gondii* e *Neospora caninum* Minervino *et al.* (2012) demonstraram a ocorrência destes patógenos nas comunidades indígenas de etnias Tapirapé e Karajá, no estado do Mato Grosso. Os respectivos patógenos são conhecidos como hospedeiros definitivos em gatos e cães. Foram testados 325 amostras sorológicas de cães presentes na comunidade indígena para pesquisa de anticorpos anti-IgG *T. gondii* e anti-IgG *N. caninum*, destes 52% foram soropositivos para *T. gondii* (ponto de corte 1:16) e 9,8% para *N. caninum* (ponto de corte 1:50). Segundo os autores a soropositividade para ambas as infecções parasitárias foi amplamente prevalente em cães dessas aldeias e foi maior em cães mais velhos, indicando transmissão pós-natal. Como dito inicialmente, o gato é um animal pouco valorizado, visto apenas como um animal que orna o ambiente, não

possuindo interação próxima com os indígenas, tornando-se arredios por consequência do tratamento com o animal (VELDEN, 2009). Por esse motivo, ou por intervenção das entidades de proteção de saúde que retiram os gatos, por serem transmissores de algumas zoonoses e animal extremamente predador da fauna local (ALMEIDA, 2013). Recentemente, Santos *et al.* (2019) em um estudo sorológico para toxoplasmose na comunidade indígena Haliti-Paresí, pertencente a terra indígena Utariati (MT), apontam que a presença de gatos domésticos na aldeia como animais de estimação, dedicados a caça e compartilhando a fonte de consumo d'água, representaram um fator de risco para a doença nesta comunidade.

Sob a perspectiva da Saúde Única, a qual trata de uma abordagem integrada entre saúde humana, animal e meio ambiente (LOBO *et al.*, 2021), a análise da soroprevalência em cães mostra-se fundamental para a promoção da saúde tanto humana como animal no país, tendo em vista que esses animais servem como sentinelas ao indicarem o nível de contaminação ambiental pelo parasita (CONSTANTINO *et al.*, 2016; PINTO-FERREIRA *et al.*, 2019), contribuindo para a avaliação dos riscos de exposição das populações à doença, haja vista que cães e humanos, como hospedeiros intermediários, podem apresentar veículos de contaminação comuns (MEIRELES *et al.*, 2004).

## **4 MATERIAL E MÉTODO**

### **4.1. Área de estudo**

#### *4.1.1 Declaração ética*

Este estudo foi aprovado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Ministério da Saúde do Brasil (protocolo 52039021.9.0000.0102) e pelo Comitê de Ética em Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Paraná (protocolo número 033/2021).

#### *4.1.2 Designer do estudo*

Este estudo representa uma abordagem de *One Health* em populações indígenas, caninas e profissionais de saúde de contato que vivem ou frequentam terras indígenas na região litoral do estado do Paraná e Centro-Sul de São Paulo. O

estudo foi realizado entre dezembro/2020 e fevereiro/2022.

## 4.2 Local do estudo

O estudo foi realizado em 9 aldeias indígenas das etnias Guarani, Terena e Kaingang nos estados do Paraná e São Paulo. No estado Paraná totalizaram 5 aldeias: Tekoa Pidoty, Kuaray haxa, Araça-í, Tupã Nhá Kretã e Guaviraty. Localizadas respectivamente nos municípios: Paranaguá (25°31'10.34"S 48°28'06.78"O); Guaraqueçaba (25°18'40.65"S 48°18'9.14"O), Piraquara (25°29'23.31"S 49°0'11.57"O), Morretes (25°36'56.21"S 48°56'13.05"O), e Pontal do Paraná (25°36'25.35"S 48°26'36.33"O). No estado de São Paulo totalizam 4 aldeias concentradas no município de Avaí: Kopenoty (22°15'58.20" S 49°21'00.95"O); Tereguá (22°15'55.31" S 49°20'53.34"O); Ekeruá (22°16'28.05" S 49°22'21.95"O); Nimuendaju (22°17'30.81" S 49°22'41.03"O) (Figura 3).

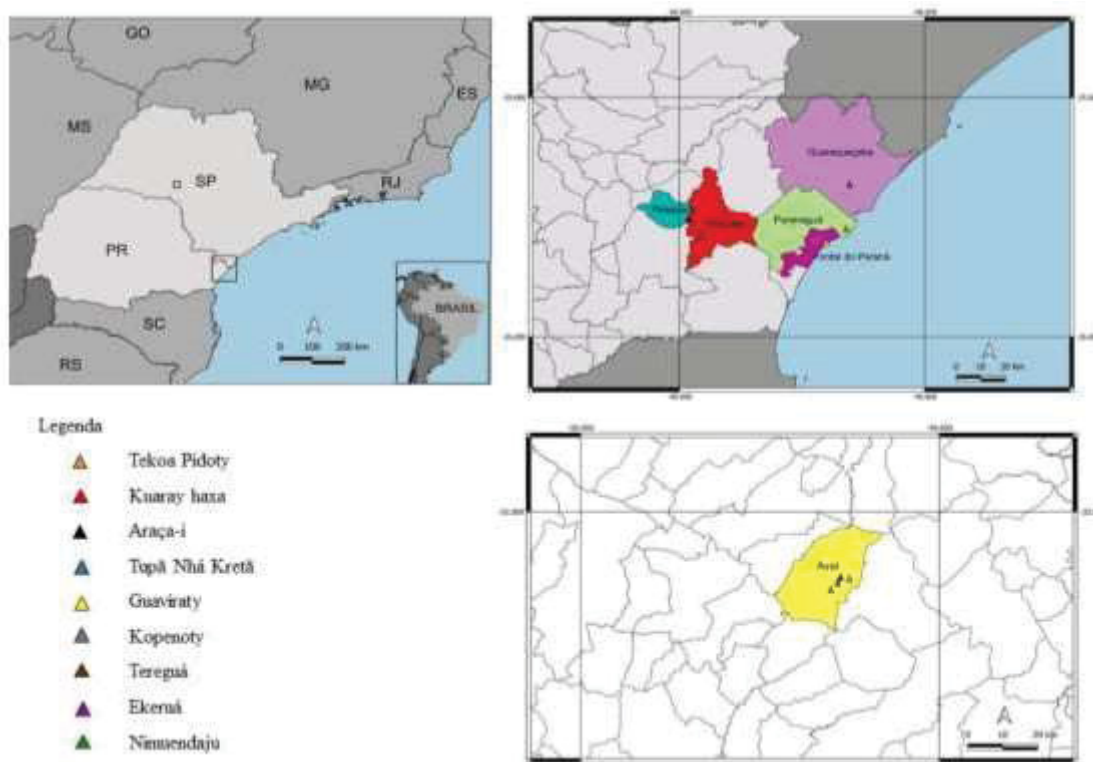


Figura 3. Localização das aldeias indígenas no planalto curitibano e região litorânea do Paraná e região centro-sul de São Paulo (Brasil) referidas para o estudo sorológico e caracterização molecular de *Toxoplasma gondii*.

Em relação a cobertura vegetal das aldeias indígenas avaliadas neste estudo, as aldeias pertencentes ao Paraná compreendem remanescentes de Mata Atlântica, enquanto que as aldeias localizadas em São Paulo detêm cobertura vegetal característica do cerrado (FUNAI, 2022).

## 4.3 População estudada

### 4.3.1 *Indígenas*

As características socioeconômicas das aldeias indígenas variaram entre os estados do Paraná e São Paulo. Nas aldeias do Paraná, a população indígena tem fortes ligações ambientais e contam com recursos naturais para sobreviver, como a caça de animais silvestres, pesca e pequena produção agrícola destinada ao consumo da comunidade (ANDRADE, 2014). O artesanato compreende outra fonte de recurso, confeccionados da matéria-prima coleta na mata para confecção de balaios, miniaturas de animais silvestres feitos em madeira, abanos, paus-de-chuva, lanças, colares e pulseiras (ANDRADE, 2014; CORBARI, 2017). As aldeias indígenas do Paraná carecem de sistemas de tratamento de água e saneamento de água, sua localização das aldeias destaca um isolamento destas populações, principalmente em *Kuaray haxa* (Guaraqueçaba), sendo necessário o uso de barco para acesso a comunidade. Nas aldeias de São Paulo, entre as atividades econômicas, a agricultura mostra-se como a mais relevante, com destaque para o cultivo de alimentos que servem tanto para o consumo interno como para a comercialização externa (PINTO, 2019). O artesanato também está presente nas aldeias de São Paulo como uma das fontes de subsistência para algumas famílias (FINATELI, 2015). Além disso, nestas aldeias é verificado a venda da força de trabalho para o mercado urbano ou produtores rurais da região (LOSNAK, 2010). As aldeias indígenas de São Paulo apresentam poço artesiano como forma de abastecimento de água e possuem sistema de saneamento de água, as aldeias se localizam próximas entre si e são menos isoladas em relação as aldeias do Paraná.

Dessa forma, as aldeias foram agrupadas de acordo com recursos de saneamento de água, sendo um grupo que compreende aldeias que não apresentam saneamento de água, detendo rios e nascentes como fonte do recurso hídrico, e destinação das fezes no ambiente ou em fossa aberta. E outro grupo, as aldeias que apresentam saneamento de água, apresentando poço artesiano com equipamentos de filtragem e cloração, detendo fossa séptica como local de destinação das fezes.

### 4.3.2 *Profissionais de contato*

Os profissionais de contato foram categorizados de acordo com sua função e

nível de contato com as populações indígenas. Dessa forma, estabelecemos 3 categorias de acordo com o nível de contato: Profissional de nível alto de contato (P1), compreende médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, motoristas e professores que são constantes na aldeia; Profissional de nível médio de contato (P2), compreende a equipe multidisciplinar do Distrito Sanitário Especial de Saúde Indígena (DSEI) Litoral Sul que apresenta contato com diversas aldeias estudadas, porém não constante; Profissional de nível baixo de contato (P3), compreende profissionais de saúde que cooperaram com estudo, tendo contato esporádico com as aldeias.

#### **4.4 Coleta de amostras**

##### *4.4.1 Amostras de sangue*

Os participantes humanos foram amostrados após assinatura do termo de consentimento e preenchimento do questionário epidemiológico. As amostras de sangue humano foram coletadas por punção venosa cefálica, e as amostras de sangue de cães foram coletadas por punção venosa jugular (Figura Suplementar 1).

Foram coletados 10 ml de sangue de cada participante (humano/animal), as amostras de sangue foram colocadas em tubo de vácuo estéril contendo ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e tubo com gel separador de soro. As amostras coletadas tudo contendo EDTA foram mensuradas para avaliação do volume de células compactadas (VCC) e proteínas plasmáticas totais (PPT), por centrifugação e refratometria, respectivamente. Todas as amostras também foram coletadas em tubos sem anticoagulante e mantidas à temperatura ambiente (25° C) até a retração visível do coágulo, posteriormente centrifugadas a 800g por cinco minutos, e o soro separado e mantido a -20° C até o processamento.

##### *4.4.2 Amostragem do solo*

As amostras de solo foram coletadas aleatoriamente em cada aldeia composta por 30 subamostras: escola (10), posto de saúde (10), campo/área de recreação (10). Durante a amostragem, foram caracterizados os locais registrando: a) coordenada geográfica; b) presença de crianças e adultos em contato direto com o solo; c) presença de cães e gatos; d) presença de fezes de animais no local (Figura Suplementar 2).

Foram coletados aproximadamente 100 g de amostra de solo em uma profundidade de 5 a 10 cm, conforme previamente estabelecido (FRENKEL; RUIZ; CHINCHILLA, 1975), colocado em um saco plástico e armazenado sob refrigeração (4°C) até o processamento.

#### 4.4.3 Coleta de dados epidemiológicos

A avaliação epidemiológica das características humanas foi baseada em um questionário que avaliou a exposição potencial ao *T. gondii* e incluiu a idade, sexo, nível de escolaridade, aldeia pertencente, etnia, ocupação, tempo de residência na aldeia, hábito e frequência de caça, posse de animais, fonte de água potável, hábito de lavar frutas e verduras antes do consumo, higienizar as mãos antes das refeições e o consumo de carne crua ou mal-cozida. Para avaliação epidemiológica das características de cães, o questionário reuniu dados sobre sexo, raça, origem animal, local de residência, dieta, consumo de carne crua, fonte de água potável, acesso as florestas, hábitos de caça, presença e controle de ectoparasitos, vermifugação e vacinação.

## 4.5 Análises

### 4.5.1 Teste Sorológico

A detecção de anticorpos anti-*T.gondii* foi realizada pelo teste de reação de imunofluorescência indireta (RIFI) (CAMARGO, 1974). As amostras de soro humano foram testadas para anticorpos das classes IgM e IgG específicos contra *T. gondii*, e as amostras de soro canino foram testadas unicamente anticorpos de classe IgG específico anti-*T.gondii*. Diluições seriadas de 1:16, 1:64, 1:256, 1:1024 e 1:4096 foram realizadas em solução salina tamponada com fosfato (PBS) pH 7,2. As lâminas de imunofluorescência foram previamente sensibilizadas com formaldeído 0,1% aos taquizoítos inativados de *T. gondii* (cepa RH) obtidos de uma lavagem intraperitoneal em camundongos Swiss após 3 dias de inoculação. Para a fluorescência foram utilizados os anticorpos secundários anti-IgM e anti-IgG comercial específico para humanos e anti-IgG específico para cão, conjugado com o isotiocianato de fluoresceína (Bethyl–Montgomery, TX, USA). As amostras foram consideradas positivas se os títulos de anticorpos fossem  $\geq 16$  para *T. gondii* como ponto de corte estabelecido, e os títulos finais foram determinados até a última diluição em que  $\geq$

50% de fluorescência na borda dos taquizoítos (Figura Suplementar 3).

#### 4.5.2 Recuperação de oocistos de *T. gondii* de amostras de solo

Foram utilizadas em réplicas 10g das subamostras de cada ponto (FERREIRA *et al.*, 2018). Em seguida, 5 mL de ácido sulfúrico aquoso a 2% foram adicionados a cada amostra. Após 16 h de esporulação, duas etapas de recuperação de oocistos foram realizadas: na primeira etapa 30 mL de glicina 1 M foram adicionados ao solo seguida de homogeneização durante 30 minutos e 5 min de descanso para sedimentação (FERREIRA *et al.*, 2018). O sobrenadante recuperado foi centrifugado a 1500g por 15 min, resultando na formação de pellet. Na segunda etapa de recuperação, o pellet previamente recuperado foi submetido a técnica de Sheather (SHEATHER, 1923) e 2 mL do sobrenadante final foi fracionado em dois microtubos. Em cada microtubo, 1 mL de solução ultrapura água foi adicionada e centrifugada a 1500g por 5 min. O volume de 200 µL de pellet foi mantido, ao qual 1 mL de tampão TE (Tris-HCl, NaCl e ácido etileno diamina tetraacético – EDTA) foi adicionado e centrifugado novamente seguindo os mesmos parâmetros do anterior, resultando em 200 µL de pellet, e a duplicata armazenada em microtubo único.

#### 4.5.3 Extração de DNA

Todas as amostras previamente processadas foram inicialmente submetidas a 10 ciclos de congelamento em nitrogênio líquido e descongelamento em banho-maria a 56°C para romper as paredes do oocisto (WELLS *et al.*, 2015). O DNA foi extraído de amostras de solo usando o kit comercial NucleoSpin Tissue® (Macherey-Nagel, Düren, Alemanha) de acordo com as instruções do fabricante, com as seguintes modificações: as amostras foram incubadas em tampão de lise (T1) e proteinase K a 56°C por 16 h. (Figura Suplementar 4).

#### 4.5.4 Nested-PCR

As amostras de DNA foram submetidas à reação em cadeia da polimerase nested (nested-PCR) para amplificar o DNA ribossômico Apicomplexa 18S (rDNA) (SU *et al.*, 2010). A primeira reação de PCR foi realizada com o primers externos Tg18s48F (5' CCATGCATGTCTAAGTATAAGC3') e Tg18s359R (5'GTTACCCGTCCTACTGCCAC 3'), com o seguinte perfil térmico: desnaturação inicial

a 94 °C por 2 min, 30 ciclos de desnaturação a 94 °C por 30 s, anelamento a 57 °C por 30 s e extensão a 72 °C por 30 s, e uma extensão final a 72 °C por 1 min. Para a segunda reação, os primers internos utilizados foram Tg18s58F (5'CTAAGTATAAGCTTTTATACGGC3') e Tg18s348R (5'TGCCACGGTAGTCCAATAC3'), utilizando o mesmo perfil térmico da primeira reação, porém realizando 35 ciclos. A mistura de amplificação consistia em 0,5 µL de cada primer a 2 µM, 6,25 µL de GoTaqGreen Master Mix (Promega, Madison, WI, EUA), 2,75 µL de água ultrapura e 2,5 µL de DNA em um volume final de 12,5 µL (DUBEY, 2019). O produto amplificado de aproximadamente 300 pares de bases foi detectado por eletroforese usando gel de agarose 2%, corado com Blue Green (LGC Biotechnology), e posteriormente fotodocumentado (Loccus - L-PIX EX).

#### 4.5.5 *Análise de sequenciamento*

Os amplicons positivos para o gene 18S rDNA foram purificados usando o QIAquick Gel Extraction Kit da Qiagen (Valencia, CA, EUA), de acordo com as instruções do fabricante. Os produtos foram sequenciados bidirecionalmente usando o kit BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing (Applied Biosystems, Foster City, CA), de acordo com o protocolo do fabricante. A reação de sequenciamento foi realizada por separação eletroforética capilar em um sequenciador ABI 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems) utilizando oligonucleotídeos internos. A análise das sequências foi realizada com o software Staden Package 4.1.4 (Gene Codes Corporation, EUA), e todas as sequências foram comparadas com o Basic Alignment Search Tools do National Center for Biotechnology Information ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)) para identificar a espécie.

#### 4.5.6 *Análise estatística*

O efeito do saneamento sobre a resposta imunológica das populações de indígenas e de animais de companhia, foi avaliado utilizando Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) com distribuição de erro Binomial, pelo pacote "lme4" (BATES et al., 2015) (BATES et al., 2015) função 'glmer'. Nestes modelos, o efeito fixo incluiu a ausência ou presença de saneamento em cada aldeia e a variável resposta, a ausência ou presença da soroprevalência nos indivíduos das populações. O efeito do saneamento, da disposição ao consumo de água em aldeias indígenas e

da interação desses dois fatores sobre a resposta imunológica das populações de profissionais foi avaliado usando um GLMM com distribuição de erro Binomial Negativa, pelo pacote "lme4", função 'glmer.nb'. Neste modelo, o efeito fixo incluiu a ausência ou presença de saneamento no conjunto de aldeias as quais esses profissionais recorrentemente trabalham, assim como a disposição ou não do consumo de água das aldeias por estes profissionais, e a variável resposta é a ausência ou presença da soroprevalência nos profissionais. Os dados das aldeias que apresentam saneamento foram utilizados para verificar a associação entre consumo de carne de caça e a resposta imunológica das populações indígenas utilizando um teste Qui-quadrado de Pearson. Os dados das aldeias que apresentam saneamento também foram utilizados para verificar a associação entre as respostas imunológicas dos animais de companhia e de seus respectivos donos, utilizando um teste Exato de Fisher. As chances de resposta imunológica das populações indígenas, tanto no consumo de carne de caça quanto na tutela de animais de companhia que apresentam soroprevalência à *T. gondii*, foram calculadas por Odds Ratio. Todos os modelos foram conduzidos no programa computacional R (R Core Team, 2020).

## 5 RESULTADOS

Foram coletadas 631 amostras humanas, sendo 463 indígenas e 168 profissionais de saúde de contato. A soropositividade dos indígenas foi superior em relação aos profissionais de saúde em ambas classes de anticorpos pesquisados (IgG e IgM) (Tabela 2).

Tabela 2. Soropositividade de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em indígenas e profissionais da saúde de contato em comunidades indígenas da região litoral do estado do Paraná e Centro-Sul de São Paulo.

<b>Categoria</b>	<b>N</b>	<b>positivos IgM (%)</b>	<b>positivos IgG (%)</b>
Indígenas	463	11 (2.37)	225 (48.59)
Profissionais de saúde de contato	168	3 (1.78)	67 (39.88)

Em relação aos indígenas, no geral 2,37% (11/463) e 48,59% (225/463) apresentaram anticorpos de classe IgM e IgG, respectivamente, com titulação de 16 em IgM e variação de 16 a 1024 em IgG. As aldeias que não apresentam saneamento registraram uma soropositividade de 6.17% (10/162) e 87% (141/162) para anticorpos das classes IgM e IgG, respectivamente. Em contraste, observamos que as aldeias que apresentam saneamento registram uma menor soropositividade em ambas

classes de anticorpos (IgM=1/301; IgG=84/301) (Tabela 3). A maior soropositividade entre as aldeias para anticorpos de classe IgM foi registrada na aldeia Kuaray haxa 5/18 (27.77%), seguida de Araça-í 5/72 (6.94%) e Kopenoty 1/125 (0,8%), as demais aldeias não apresentaram amostras positivas para IgM (Tabela 3). Os resultados de soropositividade para anticorpos de classe IgG, apontam a aldeia Araça-í 66/72 (91.66%) com maior soropositividade, seguida de Guaviraty 19/20 (90.47%), Kuaray haxa 15/18 (83.33%), Tekoa Pidoty 18/22 (81.81%), Tupã Nhá Kretã 23/29 (79.31%), Tereguá 19/47 (40.42%), Ekerua 18/56 (32.14%), Kopenoty 39/125 (31.20%) e Nimuendaju 8/73 (10.95%). (Tabela 3).

Tabela 3. Soropositividade de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em populações indígenas do estado do Paraná e São Paulo.

Aldeia	N	N positivos IgM (%)	N positivos IgG (%)
<b>Aldeias que não apresentam saneamento de água</b>			
<i>Araça-í</i> (PR)	72	5 (6.94)	66 (91.66)
<i>Tupã Nhá Kretã</i> (PR)	29	-	23 (79.31)
<i>Guaviraty</i> (PR)	21	-	19 (90.47)
<i>Kuaray haxa</i> (PR)	18	5 (27.77)	15 (83.33)
<i>Tekoa Pidoty</i> (PR)	22	-	18 (81.81)
Total	162	10 (6.17)	141 (87.03)
<b>Aldeias que apresentam saneamento de água</b>			
<i>Kopenoty</i> (SP)	125	1 (0.8)	39 (31.20)
<i>Tereguá</i> (SP)	47	-	19 (40.42)
<i>Ekerua</i> (SP)	56	-	18 (32.14)
<i>Nimuendaju</i> (SP)	73	-	8 (10.95)
Total	301	1 (0.33)	84 (27.90)
<b>Total geral</b>	<b>463</b>	<b>11 (2.37)</b>	<b>225 (48.59)</b>

\*PR - Paraná

SP - São Paulo

Em relação a soropositividade entre os profissionais de saúde de contato, os profissionais de nível alto de contato 3/54 (5.55%) foram soropositivos para IgM com titulação de 16, para IgG registramos 37/54(68.51%) das amostras positivas, com variação de títulos de 16 a 256. As categorias de médio e baixo contato registraram respectivamente 24/79 (34.17%) e 3/35 (8.57%) das amostras positivas, apresentando soropositividade somente para classe de anticorpos IgG, com variação de títulos de 16 a 1024 (Tabela 4).

Tabela 4. Soropositividade de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* entre as diferentes categorias de profissionais de contato nas aldeias do estado do Paraná e São Paulo. Sendo (P1) Profissional nível alto de contato, (P2) Profissional de nível médio de contato, (P3) Profissional de nível baixo de contato.

<b>Categoria</b>	<b>N</b>	<b>positivo IgM</b>	<b>positivo IgM</b>	<b>positivo IgG</b>	<b>positivo IgG</b>
P1	54	3	5.55	37	68.51
P2	79	-	-	27	34.17
P3	35	-	-	3	8.57
Total	68	3	1.78	67	39.88

Em geral, 38.33% dos cães coletados (97/253) apresentaram anticorpos de classe IgG contra *T. gondii*, com titulação variando de 16 a 256. A ocorrência de anticorpos anti-*T.gondii* nos cães diferiu entre as aldeias observadas, a maior soropositividade foi registrada em *Kuaray haxa* 10/11 (90.9%) e a menor em *Tereguá* 2/33 (6.06%) (Tabela 5). Nos cães de aldeias sem saneamento observou-se uma soropositividade de 60,46% (52/86) contrastando com os cães de aldeias que apresentam saneamento, que registraram 26,94% (45/167) (Tabela 5).

Tabela 5: Soropositividade de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em cães ocorrentes nas comunidades indígenas da região litoral do estado do Paraná e Centro-Sul de São Paulo.

<b>Aldeia</b>	<b>positivo IgG</b>	<b>(%)</b>	<b>Titulação (%)</b>		
			<b>positivo</b>	1:16	1:64
<b>Aldeias que não apresentam saneamento de água</b>					
<i>Araça-í</i> (PR)	23/34	67.64	52.17	39.14	8.69
<i>Tupã Nhá Kretã</i> (PR)	8/18	44.44	25	75	-
<i>Guaviraty</i> (PR)	1/8	12.5	100	-	-
<i>Kuaray haxa</i> (PR)	10/11	90.9	40	60	-
<i>Tekoa Pidoty</i> (PR)	10/15	66.6	20	80	-
Total	52/86	60.46	-	-	-
<b>Aldeias que apresentam saneamento de água</b>					
<i>Kopenoty</i> (SP)	13/56	23.2	69.24	30.76	-
<i>Tereguá</i> (SP)	2/33	6.06	100	-	-
<i>Ekerua</i> (SP)	20/44	45.4	85	15	-
<i>Nimuendaju</i> (SP)	10/34	29.4	60	40	-
Total	45/167	26.94	-	-	-
<b>Total geral</b>	<b>97/253</b>	<b>38.33</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

\*PR - Paraná  
SP - São Paulo

Populações de aldeias que não possuem saneamento de água apresentam maior soroprevalência de *T. gondii* que populações de aldeias que possuem este

saneamento, tanto para indígenas (GLMM;  $z = -7.153$ ;  $p < 0.001$ ), quanto para animais de companhia (GLMM;  $z = -2.405$ ;  $p = 0.0162$ ) (Tabela 6; Figura 4A).

Tabela 6. Análise de Modelo Linear Generalizado Misto através dos dados de soropositividade de indígenas, seus cães e profissionais de saúde contato.

Grupo	Tratamento	Estimativa	Std.Error	z valor	p
Indígenas	Intercept	1.9970	0.3233	6.1773	<0.001*
	Saneamento	-2.9767	0.4162	-7.153	<0.001*
Cães	Intercept	0.3613	0.4452	0.812	0.4170
	Saneamento	-1.5276	0.6352	-2.405	0.0162 *
Profissionais de contato	Intercept	-0.9445	0.3544	-2.665	0.0077 *
	Saneamento	-15.8615	6.5541	-2.420	0.0155 *
	Consumo de água	0.8873	0.4228	2.099	0.0358 *
	Saneamento × Consumo de água	15.2255	6.5680	2.318	0.0204 *

\*estatisticamente significativo

Profissionais que atuam em aldeias sem saneamento apresentam maior soroprevalência que profissionais que atuam em aldeias com saneamento (GLMM;  $z = -2.420$ ;  $p = 0.0155$ ). Profissionais que se dispõem a consumir água nas aldeias apresentam maior soroprevalência que profissionais que não se dispõem a consumir água (GLMM;  $z = 2.099$ ;  $p = 0.0358$ ). Profissionais que não bebem água em aldeias sem saneamento apresentam maior soroprevalência que profissionais que não bebem água em aldeias com saneamento (GLMM;  $z = 2.318$ ;  $p = 0.0204$ ) (Figura 4B).

O consumo de carne de caça por indígenas não apresentou associação com a soroprevalência desta população (OR=1.09; Chi-square = 0.75). A soroprevalência em indígenas está associada à soroprevalência nos seus respectivos animais de companhia (cães) (OR=25.88; Fisher exact test <0.001).

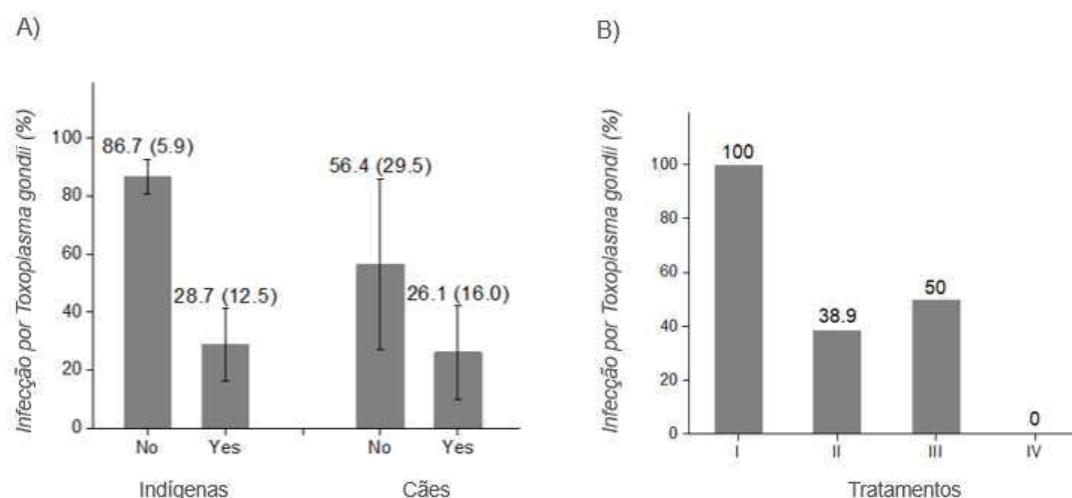


Figure 4. Infecção por *Toxoplasma gondii* em aldeias indígenas, sendo A) indígenas e animais (cão) em aldeias com saneamento de água e aldeias sem saneamento de água B) Profissionais de saúde de contato, I = atuam em aldeias sem saneamento e consomem a água; II = atuam em aldeia sem saneamento e não consomem a água; III = atuam em aldeias com saneamento e consomem a água; IV = atuam em aldeias com saneamento e não consomem a água.

Em relação as amostras ambientais uma de 270 (0.37%; 1/270) foi positiva para presença do gene 18S rDNA de parasitas Apicomplexa (Figura 5).

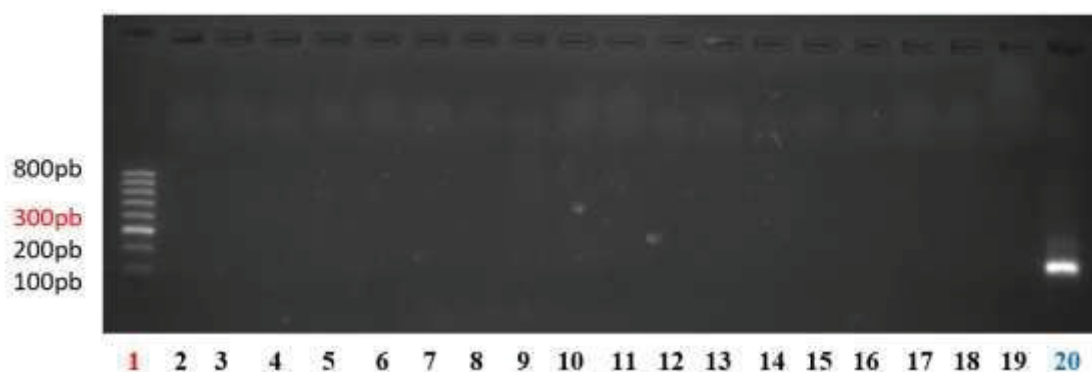


Figura 5. Análise por eletroforese em gel de agarose 2%. Onde 1. Controle positivo (vermelho), 2-19 amostras negativas (preto), 20. Amostra amplificada (azul).

A amostra foi registrada da aldeia Araça-í (3.33%; 1/30) (Tabela 7). A amostra positiva apresentou 100% de semelhança com as sequências do *T. gondii* gene 18rDNA (números de referência KX 008024.1 a KX008033.1). A amostra positiva foi observada na aldeia que pertencente ao grupo de aldeias que não apresentam saneamento, indicando a contaminação ambiental por *T. gondii*. As demais amostras foram negativas para presença de oocisto de *T. gondii* (Tabela 7).

Tabela 7. Contaminação ambiental com oocistos de *Toxoplasma gondii*. em aldeias indígena localizadas nos estados do Paraná e São Paulo, região sul do Brasil

	Localização			Total
	Escola	Posto de saúde	Área de recreação	
<b>Paraná</b>				
Tekoa Pidoty	0/10	0/10	0/10	0/30 (0%)
Kuaray haxa	0/10	0/10	0/10	0/30 (0%)
Araça-í	1/10	0/10	0/10	1/30 (3.33%)
Tupã Kretã	0/10	0/10	0/10	0/30 (0%)
Guaviraty	0/10	0/10	0/10	0/30 (0%)
<b>São Paulo</b>				
Kopenoty	0/10	0/10	0/10	0/30 (0%)
Tereguá	0/10	0/10	0/10	0/30 (0%)
Ekeruá	0/10	0/10	0/10	0/30 (0%)
Nimuendaju	0/10	0/10	0/10	0/30 (0%)
<b>Total Geral</b>	1/90	0/90	0/90	1/270 (0.37%)

A genotipagem da cepa não possível da amostra positiva devido a quantidade insuficiente de DNA.

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo representa a primeira investigação de *T. gondii* com uma abordagem de *One Health* em populações indígenas brasileiras, seus cães e profissionais de saúde de contato. Essa abordagem é adequada em ambientes de comunidades indígenas, alinhando-se com contextos culturais e comunitários, assim *One Health* é um campo de pesquisa emergente principalmente em relação à saúde indígena, estudos com essa abordagem em populações indígenas na América do Sul são escassos, indicando a necessidade de aumentar nessa região (RILEY *et al.*, 2021).

Na América do Sul, destaca-se um estudo com abordagem *One Health* realizado para investigar um surto de toxoplasmose em comunidades indígenas na Guiana Francesa (BLAIZOT *et al.*, 2020). A frequência bruta observada nas populações humanas foram 37% com sorologia compatível para toxoplasmose aguda e 18,5% na fase crônica, esses resultados sendo superiores na fase aguda e inferiores na fase crônica em comparação com os resultados aqui apresentados, demonstrando

que a população aqui avaliada não sugere um surto recente para toxoplasmose. Os autores apontam a falta de fonte de água seguras associadas a domesticação de gatos como fatores relacionados com os resultados encontrados (BLAIZOT *et al.*, 2020).

Os resultados aqui apresentados mostraram que a frequência da soropositividade bruta nas populações indígenas investigadas é semelhante em comparação aos resultados mais recentes encontrados nas populações indígenas brasileiras (AMENDOEIRA *et al.*, 2003; SOBRAL *et al.*, 2005; BORGUEZAN *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2019). Entretanto, os resultados das frequências da soropositividade de anticorpos IgM e IgG registradas nas aldeias que apresentam rio ou nascente como fonte abastecimento de água foram superiores aos trabalhos anteriormente descritos e também maiores em relação as aldeias aqui avaliadas que detém poços artesianos como fonte de recurso hídrico. Esses resultados sugerem que o sistema de abastecimento de água pode estar relacionado com as altas frequências observadas nas aldeias que detém rio ou nascente como fonte de recurso hídrico.

A toxoplasmose vem sendo considerada uma principais zoonoses transmitidas por alimentos, em particular a ingestão de carne crua ou mal cozinha (TENTER, 2009). Em populações indígenas esse fato é corroborado em um estudo em populações indígenas Ticuna, que apresenta aldeias com distintos hábitos alimentares, registrando menores títulos em aldeias que detém o consumo de peixe como principal proteína animal (LOVELACE, MORAES, HAGERBY, 1977). Contudo, no Brasil os surtos de veiculação hídrica acometeram um quantitativo maior de indivíduos em comparados aos relacionados com ingesta de produtos de origem animal (LOPES, BERTO, 2012). A maioria dos surtos nas última décadas destacam a água como principal via de transmissão para a toxoplasmose (FERREIRA *et al.*, 2018), registrando que a ausência de tratamento da água tem sido vinculada como uma importante fonte de infecção, em particular em regiões com perfil socioeconômico baixos (BAHAI *et al.*, 2003).

Os resultados encontrados em um estudo com populações indígenas Enawenê-Nawê (Mato Grosso-BR) corroboram com a vinculação da transmissão pela água/ambiente. A alta soropositividade (IgG= 80.4%) observada na comunidade indígena isolada, com hábitos alimentares que excluem a carne vermelha e não registram animais domésticos, sugerem a contaminação de coleções de água e do solo por felinos silvestres como principal veículo de transmissão da toxoplasmose

(AMENDOEIRA *et al.*, 2003). Em um estudo comparativo entre as populações indígenas Titiyó (Pará-BR) e Waiãpi (Amapá-BR), que incluem em sua dieta o consumo de carne vermelha, com os indígenas Enawene-Nawê, registrou-se uma frequência de soropositividade em Titiyó (IgG= 55.6%) e Waiãpi (IgG =59.6%), inferior em comparação a população Enawene-Nawê (SOBRAL *et al.*, 2005). Outro estudo em populações indígenas, realizada na comunidade Haliti-Paresí, registrou uma soropositividade de 3,4% e 66,9% em anticorpos das classes IgM e IgG, respectivamente. Os autores apontam que além do hábito de caça, o consumo de água diretamente de fontes de acumulação compreende um fator de exposição ao *T. gondii*, destacando a presença de felinos próximos dos rios, podendo estar contribuindo para a contaminação na água por meio de oocistos não esporulados eliminados nas fezes, fato que corrobora foi o registro de 45% das crianças menores de cinco anos soropositivas para IgG anti- *T. gondii*, sugerindo que as crianças podem ter adquirido a infecção por ingerir água contaminada, visto que as crianças nessa idade não consomem carne (SANTOS *et al.*, 2019).

Em um estudo realizado na população indígena população indígena Iauareté (Amazonas-BR) os autores também destacam que a atividade de caça pode representar um fator de risco para infecção e estar relacionada com alta soropositividade observada (IgG=76,5%). Entretanto, durante o estudo não foi observado se ocorre o consumo de carne mal-cozida. Atribuindo o baixo saneamento e higiene precária, bem como o consumo de água não filtrada como fatores relacionados aos resultados encontrados (BÓIA *et al.*, 2008) .

A alta soropositividade observada nas populações indígenas nas aldeias sem saneamento de água pode estar relacionada com a fonte de água potável para o consumo. Além disso, a presença de gatos domésticos nas residências e felídeos silvestres próximos as aldeias é considerado um fator de risco para a toxoplasmose, possivelmente contaminando depósitos de água utilizados para o consumo nas aldeias (BORGUEZAN *et al.*, 2014). As aldeias aqui avaliadas apresentaram gatos domésticos nas residências, nossos resultados sugerem que a presença de poços artesianos nas aldeias podem atuar como fator de proteção para a toxoplasmose. Apesar do poço artesianos não eliminar os oocistos de *T. gondii* sugerimos que os poços artesianos representam uma barreira física e assim evitam que felinos possam depositar suas fezes, possivelmente contaminando a água para consumo. Em consequência, as aldeias que apresentam saneamento de água detêm uma baixa

soroposividade em comparação com as aldeias que não apresentam saneamento.

Nossos resultados acerca dos profissionais de saúde de contato representam os primeiros relatos na literatura sobre a toxoplasmose nesta categoria de profissionais. Não foram encontrados estudos relacionados à incidência da Toxoplasmose sobre os profissionais aqui considerados de alto e médio contato, como médicos e enfermeiros. Em estudo que abordou a soroprevalência de anticorpos *anti-T. gondii* com estudantes de medicina veterinária (Mato Grosso do Sul – BR) destacou uma soroprevalência de 44/145 (30,4%), os principais fatores de risco associados foram o consumo de alimentos crus e/ou à proximidade de veterinários com os animais de companhia. Entretanto, a única relação significativa encontrada no estudo foi a proximidade desses profissionais com gatos, que são os hospedeiros definitivos do parasito (DE ARAÚJO *et al.*, 2000). Em contrapartida, os resultados aqui apresentados demonstram o consumo de água nas aldeias um fator de risco para a Toxoplasmose. Além disso, apontam que a atuação em aldeias indígenas com saneamento de água diminui a possibilidade de contágio desses profissionais. Apesar desse resultado ser coerente com o esperado, é de suma importância que mais estudos acerca da incidência dessa doença sobre os profissionais de saúde sejam desenvolvidos. Isso, para que sejam realizadas discussões mais profundas sobre o assunto e permitindo um entendimento melhor da Toxoplasmose e seus fatores facilitadores.

Os resultados aqui apresentados sobre a frequência de anticorpos anti- *T. gondii* em cães de aldeias indígenas também sugerem a água como fator de risco para a toxoplasmose. Em um estudo realizado em aldeias habitadas pelas etnias Tapirapé e Karajá no estado do Mato Grosso (BR) e Pará, respectivamente (BR) apresentam frequências superiores aos resultados aqui apresentados, os autores apontam a idade dos animais, hábitos de caça e condições de higiene como os fatores relacionados com as altas frequências encontradas (MINERVINO *et al.*, 2012). Em um estudo que avaliou populações caninas ao longo do rio Pirus, no Amazonas (BR), registrou 53,8% dos cães de aldeias avaliados positivos para *T. gondii*, associando a idade dos animais como principal fator de risco, indicando a existência de exposição pós-natal (BASANO *et al.*, 2016)

Nossos resultados sugerem uma correlação entre a soroposividade dos indígenas e seus cães, no estudo realizado em comunidades indígenas localizadas no nordeste de Taiwan apontam a atividade de caça como fator relacionado a alta

soroposividade compartilhada entre indígenas e seus animais, sugerindo que o consumo de carne crua e/ou mal passada entre humanos e cães é a principal forma de transmissão da toxoplasmose nesta população (FAN *et al.*, 1998). Nas aldeias avaliadas no presente estudo a caça não representou um fator de risco para transmissão da toxoplasmose, no entanto os resultados encontrados também demonstram uma estreita relação entre indígenas e seus cães, corroborando com fato dos cães comunitários atuarem como sentinelas para a toxoplasmose (CONSTANTINO *et al.*, 2016), em particular pelo compartilhamento alimentos e água contaminada (MEIRELES *et al.*, 2004).

Os resultados aqui apresentados em relação a detecção de *T. gondii* em amostras de solo em comunidades indígenas, foram inferiores aos resultados encontrados nas comunidades indígenas da Guina Francesa (BLAIZOT *et al.* 2020), contudo a investigação dos autores representa um cenário de surto, diferindo dos resultados aqui registrados, demonstrando em consonância com os resultados de sorologia, com maior soroposividade para anticorpos de fase crônica, assim sugerindo que as populações indígenas avaliadas não se encontram em situação de surto para doença. Em consonância a presença da amostra positiva na aldeia desprovida de saneamento não sugere um surto, pois os oocistos esporulados podem se manter infectivos no solo por até 18 meses sob diversas temperaturas (FRENKEL *et al.*, 1975). Além disso, a amostra foi registrada na área pertence a escola, a presença de oocisto de *T. gondii* em ambientes escolares foi relatada em escolas públicas de ensino fundamental da região noroeste do estado de São Paulo (BR) (SANTOS *et al.*, 2010). É válido ressaltar a ocorrência da amostra positiva na aldeia indígena desprovida de saneamento de água, este resultado reforça a hipótese da contaminação ambiental e estreitando as vias de contaminação por oocistos no ambiente, podendo não contaminar apenas a água, mas também os vegetais consumidos (FERREIRA *et al.*, 2018).

Por fim, nossos resultados apontam a importância do saneamento de água nas populações indígenas, em adição programas educativos que visem mitigar a contaminação ambiental com *T. gondii* e ações de manejo de animais contribuíram para redução da toxoplasmose nestas comunidades.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O saneamento de água destaca-se como fator de risco associado a soropositividade encontrada nas aldeias avaliadas. Em consequência temos que a atuação de profissionais de saúde de contato que aldeias indígenas com saneamento de água diminui a possibilidade de contágio desses profissionais. A correlação observada entre indígenas e seus cães sugere que esses animais atuem como sentinelas para a toxoplasmose, principalmente devido ao consumo de água compartilhada. O registro da amostra positiva na aldeia desprovida de saneamento de água retrata a contaminação ambiental. Por fim, destacamos que estudos com abordagem em Saúde Única podem dar subsídios para a implementação de políticas públicas que visem a redução da circulação de patógenos em aldeias indígenas.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Daniel Farias; PESSOA, Francisco Carlos Lira; GOMES, Evanice Pinheiro; SANTANA, Laila Rover. Relação entre o abastecimento de água e a ocorrência de doenças em indígenas no estado do Maranhão, Brasil. **Research, Society and Development**, vol. 9, no. 7, p. 1-14, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4028
- ALMEIDA, S. M.; DE JESUS, S. Predação do sabiá-gongá *Saltator coerulescens* (Thraupidae) e do pardal *Passer domesticus* (Passeridae) por gato doméstico *Felis catus* (Carnivora: Felidae). **Atualidades Ornitológicas**, vol. 1, n. 175. 2013.
- AMENDOEIRA, M. R. R.; SOBRAL, C. A. Q.; TEVA, A.; DE LIMA, J. N.; KLEIN, C.H. Serological survey of *Toxoplasma gondii* infection in isolated Amerindians, Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol. 36, no. 6, p. 671-676, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0037-86822003000600005>.
- ARAGÃO, S.C.D.; BIONDI, G. F.; LIMA, L.G.F.; NUNES, C.M. Cisticercose animal em aldeias indígenas brasileiras. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 19, p. 132-134, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4322/rbpv.01902014>.
- BARBOSA, H.S.; MUNO, R.M.; MOURA, M.A. O Ciclo Evolutivo. In: SOUZA, W.; BELFORT JR. **Toxoplasmose & Toxoplasma gondii**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014, pp. 33- 45. <https://doi.org/10.7476/9788575415719.0004>.
- BARUZZI, R. G. Contribution to the study of the toxoplasmosis epidemiology. Serologic survey among the Indians of the Upper Xingu River, Central Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, vol. 12, no. 2, p. 93-104, 1970. Disponível em: <https://www.imt.usp.br/wp-content/uploads/revista/vol12/93-104.pdf>.
- BÓIA, M.N.; CARVALHO-COSTA, F.A.; SODRÉ, F.C.; PINTO, G.M.T.; AMENDOEIRA, M.R.R. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* infection among indian people living in Iauareté, São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 50, p. 17-20, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0036-46652008000100004>.
- BORGUEZAN, C.; SANCHES, C.F.G.; TADEU, J.; DE OLIVEIRA, M.; NORBERG, P.R.B.M.; URIARTE, M.A.A.; NORBERG, C.A. Seroprevalence of anti-*Toxoplasma gondii* antibodies among members of the Terena ethnic group, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 66, n. 1, p. 48-57, 2014.
- BRASIL, 2010. **Censo Demográfico 2010**. Características gerais dos indígenas: Resultados do Universo. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2020 Disponível: <https://indigenas.ibge.gov.br/>.
- BRASIL, 2022. **Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico Situação epidemiológica de transmissão vetorial das zoonoses e doenças**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epeciais>.
- BULL, P. Entre a floresta e o doméstico: os cães e os índios da Amazônia. **Anais: XII Semana de ciências sociais da UFSCar**. São Paulo, 2019.
- CADEMARTORI, B. G.; FARIAS, N. A. D. R., BROD, C. S. Soroprevalência e fatores de risco à infecção por *Toxoplasma gondii* em gestantes de Pelotas, sul do Brasil. **Rev. panam. infectol**, p. 30-35, 2008.
- CONSTANTINO, C.; PELLIZZARO, M.; DE PAULA, E.F.E. T; VIEIRA, S.W.J.; BRANDÃO, A.P.D.; FERREIRA, F.; VIEIRA, R.F.C.; LANGONI, H.; BIONDO, A.W.

Serosurvey for leishmania spp., toxoplasma gondii, trypanosoma cruzi and neospora caninum in neighborhood dogs in Curitiba-Paraná. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.** **25**, v. 25, p. 504-510, 2016.. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612016062>.

DA COSTA, T. L.; DA SILVA, M. G.; RODRIGUES, I. M. X.; BARBARESCO, A. A.; AVELINO, M. M.; DE CASTRO, A. M. Diagnóstico clínico e laboratorial da toxoplasmose. **NewsLab**, v. 85, p. 88-104, 2007.

DALMONTE, L. C. Enfrentamento do surto de toxoplasmose em Santa Maria/RS no ano de 2018. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 2, n. 1, p. 12-12, 2021.

DE ARAÚJO, F. R.; SARTI, E. C.; CROCCI, A. J.; SEABRA, V. M. S.; AMORIM, J. H.; CUSINATO, F. Q.; CARVALHO, C. M. E. Anticorpos contra Toxoplasma gondii em estudantes de medicina veterinária de Campo Grande, MS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, 1017-1019, 2000.

DE BARROS, R. A. M.; TORRECILHAS, A. C.; MARCIANO, M. A. M.; MAZUZ, M. L.; PEREIRA-CHIOCCOLA, V. L.; FUX, B. Toxoplasmosis in Human and Animals Around the World. Diagnosis and Perspectives in the One Health Approach. **Acta Tropica**, vol. 231, n. 3, p. 106432, 2022. DOI 10.1016/j.actatropica.2022.106432.

DE VALK, H.; JOURDAN-DA SILVA, N.; KING, L.; DELMAS, G.; GOULET, V.; VAILLANT, V. Foodborne infections in France. **Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine**, vol. 196, no. 8, p. 1645-1657, 2012. [https://doi.org/10.1016/s0001-4079\(19\)31690-5](https://doi.org/10.1016/s0001-4079(19)31690-5).

DESCOLA, P. Pourquoi les Indiens d'Amazonie n'ont-ils pas domestiqué le pécarí?: Généalogie des objets et anthropologie de l'objectivation. In: Latour, B.; Lemmonier, P. (orgs.), **De la préhistoire aux missiles balistiques: l'intelligence sociale des techniques**. Paris: la Découverte, 1994.p. 329-344.

DIAS, R. A. F.; FREIRE, R. L. Surtos de toxoplasmose em seres humanos e animais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 239-247, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744076015.pdf>. Acesso em: 19 de agosto de 2021.

DOS SANTOS, T.R.; NUNES, C.M.; LUVIZOTTO, M.C.R.; DE MOURA, A.B.; LOPES, W.D.Z.; DA COSTA, A.J.; BRESCIANI, K.D.S. Detection of Toxoplasma gondii oocysts in environmental samples from public schools. **Veterinary parasitology**, v. 171, n. 1-2, p. 53-57, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.045>.

DUBEY, J. P.; LAGO, E. G.; GENNARI, S. M.; SU, C.; JONES, J. L. **Toxoplasmosis in humans and animals in Brazil: high prevalence, high burden of disease, and epidemiology**, v. 139, n. 11, pág. 1375-1424, 2012. DOI: 10.1017/S0031182012000765.

DUBEY, J.P. História da descoberta do ciclo de vida do Toxoplasma gondii. **Revista Internacional de Parasitologia**, v. 39, n. 8, pág. 877-882, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2009.01.005>

ESCOBAR-PARDO, M. L.; DE GODOY, A. P. O.; MACHADO, R. S.; RODRIGUES, D.; NETO, U. F.; KAWAKAMI, E. Prevalence of intestinal parasitoses in children at the Xingu Indian reservation. **Jornal de Pediatria**, vol. 86, no. 6, p. 493-496, 2010. DOI: <https://doi.org/10.2223/JPED.2036>.

FAUSTO, Carlos. **Inimigos fiéis: história, guerra e xamanismo na Amazônia**. Edusp, 2001.

FERREIRA, A. M.; VITOR, R. W. A. Aspectos taxonômicos e evolutivos. In: SOUZA, W.; BELFORT JR., R. **Toxoplasmose & Toxoplasma gondii**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014, 214 p. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788575415719>.

FERREIRA, F. P.; CALDART, E. T.; MITSUKA-BREGANÓ, R.; CARDOSO, F. D.; NINO, B. S. L.; MÔNICA, T. Cabral; FREIRE, R. L.; NAVARRO, I. T. Perfil epidemiológico dos surtos de toxoplasmose no Brasil (1965- 2018). **Anais: IV Simpósio Brasileiro de Toxoplasmose: Resumos dos trabalhos**. 2018. p. 67. Disponível em: [https://publicacoes/simposio\\_toxoplasmose\\_resumos.pdf](https://publicacoes/simposio_toxoplasmose_resumos.pdf). Acesso em: 19 de agosto de 2021.

FIALHO, C. G.; TEIXEIRA, M. C.; DE ARAUJO, F. A. P. Toxoplasmose animal no Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. 1, p. 1-23, 2009.

FRENKEL, J. K. Pathophysiology of toxoplasmosis. **Parasitology Today**, v. 4, n. 10, p. 273-278, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-4758\(88\)90018-X](https://doi.org/10.1016/0169-4758(88)90018-X)

FRENKEL, J.K.; RUIZ, A.; CHINCHILLA, M. Soil survival of Toxoplasma oocysts in Kansas and Costa Rica. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 24, n. 3, p. 439-443, 1975.

GILBERT, R.. Treatment for congenital toxoplasmosis: Finding out what works. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol. 104, n. 2, p. 305-311, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762009000200026>

HILL, Dolores E.; DUBEY, Jitender P. Toxoplasma gondii as a Parasite in Food: Analysis and Control. **Preharvest Food Safety**. p. 227-247, 2018. <https://doi.org/10.1128/9781555819644.ch12>.

JONES, Jeffrey L.; DUBEY, Jitender P. Epidemiologia da toxoplasmose. 2014. p. 117-126. In: WEISS, Louis M.; KIM, Kami. **Toxoplasma Gondii: The Model Apicomplexan - Perspectives and Methods**. Elsevier, 2020, p. 293-320. DOI: 10.1016/B978-0-12-815041-2.00006-2.

KIM, K.; WEISS, L. M. Toxoplasma: the next 100 years. **Microbes and Infection**, vol. 10, no. 9, p. 978-984, 2008. DOI 10.1016/j.micinf.2008.07.015.

LESER, P.G.; CAMARGO, M.E.; BARUZZI, R. Testes sorológicos para toxoplasmose em índios brasileiros (Kren-akorore) de contato recente com homem civilizado. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, vol. 19, no. 4, p. 232-236, 1977.

LEVI, G. C. Quadro Clínico em Pacientes Imunocompetentes. 2014. p. 157-162. In: WEISS, Louis M.; KIM, Kami. **Toxoplasma Gondii: The Model Apicomplexan - Perspectives and Methods**. Elsevier, 2020, p. 293-320. DOI 10.1016/B978-0-12-815041-2.00006-2.

LINDSAY, D. S.; DUBEY, J. P. Toxoplasmosis in wild and domestic animals. In: WEISS, Louis M.; KIM, Kami. **Toxoplasma Gondii: The Model Apicomplexan - Perspectives and Methods**. Elsevier, 2020, p. 293-320. DOI 10.1016/B978-0-12-815041-2.00006-2.

LOBO, P.M.; ROSAR, A.S.; MEIRA, J.; BORSA, A.; MENIN, A.; RECK, C.; WARTH, J.F.G.; RESES, M.L.N. **Saúde Única: uma visão sistêmica**. E-Book, 1ª edição. Editora Alta Performance. Goiânia – GO. 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/350922309\\_Livro\\_Saude\\_Unica\\_uma\\_visao\\_o\\_sistêmica\\_ISBN\\_978-65-994571-1-1\\_e-Book](https://www.researchgate.net/publication/350922309_Livro_Saude_Unica_uma_visao_o_sistêmica_ISBN_978-65-994571-1-1_e-Book) . Acesso em 19 de agosto de 2021.

LOVELACE, K.; MORAES, M. A. P.; HAGERBY, E. Among the ticuna indians in the state of Amazonas, Brazil. **Tropical and Geographical Medicine**, vol. 30, no. 3, p. 295-300, 1977.

MEIRELES, L.R.; GALISTEO, J.R.; POMPEU, E.; ANDRADE, H. F. Toxoplasma gondii spreading in an urban area evaluated by seroprevalence in free-living cats and dogs, *Trop. Med. Int. Heal.* 9 (2004) 876-881. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2004.01280.x>.

MINERVINO, A. H.; CASSINELLI, A. B. M.; DE LIMA, J. T.; SOARES, H. S.; MALHEIROS, A. F.; MARCILI, A.; GENNARI, S. M. Prevalence of anti-Neospora caninum and anti-Toxoplasma gondii antibodies in dogs from two different indigenous communities in the Brazilian Amazon Region. **The Journal of parasitology**, v. 98, n. 6, p. 1276-1278, 2012.

NEEL, J. V.; ANDRADE, A. H. P.; BROWN, G. E.; EVELAND, W. E.; GOOBAR, J.; JR., W. A. S.; STOLLERMAN, G. H.; WEINSTEIN, E. D.; WHEELER, A. H. Further studies of the Xavante Indians. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, vol. 17, no. 3, p. 486-498, 1968.

NEVES, D. P. ; MELO, A. L. ; LINARDI, P. M. ; VITOR, R. W. A. **Parasitologia humana**. 12. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2011. 546 p.

NUNN, N.; QIAN, N. The Columbian exchange: A history of disease, food, and ideas. **Journal of Economic Perspectives**, v. 24, n. 2, p. 163-188, 2010. Doi: 10.1257

PAPPAS, G.; ROUSSOS, N.; FALAGAS, M. E. Toxoplasmosis snapshots: Global status of Toxoplasma gondii seroprevalence and implications for pregnancy and congenital toxoplasmosis. **International Journal for Parasitology**, vol. 39, n. 12, p. 1385-1394, 2009. DOI 10.1016/j.ijpara.2009.04.003

PEDROSO, D.; COMPARSI, B.; WEBER, D. M.; WALCHER, D. L.; NOVICKI, A.; BERNE, E. A. Avaliação soropidemiológica da infecção por Toxocara spp em crianças indígenas. **Arquivos de Ciência e Saúde**, vol. 22, n. 2, p. 51-56, 2015.

PINTO-FERREIRA, F.; CALDART, E.T.; PASQUALI, A.K.S.; MITSUKA-BREGANÓ, R.; FREIRE, R.L.; NAVARRO, I.T. Padrões de transmissão e fontes de infecção em surtos de toxoplasmose humana. **Doenças infecciosas emergentes** , v. 25, n. 12, pág. 2177, 2019.

ROCHA, M. O.; CARVALHO, M. G.; SILVA, Maria B. S.; LIGNANI, C. Remanescentes Xakriabá em Minas Gerais: prevalência da Doença de Chagas e Toxoplasmose e avaliação do quadro hematológico dos infectados. **Rev. farm. bioquim**, p. 19-27, 1987.

SANTOS, A. L. C.; TRETTEL, A. C. P. T.; RIBEIRO, L. J. B. B.; VASCONCELLOS, M. L.; ZENAZOKENAE, L. E.; ATANAKA, M. S.; LEMOS, E. R. S.; AMENDOEIRA, M. R. R. Serological study on toxoplasmosis in the Haliti-Paresí community of the Utiariti indigenous territory, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, Brazil. **Parasite Epidemiology and Control**, vol. 5, p. e00097, 2019. DOI:1016/j.parepi.2019.e00097.

SCHWARTZ, M. **Uma história dos cães no início das Américas** . Yale University Press, 1998.

SOBRAL, C. A.; AMENDOEIRA, M. R. R.; TEVA, A.; PATEL, B. N.; KLEIN, C. H. Seroprevalence of infection with Toxoplasma gondii in indigenous Brazilian populations. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, vol. 72, no. 1, p.

37-41, 2005. DOI:<https://doi.org/10.4269/ajtmh.2005.72.37>.

SOUZA, F. C.; MORAES, N. R.; QUIQUETO, A. M.; TEODORO, V. B. COVID-19 e povos indígenas: Aspectos de seguridade social. **Revista Observatório**. v.6, n. 2, p. 1 -27, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2020v6n2a12pt>.

SOUZA, W.; BELFORT JR., R. Toxoplasmose & *Toxoplasma gondii*. **Toxoplasmose & Toxoplasma gondii**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014, 214 p. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788575415719>.

TENTER, A. M.; HECKEROTH, A. R.; WEISS, L. M. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. **International Journal of Parasitology**, v. 30, p. 1217-1258, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00124-7](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00124-7).

VASCO-DOS-SANTOS, D. R.; ARMSTRONG, A. C.; DIAS-LIMA, A. G. Água, Saúde e Doença: Uma revisão sistemática sobre doenças de veiculação hídrica em comunidades indígenas brasileiras. **Revista Científica do UniRios**, vol. 2020, no. 5, p. 226-246, 2020.

VEGA, A. M.; NOLETO, A. C. L.; FREITAS, B. P.; MACHADO, G. L.; MIRANDA, J. P. R.; BENATTI, J. H.; FERREIRA, J. S.; CARVALHO, L. G.; NETO, O. F. C.; ROSA, R. G.; LEITE, V. L. M. **Direitos fundamentais: Análises da Fronteira da Paz até a Amazônia**, 2020, 12-15p.

VELDEN, F. F. V. Sobre cães e índios: domesticidade, classificação zoológica e relação humano-animal entre os Karitiana. Avá. **Revista de Antropología**, p. 1-19, 2009.

## APÊNDICES

**APÊNDICE I**  
**Os indígenas e seus animais de companhia sob a óptica da Saúde Única**

Medicina veterinária do coletivo

### Os indígenas e seus animais de companhia sob a óptica da Saúde Única

**Introdução**

A população indígena brasileira atual compreende aproximadamente 990 917 pessoas autodeclaradas, 57,7% das quais residem em terras indígenas, apresentando características culturais muito diferenciadas no Brasil Norte. São reconhecidas atualmente 105 etnias e 274 variações linguísticas pertencentes nos dois principais troncos étnicos, Tupi e Izoceño.<sup>1</sup> Apesar de se diferenciarem em alguns aspectos, como linguagem, crenças e costumes, há compartilhamento de algumas características, especialmente a do coletivo e a coexistência por meio da caça, da pesca e a agricultura para consumo próprio.<sup>2</sup> Além disso, em algumas comunidades indígenas é registrada a presença de animais de companhia, como cães, gatos e alguns animais selvagens.<sup>3</sup>

Registros paleontológicos, históricos e genéticos indicam que animais de companhia dos atuais grupos se originaram nos cães (*Canis lupus familiaris*) e dos gatos (*Felis catus*) foram introduzidos na vida dos indígenas pelas europeias durante a colonização.<sup>4</sup> Há o relato de que os cães proliferaram intensamente entre os povos após a conquista, por sua capacidade de servir na pastagem da água.<sup>5</sup> Tradução por pesquisadores europeus, os cães foram rapidamente adotados por diversos grupos indígenas como animais de companhia, auxiliando nas atividades de caça,<sup>6</sup> enquanto os gatos foram adotados como animais de estimação sem registros de contato físico ou com outras atividades semelhantes ao felino.<sup>7</sup>

O interesse pelo alimento, especiação, seres humanos e animais, especialmente de



A interação de aborígenes com animais de companhia é comum em comunidades indígenas da América do Sul.

seus cães, entre o Velho e o Novo Mundo pode ter precedido também a introdução de doenças entre as populações.<sup>8</sup> Sem contar ainda com doenças do Velho Mundo, as populações nativas eram mundialmente suscetíveis aos novos patógenos, sendo fortemente impactadas por eles.<sup>9</sup> Dentro de doenças introduzidas no Novo Mundo destacam-se a varíola, o sarampo, a sífilis e a peste bubônica, e tb e a malária.<sup>10</sup> Apesar disso, doenças como a distomatose, a esquistossomose tegumentar, a sífilis e a tripanossomose americana foram registradas antes do contato com espécies de cães.<sup>11</sup>

As doenças são doenças naturalmente compartilhadas entre os animais relacionados e o homem,<sup>12</sup> causadas por patógenos de origem bacteriana, fúngica, viral ou parasita-

ria.<sup>13</sup> Além disso, geralmente associados à zoonose em ambientes compartilhados com seres humanos.<sup>14</sup> Do ponto de vista epidemiológico, os cães e os gatos podem se comportar como sentinelas, refletindo quanto à circulação de patógenos com importância zoonótica e a contaminação ambiental, e também podem ser fonte de infecção e recontaminação de patógenos.<sup>15</sup> Nesse sentido, a abordagem em Saúde Única entre indígenas, seu ambiente e animais de companhia em cenários pré e pós-colonização pode ser uma importante ferramenta para a compreensão de doenças.<sup>16</sup>

O pesquisador colombiano (Columbian Exchange) marcou a Era dos Descobrimentos, proporcionando um intenso fluxo de animais, alimentos, especiarias e seres humanos entre o Velho e o Novo Mundo, o consequente aumento do intercâmbio de patógenos entre as populações.<sup>17</sup>

Contudo, registros paleontológicos demonstram que há 10 mil anos já existiam espécies de canídeos nas Américas.<sup>18</sup> Estudos científicos históricos, arqueológicos e genéticos da presença de cães domesticados em populações indígenas na América do Norte e no México pré-colombiano.<sup>19</sup> Entretanto, sua presença e distribuição na América Latina ainda está em discussão, principalmente na região Amazônica.<sup>20</sup>

Recentemente, escavações arqueológicas no estado do Rio Grande do Sul revelaram evidências de cães domesticados (Canis lupus familiaris) há 1.500 anos.<sup>21</sup> Mais tarde, de novo descobertas e novas análises arqueológicas pelos pesquisadores revelaram a um cão de porte médio, por meio de uma análise química preliminar, sugere-se que a dieta do animal compreendia restos de peixe, que seguramente era alimentado por seu companheiro humano. Esse importante achado paleontológico compreende o primeiro registro de cães domesticados pré-colombianos encontrados em território brasileiro.<sup>22</sup> A hipótese da ocorrência de cães anteriores à Era dos Descobrimentos tem sido corroborada pelo sequenciamento

de 71 fósseis de cães americanos e ibéricos, além de análise de DNA mitocondrial de 145 espécimes modernos a antigos contidos em um banco de dados mundial.<sup>23</sup> A autora Bagnoli correlaciona estes animais e parte dos genomas dos animais domesticados que os cães americanos que habitavam o continente antes do contato com o colonizador europeu descendem de populações caninas da Ilha de Flores, da Sibéria oriental.<sup>24</sup> Isso sugere que os cães americanos se originaram no Sudeste da América e se espalharam para o Brasil através da primeira onda de migração humana para o continente.<sup>25</sup> Com o impacto da colonização, houve o declínio da população de cães aborígenes, provavelmente por doenças, perseguição cultural e mudanças biológicas.<sup>26</sup> Além que disto, os cães nativos americanos deixaram uma marca e foram identificados (TPI) nos animais domésticos sendo o último vestígio de domesticação dos cães associado pelo estado de Being há mais de 10 mil anos.<sup>27</sup>

Os cães de comunidades indígenas após a colonização se destacaram pela habilidade de rastrear e caçar animais como cães de pastagem e cães de caça de pequeno porte que foram parte da dieta de indígenas. Há duas comunidades indígenas Komsak, localizadas no Alto Rio Negro, AM, foi registrada a prática de não abateimento dos cães, oferecendo um tratamento especial para a caça.<sup>28</sup> Há relatos de que povos indígenas da América atual continham cães de caça e animais que tinham um estilo mais selvagem.<sup>29</sup> Dadas as evidências que estão surgindo sobre indígenas da Amazônia, os cães de caça são precedidos dos homens e recebem tratamento especial em relação aos demais cães não caçadores, figurando os como animais na caça, um como animais domésticos.<sup>30</sup>

**Impacto da interação na Saúde Única**  
Os cães, como dito anteriormente, destacam-se em atividades de caça em comunidades indígenas,<sup>31</sup> o que pode se refletir na saúde desses animais, devido à exposição a

Medicina veterinária do coletivo

21-MIRANDA, M. H. ; LIMA, J. T. R. ; SOARES, H. B. ; MALHEIROS, A. P. ; MARCELI, A. ; KRUMHOLTZ, F. J. ; LOPES, M. G. ; MARTINS, T. F. ; MOREIRA, T. R. ; FERREI, M. F. B. ; LARRUKA, M. B. ; OSWALD, S. M. Seroprevalence of tick-borne pathogens and tick infestation in dogs from Brazil and French Indigenous Communities, Brazil. *Veterinary Research*, 2022, vol. 53, n. 2, p. 112-121, 2022. doi:10.1093/vetres/ckab017

22-MIRANDA, M. H. ; CASSINELLI, A. B. M. ; LIMA, J. T. R. ; SOARES, H. B. ; MALHEIROS, A. P. ; MARCELI, A. ; GENIARI, S. M. Prevalence of anti-Toxoplasma gondii and anti-Toxocara canis antibodies in free-roaming indigenous communities in the Amazon region. *The Journal of Parasitology*, 2022, vol. 112, n. 129, p. 2202, doi:10.1017/S0022278X21011114

23-ALMEIDA, E. M. ; BEUS, S. Prevalence of zoonotic zistericosectons (Thapsigargin) and zosteric fester: distribution (Brazilian) for pet: *Domesticated Animals* (Brazilian). *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecia*, 2015, vol. 69, n. 175, p. 18-20, 2015.

24-SANTOS, A. L. D. ; FREITAS, A. C. P. ; RIBEIRO, L. B. J. B. ; NASCIMENTO, M. L. ; SOUZA, R. C. M. ; SANTOS, M. A. ; LEMOS, C. R. S. ; ANDREOTTI, M. R. B. Serological study on leishmaniasis in the Pará state commu-

ty of the United indigenous tribes, Campo Maior do Paraíso, Mato Grosso, Brazil. *Parasite Epidemiology and Control*, 2019, vol. 10, n. 10, p. e00097, 2019. doi:10.1016/j.ppet.2019.e00097

25-OLIVEIRA, F. T. ; PALAYOYA, D. L. M. ; MOTA, L. T. ; TOLEDO, M. J. D. Entomofauna contamination in random bar stools of two indigenous territories. *State of Pará* (Anais do I Simpósio Paranaense de Saúde Pública), 2017, vol. 27, n. 8, p. 414-452, 2017. doi:10.1006/2198-0122

	<b>Gisele Soares</b> MSc. PhD. (2013, 2015) Universidade UFPA gsoares@ufpa.br
	<b>Fernando Rodrigo Dantas</b> PhD, MSc. (2010, 2012) UNICAMP fernandor@unicamp.br
	<b>César Leon Martins</b> MSc. (2017) / Ph.D. (2020) UNICAMP, UNICAMP cesarleon@unicamp.br
	<b>Anderson Mendes</b> PhD (2019) / MSc. (2015) UNICAMP amendes@unicamp.br

**Envie-nos uma foto de seu melhor amigo**

e ele poderá ser selecionado para fazer parte do banco de imagens da revista!

Para mais informações sobre o concurso, visite o site: [www.csa.ufpa.br/revista](http://www.csa.ufpa.br/revista)

**13º PIAC**  
América Latina

O programa que é sucesso no Brasil, México e Colômbia. Seu carinho pelos animais pode ser reconhecido dentro e fora do seu país.

Seu relato de caso pode ajudar milhões a desobrigar em grande mercado pet!

Apresentamos o concurso do ano para quem ama os animais e quer compartilhar sua história conosco.

Programação aberta a todos os interessados em participar do Programa 13º PIAC.

Seja mais feliz e saudável com o seu melhor amigo.

## **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**FIGURA SUPLEMENTAR 1**



Figura Suplementar 1. Coleta das amostras de sangue nas comunidades indígenas, onde A) Coleta de amostra humanas B) Coleta de amostras cães.

**ANEXO II**  
**FIGURA SUPLEMENTAR 2**



Figura Suplementar 2. Coleta de amostras de solo nas comunidades indígenas.

**ANEXO III**  
**FIGURA SUPLEMENTAR 3**



Figura Suplementar 3. Detecção sorológica de anticorpos anti-*T. gondii*, onde A) Lavagens das lâminas com solução salina (PBS pH7.2) B) Aplicação dos anticorpos secundários C) Secagem das lâminas pós incubação D) Avaliação em microscópio de Imunofluorescência.

**ANEXO IV**  
**FIGURA SUPLEMENTAR 4**



Figura Suplementar 4. Extração de DNA das amostras de solo coletadas nas comunidades indígenas.