

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE *Trichinella* spp. E *Taenia solium* EM JAVALIS (*Sus scrofa*) NO BRASIL**

**Natália de Oliveira Zolla**

Médica Veterinária

**2024**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE *Trichinella* spp. E *Taenia solium* EM JAVALIS (*Sus scrofa*) NO BRASIL**

**Natália de Oliveira Zolla**

**Orientador: Prof. Dr. Estevam Guilherme Lux Hoppe**

Exame Geral de Qualificação apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Z86a | <p>Zolla, Natália de Oliveira</p> <p>Avaliação da presença de <i>Trichinella</i> spp. e <i>Taenia solium</i> em javalis (<i>Sus scrofa</i>) no Brasil / Natália de Oliveira Zolla. -- Jaboticabal, 2024</p> <p>68 p.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Estevam Guilherme Lux Hoppe</p> <p>1. Medicina veterinária. 2. Parasitologia. 3. Doenças de animais selvagens. I. Título.</p> |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.  
Dados fornecidos pelo autor(a).

### **Impacto potencial desta pesquisa**

O trabalho "Avaliação da presença de *Trichinella* spp. e *Taenia solium* em javalis (*Sus scrofa*) no Brasil" contribui para a Saúde Única ao identificar riscos zoonóticos associados ao consumo de carne de javali. Os resultados auxiliam na formulação de políticas de controle e monitoramento, promovendo a segurança alimentar e protegendo a saúde pública.

### **Potential impact of this research**

The research "Evaluation of the presence of *Trichinella* spp. and *Taenia solium* in wild boar (*Sus scrofa*) in Brazil" contributes to the One Health by identifying zoonotic risks related to the consumption of wild boar meat. The results support the development of control and monitoring policies, promoting food safety and protecting the public health.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE *Trichinella* spp. E *Taenia solium* EM JAVALIS (*Sus scrofa*) NO BRASIL

**AUTORA: NATÁLIA DE OLIVEIRA ZOLLA**

**ORIENTADOR: ESTEVAM GUILHERME LUX HOPPE**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências Veterinárias, área: Saúde Única pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ESTEVAM GUILHERME LUX HOPPE (Participação Virtual)  
Departamento de Patologia Reproducão e Saude Unica / FCAV UNESP Jaboticabal

Prof. Dr. LUIZ DANIEL DE BARROS (Participação Virtual)  
Departamento de Medicina Veterinária / Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Lavras/MG

Profa. Dra. ANA CLÁUDIA ALEXANDRE DE ALBUQUERQUE (Participação Virtual)  
Departamento de Patologia, Reprodução e Saúde Única / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 02 de setembro de 2024

Documento assinado digitalmente  
 ESTEVAM GUILHERME LUX HOPPE  
Data: 31/10/2024 14:10:02-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Documento assinado digitalmente  
 ANA CLAUDIA ALEXANDRE DE ALBUQUERQUE  
Data: 31/10/2024 14:01:29-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Documento assinado digitalmente  
 LUIZ DANIEL DE BARROS  
Data: 02/09/2024 10:51:28-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

### **Apoio Financiamento**

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

A presente pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, bolsas de número 311063/2022-5 e 407965/2021-1 fornecidas a Estevam G. Lux Hoppe.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

Natália de Oliveira Zolla, nascida em 13 de março de 1989 no município de Bebedouro, SP, filha de Sueli Aparecida de Oliveira Zolla e Claudio Aparecido Marques Zolla. Ingressou em 2013 no curso de graduação em Medicina Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita de Filho” – FCAV/UNESP, campus de Jaboticabal, concluindo-o em 2017. Em 2020 concluiu a pós-graduação *Lato Sensu* em Defesa Sanitária e Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal com ênfase em Legislação pela Faculdade UNIMAIS. Ingressou em 2022 no programa de pós-graduação em Medicina Veterinária, nível mestrado, na área de Saúde Única, na Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, com bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior – CAPES.

*“A medicina cura o homem, a medicina veterinária cura a humanidade.”*

Ivan Pavlov

À memória de Claudir Zolla, Nair Scarante e Sônia Basso,  
eternos em mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Sueli Aparecida de Oliveira Zolla e Cláudio Aparecido Marques Zolla pelo carinho, compreensão e suporte para que eu pudesse me dedicar aos estudos, pelo exemplo diário e amor incondicional. Ao meu amigo Renan Pezzi Rasteiro, que ganhou meu coração rapidamente, agradeço a paciência, o apoio e o companheirismo, e o futuro que ainda nos espera.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, assim como seus docentes e funcionários, pela estrutura e suporte para que esta pesquisa pudesse ser realizada, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de mestrado (Código Financeiro 001).

Ao meu orientador Prof. Dr. Estevam G. Lux Hoppe pela disponibilidade, amizade, compreensão e incentivo, que foram essenciais para a concretização desse trabalho. Gratidão eterna pela contribuição em minha formação pessoal e profissional, desde os tempos de graduação e PET.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa, Dr. Luiz Ricardo Gonçalves, Dr. Luiz Daniel de Barros e Dra. Ana Claudia Alexandre de Albuquerque, por aceitarem o convite de avaliar esse trabalho e fornecerem suas contribuições para melhorá-lo.

Aos colegas, Artur Luiz de A. Felício, Carmen A. Arias Pacheco, Fabiana Alves Loureiro, Jonathan Silvestre Gomes, Lívia de Oliveira Andrade, Patrícia Parreira Perin, Talita O. Mendonça, Wilson J. Oliveira e funcionários José Hairton Tebaldi e Hermes Ascari do Laboratório de Enfermidades Parasitárias (LabEPar), pela parceria, colaboração e ótimo relacionamento.

Aos controladores de fauna pelos momentos no campo e colaboração fundamental na obtenção das amostras necessárias para esta pesquisa.

Aos meus queridos amigos, Carlos Eduardo Marcomini, Daniele Rosalino, Jessica Goes Hernandez, Jessyca Michelin Barbosa, Sarah Alves da Silva, Taissa Ramos Marcomini e Thiago Pezzi Rasteiro por todo carinho.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                                       | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| RESUMO.....                                                                                                                                                                                           | ii     |
| ABSTRACT.....                                                                                                                                                                                         | iii    |
| Lista de Figuras.....                                                                                                                                                                                 | iv     |
| Lista de Tabelas.....                                                                                                                                                                                 | v      |
| CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....                                                                                                                                               | vi     |
| CERTIFICADO INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.....                                                                                                                              | vii    |
| CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS                                                                                                                                                                     | 01     |
| Introdução.....                                                                                                                                                                                       | 01     |
| Revisão Bibliográfica.....                                                                                                                                                                            | 02     |
| Referências.....                                                                                                                                                                                      | 19     |
| CAPÍTULO 2 – Diagnóstico de infecção por <i>Trichinella</i> spp. e <i>Taenia solium</i> em javalis ( <i>Sus scrofa</i> ): uma análise nas regiões Sul e Sudeste no contexto da Saúde Única do Brasil. | 28     |
| Resumo.....                                                                                                                                                                                           | 28     |
| Introdução.....                                                                                                                                                                                       | 30     |
| Material e Métodos.....                                                                                                                                                                               | 32     |
| Área de estudo e animais.....                                                                                                                                                                         | 32     |
| Coleta de amostras biológicas.....                                                                                                                                                                    | 32     |
| Coleta de tecidos.....                                                                                                                                                                                | 34     |
| Diagnóstico parasitológico de <i>Trichinella</i> spp.....                                                                                                                                             | 34     |
| Diagnóstico parasitológico de <i>Taenia solium</i> .....                                                                                                                                              | 34     |
| Resultados.....                                                                                                                                                                                       | 38     |
| Discussão.....                                                                                                                                                                                        | 40     |
| Conclusão.....                                                                                                                                                                                        | 44     |
| Referências.....                                                                                                                                                                                      | 44     |
| CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS                                                                                                                                                                     | 55     |

## DIAGNÓSTICO DE INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. E *Taenia solium* EM JAVALIS (*Sus scrofa*) NO BRASIL

### RESUMO –

O javali (*Sus scrofa*) é atualmente considerado uma das cem espécies exóticas invasoras mais deletérias do mundo, além de serem potenciais reservatórios de patógenos zoonóticos, causadores de doenças importantes no âmbito da Saúde Pública. No Brasil, devido a liberação da caça, o consumo de carne não inspecionada desses animais ameaça à saúde da população, além disso, sua ampla distribuição traz risco aos animais domésticos e selvagens. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a infecção de javalis selvagens por *Trichinella* spp. e *Taenia solium*, analisando o papel dessa espécie na epidemiologia dessas doenças na área de estudo e a importância no contexto de Saúde Única. A pesquisa realizada no estado São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul investigou a infecção de 112 javalis selvagens por *Taenia solium*, por meio da inspeção visual de carcaças, testes de ELISA e Western blot. Durante a inspeção visual não foram encontrados cisticercos nas carcaças necropsiadas, no entanto, 5 animais foram positivos na técnica de ELISA e 2 no teste confirmatório de Western blot. No estado de São Paulo, 40 javalis foram avaliados para a ocorrência de *Trichinella* spp., utilizando a técnica de digestão artificial. Todos os resultados foram negativos, pois nenhum parasita foi encontrado. Os dados obtidos demonstram a importância do monitoramento em saúde animal da vida selvagem no Brasil, permanecendo imprescindível o controle sanitário da carne consumida pela população e a vigilância ativa, com foco na educação da população, norteadas pela perspectiva de Saúde Única.

**Palavras-chave:** javali, *Trichinella* spp, *Taenia solium*, *Sus scrofa*, vigilância em saúde, Brasil.

**ABSTRACT –**

Wild boar (*Sus scrofa*) are currently considered one of the hundred most harmful invasive exotic species in the world, as well as being potential host of zoonotic pathogens, which cause important diseases in the sphere of public health. In Brazil, due to the release of hunting permits, the consumption of non-inspected meat from these animals threatens the health of the population, and their wide distribution represents a risk to domestic and wild animals. In this context, the main objective of this research was to evaluate the infection of wild boar by *Trichinella spp.* and *Taenia solium*, analyzing the role of this species in the epidemiology of these diseases in the study area and their relevance in the context of One Health. The investigation was carried out in the states of São Paulo, Paraná and Rio Grande do Sul and investigated the infection of 112 wild boars by *Taenia solium*, using visual inspection of carcasses, ELISA and Western blot tests. During the visual inspection, no cysticercus were found in the necropsied carcasses, however, 5 animals were positive in the ELISA technique and 2 in the confirmatory Western blot test. In the state of São Paulo, 40 wild boars were evaluated for the occurrence of *Trichinella spp.* using the artificial digestion technique. All the results were negative, as no parasites were found. The data obtained demonstrates the importance of animal health monitoring of wildlife in Brazil, and reinforces the essential continuity of sanitary control of the meat consumed by the population and active surveillance, with a focus on educating the population, guided by the perspective of One Health.

**Keywords:** wild boar, *Trichinella spp.*, *Taenia solium*, *Sus scrofa*, health surveillance, Brazil.

## Lista de Figuras

- Figura 1.** Mapa da ocorrência de javalis (*Sus scrofa*) e seus cruzamentos no Brasil. Na imagem, o número de municípios que registraram ocorrências por estado (Batista, 2019). 04
- Figura 2.** Mapa de distribuição mundial da triquinelose em animais domésticos – 2005 a 2024. \*Nenhuma informação fornecida no relatório para doença selecionada. \*\* Nenhum relatório disponível ou nenhum surto foi relatado na área para uma doença presente no país. Fonte: WAHIS-OMSA, 2024a. 08
- Figura 3.** Mapa de distribuição mundial da triquinelose em animais selvagens – 2005 a 2024. \*Nenhuma informação fornecida no relatório para doença selecionada. \*\* Nenhum relatório disponível ou nenhum surto foi relatado na área para uma doença presente no país. Fonte: WAHIS-OMSA, 2024a. 09
- Figura 4.** Mapa de distribuição mundial de *Taenia solium* em animais domésticos–2005 a 2024. \*Nenhuma informação fornecida no relatório para doença selecionada. \*\* Nenhum relatório disponível ou nenhum surto foi relatado na área para uma doença presente no país. Fonte: WAHIS-OMSA, 2024a. 13
- Figura 5.** Mapa de distribuição mundial de *Taenia solium* em animais selvagens – 2005 a 2024. \*Nenhuma informação fornecida no relatório para doença selecionada. \*\* Nenhum relatório disponível ou nenhum surto foi relatado na área para uma doença presente no país. Fonte: WAHIS-OMSA, 2024a. 14

## Lista de Tabelas

**Tabela 1** Resultados e prevalências obtidas nos testes de Elisa, Western Blot 39 e Visualização das carcaças para *Taenia solium* e Digestão Enzimática para *Trichinella* spp, de 112 javalis distribuídos nos 14 municípios estudados, diferenciados por idade e sexo.

## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação da presença de *Trichinella* spp. e *Taenia solium* em javalis (*Sus scrofa*) no Brasil**", protocolo nº 3714/22, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Estevam Guilherme Lux Hoppe, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 15 de junho de 2022.

|                     |                                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vigência do Projeto | 06/08/2022 a 07/04/2024                                                                        |
| Espécie / Linhagem  | <i>Sus scrofa</i> (javali selvagem)                                                            |
| Nº de animais       | Dependência das operações de captura e atividade das equipes de controladores de fauna exótica |
| Peso / Idade        | Variados                                                                                       |
| Sexo                | Variados                                                                                       |
| Origem              | Animais silvestres de vida livre                                                               |

Jaboticabal, 15 de junho de 2022.

  
**Profª Drª Fabiana Pilarski**  
 Coordenadora – CEUA



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                      |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Número: 83156-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Data da Emissão: 12/08/2022 15:15:20 | Data da Revalidação*: 23/06/2023 |
| De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão. |                                      |                                  |

#### Dados do titular

|                                                                                      |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Nome: NATALIA DE OLIVEIRA ZOLLA                                                      | CPF: 383.650.998-96      |
| Título do Projeto: Vigilância de doenças em javalis ( <i>Sus scrofa</i> ) selvagens. |                          |
| Nome da Instituição: UNESP JABOTICABAL                                               | CNPJ: 48.031.918/0012-87 |

## **CAPÍTULO 1 –**

### **Introdução**

A crescente modificação dos ambientes naturais e o rápido avanço da agricultura e da pecuária promovem uma maior interação entre as populações humanas e seus animais domésticos, com grupos de animais silvestres em seus habitats (Silva, 2004). Adicionalmente, a introdução de espécies exóticas em um dado ecossistema pode ter impacto importante sobre o equilíbrio ecológico, sendo superado apenas pela destruição de habitats, e com comprovada associação à extinção de espécies (Lowe et al., 2004; Doherty et al., 2016). Alterações podem promover o desequilíbrio da relação hospedeiro-parasita, pois causam alterações no comportamento dos vetores, perda de habitats e aumento do contato entre populações domésticas, selvagens e invasoras, consequentemente, maior troca de patógenos entre elas (Alho, 2012; Deem et al., 2001; Jorge et al., 2010; Taylor et al., 2001).

Os animais silvestres podem ser reservatórios ou portadores de patógenos zoonóticos causadores de doenças importantes no âmbito da Saúde Pública, da conservação da vida selvagem e que podem afetar a produção animal do país causando sérios impactos econômicos (Cleaveland et al., 2001; Gazzinelli et al., 2012). A relação interdependente de saúde humana e saúde animal é evidenciada pelo fato de que até 75% dos patógenos emergentes de seres humanos são zoonóticos. Destaca-se que muitos desses patógenos tem origem em animais selvagens (Taylor et al., 2001; Jones et al., 2008).

A compreensão do papel de agentes causadores de doenças e o monitoramento de patógenos em animais selvagens, contribuem para a elaboração de programas de controle, de erradicação de doenças e para a estruturação de políticas de manejo dessas espécies (Deem et al, 2001; Filoni, 2006; Jorge et al, 2010).

A Saúde Única ou One Health, é um conceito que reconhece a interdependência entre as questões sociais e ambientais, defendendo uma abordagem integrada na prevenção dessas doenças e na promoção da saúde (OMS,

2024a). Pesquisas que visem a obtenção de dados e que contribuam para a melhor compreensão de doenças provenientes de animais selvagens, se tornam cada vez mais necessárias. Dentre esses indivíduos, o javali representa um potencial alvo de pesquisas, dado suas características como agente zoonótico, sua alta capacidade reprodutiva e seu amplo deslocamento.

O javali tem causado impactos negativos em ambientes naturais e na agricultura, sendo considerado uma das 100 espécies exóticas invasoras mais deletérias no mundo (Lowe et al., 2004). Além desses problemas, a União Internacional para Conservação da Natureza - UICN (2018) chama a atenção para a predação de espécies nativas e para o papel desses animais como reservatórios de doenças, muitas das quais com relevância econômica (Miller et al., 2018). É válido destacar que trabalhos desta natureza podem contribuir para reforçar a necessidade de erradicação de espécies invasoras ao destacar o possível impacto negativo à saúde humana, evitando que a opinião pública se torne contrária ao controle (Russell e Blackburn, 2017).

## **Revisão bibliográfica**

### **1. O javali**

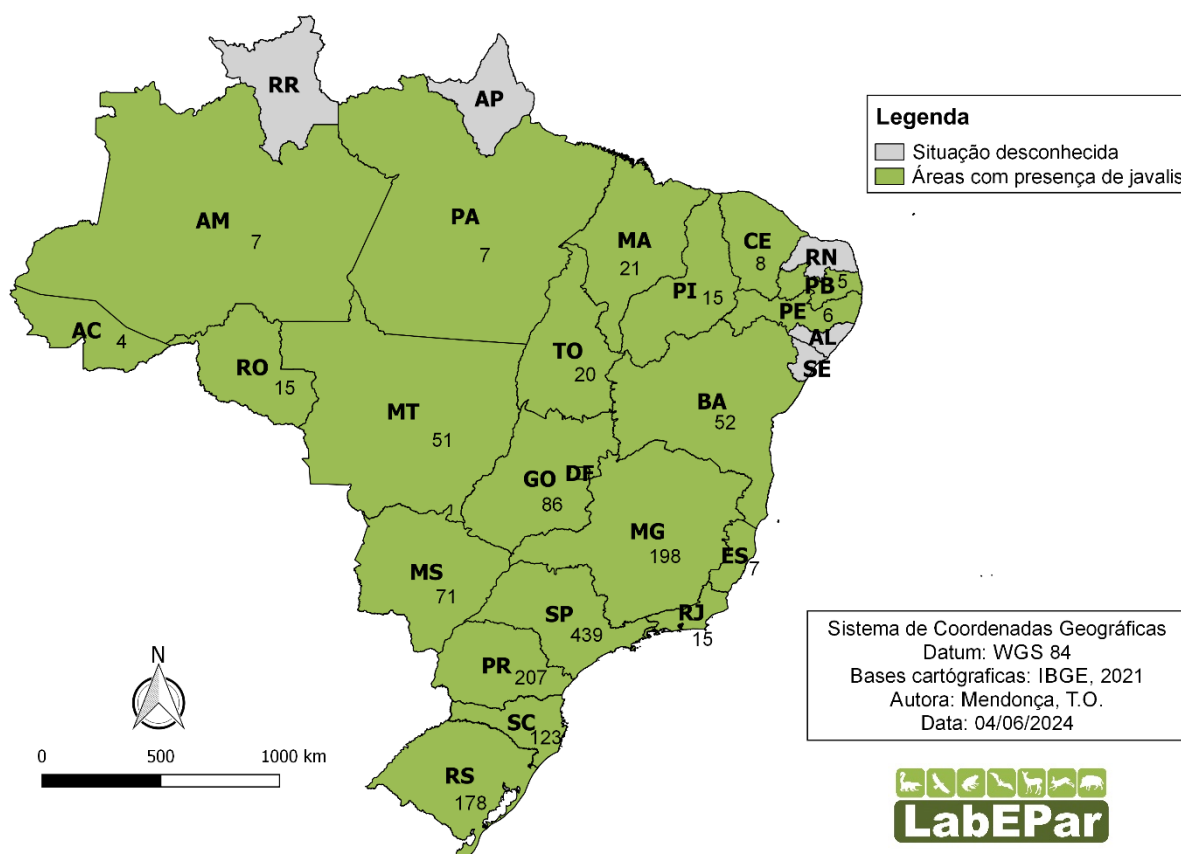
O javali (*Sus scrofa*) é um mamífero da Família Suidae, pertencente à Ordem Artiodactyla, subordem dos Suiformes, que compõem um grupo representado por porcos domésticos, javalis e outros porcos-do-mato (Nowak, 1999). Esses mamíferos possuem hábitos alimentares generalistas e potencial de adaptação a diferentes ambientes, assim como grande capacidade reprodutiva, o que faz deles a espécie de mamífero terrestre com maior distribuição geográfica do mundo (Barrios-Garcia; Ballari, 2012; Barrios-Garcia et al., 2014).

Esses animais causam impactos sanitários, tanto para outras populações selvagens, quanto para humanos, além de prejudicar a atividade pecuária (Kmetiuk et al., 2023). Segundo a União Internacional para Conservação (IUCN, 2018) os principais impactos atribuídos aos javalis são a destruição de lavouras e de vegetação

nativa, dispersão de ervas daninhas, desequilíbrio de processos ecológicos, predação e competição com espécies nativas.

Originários da Europa, Ásia e norte da África, os javalis foram introduzidos na América do Sul no início do século XX na bacia do Rio da Prata, em especial na Argentina, para fins de caça esportiva. No Brasil, há registros da entrada de javalis vindos do Uruguai por dispersão entre 1980 e 1990, onde a população é mais antiga e abundante, sendo posteriormente transportado para outros locais para criação comercial e caça esportiva (Pereira-Neto et al., 1992). Na década de 90, houve importação de animais vindos da Europa e Canadá com o objetivo de criação para corte, que não obteve sucesso no Brasil devido a dificuldades de comércio. Após a proibição da importação e criação comercial de suínos exóticos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), muitos javalis e seus cruzamentos com porcos domésticos acabaram sendo soltos na natureza, iniciando assim, um grande processo de colonização em território nacional (Pedrosa et al., 2015).

Uruguai, Argentina e Brasil são os três países da América do Sul com a maior densidade registrada de javalis, com destaque para Argentina e Brasil pelas maiores dimensões territoriais e, portanto, potencial para expansão da espécie. Nesses países estão registradas diversas áreas protegidas que foram invadidas pelos javalis, causando danos em territórios de proteção permanente e de uso sustentável. No Brasil, 1.536 municípios possuem registro de invasões por javalis e a maior parte destas ocorreu nos últimos 10 anos (Figura 1) (Batista, 2019; Brasil, 2017a).



**Figura 1.** Mapa da ocorrência de javalis (*Sus scrofa*) e seus cruzamentos no Brasil. Na imagem, o número de municípios que registraram ocorrências por estado (Batista, 2019).

Desde 1995, existem normas para controle de javalis em vida livre no Brasil que estavam restritas a alguns estados como o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Paraná. Em 2010, uma instrução normativa (IN) do IBAMA (IBAMA 08/2010) proibiu a caça de espécies consideradas pragas sem que estudos prévios e pesquisas fossem realizadas. Essa IN instituiu um grupo de trabalho para definir propostas no intuito de melhorar a eficiência do controle da espécie na natureza e medidas para possibilitar a minimização de impactos ambientais.

Em 2013, o IBAMA publicou a Instrução Normativa nº 3/2013, que reconhece o javali como nocivo, regula o controle da espécie em todo território nacional e proíbe a criação em cativeiro (IBAMA, 2013). Além disso, instituiu o Comitê Permanente Interinstitucional de manejo e monitoramento das populações de javalis no país, com representantes do IBAMA, ICMBio, Ministério do Meio Ambiente, Embrapa, MAPA,

Exército e Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo – SMA/SP. A finalidade da IN 3/2013 foi subsidiar e assessorar tecnicamente a regulamentação e execução das ações de prevenção, detecção, manejo e monitoramento da espécie exótica invasora javali em todo o Brasil.

Em 2017, foi lançado o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) que estabeleceu as ações necessárias a fim de conter a expansão territorial e demográfica do javali no país e reduzir os seus impactos, especialmente em áreas prioritárias de interesse ambiental, social e econômico. Foram instituídas regras para o controle da espécie por pessoas físicas ou jurídicas, que devem atender aos requisitos e apresentar informações sobre as atividades de manejo (Brasil, 2017a). A caça de javalis tornou-se a estratégia de controle mais usada e, segundo a normativa, os animais capturados durante as ações de controle só podem ser abatidos no local da captura, sendo proibido o transporte de animais vivos. Como consequência dessas ações, embora seja proibida a comercialização ou doação da carne de javalis caçados, houve o aumento no interesse e do consumo, caracterizando um fator de risco à saúde humana já que essa carne não possui nenhum controle sanitário (IBAMA, 2013; Brasil, 2017b).

Nesse intuito, o presente trabalho teve como foco duas doenças zoonóticas que podem ser transmitidas por javalis selvagens (*Sus scrofa*), através do consumo de sua carne, sendo elas a triquinelose e o complexo teniose-cisticercose.

## **2. A triquinelose**

A triquinelose é uma zoonose causada pelos nematódeos *Trichinella* spp. É um dos patógenos zoonóticos mais difundidos no mundo e já foi detectado em animais domésticos e selvagens de todos os continentes, com exceção da Antártida, onde não há registro do parasita (Pozio e Murrel, 2006). Uma grande quantidade de hospedeiros, domésticos e selvagens, já foi envolvida no ciclo de *Trichinella* como porcos domésticos, cavalos, roedores, carnívoros selvagens, javalis, aves e répteis (Reichard et al., 2015).

Os estudos filogenéticos das espécies do gênero *Trichinella* apontam para uma diversificação ocorrida a pelo menos 20 milhões de anos, por meio de uma variação

constante entre hospedeiros carnívoros distintos e uma colonização geográfica ampla (Zarlenga et al. 2006). Atualmente são reconhecidas dez espécies de *Trichinella* e três genótipos divididos em dois clados: o clado encapsulado e o não-encapsulado. O primeiro clado, caracterizado por modificar as células musculares parasitadas pelas larvas de primeiro estágio transformando-as em “nurse cells”, compreende as espécies e genótipos *T. spiralis* (T1), *T. nativa* (T2), *T. britovi* (T3), *T. murrelli* (T5), T6, *T. nelsoni* (T7), T8, T9, *T. patagoniensis* (T12) e *T. chanchalensi* (T13). O clado não-encapsulado, por sua vez, compreende as espécies *T. pseudospiralis* (T4), *T. papuae* (T10) e *T. zimbabwensis* (T11) (Ribicich et al., 2021).

No ciclo evolutivo de *Trichinella* spp., o animal infectado possui as formas larvais e adultas, agindo como hospedeiro definitivo e intermediário, típico de ciclo auto-heteroxeno. O ciclo biológico é constituído por duas fases distintas: uma fase intestinal, curta, na qual se desenvolvem as formas adultas e onde nascem as larvas L1 e uma fase muscular marcada pela migração e encapsulamento das larvas nos músculos estriados. Assim, o modo de transmissão deste parasita realiza-se de um animal para outro quase exclusivamente pela ingestão de tecido muscular infectado com larvas do primeiro estágio (L1) encistadas (Magalhães, 2003). Esse consumo se dá por meio de canibalismo, necrofagia e comportamento predatório, porém, outras formas de transmissão são possíveis. Dentre elas, a ingestão de larvas infectantes L1 existentes nas fezes, as transmissões transuterina e transmamária (Campbell, 1983; Euzeby, 1994; Malakauskas, et al., 2001).

São descritos basicamente dois ciclos epidemiológicos para triquenelose. Um doméstico que envolve o meio urbano e rural e consiste na transmissão da infecção por *Trichinella* entre animais domésticos e sinantrópicos, sendo roedores e os suínos os principais hospedeiros. Nesse ciclo, *T. spiralis* atua como principal agente infectante. O segundo tipo é o ciclo silvestre que envolve carnívoros e suídeos selvagens, como o javali. Diferente do primeiro, o ciclo silvestre está relacionado a diversas espécies de *Trichinella*, tais como *T. nativa*, *T. britovi*, *T. murrelli*, *T. pseudospiralis*, *T. nelsoni*. Ademais, a existência de diversos padrões de transmissão varia conforme a região geográfica, a temperatura, a altitude, as espécies envolvidas e o comportamento humano (Pozio, 2000, 2001; Murrell e Pozio, 2000).

Atualmente, diversas zoonoses têm sido registradas e associadas diretamente a animais silvestres. As infecções afetam tanto animais domésticos de criação extensiva, quanto seres humanos, principalmente em relação ao consumo da carne de caça (Rostami et al, 2017). A expansão agrária e urbana tem aproximado essas populações de animais silvestres, domésticos e humanas, de maneira acelerada, o que aumenta a dinâmica desses contatos e destaca ainda mais a importância de uma abordagem em Saúde Única. Os dados notificados em 55 países, no que concerne os surtos de triquinelose humana, corroboram com essa ideia ao apontar uma média global anual de 5751 casos e 5 mortes (Deleesschauwer et al., 2015, Murrell e Pozio, 2011; Pozio, 2007).

O consumo de carne crua ou malcozida de porco doméstico é responsável por 64% das infecções por *Trichinella*, no entanto, em vários países a transmissão se dá por meio do consumo de outros animais, como cavalos, ursos e as mais variadas carnes de caça, inclusive de javali. Essas diferentes práticas alimentares culturais estão diretamente relacionadas à frequência dos patógenos, como a triquinelose. (Murrell, 2013; Pozio, 2007, 2015; Rostami et al., 2017; Barluet et. al., 2020 ; Biliska-Zajac et al., 2020; Diaz et al., 2020).

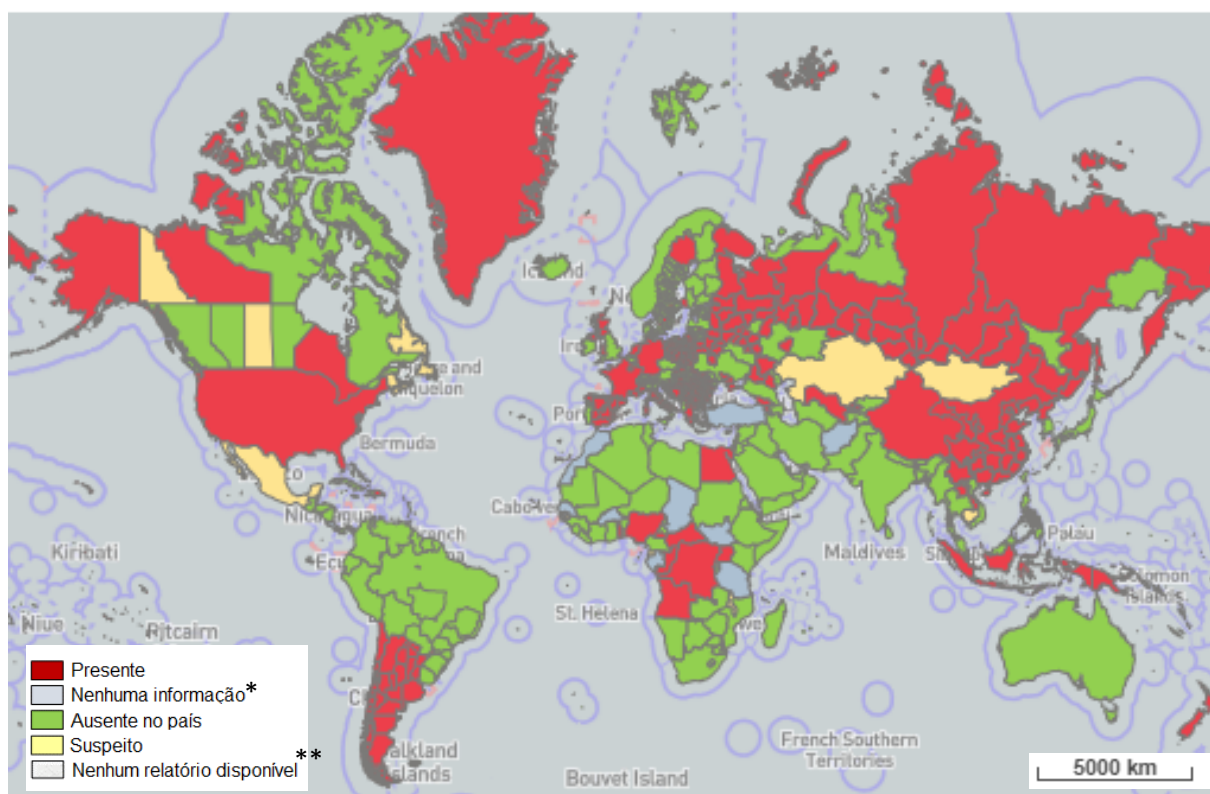
Diversos casos de triquinelose humana na Europa, Ásia, América do Norte e do Sul foram causados pelo consumo da carne de javalis, sendo as principais espécies responsáveis por esses surtos *T. spiralis*, *T. britovi* e *T. papuae* (Pozio, 2015; Rostami et al., 2017). A caça e o consumo da carne de javalis em diferentes partes do mundo aumentaram o risco de exposição humana a *Trichinella*, principalmente em caçadores, seus familiares e pessoas próximas que possuem o hábito de compartilhar a carne caçada (Rostami et al., 2017).

Na América do Sul, o primeiro caso de triquinelose em humanos foi registrado no Chile em 2004 e estava associado à caça e consumo de carne de javalis (García et al., 2005). Já na Argentina, país considerado uma região endêmica para triquinelose humana, a infecção está associada a porcos de criações domésticas, já que esses animais geralmente estão implicados nos surtos dessa doença. Porém, em 2012, vários indivíduos foram afetados na cidade de Junín, devido ao consumo da carne de javalis. Esse fato relaciona-se a diversos estudos que demonstraram a presença de

animais selvagens infectados com *Trichinella*, como carnívoros silvestres e javalis, no país (Ribicich et al., 2010, Pozio et al., 2009; Pasqualetti et al., 2014).

## 2.1 A triquinelose no Brasil

O Brasil é considerado um país livre da triquinelose em animais domésticos (OMSA, 2024a). Isso se deve, em boa parte, a um controle sanitário efetivo, por meio da inspeção das carnes, testes de digestão artificial e congelamento das carcaças em temperaturas adequadas, principalmente aquelas destinadas ao mercado externo que possuem exigências em sua importação. No país, a triquinelose está ausente na suinocultura brasileira (Figura 2.) e nenhum caso humano foi relatado.



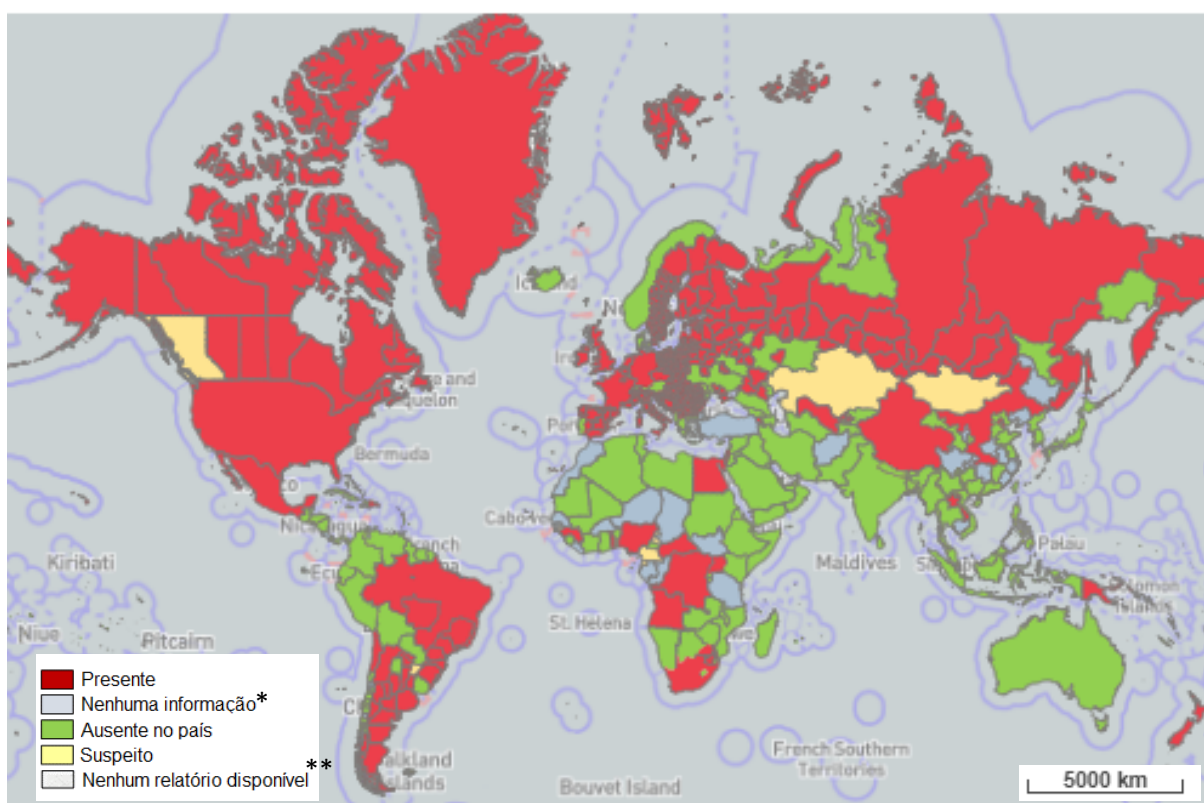
**Figura 2.** Mapa de distribuição mundial da triquinelose em animais domésticos – 2005 a 2024.

\*Nenhuma informação fornecida no relatório para doença selecionada.

\*\* Nenhum relatório disponível ou nenhum surto foi relatado na área para uma doença presente no país. Fonte: WAHIS-OMSA, 2024a.

No caso da infecção de triquinelose em animais selvagens, o Brasil também era considerado livre até o primeiro semestre de 2012, quando o Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA e a Embrapa, efetivaram um estudo sorológico (ELISA Indireto) em javalis. O teste analisou 554 animais caçados em cinco estados sendo eles Mato Grosso, Mato Grosso de Sul, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A sorologia foi positiva em 4,3% das amostras analisadas, inclusive no estado de São Paulo (Santiago et al., 2017).

A OMSA foi notificada e o Brasil passou ao status de infecção em pequenas regiões (Figura 3.). Dessa forma, o Plano Nacional de controle de javalis prevê a vigilância e monitoramento de algumas doenças, inclusive da triquinelose.



**Figura 3.** Mapa de distribuição mundial da triquinelose em animais selvagens – 2005 a 2024.

\*Nenhuma informação fornecida no relatório para doença selecionada.

\*\* Nenhum relatório disponível ou nenhum surto foi relatado na área para uma doença presente no país. Fonte: WAHIS-OMSA, 2024a.

### 3. O complexo Teniose-Cisticercose

*Taenia solium* é um parasita intestinal da classe Cestoidea, ordem Cyclophyllidea, da família Taeniidae e responsável por causar duas doenças, a teniose e a cisticercose (Linnaeus, 1758)

*Taenia solium* tem humanos como único hospedeiro definitivo, atingindo a forma adulta em seu intestino delgado. Os ovos são eliminados nas fezes, contaminando as pastagens e corpos d'água. Além disso, o parasita pode utilizar seres humanos e suídeos (*Sus scrofa*) como hospedeiros intermediários, desenvolvendo larvas ou cisticercos nos tecidos humanos.

A infecção humana por *Taenia solium* ocorre ao ingerir carne suína crua ou malcozida, contendo a forma larval denominada informalmente de cysticercus cellulosae. Após passar pelo suco gástrico, a larva evagina e se fixa pelo escólex na parede do intestino delgado tornando-se a forma adulta. O escólex, com quatro ventosas e um rostelo, penetra na submucosa causando uma leve inflamação. (Garcia e Del Brutto, 2000; Merchant et al., 1998; Pfuetzenreiter e Ávila-Pires, 2000; Moraes, 2008). Após cerca de três meses, o hospedeiro humano da tênia adulta começa a liberar milhares de ovos nas fezes contaminando o ambiente ao defecar a céu aberto (Schantz et al., 1993; OMS, 2022). Ressalta-se que a ingestão acidental desses ovos, presentes em alimentos como verduras frescas ou na água, também pode desencadear a cisticercose. A autoinfecção externa, decorrente da falta de higiene das mãos, é outra maneira disso ocorrer (Gemmell et al., 1983; Veronesi, 1991; Schantz, 1992).

Esses ovos têm como característica um embrião hexacanto recoberto por um envoltório de queratina, essa casca permite uma proteção contra danos exteriores, permanecendo resistentes, em especial em áreas úmidas e lamacentas. Com isso, os ovos de *T. solium*, contaminam o solo, a água potável e verduras ao se dispersarem nas áreas externas, aumentando a probabilidade de infectar suínos (Booth, 2018; Laws, 1968; Gweba et al., 2010). Após a ingestão, o ovo chega no estômago, e torna-se poroso ao perder a proteína e o carbonato de cálcio. No intestino, o ovo eclode, liberando o embrião ou oncosfera. Este penetra no intestino delgado, disseminando-se pelo organismo por meio da circulação sanguínea. A seguir fixa-se nos órgãos mais

vascularizados, como os músculos cardíacos, de locomoção, respiração, mastigação, além dos órgãos como fígado, esôfago, olhos e cérebro (Muller, 1975; Webbe, 1994).

Atualmente, a criação de suínos comerciais se dá em sistemas altamente tecnificados, com controle rigoroso de qualidade de água e alimentos, com eliminação de dejetos e higiene ambiental adequada e livre de animais sinantrópicos. Estes locais seguem princípios de boas práticas agropecuárias e tem rigorosa inspeção sob os suínos abatidos regulamentada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) por meio do Serviço de Inspeção Federal (SIF). Dessa maneira, no Brasil, os métodos de criação e inspeção, garantem a qualidade do produto destinado à alimentação da população (Rossi et al., 2014).

Em relação a cisticercose suína animais severamente infectados são condenados e as carcaças pouco afetadas são destinados ao aproveitamento condicional (Brasil, 2017b). Na carcaça e nos órgãos de eleição, os colaboradores dos frigoríficos conseguem visivelmente perceber os dois tipos de cisticercos: viáveis (vivos) e calcificados (mortos). No entanto, os javalis são abatidos no campo e não são submetidos à inspeção sanitária, representando risco para os consumidores.

A maior preocupação sanitária recai para criações de suínos de subsistência e, especialmente, para os javalis (*Sus scrofa*), que podem ter um papel ativo no ciclo de vida destes parasitas. Os javalis, ao frequentarem áreas rurais, possuem acesso a água contaminada com esgoto eliminado de forma irregular, bebem água em represas e córregos que podem estar contaminados com ovos de *T. solium*, representando risco para os consumidores. O consumo da carne fresca dos javalis, tal como sua utilização na produção de linguiças, chouriços e salames, pode preservar a viabilidade dos cisticercos. Quando ingeridos por humanos, essas larvas têm o potencial de provocar a teniose.

A cisticercose humana ocorre após a ingestão de ovos de *T. solium* que se desenvolvem em larvas denominadas cisticercos e podem se localizar em diversas partes do corpo humano, como tecido muscular e subcutâneo (Brown e Voge, 1985). Quando se desenvolvem no sistema nervoso central ou nos olhos, recebe o nome de neurocisticercose (NCC) dependendo os sinais clínicos da resposta imunológica do paciente e do local de fixação do parasita (Venkat et al., 2016). A neurocisticercose pode causar aumento da pressão intracraniana, devido a inflamação das meninges e

obstrução do líquido cefalorraquidiano, levando a convulsões, sendo uma das principais causas de epilepsia adquirida em todo o mundo, podendo resultar na morte do paciente independentemente de intervenção cirúrgica (García et al., 2005; Rabiela et al., 1989).

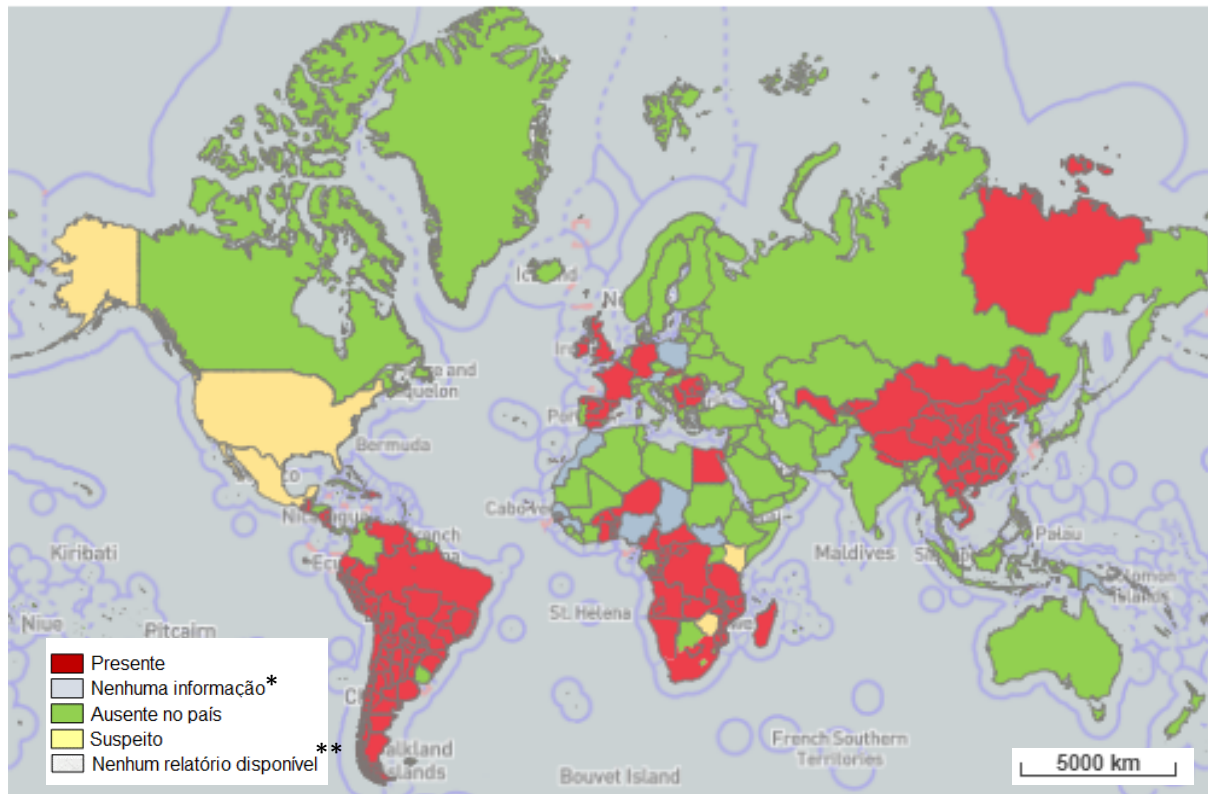
Nas Américas e no Caribe, a neurocisticercose é responsável por 30% dos casos de epilepsia, suscitando um estigma social e discriminação na população atingida (Ndimubanzi et al., 2010; PAHO, 2019). As consequências dessa infecção geram custos dispendiosos relacionados à saúde pública, pois as pessoas afetadas podem necessitar de cuidados por toda a vida.

Medidas como investimentos em saneamento básico, educação sanitária, programas públicos de vermifugação, combate o abate clandestino são essenciais para interromper o ciclo evolutivo do parasita, contribuindo para o controle dessas zoonoses (Pfuetzenreiter e Ávila-Pires, 2000).

### **3.1 O complexo Teníose-Cisticercose no Brasil**

Cisticercose por *Taenia solium* está incluída entre as principais Doenças Tropicais Negligenciadas (DTNs) e é uma prioridade para erradicação nas Américas e no Caribe, conforme indicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Organização Pan-Americana da Saúde (PAHO, 2019). O Brasil está prestes a alcançar esse objetivo, justamente devido à eficácia na inspeção de produtos de origem animal.

Na suinocultura tecnificada brasileira, pode-se afirmar que o complexo teníose-cisticercose foi praticamente erradicado. Os poucos casos existentes estão associados a porcos criados extensivamente, caracterizados pelas condições precárias de higiene (Rossi et al., 2014; 2016). Essas situações estão associadas diretamente ao ciclo pobreza/doença, que ocorrem em contextos de subsistência ou em comércio restrito dentro de uma comunidade (Pinto et al., 2002; Sciutto et al., 2000).



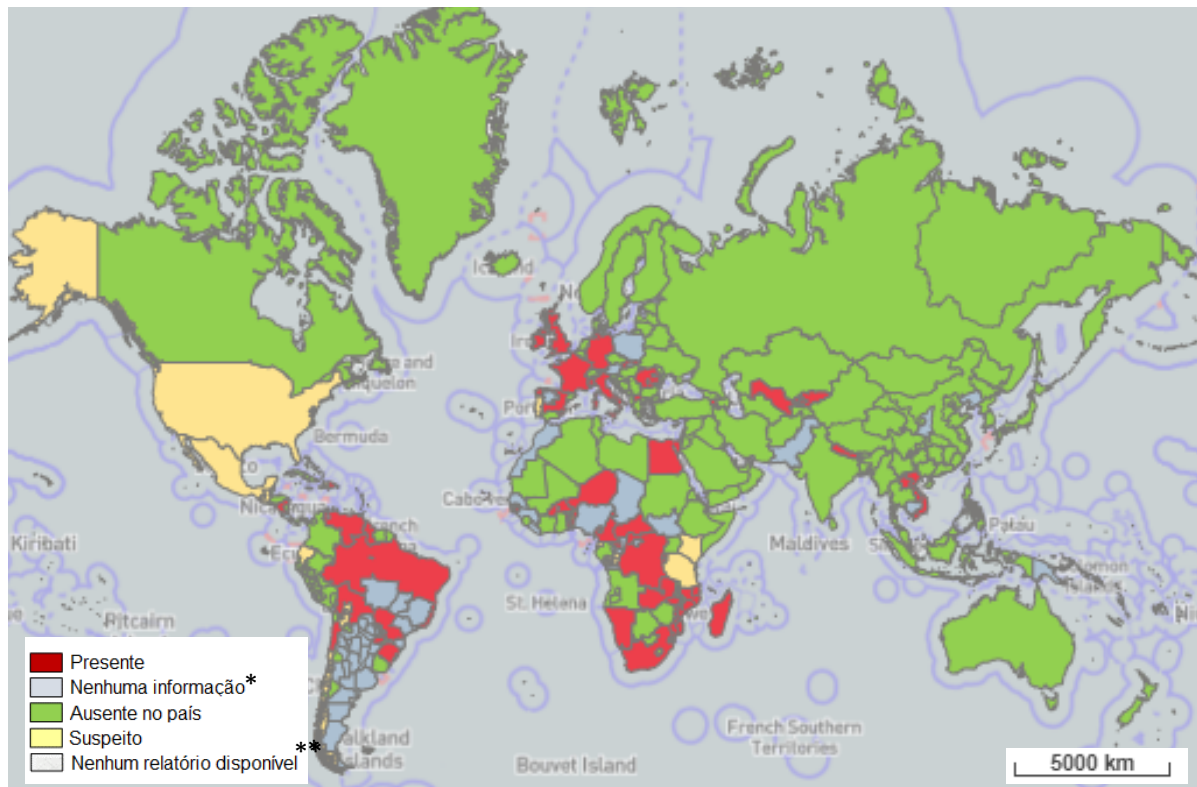
**Figura 4.** Mapa de distribuição mundial de *Taenia solium* em animais domésticos – 2005 a 2024.

\*Nenhuma informação fornecida no relatório para doença selecionada.

\*\* Nenhum relatório disponível ou nenhum surto foi relatado na área para uma doença presente no país. Fonte: WAHIS-OMSA, 2024a.

A cisticercose humana está presente em todo mundo, mas de forma endêmica é particularmente marcante em regiões da África, América Latina e Ásia, destacando-se com uma zoonose predominante em países africanos devido às condições geográficas, climáticas, econômicas e culturais (Coral-Almeida et al., 2015).

A infecção por *T. solium*, em animais selvagens está presente no Brasil (OMSA, 2024a) No entanto, não há informações disponíveis fornecida no relatório sobre a ocorrência da doença nos estados de Mato Grosso, São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Paraná. Cabe destacar que a infecção está presente, em várias regiões do mundo tais como o continente africano e sua ocorrência é suspeita nos EUA e México (Figura 5).



**Figura 5.** Mapa de distribuição mundial de *Taenia solium* em animais selvagens – 2005 a 2024.

\*Nenhuma informação fornecida no relatório para doença selecionada.

\*\* Nenhum relatório disponível ou nenhum surto foi relatado na área para uma doença presente no país. Fonte: WAHIS-OMSA, 2024a.

A carne suína lidera o ranking como a carne mais consumida globalmente, tendo uma projeção de crescimento de 33% no consumo total de proteína até 2030, acompanhado por um aumento de 13% na produção nos próximos 10 anos (OECD e FAO, 2021). Entretanto, a relação de doenças à carne suína provoca preocupações na população, o que acarreta potenciais prejuízos na economia do país, devido às restrições na exportação dessa proteína (Orteda-Pierres et al., 2000; Betti et al., 2014). Nesse contexto destacam-se duas zoonoses: a triquinelose e o complexo teníose-cisticercose.

## 4. Dados epidemiológicos no mundo

### 4.1. Epidemiologia de triquinelose

A prevalência mundial de triquinelose em suínos domésticos é de cerca de 2%, sendo mais comum em nações e regiões com baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), com climas tropicais úmidos e com chuvas constantes, condições que favorecem a transmissão. Os continentes mais afetados são América do Sul, África e Ásia (Eslahi et al., 2022).

Na China e em parte do Sudeste Asiático, grande parcela dos surtos da doença estão associados ao hábito de consumir a carne de porco crua ou malcozida e ao abate desses animais em locais clandestinos, o que faz com que a prevalência de triquinelose em humanos apresente altos índices de infecção (Liu et al., 2021; Zhang et al., 2022; Bai et al., 2022).

No continente Norte-Americano, em especial no Canadá, pesquisas recentes apontam para uma alta prevalência (maior que 50%) em carnívoros, tais como carcajus (*Gulo gulo*) que chegaram a 88%, ursos-pardos (*Ursus arctus*) também 88% e ursos polares (*Ursus maritimus*) a 66% de prevalência para *Trichinella* (Sharma et al., 2021; Harms et al., 2021; Pilfold et al., 2021). Nos Estados Unidos, no estado do Alasca, 241 casos de humanos com triquinelose foram registrados de 1975 a 2012, a maioria associado a caça, sendo 41% desses ligados ao consumo da carne de morsa (*Odobenus rosmarus*) (Springer et al., 2017; Oksanen et al., 2022).

Na América do Sul, a triquinelose é endêmica na Argentina e no Chile, afetando animais domésticos e selvagens, principalmente os suínos. Casos em humanos foram registrados até 2015 no Chile e até 2018 na Argentina. Em estudos realizado em 2012, na Bolívia, a sorologia de 6 dos 255 animais analisados apresentou resultados positivos, um padrão semelhante ao observado no Equador, entre 2000 e 2003, em que três pesquisas apontaram soroprevalência positiva em 5,72% de 646 suínos de circulação livre (Ribicich et al., 2021).

Até a notificação oficial, decorrente de uma pesquisa realizada nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, entre 2012 e 2016, a infecção por *Trichinella* spp. era considerada inexistente no Brasil. Nesse estudo foram identificadas sorologias positivas para javalis selvagens,

com uma prevalência de 4,3%. No entanto, o país manteve o seu status de livre de infecções em animais domésticos, conforme os dados da OMSA (Santiago et al., 2017; OMSA, 2024a).

Em levantamento recente, foram identificadas 70 espécies capazes de servirem como hospedeiros para a *Trichinella*, sendo composta em sua grande maioria por mamíferos, cerca de 61 animais. Dentre esses o javali é o que teve mais amostras registradas em pesquisas pelo mundo, cerca de 39% dos dados, o que demonstra a importância dessa espécie como potencial transmissor de triquinelose (Marucci et al., 2022).

A prevalência estimada para *Trichinella* em javalis varia mundialmente entre 4% a 6%. Quando observamos os contextos continentais separadamente, a América do Norte registra uma soroprevalência de 9% seguida pela Europa com 7%, enquanto Oceania e Ásia indicam 3% cada, de acordo com análises de ELISA realizados nos últimos anos (Rostami et al., 2018).

Na Polônia, estudos revelaram uma flutuação na prevalência de *Trichinella* em javalis, registrando uma redução de 2% em 2015 para 0,3% em 2016. Destaca-se que essa disparidade observada em diferentes regiões do país é atribuída a dois fatores: o grande volume de potenciais hospedeiros e o comportamento humano inadequado ao descartar as carcaças de javalis abatidos durante caçadas (Moskwa et al., 2015; Biliska-Zajac et al., 2020). No caso do descarte impróprio, este pode atrair ratos, que, ao comerem a carne de carcaças infectadas, tornam-se hospedeiros. Esses ratos aproximam-se de fazendas de criação de porcos domésticos, transmitindo a triquinelose a esses animais. Pesquisas pela Europa indicaram taxas de infecção variando de 23,3% a 30,4% em ratos encontrados nas adjacências de fazendas de suinocultura (Biliska-Zajac et al., 2018; 2020).

Na América do Norte, um estudo conduzido entre 2014 e 2020, demonstrou um aumento na soroprevalência de *Trichinella* e também de sua distribuição geográfica de anticorpos em javalis, comparado aos dados anteriores recolhidos de 2006 a 2010. Tendo, por fim, uma prevalência de 12,4% (Cleveland et al., 2024).

As informações de prevalência podem revelar diferentes resultados de acordo com o método adotado. O ensaio imunoenzimático (ELISA) pode ser reconhecido como um procedimento de vigilância confiável, apresentando sensibilidade entre

90,6% e 99,6%, além de uma especificidade de 98 % (Barlow et al., 2021). No entanto tal método pode induzir a resultados falso-positivos devido a reações cruzadas e à detecção de anticorpos remanescentes de antigas infecções (Yang et al., 2016; Rostami et al., 2018; Bruschi et al., 2019). Por outro lado, a Digestão Artificial, se apresenta como um método eficaz para identificar larvas em tecidos musculares, mas pode falhar na detecção de cargas parasitárias reduzidas, que por sua vez têm a capacidade de persistir e se dispersar na vida selvagem (Bandino et al., 2023).

A aplicação da técnica de ELISA, utilizada no Equador, revelou presença de anticorpos anti-*Trichinella* em suínos, contudo, não foram detectadas larvas através de métodos parasitológicos (Ribicich et al., 2021). Uma situação análoga aconteceu em pesquisa brasileira, em que a identificação se deu exclusivamente pela abordagem sorológica, mas em javalis selvagens. Os dados demonstraram uma soroprevalência de cerca de 11,4% em filhotes, 3,1% em adultos jovens e nenhuma ocorrência em adultos idosos, indicando, portanto, a presença de anticorpos apenas em javalis jovens (Santos-Silva, 2021).

Embora a triquinelose esteja ausente em animais domésticos no Brasil, o monitoramento adota medidas preventivas nos abatedouros frigoríficos sob inspeção oficial. Essas práticas estão alinhadas com as diretrizes estabelecidas pelo Regulamento 2075/2005/CEE, sendo uma exigência para a exportação de carne suína.

#### **4.2. Dados epidemiológicos do complexo Teniose-Cisticercose**

O complexo teniose-cisticercose, composto por duas doenças distintas de abrangência global, se manifesta, geralmente, em populações em condições de vulnerabilidade social. Essas comunidades, possuem acesso limitado a educação, ao saneamento básico e outros serviços de saúde, além de frequentemente compartilharem seu espaço com suínos domésticos (Soto et., 2021). A erradicação dessas enfermidades é uma possibilidade viável, conforme o estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que delineou um novo plano de metas globais visando o combate às 20 DTNs até o ano de 2030. Essas doenças impactam aproximadas um bilhão de indivíduos no mundo todo (OMS, 2020).

Uma análise utilizando antígenos de *T. solium* revelou uma soroprevalência em humanos de 17,37% na África, 13,03% na América Latina e 15,58% na Ásia, regiões endêmicas. Em relação à neurocisticercose, avalia-se que essa afete, anualmente, entre 2,5 e 8,3 milhões de pessoas, com uma média de 450 mil a 1,35 milhões na América Latina, aproximadamente um milhão na Índia e de 310 mil a 4,6 milhões na África. Neste último, a região da África subsaariana, endêmica, aponta para uma prevalência de 22,2% e está associada a manifestações clínicas de epilepsia (Hossain et al., 2023).

Em Gana, um estudo identificou uma soroprevalência positiva de *T. solium* em 3,1% da população e em 24,9% dos suínos na mesma região. Os dados levantados em relação aos indivíduos humanos demonstraram uma associação direta com hábitos inadequados de descarte de resíduos, o uso recorrente de fontes de água comunitárias e a implementação informal de sistemas de criação de suínos ao ar livre (Addo et al., 2021).

No continente sul-americano, a prevalência sorológica da cisticercose suína chegou a 40,5% na Colômbia e 45,19% no Peru. No segundo caso, observou-se que os porcos se alimentavam de dejetos humanos depositados no solo, próximos às latrinas, reforçando a necessidade de orientar as comunidades quanto ao uso adequado desse tipo de espaço e promover noções de higiene (Jayashi et al., 2012; Pinilla et al., 2021).

No estado de São Paulo, foram inspecionados um total de 1.305.723 suínos, e apenas 0,01% das carcaças exibiram cisticercose. Dessa parcela, 92,8% dos cistos estavam calcificados (Rossi et al., 2015). Contudo, em uma amostra de 352 porcos criados ao ar livre na região interiorana do estado, identificaram-se um percentual de 6,82% de indivíduos positivos pelo método de ELISA (Rossi et al., 2016).

Além dos suínos domésticos, porcos selvagens como o javali também podem atuar como hospedeiro intermediário de *T. solium*. Entretanto, há poucos estudos abordando esse tema, com registros da presença de *T. hydatigena* em javalis na Itália e na Polônia (Filip et al., 2019; Sgroi et al., 2020).

No contexto brasileiro, não foram encontradas pesquisas que descrevam a ocorrência de *T. solium* em javalis. Apesar disso, uma investigação realizada em 2022, no Rio Grande do Sul identificou a presença de *T. hydatigena* em 5 de 26 javalis

analisados, representando 19,2% da amostra (Corrêa et al., 2022). Importante ressaltar que esse parasita, que não é zoonótico, não foi identificado na cavidade de nenhum dos animais analisados na presente pesquisa.

## Referências

Alho CJR (2012) Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos avançados** 26:74.

Addo HO, Majekodunmi AO, Sampene-Donkor E, Ofosu-Appiah LH, Opare D, Owusu-Okyere G, Bimi L (2021) Seroprevalence of *Taenia solium* and *Trichinella spiralis* among Humans and Pigs in Ghana. **BioMed Research International** 2021.

Bai H, Tang B, Qiao W, Wu X, Liu M, Wang X (2022) The Prevalence of *Trichinella spiralis* in Domestic Pigs in China: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Animals** 12: 3553.

Bandino E, Gomez-Morales MA, Brundu D, Soddu M, Ludovisi A, Cabras PA, Loi F, Pintore A, Pozio E (2023) The illegal rearing and slaughtering of pigs in the wild on the Mediterranean island of Sardinia favor an increase in the biomass of *Trichinella britovi* in wild boars (*Sus scrofa*) but do not affect the serological prevalence of infection. **Parasites Vectors** 16:323.

Barlow A, Roy K, Hawkins K, Ankarah AA, Rosenthal BA (2021) review of testing and assurance methods for *Trichinella* surveillance programs **Food and Waterborne Parasitology** 24:e00129.

Barrios-Garcia MN, Ballari SA (2012) Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. **Biological Invasions** 14:2283–2300.

Barrios-Garcia MN, Classen AT, Simberloff D (2014) Disparate responses of above- and belowground properties to soil disturbance by an invasive mammal. **Ecosphere** 5:1-13.

Barruet R, Devez A, Dupouy-Camet J, Karadjian G, Plavsá D, Chydériotis G, Vallée I, Sofronic-Milosavljevic L, Yera H (2020) Uma fonte comum de surto de triquinelose notificado em França e na Sérvia em 2017. **Eurosurveillance** 25:1900527.

Batista GO (2019). Relatório sobre áreas prioritárias para o manejo de javalis: aspectos ambientais, socioeconômicos e sanitário. Brasília: Ibama.

Betti A, Cardillo NM, Pasqualetti MI, Fariña FA, Rosa AB, Ribicich M (2014) Triquinellose: Conocimientos y hábitos en poblaciones epidemiológicamente diferentes de la Provincia de Buenos Aires, y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires Argentina. **Revista Argentina de Zoonosis y Enfermedades Infecciosas Emergentes** 9:21-24.

Bilska-Zajac E, Rozycki M, Antolak E, Belcik A, Gradziel-Krukowska K, Karamon J, Sroka J, Zdybel J, Cencek T (2018) Occurrence of *Trichinella* spp. in rats on pig farms. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine** 25:698–700.

Bilska-Zajac E, Różycki M, Grądziel-Krukowska K, Belcik A, Mizak I, Karamon J, Sroka J, Zdybel J, Cencek T (2020) Diversity of *Trichinella* species in relation to the host species and geographical location. **Veterinary Parasitology** 279:109052.

Booth M (2018) Chapter Three - Climate Change and the Neglected Tropical Diseases. **Advances in Parasitology** 100:39-126.

Brasil (2017a) **Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: < gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/2017-planojavali-2017-2022-pdf> Acesso em: 10 de out. de 2023.

Brasil (2017b): **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**, 108 f. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei n. 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p. 3-27.

Brown WJ, Voge M (1985) Cysticercosis: a modern day plague. **Pediatric Clinics of North America** 32:953-969.

Bruschi F, Gómez-Morales MA, Hil DE (2019). International Commission on Trichinellosis: Recommendations on the use of serological tests for the detection of *Trichinella* infection in animals and humans. **Food and Waterborne Parasitology** 14:e00032.

Campbell WC (1983) **Epidemiology I: Modes of transmission**. In: W. C. Campbell (ed.). **Trichinella and Trichinosis**. Boston, MA: Springer US p.425-444.

Cleaveland S, Laurenson MK, Taylor LH (2001) Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences** 356:991-999.

Cleveland CA, Haynes E, Callaghan KC, Fojtik A, Coker S, Doub E, Yabsley M J (2024) Distribution and prevalence of antibodies to *Trichinella* spp. and *Toxoplasma gondii* in wild pigs (*Sus scrofa*) in the United States. **Veterinary Parasitology** 325:110090.

Coral-Almeida M, Gabriël S, Abatih EN, Praet N, Benitez W, Dorny P (2015) *Taenia solium* human cysticercosis: a systematic review of sero-epidemiological data from endemic zones around the world. **PLoS neglected tropical diseases** 9:e0003919.

Corrêa GT, Caramori CH, Cardoso TS, Silva L, Sacaro MCDS, Costa SZR, Grando TH (2022) Identificação de parasitos em suídeos asselvajados no Rio Grande do Sul. **Revista Agrária Acadêmica** 5:149-158.

Deem SL, Karesh WB, Weisman W (2001) Putting theory into practice: wildlife health in conservation. **Conservation biology** 15:1224-1233.

Deleesschauwer B, Praet N, Speybroeck N, Torgerson PR, Haagsma JA, De Smet K, Murrell KD, Pozio E, Dorny, P (2015) The low global burden of trichinellosis: evidence and implications. **International Journal for Parasitology** 45:95-99.

Diaz JH, Warren RJ, Oster MJ (2020) The disease ecology, epidemiology, clinical manifestations, and management of trichinellosis linked to consumption of wild animal meat. **Wilderness & Environmental Medicine** 31:235–244.

Doherty TS, Glen AS, Nimmo DG, Ritchie EG, Dickman CR (2016) Invasive predators and global biodiversity loss. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 113:11261-11265.

Euzeby, E (1994) Une vieille Anthropozoonose toujours actuelle: la Trichinose. **Revue de Médecine Vétérinaire** 145:795-818.

Eslahi AV, KarimiPourSaryazdi A, Olfatifar M, Carvalho LMM, Foroutan M, Karim MR, Badri M, Ketzis JK (2022) Global prevalence of *Trichinella* in pigs: A systematic review and meta-analysis. **Veterinary Medicine and Science** 8:2466-2481.

Filip KJ, Pyziel AM, Jeżewski W, Myczka AW, Demiaszkiewicz AW e Laskowski Z (2019) First molecular identification of *Taenia hydatigena* in wild ungulates in Poland. **EcoHealth** 16:161-170.

Filoni C (2006) **Exposição de Felídeos Selvagens a agentes infecciosos selecionados**. 126 f. Tese (Doutor em Ciências) - Usp, São Paulo.

Garcia HH, Del Brutto, OH (2000) *Taenia solium* cysticercosis. **Infectious Disease Clinics of North America** 14:97-119.

García E, Mora L, Torres P, Jercic MI, Mercado R (2005) First record of human trichinosis in Chile associated with consumption of wild boar (*Sus scrofa*). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 100:17–8.

Gazzinelli A, Correa-Oliveira R, Yang GJ, Boatín BA, Kloos H (2012) A research agenda for helminth diseases of humans: social ecology, environmental determinants, and health systems. **PLoS neglected tropical diseases** 6:e1603.

Gemmell M, Matyas Z, Pawlowski Z, Soulsby EJ, Larralde C, Nelson GS, World Health Organization (1983) Guidelines for surveillance prevention and control of taeniasis/cysticercosis. **Geneva: World Health Organization** p. 207.

Gweba M, Faleke OO, Junaidu AU, Fabiyi JP, Fajinmi AO (2010) Some risk factors for *Taenia solium* cysticercosis in semi-intensively raised pigs in Zuru, Nigeria. **Veterinaria italiana** 46:57-67.

Harms NJ, Larivee M, Scandrett B, Russell D (2021) High prevalence and intensity of *Trichinella* infection in Yukon American black (*Ursus americanus*) and grizzly (*Ursus arctos*) bears. **The Journal of Wildlife Diseases** 57:429-433.

Hossain MS, Shabir S, Toye P, Thomas LF, Falcone FH (2023). Insights into the diagnosis, vaccines, and control of *Taenia solium*, a zoonotic, neglected parasite. **Parasites & Vectors** 16:380.

IBAMA (2010) **Portaria Nº 08, de 17 de agosto de 2010, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).

IBAMA (2013) **Instrução Normativa Nº 03 de 31 de janeiro de 2013 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA).

IUCN (2018) **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 25 out. 2023.

Jayashi CM, Arroyo G, Lightowlers MW, García HH, Rodríguez S & Gonzalez AE (2012) Seroprevalence and risk factors for *Taenia solium* cysticercosis in rural pigs of northern Peru. **PLoS Neglected Tropical Diseases** 6:e1733.

Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, Daszak P (2008) Global trends in emerging infectious diseases. **Nature** 451:990–993.

Jones BA (2017) Invasive species impacts on human well-being using the life satisfaction index. **Ecological Economics** 134:250-257.

Jorge RSP, Rocha FL, May JA, Morato RG (2010) Ocorrência de Patógenos em carnívoros selvagens brasileiros e suas implicações para a conservação e saúde pública. **Oecologia Australis** 14:686-710.

Kmetiuk LB, Biondo LM, Pedrosa F, Favero GM, Biondo AW (2023) One Health at gunpoint: Impact of wild boars as exotic species in Brazil - A review. **One Health** 17:100577.

Laws GF (1968) The hatching of taeniid eggs. **Experimental Parasitology**. 23:1-10.

Lima MDCF, Mittestainer JC, Rocha PB, Carvalho ER, do Prado Verotti B, Pellicciari, PR, Langoni H (2017) Principais zoonoses em pequenos animais: breve revisão. **Veterinária e Zootecnia** 24:84-106.

Liu Y, Dong Z, Pang J, Liu M, Jin X (2021). Prevalence of meat-transmitted *Taenia* and *Trichinella* parasites in the Far East countries. **Parasitology Research** 120:4145-4151.

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M (2004) 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. **World Conservation Union (IUCN)** 11:6. Disponível em: <[issg.org/pdf/publications/worst\\_100/english\\_100\\_worst.pdf](http://issg.org/pdf/publications/worst_100/english_100_worst.pdf)> Acesso em: 15 out. 2023.

Magalhães AST (2003) **Contribuição para o Estudo da Triquinelose Silvática em Portugal Continental**. f.106 Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Malakauskas A, Kapel CMO, Webster P (2001) Infectivity, persistence and freeze resistance of nine *Trichinella* genotypes in rats. **Xth International Conference on Trichinellosis** 8:216-22.

Marucci G, Tonanzi D, Interisano M, Vatta P, Galati F, La Rosa G (2022) The International *Trichinella* Reference Centre database. Report on thirty-three years of activity and future perspectives **Food and Waterborne Parasitology** 27:e00156.

Merchant MT, Aguilar L, Avila G, Robert L, Flisser A, Willms K (1998) *Taenia solium*: Description of the Intestinal Implantation Sites in Experimental Hamster Infections. **The Journal of Parasitology** 84:681–685.

Miller MA, Kinsella JM, Snow RW, Hayes MM, Falk BG, Reed RN, Mazzotti FJ, Guyer C, Romagosa CM (2018) Parasite spillover: indirect effects of invasive Burmese pythons. **Ecology and Evolution** 8:830-840.

Moraes RG (2008) **Parasitologia & Micologia 5. ed.** Rio de Janeiro: Cultura Médica, Guanabara Koogan p.333.

Moskwa B, Cybulska A, Kornacka A, Cabaj W, Bien J (2015) Wild boars meat as a potential source of human trichinellosis in Poland: current data **Acta Parasitologica** 60: 530–535.

Murrell KD, Pozio E (2000) Trichinellosis: the zoonosis that won't go quietly. **International Journal for Parasitology** 30:1339-1349.

Muller R (1975) A manual of medical helminthology. **Medical books limited**. London: England 43-51.

Murrell KD, Pozio E (2011) Worldwide occurrence and impact of human trichinellosis, 1986–2009. **Emerging infectious diseases** 17:2194.

Murrell KD (2013) Zoonotic foodborne parasites and their surveillance. **Revue Scientifique et Technique** 32:559-569.

Ndimubanzi PC, Carabin H, Budke CM, Qian YJ, Rainwater E, Stoner JA (2010) A systematic review of the frequency of neurocysticercosis with a focus on people with epilepsy. **PLoS Neglected Tropical Diseases** 4:e870.

Nowak RM (1999) Walker's mammals of the world. **John Hopkins University Press** vol. 2.

OECD/FAO (2021) **Perspectivas Agrícolas 2021-2030**, OECD Publishing, Roma, Itália p. 362. Disponível em: <<https://www.fao.org/documents/card/en?details=CB5332ES>> Acesso em: 10 dez. 2023.

Oksanen A, Kärssin A, Berg RP, Koch A, Jokelainen P, Sharma R, Loginova O (2022) Epidemiology of *Trichinella* in the Arctic and subarctic: A review. **Food and Waterborne Parasitology** 28:e00167.

OMS - Organização Mundial da Saúde (2020) **Neglected zoonotic tropical diseases**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/neglected-zoonotic-tropical-diseases>> Acesso em: 12 de nov. 2023.

OMS – Organização Mundial da Saúde (2022) Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/taeniasis-cysticercosis>> Acesso em: 15 out. 2023.

OMS – Organização Mundial da Saúde (2024a) Disponível em: <[https://www.who.int/health-topics/one-health#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/one-health#tab=tab_1)> Acesso em: 15 out. 2023.

OMSA – Organização Mundial de Saúde Animal (2024a) Disponível em: <<https://wahis.woah.org>> Acesso em: 07 fev de 2024.

OMSA – Organização Mundial de Saúde Animal (2024b) Disponível em: <<https://www.woah.org/es/enfermedad/triquinelosis/>> Acesso em: 07 fev. de 2024

Ortega-Pierres MG, Arriaga C, Yépez-Mulia L (2000) Epidemiology of trichinellosis in Mexico, Central and South America. **Veterinary Parasitology** 93:201–225.

PAHO - Pan American Health Organization (2019) Pautas Operativas para las actividades de control de la teniasis y la cisticercosis causadas por *Taenia solium*. **Contribución al control de *Taenia solium* en América Latina y el Caribe**. Disponível em: <<https://iris.paho.org/handle/10665.2/51660>> Acesso em: 12 de nov. 2023.

Pasqualetti MI, Acerbo M, Abas M, Rosa AB, Fariña FA, Cardillo NM, Ribicich MM (2014) Nuevos aportes al conocimiento de *Trichinella* y trichinellosis. **Revista de Medicina Veterinaria** 95:12-21.

Pedrosa F, Salerno R, Padilha FVB, Galetti M (2015) Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. **Natureza & Conservação** 13:84–87.

- Pereira-Neto AO, Riet-Correa F, Méndez MDC (1992) Javali: um predador a ser evitado no Rio Grande do Sul. **Editora Universitária** 42–48.
- Pfuetzenreiter, MR, Ávila-Pires F (2000) Epidemiology of teniasis/cysticercosis by *Taenia solium* and *Taenia saginata*. **Ciência Rural** 30:541-548.
- Pilfold NW, Richardson ES, Ellis J, Jenkins E, Scandrett WB, Hernández-Ortiz A, Lunn, NJ (2021) Long-term increases in pathogen seroprevalence in polar bears (*Ursus maritimus*) influenced by climate change. **Global Change Biology** 27: 4481-4497.
- Pinilla JC, Morales E, Muñoz AAF (2021) A survey for potentially zoonotic parasites in backyard pigs in the Bucaramanga metropolitan area, Northeast Colombia. **Veterinary World** 14:372-379.
- Pinto PSA, Almeida LP, Germano PML, Vaz AJ, Nakamura PM (2002) Cysticercosis occurrence and sanitary risk in groups of inspected and non inspected swine in Brazil. **Parasitologia Latinoamericana** 57:129-33.
- Pozio E (2000) Factores affecting the flow among domestic, synanthropic and sylvatic cycles of *Trichinella*. **Veterinary Parasitology** 93:241-262.
- Pozio E (2001) New patterns of *Trichinella* infection. **Veterinary Parasitology** 98:133-148.
- Pozio E, Murrell K (2006) Darwin. Systematics and epidemiology of *Trichinella*. **Advances in Parasitology** 63:367-439.
- Pozio E (2007) World distribution of *Trichinella* spp. infections in animals and humans. **Veterinary Parasitology** 149:3-21.
- Pozio E, Hoberg E, La Rosa G, Zarlenga DS (2009) Molecular taxonomy, phylogeny and biogeography of nematodes belonging to the *Trichinella* genus. **Infection, Genetics and Evolution** 9:606-616.
- Pozio E (2015) *Trichinella* spp. imported with live animals and meat. **Veterinary Parasitology** 213:46-55.
- Rabiela MT, Rivas A, Flisser A (1989) Morphological types of *Taenia solium* cysticerci. **Parasitology today** 5:357-359.
- Reichard MV, Criffield M, Thomas JE, Paritte JM, Cunningham M, Onorato D, Pozio E (2015) High prevalence of *Trichinella pseudospiralis* in Florida panthers (*Puma concolor coryi*). **Parasites & Vectors** 8:1-6.

Ribicich M, Gamble HR, Bolpe J, Scialfa E, Krivokapich S, Cardillo N (2010) *Trichinella* infection in wild animals from endemic regions of Argentina. **Parasitology Research** 107:377-380.

Ribicich MM, Farina FA, Aronowicz T, Ercole ME, Bessi C, Winter M, Pasqualetti MI (2021) Reprint of: A review on *Trichinella* infection in South America. **Veterinary Parasitology** 297:109540.

Rossi GAM, Grisólio APR, Prata LF, Bürger, KP; Hoppe EGL (2014) Situação da cisticercose bovina no Brasil. **Ciências Agrárias** 35:927-938.

Rossi GAM, Garnica M, de Souza Almeida HM, Ribeiro LF, Martins AMCV, Bürger KP, Mathias LA (2015). Cisticercose suína e bovina-ocorrência em abatedouros do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária** 22:202-205.

Rossi GA, Almeida H, Guimarães-Peixoto RP, Acevedo-Nieto, EC, Pinto PS, Vidal A MC, Oliveira LG (2016) Anticorpos séricos contra *Taenia solium* em suínos de criações não tecnificadas em uma região do Estado de São Paulo, Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 36:141-144.

Rostami A, Gamble HR, Dupouy-Camet J, Khazan H, Bruschi F (2017) Meat sources of infection for outbreaks of human trichinellosis. **Food microbiology** 64:65-71.

Rostami A, Riahi SM, Ghadimi R, Hanifehpour H, Hamidi F, Khazan H, Gamble HR (2018) A systematic review and meta-analysis on the global seroprevalence of *Trichinella* infection among wild boars. **Food Control** 91:404–411.

Russell JC e Blackburn TM (2017) The rise of invasive species denialism. **Trends in Ecology & Evolution** 32:3-6.

Santiago VS, Trevisol Y, Kramer B (2017) Triquinelose em Javalis no Brasil. In: **Encontro Nacional de Defesa Sanitária Animal – ENDESA**, Belém: Pará, p. 04. Disponível em: < <https://acesse.one/miniteriodaagriculturaepecuaria> >. Acesso em: 16 nov. 2023.

Schantz PM, Moore AC, Muñoz JL, Hartman BJ, Schaefer JA, Aron AM, Flisser, A (1992) Neurocysticercosis in an Orthodox Jewish community in New York City. **The new England Journal of Medicine** 327:692-695.

Schantz PM, Cruz M, Sarti E, Pawlowski Z (1993) Potential eradicability of taeniasis and cysticercosis. **Bull PAHO** 27:397-403.

Sciutto E, Fragoso G, Fleury A Laclette JP, Sotelo J, Aluja A, Larralde C (2000) *Taenia solium* disease in humans and pigs: an ancient parasitosis disease rooted in developing countries and emerging as a major health problem of global dimensions. **Microbes and Infection**. 2:1875-1890.

Sgroi G, Varcasia A, D'Alessio N, Varuzza P, Buono F, Amoroso MG, Veneziano V (2020) *Taenia hydatigena* cysticercosis in wild boar (*Sus scrofa*) from southern Italy: an epidemiological and molecular survey. **Parasitology** 147:1636-1642.

Sharma R, Harms NJ, Kukka PM, Jung TS, Parker SE, Ross S, Jenkins EJ (2021) High prevalence, intensity, and genetic diversity of *Trichinella* spp. in wolverine (*Gulo gulo*) from Yukon, Canada. **Parasites & Vectors** 14:1-9.

Silva JCR (2004) Zoonoses e doenças emergentes transmitidas por animais silvestres. **Associação Brasileira de Veterinários de Animais Selvagens/ABRAVAS** 1-4.

Soto LA, Parker LA, Irisarri-Gutiérrez MJ, Bustos JA, Castillo Y, Perez E, Muñoz-Antoli C, Esteban JG, García HH, Bornay-Llinares FJ (2021) Evidence for Transmission of *Taenia solium* Taeniasis/Cysticercosis in a Rural Area of Northern Rwanda. **Frontiers in Veterinary Science** 8:645076.

Springer YP, Casillas S, Helfrich K, Mocan D, Smith M, Arriaga G, McLaughlin, J (2017) Two outbreaks of trichinellosis linked to consumption of walrus meat—Alaska, 2016–2017. **Morbidity and Mortality Weekly Report** 66:692.

Taylor LH, Latham SM, Woolhouse MEJ (2001) Risk factors for human disease emergence. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences** 356:983–989.

Venkat B, Aggarwal N, Makhaik S, Sood R (2016) A comprehensive review of imaging findings in human cysticercosis. **Japanese Journal of Radiology** 34:241–257.

Veronesi, R (1991) Doenças infecciosas e parasitárias. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo** 33:286-286.

Webbe G (1994) Human cysticercosis: Parasitology, pathology, clinical manifestations and available treatment. **Pharmacology & Therapeutics** 64:175-200.

Yang Y, Cai YN, Tong MW, Sun N, Xuan YH, Kang YJ, Vallée I, Boireau P, Peng Cheng S, Liu MY (2016) Serological tools for detection of *Trichinella* infection in animals and humans. **One Health** 2:25–30.

Zhang XZ, Wang ZQ, Cui J (2022) Epidemiology of trichinellosis in the People's Republic of China during 2009–2020. **Acta Tropica** 229:106388.

Zarlenga DS, Rosenthal B, La Rosa G, Pozio E, Hoberg E (2006) Post-Miocene expansion, colonization, and host switching drove speciation among extant nematodes of the archaic genus *Trichinella*. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 103:7354-7359.

## **CAPÍTULO 2 – Diagnóstico de infecção por *Trichinella* spp. e *Taenia solium* em javalis (*Sus scrofa*): uma análise no contexto da Saúde Única.**

### **Resumo**

O consumo da carne de javali (*Sus scrofa*) não inspecionada, contribui para a transmissão de zoonoses parasitárias, que trazem riscos à saúde humana, aos animais domésticos e selvagens, além de prejudicar o setor agroexportador e a economia do país. Esse estudo avaliou a infecção de javalis selvagens por *Trichinella* spp. e *Taenia solium*, analisando o papel dessa espécie na epidemiologia dessas doenças e a importância no contexto de Saúde Única. Foram testados 112 animais para verificação de *Taenia solium*, por meio de inspeção visual, palpação e incisões nos tecidos de eleição, Elisa e Western blot, nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Para investigação de *Trichinella* spp foram analisados 40 animais pela técnica de digestão artificial no estado de São Paulo, porém todos apresentaram resultados negativos, o que demonstra a ausência de javalis infectados nos municípios estudados. Em relação aos 112 animais pesquisados para *Taenia solium*, a visualização de carcaças não revelou a presença de cisticercos, porém 5 animais foram positivos na técnica de ELISA e 2 no teste confirmatório de Western blot. Esses dados contribuem para monitoramento da vida selvagem e a prevenção de zoonoses no Brasil, tornando-se indispensável uma vigilância mais eficaz e contínua, com foco na educação da população e norteadas pela perspectiva de Saúde Única.

**Palavras-chave:** javali, triquinelose, cisticercose, zoonoses, Brasil, Saúde Única

**Abstract:**

The consumption of uninspected wild boar meat (*Sus scrofa*) contributes to the transmission of parasitic zoonoses, which represent risks to human health, domestic and wild animals, as in addition to damaging the agro-export sector and the country's economy. This research evaluated the infection of wild boar by *Trichinella* spp. and *Taenia solium*, analyzing the role of this species in the epidemiology of these diseases and their importance in the context of One Health. A total of 112 animals were tested for *Taenia solium* by visual inspection, palpation and incisions in the elected tissues, Elisa and Western blot, in the states of São Paulo, Paraná and Rio Grande do Sul. Forty animals were analyzed for *Trichinella* spp using the artificial digestion technique in the state of São Paulo, but all of them showed negative results, which demonstrates the absence of infected wild boar in the municipalities studied. With regard to the 112 animals investigated for *Taenia solium*, the visualization of carcasses did not reveal the presence of cysticercus, but 5 animals were positive in the ELISA technique and 2 in the confirmatory Western blot test. These data contribute to the monitoring of wildlife and the prevention of zoonoses in Brazil, making more effective and continuous surveillance essential, with a focus on educating the population and guided by the One Health perspective.

**Keywords:** wild boar, trichinellosis, cysticercosis, zoonoses, Brazil, One Health

## Introdução

As ações antrópicas influenciam diretamente no surgimento de doenças zoonóticas, que correspondem de 60% a 75% das enfermidades infecciosas emergentes no mundo e grande parte têm sua origem associada a animais selvagens (Taylor et al. 2001; Jones et al. 2008). Entre as que mais impactam as comunidades marginalizadas e vulneráveis estão as zoonoses parasitárias negligenciadas, tais como a triquinelose e o complexo teniose-cisticercose (PAHO 2019).

Essas doenças estão relacionadas ao consumo de carnes cruas ou malcozidas e estão associadas a prática cultural da caça predatória e de subsistência. No Brasil, a caça de animais exóticos, como o javali (*Sus scrofa*), oportunizou o apreço e o consumo dessa carne não inspecionada (Hoppe et al. 2024).

O javali, classificado como uma das 100 piores espécies invasoras, tem ampla distribuição geográfica e é um importante reservatório de patógenos, incluindo alguns zoonóticos, afetando outras espécies selvagens, animais domésticos e humanos (Pedrosa et al. 2015; Rosa 2015; IUCN 2018). Uruguai, Argentina e Brasil são os países da América do Sul mais impactados por javalis selvagens. No caso brasileiro, até 2018, 1.536 municípios apresentaram registros de invasão por javalis (Brasil 2017a; Batista 2019).

No Brasil, o controle letal da espécie por manejadores de fauna foi iniciado em 2013 (Brasil 2017a). Consequentemente, o interesse pelo consumo da carne desses animais pelos caçadores e pessoas próximas aumentou o risco de exposição a patógenos (Rostami et al. 2017; Machado et al. 2021).

Ainda que a venda e doação da carne de javalis sejam proibidas, 84% dos caçadores no estado de São Paulo assumem consumi-la em sua rotina alimentar. Desse percentual, 15% preferem prepará-la malcozida, o que representa a falta de conhecimento adequado para um consumo seguro (Machado et al. 2021; Hoppe et al. 2024).

A triquinelose e o complexo teniose-cisticercose são duas das zoonoses de veiculação alimentar que estão relacionadas a animais. Devido ao impacto econômico que essas doenças podem causar no sistema produtivo e na contribuição para o

desenvolvimento de políticas públicas, essas são classificadas como doenças de notificação obrigatória pela Organização Mundial de Saúde Animal - OMSA.

Os nematódeos do gênero *Trichinella* apresentam ampla distribuição geográfica, estando ausentes apenas na Antártida (Pozio e Murrel 2006). Muitos dos surtos de triquinelose humana relatados nas últimas décadas na Europa, Ásia e Américas estão relacionados ao consumo de carne de javali (Rostami et al. 2017). O Brasil é considerado pela OMSA um país livre de triquinelose em animais domésticos, porém com resultados sorológicos positivos em javalis em quatro estados da federação (Silva et al. 2022; OMSA et al. 2024).

A digestão enzimática artificial é a técnica de triagem mais confiável usada para o controle individual de carcaça de animais de produção ou de caça, susceptíveis ao nematódeo *Trichinella*, destinados ao consumo humano (Barlow et al 2021).

O complexo teniose-cisticercose é formado por duas doenças distintas, que fazem parte de um grupo classificado como Doenças Tropicais Negligenciadas - DTNs. Essas parasitoses causadas pelo cestódeo *Taenia solium* demandam prioridade, pois representam risco à Saúde Pública, no entanto com intervenções eficazes são passíveis de controle e erradicação (PAHO 2019; OMSA 2024a).

Essa DTN atinge populações em situação de vulnerabilidade social sendo endêmica em países de baixa e média renda da América Central, América do Sul, África subsaariana e regiões do sul e sudeste asiáticos, além de áreas e comunidades específicas de outros países (Donadeu et al. 2022). Na região das Américas e no Caribe, a neurocisticercose representa 30% dos diagnósticos de epilepsia, resultando em estigmatização e discriminação entre a população afetada (Ndimubanzi et al. 2010; PAHO 2019). Alinhado aos objetivos de Desenvolvimento Sustentável, acabar com a indigência das DTNs até 2030, faz parte das metas dos países membros da Organização Mundial de Saúde – OMS (OMS 2021b).

O consumo de carne de caça, intensificado nos últimos anos no Brasil, é um dos fatores relacionados ao risco de humanos adquirirem teniose (BrF 2018; Hoppe et al. 2024). Como método de diagnóstico a inspeção visual de carcaças, além da análise sorológica por meio de ELISA e Western Blot, são os principais meios para identificar a infecção nos animais (Dorny et al. 2003; OMS 2021a). No entanto, até o momento, não há estudos que abordem a ocorrência de *T. solium* em javalis no Brasil.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a infecção de javalis selvagens por *Trichinella* spp. e *Taenia solium*, analisando o papel dessa espécie na epidemiologia dessas doenças na área de estudo e a importância no contexto de Saúde Única.

## **Material e métodos**

### **Área de estudo e animais**

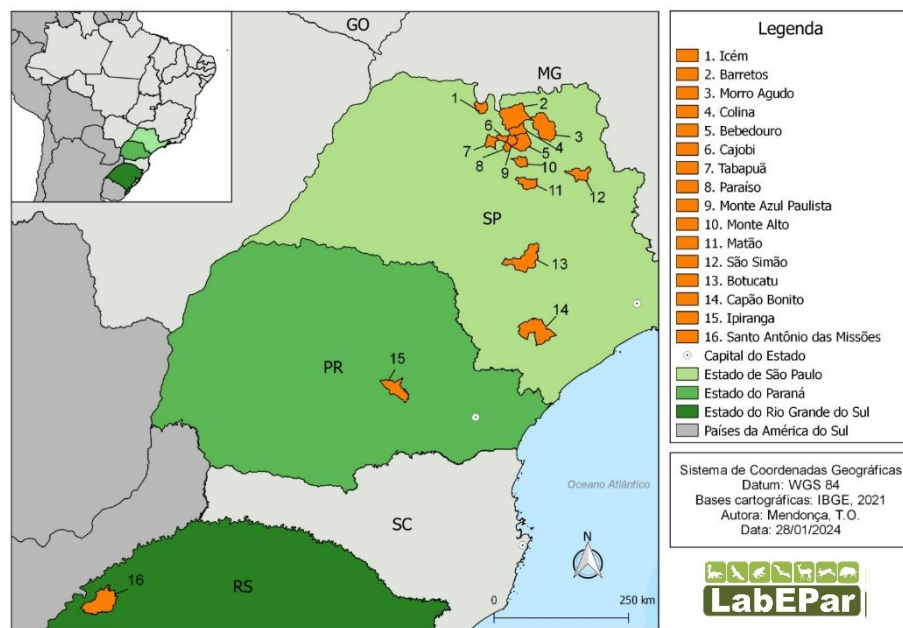
A área de estudo (Fig 1) compreendeu 3 estados brasileiros, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, totalizando 16 municípios e uma área de aproximadamente 12.587 km<sup>2</sup>. Nessas cidades há uma população estimada de 635.634 pessoas, no ano de 2022, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE 2022).

A fitofisionomia predominante nas mesorregiões paulistas estudadas estão ligadas, principalmente, ao bioma do Cerrado, embora os locais mais ao norte do estado encontram-se em áreas de transição entre o bioma Mata Atlântica e Cerrado, caracterizando uma maior variedade de flora e fauna. Em especial a mesorregião de Ribeirão Preto se destaca com vegetação típicas de cerrado, com gramíneas, árvores de pequeno porte e uma biodiversidade adaptada às condições de solo e clima tropical (IBGE 2023). A atividade agrícola nos municípios paulistas estudados é essencial para a economia nacional. O cultivo de cana-de-açúcar, soja, café, laranja e milho é expressivo e impulsiona a produção agroindustrial exportadora. Nas mesorregiões de Ribeirão Preto e Araraquara, a principal cultura é a de cana-de-açúcar, com diversas usinas de produção de açúcar e etanol. Nas mesorregiões de Bauru e Itapetininga, observa-se uma diversificação, tendo destaque para a produção de grãos (soja) e pecuária (Hirakuri et al, 2020).

No estado do Paraná, o município de Ipiranga tem a Mata Atlântica como bioma principal, com predominância de poucas espécies vegetais adaptadas a um ritmo sazonal de inundações nas áreas de mata ciliar, com potencial interessante para a silvicultura e extração de madeira (Silva et al. 1992; IBGE 2023). Em relação às

atividades agropecuárias se destacam as criações de galináceos, bovinos e suínos, e os plantios de soja, fumo (em folha), milho, feijão e cevada (IPARDES 2024).

A cidade de Santo Antônio das Missões, no Rio Grande do Sul, é composta pelo bioma Pampa, com grandes campos de gramíneas e clima subtropical. Nos aspectos econômicos, nas 442 propriedades rurais do município se destacam as produções de soja, milho, trigo e arroz, além das criações de bovinos, ovinos e suínos (Araújo et al 2019; IBGE 2023).



**Fig 1** Localização dos estados e municípios que compõe a área de estudo no Sudeste e Sul do Brasil

### Coleta de amostras biológicas

Entre os anos de 2019 e 2024, foram coletadas amostras biológicas de javalis selvagens por meio de carcaças de animais abatidos por manejadores de fauna, devidamente registrados no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, estando a equipe do Laboratório de Enfermidades Parasitárias e Zoonoses - LabEPar da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/Unesp Jaboticabal – SP presente e supervisionando todas as etapas. O controle de javalis pelos manejadores habilitados ocorreu de três formas distintas: durante o dia por meio de busca ativa com o acompanhamento de cães e armas de

curta distância; durante à noite, com auxílio de holofotes e armas de longa distância e por fim, uma outra técnica, com o uso de armadilhas, com pré-iscagem, e o uso de arma de fogo. Os javalis foram categorizados em sexo e idade conforme análise de dentição em relação a erupção dos dentes decíduos.

### **Coleta de tecidos**

Durante a necropsia dos javalis, foram coletados para análise de *Trichinella* spp. os músculos de eleição língua, diafragma e masseter (Kapel 2000; Nöckler et al. 2000). Como critério de retirada das amostras, foi estipulado o mínimo de 100g dos referidos tecidos que foram armazenados em sacos plásticos, devidamente etiquetados, identificados com a espécie, sexo, data e local de coleta e acondicionados em caixa isotérmica com gelo para envio ao LabEPar. No laboratório as amostras foram mantidas em refrigeração, de 2 a 8 °C, até serem processadas no prazo máximo de 5 dias.

Como procedimento inicial de coleta de sangue, foi realizada a punção cardíaca utilizando-se de seringas de 10 ml e agulhas de 40x12mm. As amostras de sangue foram coletadas em tubos contendo ativador de coágulo, marcados com etiquetas identificando o animal, sexo e sua localização. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas e transportadas para o LabEPar, onde foram imediatamente centrifugadas. As amostras de soro foram mantidas em freezer à -20 °C até serem enviadas em caixas isotérmicas, mantendo a mesma temperatura, até chegarem no Peru para as análises de ELISA e Western Blot.

### **Diagnóstico parasitológico de *Trichinella* spp.**

#### **Técnica de Digestão Artificial**

As amostras de tecidos foram submetidas à Técnica de Digestão Artificial baseando-se no método de agitador magnético de acordo com a regulamentação europeia EC 2075/2005. Nesse caso, um ajuste no tempo de digestão de 30 para 40 a 60 minutos foi realizado (Claes et. al. 2013).

Para as análises, que foram realizadas em até 5 dias, utilizou-se 20g de

diafragma, após a retirada das fásia e gordura. Adicionou-se 1% ácido clorídrico (HCl) e 1% pepsina (1:10,000 US National Formulary) para digestão, mantido em agitador magnético até que o fluido fosse sequencialmente tamisado, filtrado e o conteúdo analisado em estereomicroscópio em aumento de 15 a 40x.

### Diagnóstico parasitológico de *Taenia solium*

#### Inspeção visual de carcaças

Objetivando buscar as formas larvais, vivas ou calcificadas, de *T. solium*, foram realizados cortes seriados de maneira sistemática, iniciando pela abertura longitudinal da região cervical até a púbis da carcaça do animal. Após a retirada dos tecidos de eleição, músculo masseter, língua, diafragma e coração, as amostras foram submetidas *in loco* à inspeção visual, palpação e incisões, conforme descrito nas Diretrizes da OMS/FAO/OMSA (OMS 2021a).



**Fig 2 a** Fotografia de um coração de javali inteiro retirado durante uma necrópsia realizada em campo, para a observação da parte externa do órgão à procura de

anormalidades. **b** Fotografia de um coração aberto de javali em corte transversal para inspeção do tecido em busca de cisticercos

### **ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)**

As amostras de soro, obtidas após a centrifugação, foram mantidas a -20°C e levadas para a realização do protocolo ELISA direto, do tipo sanduíche, para detecção de antígenos de cisticercos de *T. solium* utilizando anticorpo monoclonal TsW8 e TsW5 (Paredes et al 2016). A análise ocorreu na Universidad Peruana Cayetano Heredia, no Laboratório de Imunologia Parasitária, em Lima, no Peru conforme descrito por Arroyo et al (2024).

Separadamente, as amostras de soro foram previamente tratadas com ácido tricloroacético (TCA) a 5% em uma diluição de 1:2 durante 20 minutos e centrifugadas (3200 RPM) por 10 minutos. Em seguida, foi extraído o sobrenadante e realizada uma diluição 1:5 com o tampão neutralizante (bicarbonato carbonato 0,1M). Essas amostras de soro previamente tratadas, restando uma diluição de 1:10, foram incubadas a 37°C por 30 minutos em agitação constante. Em seguida, foi realizada nova lavagem (5 vezes) com 0,05% PBS Tween 20 e adicionado 100 µl/poço de conjugado de anticorpo monoclonal TsW5 marcado com biotina a 0,25 µg/ml em leite desnatado a 1% em PBS 0,05% Tween 20 e incubada a 37°C durante 30 minutos com agitação constante.

Repetindo o processo de lavagem anterior, foi adicionado 100 µl/poço de diluição de peroxidase-estreptavidina 1:10.000 em leite desnatado a 1% em PBS 0,05% Tween 20 e igualmente incubada a 37°C por 30 minutos em agitação constante. Seguindo o mesmo procedimento, foi adicionado 100 µl/poço do substrato dicloridrato de O-fenilenodiamina (OPD) em tampão citrato e incubadas a 30°C durante 10 minutos. Por fim, foram adicionados 50µl/poço de solução de parada  $H_2SO_4$  (2N) para completar a reação. A avaliação da absorbância ocorreu com a leitura das placas no espectrofotômetro a 490 nm e 650 nm, calculando-se a média da densidade óptica (DO). Foram estabelecidos 8 controles negativos humanos: soros N1 a N8 voluntários saudáveis de zonas não endêmicas. Para o controle positivo, desenvolveu-se a preparação de um pool positivo, para o qual foram utilizados soros de pacientes com 7 bandas imunorreativas no Western Blot, e construída uma curva

de diluição (16 pontos) de acordo com a DO obtida.

O ponto escolhido como alta concentração ou controle positivo (P1) estava localizado na área central da curva (maior inclinação) e aquele com baixa concentração ou controle intermediário (P2) foi a área com valor mínimo de proteção. O ponto de corte foi calculado considerando a DO média dos oito controles negativos (CN) e o desvio padrão (DP), aplicando-se a seguinte fórmula: ***Ponto de corte = média DO CN + 3 \* DP.***

## Western Blot

Para realização do western blot (WB) foi utilizado o antígeno total Lentil - Lectina glicoproteína (LLGP) na concentração 0.017 mg/ml contendo 7 pesos moleculares: 50k, 42k, 24k, 21k, 18k, 14k e 13k. O antígeno foi separado em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), e transferida para a membrana de nitrocelulose (Sigma), previamente incubada em tampão de transferência (0,58% Tris Base pH 8,3, 20% metanol e 0,29% glicina).

A membrana foi colocada no sistema de eletrotransferência “Mini Trans-Blot” (Bio-Rad) contendo o mesmo tampão. A transferência foi realizada a 100V durante 60 minutos. Posteriormente, a membrana de nitrocelulose foi incubada em TBS-Tween 20 (TBST20) (10 mM Tris-HCl pH 7,5; 150 mM NaCl, 0,03% Tween-20) acrescido de 0,5% de leite em pó desnatado por pelo menos 5 minutos, à temperatura ambiente e sob baixa agitação, para saturação de sítios de ligação inespecíficos. Foi dispensado 500 µl do bloqueador, adicionado 60 µl da amostra de javali e colocada a tira para cisticercose e hidatidose, deixando as placas em refrigeração a 4°C sob agitação overnight.

Em seguida, as amostras de soro foram diluídas em TBST20 0,3% a 78C usando um sistema manual de lavagem e deixando por 5 minutos em agitação a cada lavagem. Foi adicionado o conjugado na diluição de 1:6000 e a membrana foi incubada por 2 horas à temperatura ambiente, sob agitação lenta, com os soros controle e amostras-teste. Por fim, a membrana foi submetida a três lavagens, conforme descrito anteriormente, e depois com PBS puro mais 2 vezes.

Previamente foi preparada uma solução corante em PBS com peróxido de

hidrogênio a 30% e diaminobenzidina (DAB) a partir de uma solução estoque de DAB em PBS 50 mg/ml e mantida a -20°C. A revelação ocorreu com a adição de 500 µl da solução corante em cada canaleta que reagiu por aproximadamente 10 minutos, após os quais foi lavado 10 vezes com água corrente. Com uma pinça, as oito tiras foram retiradas, colocadas sobre uma membrana transparente e alinhadas com uma régua para que o padrão das faixas fosse facilmente seguido.

## Resultados

Foram coletados no total 112 animais nas áreas estudadas, sendo 56 machos e 56 fêmeas. Das 56 fêmeas, 19 estavam prenhas e 05 lactantes. Em relação à faixa etária dos indivíduos pesquisados, 28 animais tinham de 01 a 06 meses, 36 animais de 07 a 12 meses, 39 animais de 13 a 36 meses e 9 animais acima de 36 meses. O peso dos javalis variou de 2,2 kg a 140 kg (Tabela 1).

A maioria dos animais foram abatidos em áreas de mata mais afastadas da população local, no entanto, é interessante ressaltar a presença de cerca de 11 javalis próximos a residências humanas nos municípios de Tabapuã, Paraíso, Cajobi, Monte Azul Paulista, no estado de São Paulo, e em Ipiranga, no estado do Paraná. Os 40 animais avaliados no estado de São Paulo por digestão enzimática artificial apresentaram resultados negativos para *Trichinella* spp. Dos 112 javalis pesquisados para *T. solium* nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, 05 animais apresentaram resultados positivos nos testes de ELISA ( $5/112 = 4,46\%$ , IC 95% (0.01922 - 0.1003)), nas cidades de Colina-SP ( $1/5=20\%$ , IC (0.03622 - 0.6245)), Paraíso-SP ( $1/30= 3,33\%$ , IC (-0.0309 - 0.09757)) e Santo Antônio das Missões-RS ( $3/13=23,07\%$ , IC(0.001739-0.4598)). Desses 05 animais positivos, apenas 03 foram submetidos ao teste confirmatório de Western blot, pois os demais exibiram resultados de ratio próximo a 1 e foram considerados negativos. Dos 03 animais analisados, 01 não apresentou nenhuma banda reativa e os outros 02 animais apresentam apenas uma banda reagente e foram considerados positivos, ambos da cidade de Santo Antônio das Missões (Tabela 1). Cabe observar que nenhum javali do estudo apresentou cisticercos durante a inspeção visual na necrópsia (Figura 2 a e b)

Tabela 1. Resultados e prevalências obtidas nos testes de ELISA, Western Blot e visualização das carcaças para *T. solium* e digestão enzimática para *Trichinella* spp, de 112 javalis distribuídos nos 16 municípios estudados, diferenciados por idade e sexo.

|                               | Taenia solium |    |    |            |          |          |             |          |          | Trichinella spp. |     |    |    |    |           |          |
|-------------------------------|---------------|----|----|------------|----------|----------|-------------|----------|----------|------------------|-----|----|----|----|-----------|----------|
| Local                         | N             | M  | F  | Idade      | V        | ELISA    | P(%)        | IC (95%) | WB       | P(%)             | B   | N  | M  | F  | Idade     | DE       |
| Barretos-SP                   | 1             | 1  | -  | 1J         | negativo | negativo | 0           | [0-0.8]  |          |                  |     |    |    |    |           |          |
| Bebedouro-SP                  | 3             | 1  | 2  | 2J/1ª      | negativo | negativo | 0           | [0-0.6]  |          |                  |     | 3  | 1  | 2  | 2J/1A     | negativo |
| Botucatu-SP                   | 5             | 1  | 4  | 5J         | negativo | negativo | 0           | [0-0.4]  |          |                  |     | 6  | 1  | 5  | 6J        | negativo |
| Cajobi-SP                     | 3             | 1  | 2  | 3J         | negativo | negativo | 0           | [0-0.6]  |          |                  |     | 2  | 1  | 1  | 2J        | negativo |
| Capão Bonito-SP               | 14            | 3  | 11 | 6J/8ª      | negativo | negativo | 0           | [0-0.2]  |          |                  |     | 14 | 3  | 11 | 13J/1A    | negativo |
| Colina-SP                     | 5             | 2  | 3  | 5ª         | negativo | positivo | 20(1/5)     | [0-0.4]  | negativo | 0(0/1)           | 0/7 | 2  | 1  | 1  | 2J        | negativo |
| Icém-SP                       | 4             | 2  | 2  | 1J/3ª      | negativo | negativo | 0           | [0-0.5]  |          |                  |     | 4  | 2  | 2  | 3J/1A     | negativo |
| Ipiranga-PR                   | 3             | 3  | -  | 2J/1I      | negativo | negativo | 0           | [0-0.6]  |          |                  |     |    |    |    |           |          |
| Matão-SP                      | 2             | -  | 2  | 2J         | negativo | negativo | 0           | [0-0.7]  |          |                  |     |    |    |    |           |          |
| Monte Alto-SP                 | 1             | 1  | -  | 1J         | negativo | negativo | 0           | [0-0.8]  |          |                  |     | 1  | 1  |    | 1J        | negativo |
| Monte Azul Paulista-SP        | 19            | 13 | 6  | 9J/8A/2I   | negativo | negativo | 0           | [0-0.2]  |          |                  |     | 3  | 2  | 1  | 2J/1A     | negativo |
| Morro Agudo-SP                | 7             | 4  | 3  | 1J/5A/1I   | negativo | negativo | 0           | [0-0.4]  |          |                  |     |    |    |    |           |          |
| Paraíso-SP                    | 30            | 14 | 16 | 16J/10A/4I | negativo | positivo | 3,33(1/30)  | [0-0.1]  |          |                  |     | 4  | 2  | 2  | 2J/1A/1I  | negativo |
| Santo Antônio das Missões -RS | 13            | 9  | 4  | 9J/3A/1I   | negativo | positivo | 23,07(3/13) | [0-0.2]  | positivo | 100(2/2)         | 1/7 |    |    |    |           |          |
| São Simão-SP                  | 2             | 1  | 1  | 1J/1ª      | negativo | negativo | 0           | [0-0.7]  |          |                  |     |    |    |    |           |          |
| Tabapuã-SP                    |               |    |    |            |          |          |             |          |          |                  |     | 1  | 1  |    | 1J        | negativo |
| Total                         | 112           | 56 | 56 | 59J/44A/9I |          |          | 4,46(5/112) |          |          | 2,24(2/112)      |     | 40 | 15 | 25 | 34J/5A/1I |          |

N—Número de animais; M—Machos; F—Fêmeas; J—Jovens; A—Adultos; I— Idosos; V— Visualização; P—Prevalência; IC—Intervalo de Confiança; WB—Western Blot; B—Bandas; DE—Digestão Enzimática

## Discussão

Na América do Sul, a triquinelose é endêmica no Chile e na Argentina, em animais domésticos e selvagens, principalmente suínos, com casos humanos da doença registrados até 2015 e 2018, respectivamente (Ribicich et al. 2021). No entanto, no Brasil a triquinelose é ausente em animais domésticos, mas considerada pela OMSA presente em algumas regiões em animais selvagens, devido a ocorrência com identificação sorológica positiva em javalis, que indicaram uma soroprevalência dessa helmintose em javalis selvagens amostrados nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul variando entre 4,3% e 6,1% (OMSA 2024; Silva et al. 2022). Essa recente alteração no status da doença reforça a necessidade de pesquisas voltadas ao monitoramento de patógenos na vida selvagem, que contribuam de forma efetiva para ações de saúde pública e manutenção das relações econômicas do país.

Globalmente, a prevalência de *Trichinella* spp. em javalis também é semelhante à observada no Brasil, variando de 4% a 6% (Rostami et al. 2018). Porém, esses dados podem ser influenciados conforme o método de diagnóstico empregado. O teste de ELISA é considerado um teste de vigilância confiável, com sensibilidade entre 90,6% a 99,6% e especificidade de 98% (Barlow et al. 2021). Contudo, esse método pode gerar indicadores falso-positivos, devido a reações cruzadas e à detecção de anticorpos presentes de infecções passadas, nesse último caso os anticorpos podem indicar que houve a circulação do patógeno naquele grupo de indivíduos. Assim como podem apresentar resultados falso-negativos pela ausência de anticorpos IgG que aparecerem apenas de 2 a 7 semanas após a infecção (Bruschi et al. 2019; Rostami et al. 2018; Yang et al. 2016; Barlow et al. 2021).

Por outro lado, o método de digestão enzimática artificial, realizado nesse trabalho, considerado pela OMSA como padrão ouro para o diagnóstico de *Trichinella* spp., permite a visualização mais fácil das larvas (OMSA 2024b). No entanto, fatores como o aumento da temperatura do teste e o tamanho da amostra podem inviabilizar a recuperação das larvas, alterando a sensibilidade do teste e consequentemente ampliando a possibilidade de ocorrência de resultados falso-negativos (Li et al. 2010). As amostras desse estudo foram mantidas em refrigeração, de 2 a 8 °C, pois o

congelamento de tecidos entre  $-18$  e  $-30$  °C mata as larvas de *Trichinella* dentro de uma semana (Pozio et al. 1994; Lacour et al. 2013).

Do mesmo modo, pode-se não detectar larvas em tecidos musculares, devido às baixas cargas parasitárias, o que não inviabiliza o patógeno de circular e se perpetuar na vida selvagem (Bandino et al. 2023). No entanto, a padronização dos parâmetros baseados em métodos científicos, como o uso de tecidos musculares de predileção, a retirada da fáscia, o controle correto da temperatura e o tempo de espera dos processos, como empregados corretamente nesse estudo, poderiam minimizar possíveis desvios nos resultados (Gajadhar et al. 2019).

Além disso, ainda que o teste de digestão artificial demonstre a ausência do parasita nos 40 animais investigados, o risco da população adquirir triquinelose não pode ser desconsiderado. Simulações demonstraram que humanos ao consumirem carne crua, mesmo com baixas cargas parasitárias e apresentando resultados negativos pelo método de digestão artificial, estão susceptíveis a desenvolver a doença (Van der Giessen et al. 2013). Diagnósticos discrepantes nesses dois métodos, como resultados positivos em testes sorológicos e negativos no método padrão-ouro de digestão artificial, podem sugerir a existência de infecções muito baixas ou uma deficiência na coleta de material para análise, como a contaminação do sangue por agentes externos, no momento da coleta por gotejamento (Gherman et al. 2022).

No Brasil, a dificuldade em adquirir dados viáveis para javalis devido a carência de um programa de vigilância sistemático, aliado ao fato de serem animais selvagens errantes e adaptáveis a diversos ambientes, torna complexa a obtenção de uma quantidade representativa da população desses animais. Devido a isso, nesse trabalho foram obtidos dados por meio de uma amostragem de ocasião. Ainda assim, o número de animais alcançados nesse trabalho foi equivalente ao observado por Santos et al. (2024).

Em relação a *T. solium*, o cestódeo é endêmico em alguns países, incluindo o Brasil (Donadeu et al. 2022). Entretanto, os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul não tiveram registros de casos de cisticercose suína em abatedouros frigoríficos, sob a fiscalização do Serviço de Inspeção Federal - SIF, no período de 2021 a 2024,

em contrapartida, no mesmo período, no estado de São Paulo, sete animais foram positivos (MAPA 2024).

O estado de São Paulo apresenta o maior índice de cobertura sanitária do Brasil, chegando a 91,3% no tratamento de água e 95,74% na coleta de esgoto (IBGE 2022). Ainda assim, mesmo nas cidades que possuem a universalização do acesso ao serviço de saneamento básico, com 100% da população atendida, existe o risco de adquirir a infecção por teniose-cisticercose, não estando a comunidade isenta de casos da doença.

A prevalência de cisticercose bovina, por exemplo, apresentou no estado paulista uma variação de 0,08% (IC 95% 0,03–1,67%) a 18,40% (IC 95% 7,74%–34,33%) entre os anos de 2017 a 2019, sendo uma das mais altas do país (Comin et al. 2021). No período de fevereiro de 2021 a abril de 2024, a prevalência foi de 1,85% (IC 95% 0,02-0,02%), totalizando 142.775 animais com a presença da doença apenas em abatedouros sob inspeção federal (MAPA 2024). No caso da *T. solium*, no mesmo período, a infecção apresentou uma prevalência de 0,00015%, no estado de São Paulo, um valor considerado muito baixo, mesmo diante de estabelecimentos com SIF (MAPA 2024). Esse dado se dá possivelmente pelo fato da criação dos suínos ser realizada em sistema fechado, integrado, com alta tecnificação, diferentemente do sistema de produção extensivo no qual a maioria dos bovinos está inserido. Além disso, cabe apontar que o estado de São Paulo possui um número baixo de suínos comparado com outras regiões do país, além de um sistema de inspeção bem estruturado (IBGE 2022b). Ainda assim, com essas informações é possível traçar um paralelo entre a cisticercose bovina e o complexo teniose-cisticercose, pois ambos os parasitas possuem expressivo potencial biótico, que somado ao número de habitantes, 44.411.238 pessoas, e ao fato do estado ser um polo de atração para migrantes de outras regiões, pode tornar possível a reemergência do complexo teniose-cisticercose na localidade (IBGE 2022a).

Nesse estudo, a maioria das cidades não possuem atendimento pleno de água e esgoto. No estado de São Paulo, as cidades estudadas possuem no mínimo 90% da população com acesso ao abastecimento de água e cerca de 65% das pessoas com tratamento adequado de esgoto. Em relação ao Paraná, as condições sanitárias da cidade de Ipiranga apresentam 50% da população com acesso à água e apenas

35% com esgoto tratado. Em Santo Antônio das Missões, Rio Grande do Sul, esses números são de 40% das casas com atendimento de água e nenhuma informação para o tratamento de esgoto. Além disso, a maior parte dos municípios não possui planejamento ou plano sanitário para lidar com esses dados (IAS 2022).

Esse cenário pode contribuir para a manutenção do ciclo da *T. solium*. Isso ocorre devido ao fato de a cisticercose estar relacionada aos suínos de subsistência que por serem criados em sistemas abertos podem ter acesso a fontes de água contaminadas derivadas da incorreta destinação das fezes humanas (Acevedo-Nieto 2017). Em zonas rurais, no Brasil, essa situação é agravada, pois 22 milhões de pessoas (79,42%) não possuem tratamento de esgoto adequado (IAS 2022). A presença de javalis próximos a essas áreas rurais com baixo controle sanitário os expõe a infecção, porém os 112 animais do estudo demonstraram a ausência do parasita.

Foi utilizado nesse trabalho o ensaio imunoenzimático (ELISA) com base em anticorpos monoclonais (mAb) TsW8 (anticorpo de captura) e TsW5 (anticorpo secundário marcado com biotina), adaptado a um modelo sanduíche. Essa técnica desenvolvida e padronizada pelo Grupo de Trabalho de Cisticercose no Peru é útil para identificar antígenos de cisticercose suína, porém pode ocorrer reações cruzadas com *Taenia hydatigena* (Arroyo et al. 2024). Nessa análise de triagem, 05 javalis foram considerados positivos, porém 02 deles apresentaram resultado próximo ao limite de corte, ou seja, na “zona cinzenta” e, portanto, foram interpretados como falsos positivos. No teste confirmatório de Western blot, 02 animais evidenciaram a presença de uma única banda positiva cada, no entanto, por se tratar de uma fraca reação, podemos considerá-los como suspeitos de infecção por larvas de outras espécies de cestódeos, possivelmente *T. hydatigena* (Gomez-Puerta et al. 2019).

Os javalis são reservatórios de patógenos que podem ser transmitidos aos animais domésticos e também aos seres humanos. Nesse sentido, o consumo da carne de javali, que se tornou um hábito social popularizado por meio da caça, intensifica os riscos das pessoas contraírem zoonoses alimentares (Rostami et al. 2017). Além disso, o encontro de javalis próximos a criações de suínos domésticos se mostra relevante, uma vez que 18 animais foram encontrados nesse contexto.

Dessa forma, o aumento da propagação e distribuição dos javalis pelo território brasileiro, devido às altas taxas reprodutivas, inexistência de predadores e ações ineficientes para o seu controle, podem ocasionar a interação desses porcos selvagens com animais domésticos, silvestres e de produção criados em sistema aberto, possibilitando a manutenção e propagação de patógenos zoonóticos de interesse para a Saúde Única. Da mesma maneira, a ingestão da carne crua ou malcozida de javalis caçados, constitui um consumo de alto risco, pois a mesma não passa por uma inspeção sanitária podendo resultar em doenças graves para saúde humana.

## Conclusão

O resultado desse trabalho demonstrou a ausência de infecção de *Trichinella* e *Taenia solium* em javalis selvagens nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Apesar da ausência dos patógenos existem condições ecológicas favoráveis para a reemergência do complexo teniose-cisticercose no Brasil e o surgimento da triquinelose. Ademais, por meio da vigilância em animais selvagens a pesquisa contribui diretamente para elaboração de políticas públicas, com uma abordagem baseada na Saúde Única.

## Referências

Acevedo-Nieto EC, Pinto PS, Silva LF, Guimarães-Peixoto RP, Santos TO, Ducas CT, Bevilacqua PD (2017). Prevalence and risk factors for porcine cysticercosis in rural communities of eastern Minas Gerais, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 37:905-910. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017000900001>.

Addo HO, Majekodunmi AO, Sampane-Donkor E, Ofosu-Appiah LH, Opare D, Owusu-Okyere G, Bimi L (2021) Seroprevalence of *Taenia solium* and *Trichinella spiralis* among Humans and Pigs in Ghana. **BioMed Research International**. <https://doi.org/10.1155/2021/1031965>.

Araújo CGS, Alvarenga CS, Silva PC, Schopf RS (2019). Santo Antônio das Missões – uma análise territorial socioeconômica. Relatório técnico. Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas, Universidade Federal do Pampa- Unipampa, Rio Grande do Sul. Disponível em : <  
[https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgpp/files/2020/03/santo-antonio-das-missoes\\_final.pdf](https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgpp/files/2020/03/santo-antonio-das-missoes_final.pdf)> Acesso em: 24 de junho de 2024.

Arroyo G, Toribio L, Garrido S, et al (2024) Concordance between two monoclonal antibody-based antigen detection enzyme-linked immunosorbent assays for measuring cysticercal antigen levels in sera from pigs experimentally infected with *Taenia solium* and *Taenia hydatigena*. **Parasites & Vectors** 17:172. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06197-6>

Brasil (2017a) **Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: <gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/2017-planojavali-2017-2022-pdf> Acesso em: 10 de out. de 2023.

Bandino E, Gomez-Morales MA, Brundu D, Soddu M, Ludovisi A, Cabras PA, Loi F, Pintore A, Pozio E (2023) The illegal rearing and slaughtering of pigs in the wild on the Mediterranean island of Sardinia favor an increase in the biomass of *Trichinella britovi* in wild boars (*Sus scrofa*) but do not affect the serological prevalence of infection. **Parasites & Vectors** 16:323. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05927-6>.

Barlow A, Roy K, Hawkins K, Ankarah AA, Rosenthal BA (2021) A review of testing and assurance methods for *Trichinella* surveillance programs. **Food and Waterborne Parasitology** 24:e00129. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2021.e00129>

Batista GO (2019). Relatório sobre áreas prioritárias para o manejo de javalis: aspectos ambientais, socioeconômicos e sanitário. Brasília: Ibama. Disponível em: <<https://l1nk.dev/FVjR4>> Acesso em: 10 de out. 2023.

Betti A, Cardillo NM, Pasqualetti MI, Fariña FA, Rosa AB, Ribicich M (2014) Trichinellosis: Conocimientos y hábitos en poblaciones epidemiológicamente diferentes de la Provincia de Buenos Aires, y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires Argentina. **Revista Argentina de Zoonosis y Enfermedades Infecciosas Emergentes** 9:21-24

Bilska-Zajac E, Rozycki M, Antolak E, Belcik A, Gradziel-Krukowska K, Karamon J, Sroka J, Zdybel J, Cencek T (2018) Occurrence of *Trichinella* spp. in rats on pig farms. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine** 25:698–700.

Bilska-Zajac E, Różycki M, Grądziel-Krukowska K, Belcik A, Mizak I, Karamon J, Sroka J, Zdybel J, Cencek T (2020) Diversity of *Trichinella* species in relation to the host species and geographical location. **Veterinary Parasitology** 279:109052. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109052>

Bruschi F, Gómez-Morales MA, Hil DE (2019). International Commission on Trichinellosis: Recommendations on the use of serological tests for the detection of *Trichinella* infection in animals and humans. **Food and Waterborne Parasitology** 14:e00032. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2018.e00032>

BfR - Bundesinstitut für Risikobewertung (2018). Game meat: health assessment of human-pathogenic parasites. **German Federal Institute for Risk Assessment**.

42. Disponível em: < <https://www.bfr.bund.de/cm/349/game-meat-health-assessment-of-human-pathogenic-parasites.pdf>. > Acesso em 22 jun. 2024.

Claes L (2013) Surveillance of *Trichinella* in Red Fox During Oktober-December 2012. **De Vlaams Jager** 8–9. <https://doi.org/10.1186/s13567-014-0120-9>

Cleveland CA, Haynes E, Callaghan KC, Fojtik A, Coker S, Doub E, Yabsley M J (2024) Distribution and prevalence of antibodies to *Trichinella* spp. and *Toxoplasma gondii* in wild pigs (*Sus scrofa*) in the United States. **Veterinary Parasitology** 325:110090. <https://doi.org/10.1186/s13567-014-0120-9>

Comin VC, Mathias LA, de Souza Almeida HM, Rossi GAM (2021) Bovine cysticercosis in the State of São Paulo, Brazil: Prevalence, risk factors and financial losses for farmers. **Preventive Veterinary Medicine** 191:105361. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105361>

Corrêa GT, Caramori CH, Cardoso TS, Silva L, Sacaro MCDS, Costa SZR, Grando TH (2022) Identificação de parasitos em suídeos asselvajados no Rio Grande do Sul. **Revista Agrária Acadêmica**. <https://doi.org/10.32406/v5n3/2022/149-158/agrariacad>

Donadeu M, Lightowlers MW, Fahrion AS, Kessels J, Abela-Ridder B. (2022) WHO Taenia solium endemicity map – 2022 update Relevé Épidémiologique Hebdomadaire 97:169-172. Disponível em <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353611/WER9717engfre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 10 jun. 2024

Dorny P, Brandt J, Zoli A, Stanny G (2003) Immunodiagnostic tools for human and porcine cysticercosis. **Acta Tropica** 87:79-86. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(03\)00058-5](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(03)00058-5)

Eslahi AV, KarimiPourSaryazdi A, [Olfatifar M](#), [Carvalho LMM](#), [Foroutan M](#), [Karim MR](#), [Badri M](#), [Ketzis JK](#) (2022) Global prevalence of *Trichinella* in pigs: A systematic review and meta-analysis. **Veterinary Medicine and Science** 8:2466-2481. <https://doi.org/10.1002/vms3.951>

Filip KJ, Pyziel AM, Jeżewski W, Myczka AW, Demiaszkiewicz AW e Laskowski Z (2019) First molecular identification of *Taenia hydatigena* in wild ungulates in Poland. **EcoHealth** 16:161-170. <https://doi.org/10.1007/s10393-019-01392-9>

Gamble HR (2022) *Trichinella* spp. control in modern pork production systems. Food and **Waterborne Parasitology** 28:e00172 <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2022.e00172>

Gajadhar, A. A., Noeckler, K., Bireau, P., Rossi, P., Scandrett, B., & Gamble, H. R. (2019). International Commission on Trichinellosis: Recommendations for quality assurance in digestion testing programs for *Trichinella*. **Food and waterborne parasitology** 16:e00059. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019.e00059>

Gherman CM, Boros Z, Băieș MH, Cozma-Petruț A, Cozma V (2022) A review of *Trichinella* species infection in wild animals in Romania. **Food and Waterborne Parasitology** 28:e00178. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2022.e00178>

Gomez-Puerta L, Vargas-Calla A, Castillo Y, Lopez-Urbina MT, Dorny P, Garcia HH, Gonzalez AE, O'Neal ES, the Cysticercosis Working Group in Peru (2019) Evaluation of cross-reactivity to *Taenia hydatigena* and *Echinococcus granulosus* in the enzyme-linked immunoelectrotransfer blot assay for the diagnosis of porcine cysticercosis. **Parasites Vectors** 12:57. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3279-5>

Hirakuri M, Conte O, Prando A, Castro CD, Balbinot Junior AA (2020) Diagnóstico da produção de soja nas macrorregiões sojícolas 2 e 3. Londrina:Paraná p.124. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1131491>

Hossain MS, Shabir S, Teye P, Thomas LF, Falcone FH (2023). Insights into the diagnosis, vaccines, and control of *Taenia solium*, a zoonotic, neglected parasite. **Parasites & Vectors** 16:380. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05989-6>

Hoppe EGL, Pacheco CAA, Hoppe IBAL, Perin PP, Mendonça TO, Oliveira WJ (2024) La caza de jabalíes en Brasil: aspectos culturales y zoonosis. In.: Cruzada SM, Damboriarena JMD (Coord.) Cazando en Iberoamérica: polisemias cinegéticas del mundo contemporáneo. España: Tirant Humanidades, p. 183-202.

IAS - Instituto de Abastecimento de Água e Esgoto (2022) Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/o-saneamento-basico-no-brasil-rural-reflexoes-para-alcancar-a-universalizacao/> Acesso em: 16 de fev. 2024.

IAS - Instituto de Abastecimento de Água e Esgoto (2024) Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/>> Acesso em: 16 de fev. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022b) Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/suinos/sp>> Acesso em: 10 fev. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023) Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/bebedouro/panorama>> Acesso em: 10 fev. 2024.

Instituto Trata Brasil (2022) Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/esgoto/>> Acesso em: 18 fev. 2024.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômica e Social. (2024) Caderno Econômico e Social – Município de Ipiranga. p. 01-50.

IUCN (2018) The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>> Acesso em: 25 out. 2023.

Jayashi CM, Arroyo G, Lightowers MW, García HH, Rodríguez S, Gonzalez AE (2012) Seroprevalence and risk factors for *Taenia solium* cysticercosis in rural pigs of northern

Peru. **PLoS Neglected Tropical Diseases** 6:e1733.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001733>

Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, Daszak P (2008) Global trends in emerging infectious diseases. **Nature** 451:990–993.  
<https://doi.org/10.1038/nature06536>

Kapel CMO (2000) Host diversity and biological characteristics of the *Trichinella* genotypes and their effect on transmission. **Veterinary Parasitology** 93:262-278.  
[https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00345-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00345-9)

Lacour SA, Heckmann A, Macé P, Grasset-Chevillot A, Zanella G, Vallée I, Kapel, MC, Boireau P (2013) Freeze-tolerance of *Trichinella* muscle larvae in experimentally infected wild boars. **Veterinary Parasitology** 194:175-178.  
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.049>

Li F, Cui J, Wang ZQ, Jiang P (2010) Sensitivity and optimization of artificial digestion in the inspection of meat for *Trichinella spiralis*. **Foodborne Pathogens and Disease** 7:879-885. <https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0445>

Liu Y, Dong Z, Pang J, Liu M, Jin X (2021). Prevalence of meat-transmitted *Taenia* and *Trichinella* parasites in the Far East countries. **Parasitology Research** 120:4145-4151. <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07124-9>

Machado DMR, et al (2021) Toxoplasma gondii infection in wild boars (*Sus scrofa*) from the State of São Paulo, Brazil: Serology, molecular characterization, and hunter's perception on toxoplasmosis. **Veterinary Parasitology** 23:100534.  
<https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100534>

Machado DMR, de Barros LD, Nino BDS. L., de Souza Pollo, A., dos Santos Silva, A. C., Perles, L., ... & Hoppe, E. G. L. (2021). Toxoplasma gondii infection in wild boars (*Sus scrofa*) from the State of São Paulo, Brazil: Serology, molecular characterization, and hunter's perception on toxoplasmosis. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports** 23:100534. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100534>

Marucci G, Tonanzi D, Interisano M, Vatta P, Galati F, La Rosa G (2022) The International *Trichinella* Reference Centre database. Report on thirty-three years of activity and future perspectives **Food and Waterborne Parasitology** 27:e00156.  
<https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2022.e00156>

Moskwa B, Cybulska A, Kornacka A, Cabaj W, Bien J (2015) Wild boars meat as a potential source of human trichinellosis in Poland: current data **Acta Parasitologica** 60: 530–535. <https://doi.org/10.1515/ap-2015-0075>

Ndimubanzi PC, Carabin H, Budke CM, Qian YJ, Rainwater E, Stoner JA (2010) A systematic review of the frequency of neurocytotoxicosis with a focus on people with epilepsy. **PLoS Neglected Tropical Diseases** 4:e870.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000870>

Nöckler K, Pozio E, Voigt WP, Heidrich J (2000) Detection of *Trichinella* infection in food animals. **Veterinary Parasitology** 93:335-350. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00350-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00350-2)

OECD/FAO (2021) Perspectivas Agrícolas 2021-2030, OECD Publishing, Roma, Itália p. 362. Disponível em: < <https://www.fao.org/documents/card/en?details=CB5332ES> > Acesso em: 10 dez. 2023.

OMS - Organização Mundial da Saúde (2020) **Neglected zoonotic tropical diseases**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/neglected-zoonotic-tropical-diseases>> Acesso em: 12 de nov. 2023.

OMS - Organização Mundial da Saúde (2021a) A key role for veterinary authorities and animal health practitioners in preventing and controlling neglected parasitic zoonoses. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240040038>> Acesso em: 03 de jun. 2024.

OMS - Organização Mundial da Saúde (2021b) Ending the neglect to attain the Sustainable Development Goals: A road map for neglected tropical diseases 2021–2030 Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240010352>> Acesso em: 12 de nov. 2023.

OMSA – Organização Mundial de Saúde Animal (2024a) Disponível em: <<https://wahis.woah.org>> Acesso em: 07 fev. de 2024.

OMSA – Organização Mundial de Saúde Animal (2024b) Disponível em: <<https://www.woah.org/es/enfermedad/triquinelosis/>> Acesso em: 07 fev. de 2024.

OMSA – Organização Mundial de Saúde Animal (2024c) Disponível em: <<https://wahis.woah.org/#/in-event/5522/dashboard>> Acesso em: 07 fev. de 2024.

Ortega-Pierres MG, Arriaga C, Yépez-Mulia L (2000) Epidemiology of trichinellosis in Mexico, Central and South America. **Veterinary Parasitology** 93:201–225. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00342-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00342-3)

PAHO - Pan American Health Organization (2019) Pautas Operativas para las actividades de control de la teniasis y la cisticercosis causadas por *Taenia solium*. Contribución al control de *Taenia solium* en América Latina y el Caribe. Disponível em: <<https://iris.paho.org/handle/10665.2/51660>> Acesso em: 12 de nov. 2023.

Pedrosa F, Salerno R, Padilha FVB, Galetti M (2015) Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. **Natureza & Conservação** 13:84–87. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.005>

Pfuetzenreiter MR, Ávila-Pires F (2000) Epidemiology of teniasis/cysticercosis by *Taenia solium* and *Taenia saginata*. **Ciência Rural** 30:541-548. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000300030>

Pinilla JC, Morales E, Muñoz AAF (2021) A survey for potentially zoonotic parasites in backyard pigs in the Bucaramanga metropolitan area, Northeast Colombia. **Veterinary World** 14:372-379. <https://doi.org/10.14202%2Fvetworld.2021.372-379>

Pinto PSA, Almeida LP, Germano PML, Vaz AJ, Nakamura PM (2002) Cysticercosis occurrence and sanitary risk in groups of inspected and non inspected swine in Brazil. **Parasitologia Latinoamericana**, 57:129-33. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-77122002000300008>

Pozio E, La Rosa G, Amati M (1994) Factors influencing the resistance of *Trichinella* muscle larvae to freezing. In: Trichinellosis, Proceedings of the Eighth International Conference on Trichinellosis. Rome, Italy: Instituto Superiore di Sanità Press. p. 173-178

Pozio E, Murrell K (2006) Darwin. Systematics and epidemiology of *Trichinella*. **Advances in parasitology** 63:367-439. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(06\)63005-4](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(06)63005-4)

Ribicich MM, Farina FA, Aronowicz T, Ercole ME, Bessi C, Winter M, Pasqualetti MI (2021) Reprint of: A review on *Trichinella* infection in South America. **Veterinary Parasitology** 297:109540. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109234>

Rosa CA (2015) Porcos selvagens no Parque Nacional do Itatiaia: distribuição e impactos. Parque Nacional do Itatiaia. Ministério do Meio Ambiente. ICMBio. Boletim 21.

Rossi P, Pozio E (2008) Guidelines for the detection of *Trichinella* larvae at the slaughterhouse in a quality assurance system. **Ann Ist Super Sanita** 44:195-199.

Rossi GAM, Garnica M, de Souza Almeida HM, Ribeiro LF, Martins AMCV, Bürger KP, Mathias LA (2015). Cisticercose suína e bovina-ocorrência em abatedouros do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária** 22:202-205. <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2016.015>

Rossi GAM, Almeida HMS, Guimarães-Peixoto RPM, Acevedo-Nieto, EC, Pinto PSA, Vidal AMC, Mathias LA, Oliveira LG (2016) Anticorpos séricos contra *Taenia solium* em suínos de criações não tecnificadas em uma região do Estado de São Paulo, Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 36:141-144. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000300001>

Rostami A, Gamble HR, Dupouy-Camet J, Khazan H, Bruschi F (2017) Meat sources of infection for outbreaks of human trichinellosis. **Food Microbiology** 64:65-71. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.12.012>

Rostami A, Riahi SM, Ghadimi R, Hanifehpour H, Hamidi F, Khazan H, Gamble HR (2018) A systematic review and meta-analysis on the global seroprevalence of *Trichinella* infection among wild boars. **Food Control** 91:404–411. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.04.028>

Santiago VS, Trevisol Y, Kramer B (2017) Triquinelose em Javalis no Brasil. In: Encontro Nacional de Defesa Sanitária Animal – ENDESA, Belém: Pará, p. 04. Disponível em: < <https://acesse.one/miniteriodaagriculturaepecuaria>>. Acesso em: 16 nov. 2023.

Santos AT, Riva E, Condorí WE, Fernández V, Rodriguez, MG, Rivero MA, Estein SM (2024) *Trichinella* Infection in Culled Wild Boar (*Sus scrofa*) from El Palmar National Park, Argentina, and Exposure Risk in Humans and Dogs Consuming Wild Boar Meat. *Journal of Wildlife Diseases* 60:401-412. <https://doi.org/10.7589/JWD-D-23-00027>

Sciutto E, Fragoso G, Fleury A Laclette JP, Sotelo J, Aluja A, Larralde C (2000) *Taenia solium* disease in humans and pigs: an ancient parasitosis disease rooted in developing countries and emerging as a major health problem of global dimensions. *Microbes and Infection* 2:1875-1890. [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(00\)01336-8](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(00)01336-8)

Sgroi G, Varcasia A, D'Alessio N, Varuzza P, Buono F, Amoroso MG, Veneziano V (2020) *Taenia hydatigena* cysticercosis in wild boar (*Sus scrofa*) from southern Italy: an epidemiological and molecular survey. *Parasitology* 147:1636-1642. <https://doi.org/10.1017/S0031182020001559>

Silva SM, Silva FC, Vieira AOS, Nakajima JN, Pimenta JÁ, Colli S (1992) Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi, Paraná: 2. várzea do rio Bitumirim, município de Ipiranga, PR. In: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas (1992) p. 192-198 <https://doi.org/10.24278/2178-5031.199241303>

Silva CS et al (2022) Seropositive wild boars suggesting the occurrence of a wild cycle of *Trichinella* spp. in Brazil. *Animals* 12:462. <https://doi.org/10.3390/ani12040462>

Soto LA, Parker LA, Irisarri-Gutiérrez MJ, Bustos JA, Castillo Y, Perez E, Muñoz-Antoli C, Esteban JG, García HH, Bornay-Llinares FJ (2021) Evidence for Transmission of *Taenia solium* Taeniasis/Cysticercosis in a Rural Area of Northern Rwanda. *Frontiers in Veterinary Science* 8:645076. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.645076>

Taylor LH, Latham SM, Woolhouse MEJ (2001) Risk factors for human disease emergence. *Royal Society* 356:983–989. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0888>

Técnico, R (2019). **Santo Antônio, das Missões - Uma Análise Territorial Socioeconômica**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pampa.

UNICEF e OMS (2015) Progression Sanitation and Drinking Water – 2015 Update and MDG Assessment. Genova. WHO. Disponível em < <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509145>> Acesso em: 15 fev. 2024.

Van der Giessen J, Franssen F, Fonville M, Kortbeek T, Beckers P, Tolsma P, Stenvers O, Teunis P, Takumi K (2013) How safe is the meat inspection based on artificial digestion of pooled samples for *Trichinella* in pork? A scenario from wildlife to

a human patient in a non-endemic region of Europe. **Veterinary Parasitology** 194:110-112. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.032>

Yang Y, Cai YN, Tong MW, Sun N, Xuan YH, Kang YJ, Vallée I, Boireau P, Peng Cheng S, Liu MY (2016) Serological tools for detection of *Trichinella* infection in animals and humans. **One Health** 2:25–30. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2015.11.005>

Zhang XZ, Wang ZQ, Cui J (2022) Epidemiology of trichinellosis in the People's Republic of China during 2009–2020. **Acta Tropica** 229:106388. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106388>

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem os controladores de fauna e a equipe Mão na Mata – Manejo e Soluções ambientais por todo o apoio durante as coletas das amostras usadas nessa pesquisa. Agradecemos também a Universidade Peruana Cayetano Heredia e a Unidade de Cisticercose, Instituto Nacional de Ciências Neurológicas em Lima no Peru, por todo suporte nos diagnósticos de *Taenia solium*.

### **Financiamento**

Este trabalho foi apoiado pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de financiamento 001. Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, bolsas de número 311063/2022-5 e 407965/2021-1 fornecidas a Estevam G. Lux Hoppe.

### **Informação sobre o autor**

#### **Autores e Afiliações**

**Laboratório de Doenças Parasitárias (LabEPar), Departamento de Patologia, Reprodução e Saúde Única, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 14884-900, Brasil**

Natália de Oliveira Zolla, Talita Oliveira Mendonça, Wilson Junior Oliveira, Lívia de Oliveira Andrade, Jonathan Silvestre Gomes, Carmen Andrea Arias-Pacheco, Artur

Luiz de Almeida Felício, Fabiana Alves Loureiro, Patrícia Parreira Perin, Estevam G. Lux Hoppe

**Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, 15102, Peru**

Héctor H. Garcia e Yesenia Castillo Berrios

**Mão na Mata – Manejo e Soluções ambientais, São Paulo, 05350-000, Brasil**

Felipe Pedrosa Chagas

### **Autor correspondente**

Correspondência para Estevam G. Lux Hoppe .

### **Declarações de interesse**

Nenhum.

### **Contribuições**

Todos os autores fizeram uma contribuição substancial para este trabalho e o aprovaram para publicação. NOZ: desenho do estudo, trabalho de laboratório (necrópsias, coleta de amostras, Inspeção Visual, Digestão Artificial), organização de dados, escrita do rascunho original, revisão e edição do manuscrito. TOM: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras) e cartografia. WJO: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras) e análise microscópica. YCB: ELISA e WB. LOA: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras). JSG: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras). CAP: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras). CAP: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras) AAF: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras). FAL: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras). PPP: trabalho de laboratório (necrópsias e coleta de amostras). FPC: trabalho de laboratório (coleta de amostras). HHG: ELISA e WB. EGLH: coordenou o estudo, revisou e editou o manuscrito.

### **Declaração de conflito de interesses**

Nenhum

**Declarações de ética****Aprovação ética**

Todos os procedimentos adotados neste estudo estavam de acordo com as normas internacionais. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Animal (CEUA) da FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil (protocolo n° 3714/22) e pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBio/ICMBio n° 83156-2).

**Consentimento para participar**

Não aplicável

**Consentimento para publicação**

Não aplicável

**Interesses competitivos**

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

### 3. Capítulo - Considerações Finais

Essa pesquisa contribuiu para demonstrar a ausência de infecções por *Trichinella* e *T. solium*, em javalis selvagens nas regiões citadas no estado de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul.

No caso da cisticercose, o dado negativo pode estar associado a melhora das condições do saneamento rural nos últimos anos nas regiões Sudeste e Sul (FUNASA, 2021). Redes de água canalizada e de esgoto, acesso as informações sanitárias básicas podem ter contribuído para a melhora nas áreas no entorno das propriedades rurais e na diminuição da infecção nos animais e humanos que vivem nesses locais.

No entanto, cabe firmar, que os dados evidenciados não refletem um quadro geral das doenças zoonóticas em javalis (*Sus scrofa*) e que o consumo de sua carne pela população deve passar pelas devidas precauções. Essa a vigilância ativa se faz necessária em conjunto com uma educação ambiental orientada pelos vieses da Saúde Única, de modo a sensibilizar a população sobre as zoonoses, práticas de higiene pessoal e boas práticas no preparo de alimentos. Com isso, os riscos advindos do consumo da carne de javalis não inspecionada se tornariam mínimos, contribuindo para uma melhora nas condições de vida humana e animal, em um meio ambiente mais saudável.