

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM
CARNÍVOROS SELVAGENS**

Lívia de Oliveira Andrade

Médica Veterinária

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM
CARNÍVOROS SELVAGENS**

Lívia de Oliveira Andrade

Orientador: Prof. Dr. Estevam G. Lux Hoppe

Coorientadora: Profa. Dra. Karin Werther

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

2024

A553d Andrade, Livia de Oliveira
Diagnóstico da infecção por *Trichinella* spp. em carnívoros
selvagens / Livia de Oliveira Andrade. -- Jaboticabal, 2024
57 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Estevam Guilherme Lux Hoppe
Coorientadora: Karin Werther

1. Animais Selvagens. 2. Zoonoses. 3. Nematoda. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade
Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS

AUTORA: LÍVIA DE OLIVEIRA ANDRADE

ORIENTADOR: ESTEVAM GUILHERME LUX HOPPE

COORIENTADORA: KARIN WERTHER

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 Reprodução e Saúde Única / FCAV UNESP Jaboticabal

Dra. MARINA WINTER (Participação Virtual)
Centro de Investigaciones y Transferencia de Rio Negro / Universidad Nacional de Rio Negro (UNRN) - Río Negro/Argentina

Prof. Dr. MATEUS DE SOUZA RIBEIRO MIONI (Participação Virtual)
Departamento de Patologia Reprodução e Saúde Única / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 17 de maio de 2024



Documento assinado digitalmente
MATEUS DE SOUZA RIBEIRO MIONI
Data: 18/06/2024 11:23:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado digitalmente
ESTEVAM GUILHERME LUX HOPPE
Data: 18/06/2024 14:18:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Lívia de Oliveira Andrade, nascida em 03/05/1994 na cidade de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. Ingressou no curso de graduação em Medicina Veterinária na Universidade Paulista, campus Bauru, Bauru – SP, em 2015. Participou de grupos de estudo, numerosas palestras, minicursos, workshops, simpósios e diversos estágios, focando na área de animais selvagens. Tal qual, redigiu uma monografia na área mencionada. Sua graduação foi concluída em 2020. Em março de 2020 ingressou no Programa de Residência em Área Profissional da Saúde – Medicina Veterinária e Saúde da FCAV-UNESP, Campus de Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Karin Werther, na sub-área de Patologia de Animais Selvagens. Sendo seu Trabalho de Conclusão de Residência nomeado “Raiva em Lobos-guarás (*Chrysocyon brachyurus*) – Aspectos Clínicos, Anatomopatológicos e sua Ênfase na Saúde Única”. Iniciou seu mestrado em março de 2022, no programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias, área específica de Saúde Única, sob orientação do Prof. Dr. Estevam G. Lux Hoppe, pela FCAV-UNESP. Integrou o Laboratório de Enfermidades Parasitárias (LabEPar) podendo acompanhar e participar ativamente de pesquisas com lebres europeias e javalis selvagens, além de outros trabalhos desenvolvidos pelos membros do laboratório.

EPÍGRAFE

“ A vida sem ciência é uma espécie de morte. ”

Sócrates

AGRADECIMENTOS

À minha família, que sempre me apoiou e me encorajou a seguir meus sonhos.

À UNESP/FCAV, que têm sido meu berço de conhecimento desde 2020 e palco do meu desenvolvimento profissional.

Às instituições parceiras que contribuíram com as carcaças e até mesmo realizando a coleta de amostras, não seria possível desenvolvermos esta e outras pesquisas sem a contribuição e ajuda que nos ofertaram.

Ao meu orientador, professor Estevam G. Lux Hoppe, que me recebeu de braços abertos, que me ensina e orienta não apenas academicamente, mas sobre a vida também.

À minha coorientadora, professora Karin Werther, uma das minhas grandes inspirações profissionais pela didática, inteligência, eficiência.

Aos técnicos e pós-graduandos do LabEPar, que tanto me ensinaram e contribuíram diretamente com a pesquisa.

Aos meus amigos, que são essenciais na minha vida, enxugam minhas lágrimas, reabastecem minhas energias e principalmente, agradeço por nunca terem soltado minha mão.

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

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	21
1. INTRODUÇÃO	21
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1. <i>Trichinella</i> spp.....	22
2.1.1. Epidemiologia.....	23
2.1.2. Diagnóstico.....	24
2.2. Triquinelose na América do Sul	25
2.3. Carnívoros Selvagens do Brasil.....	25
2.4. Impacto Humano na Conservação de Carnívoros	27
3. OBJETIVO GERAL.....	29
4. REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 02 – ABSENCE OF INFECTION BY <i>Trichinella</i> spp. (Nematoda: Trichinellidae) IN FREE-LIVING WILD CARNIVORES IN BRAZIL	37
CAPÍTULO 03 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**Diagnóstico da infecção por *Trichinella* spp. em carnívoros selvagens**", protocolo nº 2729/22, 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 18 de maio de 2022.

Vigência do Projeto	13/06/2022 a 07/02/2024
Espécie / Linhagem	Todas as espécies brasileiras das famílias Canidae, Felidae, Mustelidae, Procyonidae, Mephitidae
Nº de animais	234
Peso / Idade	Todos
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Vida livre

Jaboticabal, 18 de maio de 2022.


Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes
Vice-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: 82767-4	Data da Emissão: 06/06/2023 16:02:50	Data da Revalidação*: 01/05/2024
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: Livia de Oliveira Andrade	CPF: 340.122.898-61
Título do Projeto: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR Trichinella spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS	
Nome da Instituição: UNESP JABOTICABAL	CNPJ: 48.031.918/0012-87

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de campo	05/2022	03/2024
2	processamento das amostras	05/2022	03/2024

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Estevam Guilherme Lux Hoppe	Orientador	216.001.668-30	Brasileira
2	karin werther	co-orientadora	532.920.309-00	Brasileira
3	Patrícia Parreira Perin	Pesquisadora	407.453.398-75	Brasileira
4	NATALIA DE OLIVEIRA ZOLLA	Pesquisadora	383.650.998-96	Brasileira
5	Wilson Junior Oliveira	Pesquisador	117.057.406-85	Brasileira
6	Carmen Andrea Arias Pacheco	Pesquisadora	238.986.548-85	Estrangeira
7	TALITA OLIVEIRA MENDONCA	Pesquisadora	018.906.802-73	Brasileira
8	JONATHAN SILVESTRE GOMES	Pesquisador	373.103.638-09	Brasileira

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0827670420230606

Página 1/5



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

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 82767-4	Data da Emissão: 06/06/2023 16:02:50	Data da Revalidação*: 01/05/2024
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: Livia de Oliveira Andrade	CPF: 340.122.898-61
Título do Projeto: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR Trichinella spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS	
Nome da Instituição: UNESP JABOTICABAL	CNPJ: 48.031.918/0012-87

Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Deve-se observar as as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/gen .
8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
11	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0827670420230606

Página 2/5



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

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 82767-4	Data da Emissão: 06/06/2023 16:02:50	Data da Revalidação*: 01/05/2024
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: Livia de Oliveira Andrade	CPF: 340.122.898-61
Título do Projeto: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR Trichinella spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS	
Nome da Instituição: UNESP JABOTICABAL	CNPJ: 48.031.918/0012-87

Outras ressalvas

1	CENAP Atibaia-SP
---	------------------

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Fundação Florestal - Unidade de São Simão	São Simão-SP	Mata Atlântica	Não	Dentro de UC Estadual
2	Fundação Florestal - Unidade de Luís Antônio	Luís Antônio-SP	Mata Atlântica	Não	Dentro de UC Estadual
3	Parque Zoológico Municipal de Bauru	Bauru-SP	Cerrado	Não	Dentro de UC Estadual
4	UNESP/FCAV	Jaboticabal-SP	Cerrado	Não	Dentro de UC Estadual
5	Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS) - Unesp/FMVZ	Botucatu-SP	Mata Atlântica	Não	Fora de UC Federal
6	Laboratório de Ensino e Pesquisa em Animais Silvestres (LAPAS) - UFU	Uberlândia-MG	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
7	Fundação Florestal - Unidade de Santa Rita do Passa Quatro	Santa Rita do Passa Quatro-SP	Mata Atlântica	Não	Dentro de UC Estadual
8	Parque Zoológico Municipal "Quinzinho de Barros"	Sorocaba-SP	Mata Atlântica	Não	Fora de UC Federal

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Fora de UC Federal
2	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Atividades ex-situ (fora da natureza)

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Canidae	-
2	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Canidae	-
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Procyonidae	-
4	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Procyonidae	-
5	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Mustelidae	-
6	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Mustelidae	-
7	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Mephitidae	-

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0827670420230606

Página 3/5



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

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 82767-4	Data da Emissão: 06/06/2023 16:02:50	Data da Revalidação*: 01/05/2024
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: Livia de Oliveira Andrade	CPF: 340.122.898-61
Título do Projeto: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR Trichinella spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS	
Nome da Instituição: UNESP JABOTICABAL	CNPJ: 48.031.918/0012-87

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
8	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Mephitidae	-
9	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Felidae	-
10	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Felidae	-

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

A quantidade significa: por espécie X localidade X ano.

Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Carnívoros)	Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Ectoparasita, Fragmento de tecido/órgão, Fezes, Pêlo, Regurgitação/conteúdo estomacal
2	Método de captura/coleta (Carnívoros)	Outros métodos de captura/coleta (recolhimento de carcaças)

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	UNESP JABOTICABAL	Laboratório

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0827670420230606

Página 4/5



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

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 82767-4	Data da Emissão: 06/06/2023 16:02:50	Data da Revalidação*: 01/05/2024
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: Livia de Oliveira Andrade	CPF: 340.122.898-61
Título do Projeto: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR <i>Trichinella</i> spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS	
Nome da Instituição: UNESP JABOTICABAL	CNPJ: 48.031.918/0012-87

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CNCBIO).

[illegible]

* Identificar o espécime do nível taxonômico possível.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0827670420230606

Página 5/5



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS



CARTA DE APROVAÇÃO

PROJETO

DOCUMENTO: 0000029701/2023
 PROCESSO: 000000002180/2023
 INTERESSADO: Estevam Guilherme Lux Hoppe
 PROJETO: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS
 EQUIPE: Livia de Oliveira Andrade, Paulo Henrique Peira Ruffino
 VIGÊNCIA: 01/03/2022 à 30/09/2023

Aprovação

São Paulo, 27 de abril de 2023

Prezado(a) pesquisador(a), Estevam Guilherme Lux Hoppe.

Informamos que o Projeto de Pesquisa "DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS", constante do processo em referência, de autoria de Estevam Guilherme Lux Hoppe, Livia de Oliveira Andrade, Paulo Henrique Peira Ruffino, foi aprovado pelo Conselho Científico do Instituto de Pesquisas Ambientais, em reunião realizada em 14/04/2023, conforme Deliberação CC/IPA nº 48/2023, para ser executado, a partir de 27/04/2023 à 30/09/2023.

Recomendações da Administração das Unidades

UNIDADE: Estação Experimental de São Simão
 RESPONSÁVEL: Maico Damião Correa Porto
 ENDEREÇO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO: Estrada Bento Quirino - Serra Azul, km 20

Com relação à realização do projeto, Estação Experimental de São Simão, manifestamo-nos: Favorável
 Com relação aos resultados do projeto, as informações geradas serão de: Alta prioridade
 Com relação ao planejamento e manejo da unidade, Estação Experimental de São Simão, possui: Não possui dados oficiais
 Com relação às atividades previstas pelo projeto, existem restrições quanto: Não existem restrições
 As seguintes recomendações devem ser observadas pelos autores, por ocasião da visita a esta unidade: sem condições especiais além das já assinadas nos termos de responsabilidade

UNIDADE: Estação Experimental de Luiz Antônio
 RESPONSÁVEL: Thiago Rocha Miranda
 ENDEREÇO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO: Rua Américo de Araújo Pires, s/n

Com relação à realização do projeto, Estação Experimental de Luiz Antônio, manifestamo-nos: Favorável
 Com relação aos resultados do projeto, as informações geradas serão de: Alta prioridade
 Com relação ao planejamento e manejo da unidade, Estação Experimental de Luiz Antônio, possui: Plano de Manejo
 Com relação às atividades previstas pelo projeto, existem restrições quanto: Não existem restrições
 As seguintes recomendações devem ser observadas pelos autores, por ocasião da visita a esta unidade: Avisar com pelo menos 5 dias de antecedência as atividades de campo na unidade de conservação

UNIDADE: Parque Estadual Vassununga
 RESPONSÁVEL: Gabriel Henrique Sant'Ana Pereira
 ENDEREÇO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO: Rodovia Anhanguera (SP-330), km 245

27/04/2023



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS



CARTA DE APROVAÇÃO

PROJETO

DOCUMENTO: 0000029701/2023
 PROCESSO: 000000002180/2023
 INTERESSADO: Estevam Guilherme Lux Hoppe
 PROJETO: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS
 EQUIPE: Lívia de Oliveira Andrade, Paulo Henrique Peira Ruffino
 VIGÊNCIA: 01/03/2022 à 30/09/2023

Com relação à realização do projeto, Parque Estadual Vassununga, manifestamo-nos: Favorável
 Com relação aos resultados do projeto, as informações geradas serão de: Alta prioridade
 Com relação ao planejamento e manejo da unidade, Parque Estadual Vassununga, possui: Plano de Manejo
 Com relação às atividades previstas pelo projeto, existem restrições quanto: Não existem restrições
 As seguintes recomendações devem ser observadas pelos autores, por ocasião da visita a esta unidade:

- Estar ciente de que a área tem presença de javalis asselvajados (*Sus scrofa*) e assumir todas as responsabilidades e riscos de ataques, acidentes e danos envolvidos.
- Informar, com antecedência de 7 dias, a Gestão da UC sobre a atividade de campo via link <https://forms.gle/Jy9X7doMZZVBXCLn8> ou e?mail pe.vassununga@fflorestal.sp.gov.br ou telefone 19 971637206
- Estar vacinado contra a Febre Amarela;
- Portar a licença CadGP durante as atividades de campo e deixar uma via no veículo, internamente no parabrisas, à mostra. A localização das parcelas amostrais e a coleta de material biológico deverá ter o consentimento prévio do Gestor da Unidade, em conformidade com o "Plano de Manejo" e com as demais normas legais;
- Deverá ser priorizada a utilização de trilhas ou picadas já existentes, evitando a abertura de novas picadas na vegetação bem como a marcação permanente de árvores e/ou parcelas;
- Encaminhar relatório descritivo das atividades realizadas, com coordenadas geográficas dos locais já amostrados e encaminhar planejamento de coleta para a nova etapa para análise, ciência e acompanhamento do órgão gestor do PEV.
- Apresentar em reunião do Conselho Consultivo os resultados obtidos pela pesquisa
- Atentar-se rigorosamente a todas as recomendações prévias da CadGP

Análise do Parecerista

Dada a relevância do estudo para a Saúde Única dou parecer favorável ao projeto de pesquisa.

Orientações e recomendações adicionais

Durante a execução/vigência do Projeto, solicitamos especial atenção às seguintes orientações e recomendações:

1. Agendar os trabalhos de campo junto à administração da Área do Sistema Estadual de Florestas (SIEFLOR), com antecedência mínima de 15 dias, fornecendo o nome de todos os membros da equipe visitante.

27/04/2023



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS



CARTA DE APROVAÇÃO

PROJETO

DOCUMENTO: 0000029701/2023
 PROCESSO: 000000002180/2023
 INTERESSADO: Estevam Guilherme Lux Hoppe
 PROJETO: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS
 EQUIPE: Lívia de Oliveira Andrade, Paulo Henrique Peira Ruffino
 VIGÊNCIA: 01/03/2022 à 30/09/2023

2. Visitas de pesquisadores, representantes de outras instituições, convidados, pesquisadores estrangeiros, alunos, amigos, fotógrafos, imprensa, etc., não relacionados no projeto original como membro da equipe executora, devem ser previamente notificadas e autorizadas pela administração da Unidade.
3. Havendo necessidade de acompanhamento por mateiros, guarda-parques, consultar a Unidade sobre possível disponibilidade, com antecedência mínima de 15 dias e, permitir acompanhamento por pessoal da UC, quando o responsável pela Unidade assim estabelecer;
4. Havendo necessidade de deslocamento de equipamentos, realizar por conta própria ou consultar a Unidade sobre possível disponibilidade de auxiliares, com antecedência mínima de 15 dias.
5. Estar sempre de posse da licença do SISBIO/IBAMA quando em atividade na UC, destacando que, somente os autores nomeados na referida licença poderão efetuar coletas.
6. Quando houver necessidade de renovação da licença do SISBIO/IBAMA, anexar no sistema, cópia da licença válida.
7. Estar de posse do parecer de aprovação do projeto emitida pelo Conselho de Ética da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) quando realizar atividades envolvendo questionários, formulários, entrevistas orais e outras formas de abordagem de pessoal local e do público visitante e submeter o roteiro previamente à ciência do responsável pela administração da Unidade.
8. Exsiccatas em duplicata do material botânico coletado no projeto devem ser encaminhadas ao Núcleo de Coleções Biológicas, Geológicas e Paleontológicas do Centro de Apoio Técnico Científico do Instituto de Pesquisas Ambientais, realizando prévio contato por meio do correio eletrônico: ncbgp_ipa@sp.gov.br
9. As intervenções a serem executadas na Unidade, como colocação de placas, pregos, faixas, distribuição de folhetos, etc. devem ser previamente e formalmente autorizadas pelo responsável pela administração da Unidade.
10. Não deixar no campo vestígios da passagem no local como resíduos, buracos, embalagens, armadilhas, tambores, etc. Trincheiras e escavações devem ser seguidas de processos de recuperação, minimizando o dano local.
11. Quaisquer atividades não previstas no projeto original, em especial a captura e manipulação da fauna e a coleta de material biológico, estão vetadas, devendo ser previamente submetidas ao Núcleo de Acompanhamento de Projetos Externos - NAPE, para os trâmites quanto à análise e aprovação do adendo.
12. Cumprir com todas as obrigações estabelecidas nas Normas para apresentação de Projetos de Pesquisas junto ao Instituto de Pesquisas Ambientais e no Termo de Compromisso firmado em 27/04/2023, notadamente quanto à apresentação de relatórios parciais anualmente (ao completar 12 meses da data de aprovação do projeto de pesquisa) e do relatório final (ao término do período de execução, no prazo de até 30 dias). Os relatórios devem ser anexados ao processo e deve ser assinalada a área de estudo com as coordenadas geográficas.

27/04/2023



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS



CARTA DE APROVAÇÃO

PROJETO

DOCUMENTO: 0000029701/2023
 PROCESSO: 000000002180/2023
 INTERESSADO: Estevam Guilherme Lux Hoppe
 PROJETO: DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS
 EQUIPE: Lívia de Oliveira Andrade, Paulo Henrique Peira Ruffino
 VIGÊNCIA: 01/03/2022 à 30/09/2023

13. Cópia da dissertação, tese, artigos, resumos em eventos científicos e outras formas de publicações podem ser apresentados como relatório parcial e final. Não havendo possibilidade de cópias, solicita-se o encaminhamento da(s) referência(s) bibliográfica(s), que possibilite(m) o acesso a todas as informações geradas no projeto.

14. O uso de imagens da(s) Unidade(s) de Conservação obtidas a título deste projeto (fotografias, vídeos e outras mídias), para outros fins que não seja a pesquisa científica, devem ser objetos de termo específico, a ser firmado junto ao Órgão responsável pela Administração da Unidade.

Esta aprovação não implica em suporte financeiro de qualquer natureza por parte da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística e suas entidades vinculadas.

Sendo o que tínhamos para o momento, nos colocamos à disposição para quaisquer eventualidades e informações adicionais que se fizerem necessárias e, aproveito o ensejo para renovar protestos de estima e consideração.

Atenciosamente,

Silvana Cristina Pereira Muniz de Souza
 Representante do Conselho Científico
 Instituto de Pesquisas Ambientais

27/04/2023

DIAGNÓSTICO DA INFECÇÃO POR *Trichinella* spp. EM CARNÍVOROS SELVAGENS

RESUMO – Amplamente difundidos no mundo, os nematódeos *Trichinella* spp. são patógenos zoonóticos, transmitidos pela ingestão de tecido muscular infectado pela larva. São dois principais ciclos epidemiológicos, um doméstico e um silvestre, este último possuindo carnívoros selvagens como um dos principais reservatórios. Países da América do Sul, como Argentina e Chile, crescentemente vêm detectando o parasita em seus carnívoros de vida livre. No Brasil, apesar do país ser considerado como livre da doença, estudos sorológicos em javalis selvagens obtiveram resultados positivo em alguns estados do país. O presente estudo teve por objetivo realizar o diagnóstico da infecção por *Trichinella* spp. por meio de digestão artificial e análise histopatológica dos tecidos de eleição (músculo do antebraço, diafragma e língua) de 53 carnívoros selvagens (17 *Cerdocyon thous*, 11 *Puma concolor*, 9 *Leopardus pardalis*, 3 *Chrysocyon brachyurus*, 3 *Leopardus guttulus*, 2 *Herpailurus yagouaroundi*, 2 *Lontra longicaulis*, 2 *Galictis cuja*, 2 *Procyon cancrivorus*, 1 *Nasua nasua*, 1 *Lycalopex vetulus*). Realizou-se leitura do banco de lâminas do Serviço de Patologia de Animais Selvagens, período de 2010 a 2021, totalizando 89 carnívoros de vida livre (29 *Puma concolor*, 20 *Chrysocyon brachyurus*, 19 *Cerdocyon thous*, 11 *Leopardus pardalis*, 3 *Lycalopex vetulus*, 2 *Procyon cancrivorus*, 2 *Leopardus tigrinus*, 2 *Lontras longicaulis*, 1 *Galictis cuja*) preconizando os tecidos de eleição. Nenhuma lâmina avaliada apresentou presença para *Trichinella* spp. Todavia, tendo em vista as evidências sorológicas em javalis, sugere-se o desenvolvimento de mais estudos e vigilância do nematódeo em animais selvagens, no território brasileiro.

Palavras-chave: Animais selvagens, triquinelose, zoonose.

DIAGNOSIS OF INFECTION BY *Trichinella* spp. IN WILD CARNIVORS

ABSTRACT – Widespread throughout the world, *Trichinella* spp. nematodes are zoonotic pathogens transmitted by ingesting muscle tissue infected with larvae. There are two main epidemiological cycles, the domestic and the sylvatic, with the latter having wild carnivores as the main reservoirs. Recently, South American countries, such as Argentina and Chile, have observed increased parasite detection in their free-living carnivores. Although Brazil is considered free of the domestic cycle of *Trichinella*, serological studies on wild boars suggest the circulation of this pathogen in some areas. This study aimed to evaluate *Trichinella* spp. infection in wild carnivores by artificial digestion and histopathology. For that, we necropsied 53 wild carnivores (17 *Cerdocyon thous*, 11 *Puma concolor*, 09 *Leopardus pardalis*, 03 *Chrysocyon brachyurus*, 03 *Leopardus guttulus*, 02 *Herpailurus yagouaroundi*, 02 *Lontra longicaulis*, 02 *Galictis cuja*, 02 *Procyon cancrivorus*, 01 *Nasua nasua*, 01 *Lycalopex vetulus*). Additionally, we evaluated 89 slides from free-living carnivores (29 *Puma concolor*, 20 *Chrysocyon brachyurus*, 19 *Cerdocyon thous*, 11 *Leopardus pardalis*, 03 *Lycalopex vetulus*, 02 *Procyon cancrivorus*, 02 *Leopardus tigrinus*, 02 *Lontra longicaulis*, 01 *Galictis cuja*) produced between 2010 to 2021 stored at the Wild Animal Pathology Service. Based on our histopathological analysis, we did not detect positive slides for *Trichinella* spp. Nevertheless, given the serological evidence in wild boars, it is advisable to conduct further studies and surveillance of the nematode in wild animals in Brazil.

Key words: Wild animals, trichinellosis, zoonosis

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Inúmeras enfermidades zoonóticas endêmicas em animais podem afetar os seres humanos durante os eventos de *spillover* através de diversas vias como, contato com fezes, sangue, saliva, ingestão de alimentos, entre outros (Milbank e Vira, 2022). Estima-se que 75% das doenças infecciosas emergentes sejam de origem animal (Shivaprakash et al., 2021), com os animais silvestres apresentando um papel central nessa emergência devido ao status de portadores ou reservatórios de patógenos zoonóticos, como o nematódeo *Trichinella* spp. (Cleveland et al., 2001; Gazzinelli et al., 2012). A proximidade entre animais selvagens e domésticos, concomitantemente com ações humanas, como desmatamento, aumento de adensamentos populacional, incremento na produção de animais, mal condicionamento de resíduos biológicos, descarte inadequado de carne de caça, entre outros, aumentam a probabilidade de *spillover* entre os ciclos epidemiológicos de doenças zoonóticas (Klun et al., 2019).

A zoonose triquinelose é considerada uma doença reemergente em todo o mundo (CDC, 2020). É causada por nematódeos denominados *Trichinella* spp. e são um dos patógenos zoonóticos mais difundidos no mundo, excetuando-se a Antártida (Pozio e Murrell, 2006). Os mamíferos selvagens são os principais hospedeiros da *Trichinella* spp. (Pozio, 2014). O ciclo epidemiológico é basicamente dividido em duas categorias, um ciclo doméstico, no qual suínos domésticos são os principais reservatórios, e um ciclo selvagem, que possui carnívoros selvagens como um dos principais mantenedores do parasita (Murrell & Pozio, 2000). A transmissão ocorre por meio de ingestão do tecido muscular infectado com a larva (Euzéby, 1994; Pozio & Murrell, 2006; Echeverry et al., 2021).

Os animais silvestres são de grande importância para a saúde pública, visto que são passíveis de serem portadores ou reservatórios de patógenos zoonóticos como a *Trichinella* spp. (Cleveland et al., 2001; Gazzinelli et al., 2012). Podem ser sentinelas de diversas doenças, de origem infecciosas até as de transmissão alimentar. De forma que, o monitoramento dessas sentinelas pode ser usado para testar hipóteses relacionadas a epidemiologia de patógenos, avaliar os fatores de risco a população ou mesmo a efetividade das intervenções sanitárias (Bowser, 2018).

O monitoramento da *Trichinella* spp em animais selvagens (principalmente em carnívoros por serem topo de cadeia alimentar) utilizando métodos diretos de detecção, como a digestão artificial, promove a avaliação da ocorrência e/ou prevalência do nematódeo naquele determinado ambiente e o risco da introdução da doença em animais domésticos (Gottstein et al., 2009). Possibilitando assim a elaboração de medidas profiláticas, principalmente voltadas para animais de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Trichinella* spp.

O primeiro relato publicado do nematódeo *Trichinella* spp. foi em 1835, em Londres, encontrado na musculatura de um ser humano (Owen, 1835). Apesar de poucos anos depois ter sido identificada em carne suína, apenas em 1860 correlacionaram a infecção humana com a ingestão de carne desses animais (Zarlenga et al., 2020). Desde então, descobriu-se que a espécie de *Trichinella* spp. são separados em dois clados, um que inclui espécies encapsuladas (formadoras de *nursecells*) no tecido muscular dos hospedeiros e o segundo que compreende as espécies não-formadoras de cápsula (não formadoras de *nursecells*) (Pozio e Zarlenga, 2013; Sharma et al., 2020).

Atualmente, são conhecidas 10 espécies e três genótipos não descritos formalmente (Sharma et al., 2020; Ribicich et al, 2021). As espécies encapsuladas foram identificadas apenas em mamíferos e são *T. spiralis*, *T. nativa*, *T. britovi*, *T. murrelli*, *T. nelsoni*, *T. patagoniensis*, *T. chanchalensis* e outros três genótipos T6, T8 e T9, que não possuem sua taxonomia completamente descritas (Pozio e Zarlenga, 2013). As espécies não encapsuladas são *T. pseudospiralis*, *T. papuae* e *T. zimbabwensis*, e são capazes de infectar aves também (Zarlenga et al., 2020).

A capacidade de formação de capsula de colágeno e formação de *nursecell* permite que o parasita altere a fisiologia da célula do hospedeiro infectada, obtendo nutrientes, além de modular o sistema imune do hospedeiro (Pozio et al., 2001). Estudos sugerem que o clado não encapsulado possui capacidade de se mover entre as células musculares e sabidamente são mais resistentes ao congelamento e a altas temperaturas (Pozio et al., 2001).

2.1.1. Epidemiologia

Apesar de *T. spiralis* ter sido identificada em um suíno doméstico primeiramente, as espécies do gênero *Trichinella* são primariamente parasitas de animais selvagens (Pozio e Murrell, 2006). Atualmente, o ciclo epidemiológico é dividido em duas categorias, um ciclo doméstico, no qual suínos domésticos são os principais reservatórios, e um ciclo selvagem, que possui carnívoros selvagens como principais mantenedores do parasita (Murrell e Pozio, 2000).

Hospedeiros diversos como carnívoros selvagens, roedores, javalis, aves e répteis já foram relacionados à epidemiologia da triquinelose (Pozio, 2005; Reichard et al., 2015). No ciclo doméstico há relatos da infecção em porcos (*Sus scrofa domestica*), ratos (*Rattus* spp.), cães (*Canis lupus familiaris*) e gatos (*Felis silvestres catus*). O ciclo selvagem inclui diversos carnívoros e onívoros selvagens (Odoevskaya & Spiridonov, 2016; Kärssin et al., 2021), já foi identificado em todos os continentes, com exceção da Antártica (Pozio e Murrell, 2006), com mais de 100 espécies de mamíferos de 11 ordens diferentes (Marsupialia, Insectivora, Edentata, Primates, Lagomorpha, Rodentia, Cetacea, Carnivora, Perissodactyla, Artiodactyla e Tylopoda) apresentando diagnóstico para *Trichinella* spp. (Pozio e Zarlenga, 2005). Todas as espécies e genomas de *Trichinella* spp. já foram reportadas em mamíferos, entretanto a *T. pseudospiralis* também afeta aves e a *T. papuae* e *T. zimbabwensis* já foram reportadas em répteis (Sharma et al., 2021).

A transmissão ocorre por meio de ingestão do tecido muscular infectado com a larva, nos animais por canibalismo, necrofagia e comportamento predatório e nos humanos por consumo de carne crua ou malcozida (Pozio, 2005). Infecções humanas são normalmente associadas com a carne suína e de caça (de diversos mamíferos selvagens), sem inspeção sanitária, sendo uma prática cultural e de difícil resolução (Euzeby, 1994; Pozio e Murrell, 2006; Echeverry et al., 2021).

A infecção por *Trichinella* spp. em seres humanos pode ser dividida em dois estágios: fase intestinal (ou enteral) e fase muscular (ou parenteral ou sistêmico). Baixas intensidades parasitárias podem se apresentar assintomáticas ou causar inicialmente gastroenterites, diarreia e dor abdominal após dois dias da infecção (fase intestinal aguda) (Yayeh et al., 2020). A forma severa, pode ocasionar em

complicações neurológicas, cardíacas e possível óbito da pessoa infectada (Faber et al., 2015). Em animais não há descrição dos sinais clínicos causados pela doença.

Ações humanas podem influenciar o ciclo da doença nos animais selvagens. No caso da *T. spiralis*, estudos mostram que a criação para consumo de suínos domésticos, sem a devida inspeção e infectados pelo nematódeo, está diretamente relacionada aos eventos de *spillover* da doença para carnívoros selvagens da região (Oksanem et al., 2018). Além disso, o hábito de caça, possibilita que restos de carcaças sejam transportadas e descartadas em diferentes ambientes, aumentando a probabilidade de transmissão do nematódeo a outros hospedeiros (Pozio et al., 2001; Pozio e Murrell, 2006).

2.1.2. Diagnóstico

O diagnóstico da infecção por *Trichinella* spp. pode ser feito por métodos indiretos ou diretos (Barlow et al., 2021). Os métodos indiretos são baseados na detecção da resposta imune do hospedeiro e a técnica mais comumente utilizada para triquinelose é o teste de imunoabsorção enzimática – ELISA (Gamble et al., 2000; Bruschi et al., 2019).

Já os métodos diretos se baseiam na identificação da larva no tecido muscular dos hospedeiros, sendo a sensibilidade da técnica dependente do tecido muscular selecionado, quantidade de amostra e método selecionado (Nockler et al., 2000). Os tecidos de eleição para essa metodologia são o(s) músculo(s) do antebraço, diafragma, língua e masseter (Gamble et al., 2000).

A triquinoscopia e digestão artificial são os métodos diagnósticos diretos para triquinelose. No caso da triquinoscopia, utiliza-se um fragmento muscular do tamanho aproximado de um grão de arroz, colocado entre duas lâminas de vidro e observado em microscópio. Desta forma, observa-se, quando presença, as larvas de *Trichinella* spp. encapsuladas entre as fibras musculares. Entretanto, apresenta baixa sensibilidade, principalmente em se tratando das espécies não encapsuladas (Kapel et al. 2005). O método considerado padrão ouro pela Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) é o de digestão enzimática artificial. Este método se baseia na digestão dos tecidos musculares utilizando uma solução composta por pepsina e ácido clorídrico, posteriormente é feita filtração, sedimentação e finaliza-se com a triagem

da solução digerida por exame microscópico (Gamble, 2000; Kapel et al, 2005). O teste apresenta alta sensibilidade, sendo capaz de detectar de 03 a 05 larvas encapsuladas e 07 a 17 larvas não-encapsuladas por grama de músculo (Nockler et al., 2009; Li et al., 2010; Jiang et al., 2012).

2.2. Triquinelose na América do Sul

Na América do Sul, um dos relatos mais antigos de *Trichinella* spp. em humanos se trata de aproximadamente o ano de 1500, numa múmia Inca encontrada no Chile, na qual infecção intensa foi confirmada por técnicas histológicas e imunofluorescência indireta (Rodríguez et al., 2011).

Quatro espécies de *Trichinella* já foram identificados no continente sul-americano: *T. spiralis*, *T. patagoniensis*, *T. britovi* e *T. pseudospiralis* (Krivokapich et al., 2012, 2015, 2019). Esta enfermidade tem sido gradativamente reportada na Bolívia, Argentina, Equador e Chile (Ribicich et al., 2020; Espinoza-rojas et al., 2021).

Em 2012, Krivokapich et al. identificou na Argentina uma nova espécie de *Trichinella*, encontrada numa onça parda (*P. concolor*), denominando-a como *T. patagoniensis*, sugerindo que esses felinos sejam reservatórios naturais dessa espécie e tendo em vista que as suçuaranas ocorrem em todo continente Americano, a espécie muito provavelmente não é restrita a Argentina. Em 2021, foi publicada pela primeira vez infecção de um gato-chileno (*Leopardus guigna*) e de um furão-pequeno (*Galitcs cuja*) pelo nematódeo no Chile. Ademais, larvas de *Trichinella* foram identificadas numa carcaça de suçuarana (*Puma concolor*) caçada ilegalmente no mesmo país (Echeverry et al., 2021).

No Brasil, há evidência sorológica da circulação do nematódeo em javalis selvagens nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Ribicich et al., 2020, 2021; Silva et al., 2022). Desta forma, houve mudança do status do Brasil em relação a doença de “nunca reportado” para “restrito em algumas áreas”, em relação ao ciclo selvagem (WAHIS OIE, 2016).

2.3. Carnívoros Selvagens do Brasil

O Brasil possui uma grande diversidade de carnívoros selvagens e progressivamente são altamente afetados por diversas ameaças como caça ilegal,

perda de habitat, atropelamentos ou mesmo mortalidade por doenças transmitidas por animais domésticos (De Mello Beisiegel et al., 2013).

Ocorrem 28 espécies da Ordem Carnivora, sendo que a família Felidae possui três gêneros e um total de nove espécies: gato-do-mato (*Leopardus geoffroy*), gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*), gato-maracajá (*Leopardus wiedii*), gato-palheiro (*Leopardus colocolo*), jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), onça-parda (*Puma concolor*), onça-pintada (*Panthera onca*) e gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), quase todas fazem parte da Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Brasil, 2014). Algumas espécies são restritas em relação ao bioma de ocorrência no Brasil. O gato do mato grande ocorre apenas em bioma de Mata Atlântica, enquanto gatos-palheiros ocorrem no Cerrado, Pantanal, Campos Sulinos e ambientes florestados de Mata Atlântica (Margarido e Braga, 2004; Oliveira e Cassaro, 2005). As espécies *L. pardalis*, *L. guttulus*, *L. wiedii*, *P. concolor*, *H. yagouaroundi* e *P. onca* ocorrem em todos os biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica e Campos Sulinos) (Cheida et al., 2011)

A respeito da Família Canidae, esta possui seis espécies distribuídas em cinco gêneros, Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), Cachorro-do-mato-de-orelha-curta (*Atelocynus microtis*), Cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*), Graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), Raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*). Algumas espécies de canídeos selvagens, além de endêmicas do Brasil, são restritas a apenas um bioma, como os *Atelocynus microtis* e *Lycalopex gymnocercus* que ocorrem em bioma Amazônico (Eisenberg e Redford, 1999; Leite-Pitman & Williams, 2004). *Lycalopex vetulus* e *Speothos venaticus* ocorrem em biomas Amazônico, Pantanal, Cerrado e Mata Atlântica (Cheida et al, 2011). Enquanto o *C. thous* e o *C. brachyurus* ocorrem em todos os biomas citados anteriormente e na Caatinga, além de serem as espécies com mais indícios de adaptação às áreas antropizadas e terem carcaças incluídas em seus hábitos alimentares (Rodrigues, 2002; Gutiérrez e Marinho-Filho, 2017)

Os mustelídeos, Família Mustelidae, estão divididos em seis espécies em cinco gêneros, Ariranha (*Pteronura brasiliensis*), Doninha-amazônica (*Mustela africana*), Furão (*Galictis vittata*), Furão-pequeno (*Galictis cuja*), Irara (*Eira barbara*), Lontra

(*Lontra longicaudis*). No que diz respeito de habitat de ocorrência, a *Mustela africana* é a espécie mais restrita, ocorrendo apenas em bioma Amazônico e as outras espécies amplamente distribuídas nos biomas brasileiros (Cheida et al., 2011).

Sobre os Procionídeos, o Brasil possui quatro espécies representando quatro gêneros: Jupará-verdadeiro (*Potos flavus*), Mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), Olingo ou Jupará (*Bassaricyon gabbii*) e Quati (*Nasua nasua*). Com exceção dos *Potos flavus* e *Bassaricyon gabbii*, que possuem sua ocorrência apenas nos biomas de Mata Atlântica e Amazônico, as espécies restantes de procionídeos ocorrem em todos os biomas brasileiros (Pitman et al., 2002; Cheida et al., 2011).

Por fim, a Família Mephitidae possui duas espécies, Cangambá ou Jaritataca (*Conepatus semistriatus*) e o Zorrilho (*Conepatus chinga*) e são adaptados a áreas de campo ou vegetação aberta, sendo os biomas cerrado e caatinga de predileção (Pitman et al., 2002; da Silva, 2004; Santos et al., 2004).

Todos os carnívoros brasileiros consomem carne de presas capturadas, entretanto, algumas espécies como furão pequeno (*G. cuja*), lobo guará (*C. brachyurus*), cachorro do mato (*C. thous*), jaritataca (*C. semistriatus*), mão pelada (*P. cancrivorus*) e quati (*N. nasua*) possuem consumo de carcaças em seus hábitos alimentares (Gompper e Decker, 1998; Rocha-Mendes, 2005).

2.4. Impacto Humano na Conservação de Carnívoros

Não é incomum que carnívoros selvagens alterem seu comportamento frente a ações humanas (Haswell et al., 2017). Todavia, apesar de normalmente evitarem humanos, algumas espécies se beneficiam com zonas antropizadas para aumentar a taxa de predação. Estradas, oleodutos, trilhos de trem, são exemplos dessas zonas que predadores preferencialmente se deslocam a fim de aumentar a eficiência de caça ou acesso às presas (DeMars & Boutin, 2018; Dickie et al., 2020).

No Brasil, estudos mostram que carnívoros em áreas fragmentadas, com presença de plantações concomitantes a fragmentos de mata preservada, exploram e utilizam para captura de presas toda a região, não se limitando à vegetação nativa (Lyra-Jorge et al., 2008). Essas adaptações comportamentais são necessárias para a preservação das espécies, tendo em vista que espécies que não possuem tal capacidade adaptativa estão mais propensas à extinção de populações locais.

Entretanto, apesar dos benefícios frente a conservação, essas mudanças comportamentais aumentam a chance de acidentes como por exemplo atropelamentos (Di Marco et al, 2014; Weeks et al., 2022).

Os atropelamentos de animais selvagens são um dos maiores impactos causados pelas estradas, podendo ocasionar em redução populacional de algumas espécies, diminuição de variabilidade genética e ameaça a viabilidade de espécies (Grilo et al., 2016; Cavallet et al., 2023). Estima-se que, no Brasil, mais de 2 milhões de mamíferos podem ser mortos por atropelamentos por ano (Gonzalez-Suarez et al., 2018). Animais das ordens Rodentia, seguida das ordens Carnívora e Cingulata são os mais frequentemente reportados envolvidos em atropelamentos (figura 1) no estado de São Paulo (Abra et al., 2021).

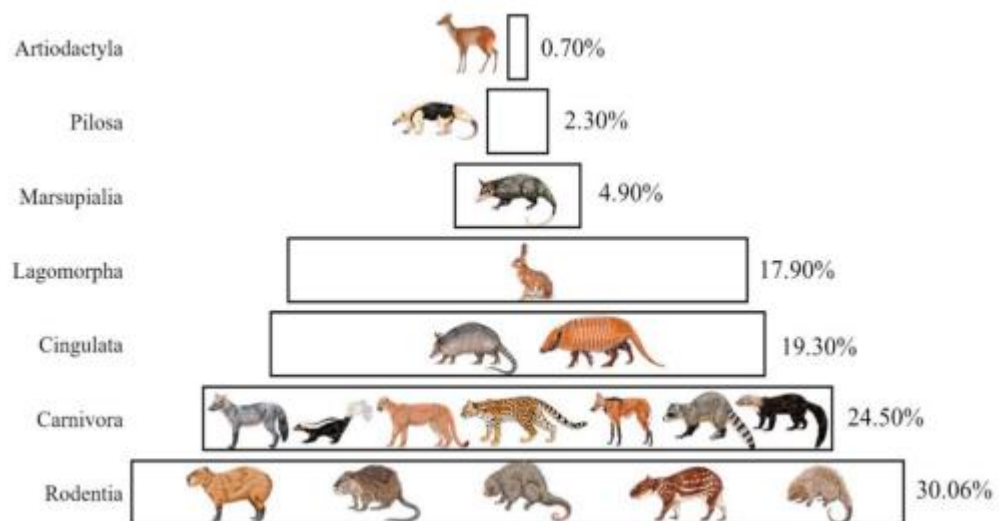


Figura 1: Ordens de animais frequentemente atropelados no estado de São Paulo.
Fonte: Abra et al., 2021

A fragmentação de habitat, mudança da vegetação para explorar recursos naturais e a introdução de espécies invasoras, são apenas algumas das alterações deletérias para a vida selvagem causada pelo ser humano (Hoffmann et al., 2011). O crescimento urbano além de também alterar o habitat dos carnívoros e pode se tornar um local propício para proliferação de espécies sinantrópicas, como roedores, pela grande oferta de alimentos e abrigo (Bateman & Fleming, 2012). Esses pequenos roedores e ratos, são sabidamente reservatórios de diversos agentes etiológicos

(Mazzota et al., 2023). Comumente presente nos hábitos alimentares de quase todos os carnívoros brasileiros, o consumo de roedores é mais uma ameaça a conservação dos carnívoros selvagens (Cheida et al, 2011).

3. OBJETIVO GERAL

Investigar a presença de infecção por *Trichinella spp.* em carnívoros de vida livre no Brasil, buscando conhecer melhor o ciclo selvagem da doença no país.

4. REFERÊNCIAS

Abra F D, Huijser MP, Magioli M, Bovo AAA, de Barros KMPM (2021). An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil. **Heliyon** 7(1).

Barlow, Alec et al. (2021). A review of testing and assurance methods for *Trichinella* surveillance programs. **Food and waterborne parasitology**. 24:e00129.

Bateman PW, Fleming PA (2012) Big city life: carnivores in urban environments. **Journal of zoology** 287(1):1-23.

Bowser NH, Anderson NE (2018) Dogs (*Canis familiaris*) as Sentinels for Human Infectious Disease and Application to Canadian Populations: A Systematic Review. **Veterinary Sciences**. 5(4):83.

Brasil (2014) Portaria/Ministério do Meio Ambiente MMA nº 444, de 17/12/14 Reconhece as espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Diário Oficial da União de 2014, Poder Executivo, Brasília – DF, 18 dez 2014.

Bruschi F, Gómez-Morales MA, Hill 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.

Cavallet ICR, Diele-Viegas LM, Mariotto PB, Lange RR (2023) Vertebrates' roadkill in the southern region of the Atlantic Forest, Paraná coast. **Brazilian Journal of Biology** 83:263311.

Centers For Disease Control And Prevention (2020) Atlanta (GA): U.S. Centers for Disease Control and Prevention; Parasites - Trichinellosis [Internet] [citado 05 de janeiro de 2024]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/parasites/trichinellosis/>.

Cheida CC, Nakano-Oliveira E, Fusco-Costa R, Rocha Mendes F, Quadros J (2011) Ordem Carnívora. In: Reis, N.R.dos; Peracchi, A.L; Pedro, W.A. & Lima, I.P. (eds.). Mamíferos do Brasil. Nélío R. dos Reis. Londrina. 2ª ed. p. 235-288.

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 B-Biological Sciences** 356:991–999.

da Silva, JMC (Ed.) (2004) Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação. Ministério do Meio Ambiente.

de Mello Beisiegel, B, Morato, RG, de Paula, RC, & Morato, RLG (2013) Apresentação da avaliação do estado de conservação dos carnívoros. **Biodiversidade Brasileira** 1:54-55.

DeMars, CA, Boutin S (2018) Nowhere to hide: effects of linear features on predator–prey dynamics in a large mammal system. **Journal of Animal Ecology** 87(1):274-284.

Di Marco M, Boitani L, Mallon D, Hoffmann M, Iacucci A, Meijaard E, Visconti P, Schipper J, Rondinini C. (2014) A retrospective evaluation of the global decline of carnivores and ungulates. **Conservation Biology** 28(4):1109-1118.

Dick TA, Pozio E (2001). *Trichinella* spp. and trichinellosis. In Samuel WM, Pybus M J, Kocan AA (Eds.) **Parasitic diseases of wild mammals** (2nd ed.) Iowa State University Press, p. 380–396.

Dickie M, McNay SR, Sutherland GD, Cody M, Avgar T (2020) Corridors or risk? Movement along, and use of, linear features varies predictably among large mammal predator and prey species. **Journal of Animal Ecology** 89(2):623–634.

Echeverry, DM. et al. (2021) First record of *Trichinella* in *Leopardus guigna* (Carnivora, Felidae) and *Galictis cuja* (Carnivora, Mustelidae): new hosts in Chile. **PeerJ** 9:1–14.

Eisenberg JF, Redford KH (1999) **Mammals of the neotropics: the central neotropics (Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil)**. v.3 Chicago and London: The University of Chicago Press, 609 p.

Espinoza-Rojas, H. et al. (2021) Survey of *Trichinella* in American minks (*Neovison vison* Schreber, 1777) and wild rodents (Muridae and Cricetidae) in Chile. **Zoonoses and Public Health** 68(7):1–7.

Euzeby, E (1994) Une vieille Anthropozoonose toujours actuelle: la Trichinose. **Revue de Medecine Veterinaire** 145(11):795-818.

Faber M, Schink S, Mayer-Scholl A, Ziesch C, Schönfelder R, Wichmann-Schauer H, Stark K, Nöckler K. (2015) Outbreak of trichinellosis due to wild boar meat and evaluation of the effectiveness of post exposure prophylaxis. **Clinical Infectious Diseases**. 60(12):98-104.

Gamble HR, Bessonov AS, et al. (2000). International Commission on Trichinellosis: recommendations on methods for the control of *Trichinella* in domestic and wild animals intended for human consumption. **Veterinary parasitology** 93(3-4): 393-408.

Gazzinelli A, Correa-Oliveira, R, Yang, GJ, Boatin, BA, Kloos, H (2012) A research agenda for helminth diseases of humans: social ecology, environmental determinants, and health systems. **PLoS Neglected Tropical Diseases** 6:1603.

Gompper ME, Decker DM (1998) *Nasua nasua*. **Mammalian species** 580:1-9.

González-Suárez M, Zanchetta FF, Grilo C (2018). Spatial and species-level predictions of road mortality risk using trait data. **Global Ecology and Biogeography** 27(9):1093-1105.

Gottstein B, Pozio E, Nöckler K. (2009) Epidemiology, diagnosis, treatment, and control of trichinellosis. **Clinical Microbiology Reviews**. 22(1):127-45.

Grilo C, Del Cerro I, et al. (2016). Heterogeneous road networks have no apparent effect on the genetic structure of small mammal populations. **Science of the Total Environment** 565:706–713.

Gutiérrez EE, Marinho-Filho J (2017). The mammalian faunas endemic to the Cerrado and the Caatinga. **ZooKeys**, 644:105.

Haswell PM, Kusak J, Hayward, MW (2017). Large carnivore impacts are context-dependent. **Food Webs** 12: 3– 13.

Hoffmann M, Belant JL, Chanson JS, Cox NA, Lamoreux J, Rodrigues ASL, Schipper, J, Stuart SN (2011) The changing fates of the world's mammals. **Philosophical Transactions of the Royal Society** 366:2598–2610.

Jiang P, Wang ZQ, Cui J, Zhang X (2012) Comparison of Artificial Digestion and Baermann's Methods for Detection of *Trichinella spiralis* Pre-encapsulated Larvae in Muscles with Low-Level Infections. **Foodborne pathogens and disease** 9(1):27-31.

Kapel, CMO (2000) Host diversity and biological characteristics of the *Trichinella* genotypes and their effect on transmission. **Veterinary Parasitology** 93:262-278.

Kapel, C. M. O., Webster, P., & Gamble, H. R. (2005). Muscle distribution of sylvatic and domestic *Trichinella* larvae in production animals and wildlife. **Veterinary Parasitology** 132(1-2):101-105.

Kärssin A, Häkkinen L, Vilem A, Jokelainen P, Lassen B (2021). *Trichinella* spp. in Wild Boars (*Sus scrofa*), Brown Bears (*Ursus arctos*), Eurasian Lynxes (*Lynx lynx*) and Badgers (*Meles meles*) in Estonia, 2007–2014. **Animals** 11(1):2007–2014.

Klun, I, Ćosić, N, Ćirović, D, Vasilev, D, Teodorović, V, & Djurković-Djaković, O (2019) *Trichinella* spp. in wild mesocarnivores in an endemic setting. **Acta veterinaria Hungarica**, 67(1):34–39.

Krivokapich SJ, Gatti GM, Gonzalez Prous CL, Degese MF, Arbusti PA, Ayesa GE, Bello GV, Salomón MC (2019) Detection of *Trichinella britovi* in pork sausage suspected to be implicated in a human outbreak in Mendoza, Argentina. **Parasitology International**. 71:53-55.

Krivokapich SJ, Pozio E, Gatti GM, González Prous CL, Ribicich MM, Marucci G, La Rosa G, Confalonieri VA (2012) *Trichinella patagoniensis* n. sp. (Nematoda), a new encapsulated species infecting carnivorous mammals in South America. **International Journal for Parasitology** 42(10):903-910.

Krivokapich SJ, Prous CL, Gatti GM, Saldía L (2015) First finding of *Trichinella pseudospiralis* in the Neotropical region. **Veterinary Parasitology** 208:268-271.

Leite-Pitman MRP, Williams RSR (2004) *Atelocynus microtis*. Short-eared dog *Atelocynus microtis* (Sclater, 1883). In: Sillero-Zubiri C, Hoffmann M, Macdonald DW (Eds.). **Canids: foxes, Wolves, Jackals and Dogs**. Status Survey and Conservation Action Plan. Gland, Switzerland e Cambridge, UK: IUCN/SSC Canid Specialist Group, P. 26-31.

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(8):879-885.

Lyra-Jorge MC, Ciocheti G, Pivello VR (2008) Carnivore mammals in a fragmented landscape in northeast of São Paulo State, Brazil. **Biodiversity and Conservation** 17:1573–1580.

Margarido TCM, Braga FG (2004) Mamíferos. P.25-142- In: Mikich, S. B.; Bérnils, R. S. (Eds.) **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Instituto Ambiental do Paraná, 763 p.

Mazzotta, Elisa et al. (2023) Synanthropic and wild animals as sentinels of zoonotic agents: a Study of *Leptospira* genotypes circulating in Northeastern Italy. **International Journal of Environmental Research and Public Health** 20(5):3783.

Milbank C, Vira B (2022) Wildmeat consumption and zoonotic spillover: contextualising disease emergence and policy responses. **Lancet Planet Health** 6(5):439-448.

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

Nöckler K, Reckinger S, Szabó I, Maddox-Hyttel C, Pozio E, van der Giessen J, Vallée I, Boireau P (2009) Comparison of three artificial digestion methods for detection of

non-encapsulated *Trichinella pseudospiralis* larvae in pork. **Veterinary parasitology** 159(3-4):341-344.

Nöckler, K., Pozio, E., Voigt, W.P., Heidrich, J (2000) Detection of *Trichinella* infection in food animals. **Veterinary Parasitology** 93:335-350.

Odoevskaya IM, Spiridonov SE (2016). *Trichinella nativa* haplotypes in Russia show diversity in cytochrome oxidase mtDNA gene. **Veterinary Parasitology** 231:39–42.

OKSANEN, Antti et al. (2018). *Trichinella spiralis* prevalence among wildlife of a boreal region rapidly reduced in the absence of spillover from the domestic cycle. **Veterinary parasitology** 262:1-5.

Oliveira TG, Cassaro K (2005) **Guia de campo dos felinos do Brasil**. Instituto Pró-carnívoros, Sociedade de Zoológicos do Brasil, Fundação Parque Zoológico de São Paulo: p. 80.

Owen, R. (1835) Description of a Microscophc Entozoon infesting the Muscles of the Human Body. **The Transactions of the Zoological Society of London** 1(4):315-324.

Pitman MRPL, Oliveira TD, Paula RD, Indrusiak C (2002) **Manual de identificação, prevenção e controle de predação por carnívoros**. Brasília: IBAMA, p. 83.

Pozio E (2014) Searching for *Trichinella*: not all pigs are created equal. **Trends in parasitology** 30:4-11.

Pozio E, Murrell KD (2006) Systematics and epidemiology of *Trichinella*. **Advances in parasitology** 63:367-439.

Pozio E, Zarlenga DS (2013) New pieces of the *Trichinella* puzzle. **International Journal for Parasitology** 43:983–997.

Pozio E, Zarlenga DS, la Rosa, G (2001) The detection of encapsulated and non-encapsulated species of *Trichinella* suggests the existence of two evolutive lines in the genus. **Parasite** 8:S27-S29.

Pozio, E, Zarlenga DS (2005). Recent advances on the taxonomy, systematics and epidemiology of *Trichinella*. **International Journal for Parasitology** 35:1191–1204.

Pozio, E. (2005) The broad spectrum of *Trichinella* hosts: From cold- to warm-blooded animals. **Veterinary parasitology** 132(1-2):3-11.

Reichard MV, Thomas JE, et al. (2015) High prevalence of *Trichinella pseudospiralis* in Florida panthers (*Puma concolor coryi*). **Parasites & vectors** 8(1):67.

Ribicich MM, Fariña FA, Aronowicz T, Ercole ME, Bessi C, Winter M, Pasqualetti MI (2020) A review on *Trichinella* infection in South America. **Veterinary Parasitology** 285:109234.

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

Rocha-Mendes F (2005) **Ecologia alimentar de carnívoros (Mammalia: Carnivora) e elementos de etnozoologia do município de Fênix, Paraná, Brasil**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

Rodrigues FHG, Hass A, Resende LM, Pereira CS, Figueiredo CF, Leite BF, França FGR (2002) Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. **Anais** v.1, Fortaleza: p. 585-593.

Rodríguez H, Noemí I, Cerva JL, Espinoza-Navarro O, Castro ME, Castro M (2011) Análisis paleoparasitológico de la musculatura esquelética de la momia del cerro el plomo, Chile: *Trichinella* sp. **Chungara** 43:581–588.

Santos F, Carbone C, et al. (2019) Prey availability and temporal partitioning modulate felid coexistence in Neotropical forests. **PLoS One**. 14(3):e0213671.

Santos MDFMD, Pellanda M, Tomazzoni AC, Hasenack H, Hartz SM (2004). Mamíferos carnívoros e sua relação com a diversidade de habitats no Parque Nacional dos Aparados da Serra, sul do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia** 94:235-245.

Sharma R, Harms NJ et al. (2021) High prevalence, intensity, and genetic diversity of *Trichinella* spp. in wolverine (*Gulo gulo*) from Yukon, Canada. **Parasites & Vectors** 14:1-9.

Sharma R, Thompson PC, et al. (2020) Hiding in plain sight: discovery and phylogeography of a cryptic species of *Trichinella* (Nematoda: Trichinellidae) in wolverine (*Gulo gulo*). **International Journal for Parasitology** 50(4):277–287.

Shivaprakash KN, Sen S, Paul S, Kiesecker JM, Bawa KS (2021) Mammals, wildlife trade, and the next global pandemic. **Current Biology** 31(16):3671-3677.

Silva CS, Mendonça TO, Machado DMR, Arias-Pacheco CA, Oliveira WJ, Perin PP, et al. (2022) Seropositive wild boars suggesting the occurrence of a wild cycle of *Trichinella* spp. in Brazil. **Animals** 12(4):462.

Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV (2004) **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA, UFPE, 382 p.

Weeks BC, Naeem S, Lasky JR, Tobias JA (2022) Diversity and extinction risk are inversely related at a global scale. **Ecology Letters** 25(3):697-707.

World Animal Health Information System. Available online: <https://wahis.oie.int/#/dashboards/country-or-disease-dashboard> (acessado em 10 Janeiro de 2024).

Yayeh M, Yadesa G, Erera M, Fantahun S, Gebru A, Birhan M (2020) Epidemiology, diagnosis and public health importance of Trichinellosis. **Online Journal of Animal and Feed Research** 10(3):131-139.

Zarlenga D, Thompson P, Pozio E (2020) *Trichinella* species and genotypes. **Research in Veterinary Science** 133:289-296.

Zarlenga DS, Chute MB, Martin A, Kapel CM (1999) A multiplex PCR for unequivocal differentiation of all encapsulated and non-encapsulated genotypes of *Trichinella*. **International Journal For Parasitology** 29(11):1859-1867.

CAPÍTULO 02 – ABSENCE OF INFECTION BY *Trichinella* spp. (Nematoda: Trichinellidae) IN FREE-LIVING WILD CARNIVORES IN BRAZIL

**Livia de Oliveira Andrade^{1*}, Patricia Parreira Perin¹, Carmen Andrea Arias-Pacheco¹,
Camilla de Souza Amorim¹, Fernanda Lefort¹, Fernanda Mara Aragão Macedo
Pereira³, Lauro Leite Soares-Neto³, Antonio de Pádua Bordignon Fernandes⁶, Wilson
Junior Oliveira¹, Ricardo Shoiti Ichikawa², André Luiz Mota da Costa⁴, Paulo Henrique
Peira Ruffino⁵, Karin Werther¹, Estevam Guilherme Lux Hoppe¹**

¹ Departamento de Patologia, Reprodução e Saúde Única, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Jaboticabal, SP, Brasil;

² Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Botucatu, SP, Brasil;

³ Parque Zoológico Municipal de Bauru, Bauru, SP, Brasil;

⁴ Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros”, Sorocaba, SP, Brasil

⁵ Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL), São Paulo, SP, Brasil;

⁶ Biólogo autônomo, São Simão, SP, Brasil.

Correspondente: lux.hoppe@unesp.br

LOA: livia.andrade@unesp.br

PPP: patricia.perin@unesp.br

CAAP: carmen.arias@unesp.br

CSA: camilla.amorim@unesp.br

FL: fernanda.lefort@unesp.br

FMAM: fmamp.vet@gmail.com

LLSN: laurosoares@yahoo.com

APBF: abordignon@gmail.com

WJO: junior.oliveira@unesp.br

RSI: ricardo.ichikawa@unesp.br

ALMC: almotacosta@yahoo.com.br

PHPR: phruffino@sp.gov.br

KW: karin.werther@unesp.br

EGLH: lux.hoppe@unesp.br

ABSTRACT

Nematodes of the genus *Trichinella* are foodborne zoonotic pathogens that are widespread globally. These parasites have two epidemiological cycles, domestic and silvatic, with the latter having wild carnivores as the main reservoirs of the parasite. *Trichinella* spp. have been increasingly detected in wild carnivores in Argentina and Chile. Although the disease is absent in domestic animals in Brazil, there is serological evidence that the agent is circulating in wild boars in some areas. This study aimed to diagnose *Trichinella* spp. infection through artificial tissue digestion and histopathology of selected tissues (forearm muscles, diaphragm and tongue) of wild carnivores from São Paulo state, southeastern Brazil. Tissue samples from 53 wild carnivores (21 Canidae, 25 Felidae, 04 Mustelidae, 03 Procyonidae) were used, along with a retrospective study of the slide bank, considering samples from the period 2010 to 2021, totaling 89 free-living carnivores (42 Canidae, 42 Felidae, 03 Mustelidae, 02 Procyonidae). Histopathological analyses did not reveal any larvae suggestive of *Trichinella*

spp., indicating that the nematode was not circulating within the target population. To date, there is no direct evidence of nematode circulation in wild carnivores in the study area.

Keywords: Wild animals, Zoonoses, Neotropics, One Health

INTRODUCTION

Nematodes of the genus *Trichinella* Railliet, 1895 (Nematoda: Trichinellidae) are widespread zoonotic pathogens that affect a wide range of hosts, from domestic and wild animals to humans [1]. Currently, ten species and three genotypes of *Trichinella* are known, separated into two clades, one which includes species capable of modifying myocytes into nurse cells and encapsulating themselves in the muscle tissue of the hosts, and the second which includes species incapable of this tissue modification [2,3]. Although the genus *Trichinella* has been known and studied since its description in 1835, knowledge about the genus is still dynamic, with a new species described in Canada in 2020 from samples of a wolverine (*Gulo gulo*), a wild mustelid common in North America [1,4].

Several hosts, such as wild carnivores, rodents, wild boars, birds and reptiles, have already been related to the epidemiological chain of trichinellosis [5, 6]. The cycle is divided into two categories: a domestic cycle, where domestic pigs are the main reservoirs, and a wild cycle, which has wild boars and wild carnivores as the main hosts of the nematode [7]. Transmission occurs through ingestion of muscle tissue infected with larvae, and behaviors such as predation, cannibalism and necrophagy are closely related to infection in animals. In humans, the infection is mainly associated with the consumption of poorly prepared pork and game without veterinary inspection [1,8,9].

In South America, the parasite has been detected in wild animals such as pumas (*Puma concolor*), opossums (*Didelphis albiventris*), wild boars (*Sus scrofa*), armadillos

(*Chaetophractus villosus*) and sea lions (*Otaria flavescens*) in Bolivia, Argentina, Ecuador and Chile [10,11]. Additionally, there is serological evidence that the agent is circulating in wild boars in Brazil [12]. In contrast, human infections are common only in Argentina, one of the most affected countries in the world, with more than 6,000 cases reported between 2012 and 2018 [4].

Considering the importance of wild carnivores in the epidemiology of trichinellosis, this study aimed to investigate *Trichinella* spp. infection in free-living wild carnivores in the state of São Paulo, Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Animals and study área

This study was conducted only with free-living carnivores, using samples of animals that had been run over and histopathology slides deposited in a biological collection. The samples came from 51 municipalities in the state of São Paulo, covering an area of approximately 24,236.83 km². The estimated population of the area is 4,257,120 inhabitants, with an HDI ranging from 0.681 (Boa Esperança do Sul) to 0.829 (Bebedouro). The study region comprises the Cerrado and Atlantic Forest biomes and ecotones between them. The regional economy is based on agricultural activity, with sugar cane, oranges, soybeans, peanuts, corn and cattle farming predominating [13].

Between April 2022 and July 2023, 53 carcasses (21 Canidae, 25 Felidae, 04 Mustelidae, 03 Procyonidae) were collected from animals hit by cars on highways in 17 municipalities of São Paulo state. These carcasses were sent by the Environmental Police, Fire Brigade and highway concessionaires to the Wild Animal Pathology Service (SEPAS) at FCAV/Unesp Jaboticabal/SP, the Bauru/SP Municipal Zoological Park, the São Simão, Santa

Rita do Passa Quatro and Luis Antônio experimental stations of the São Paulo Forest Foundation, the "Quinzinho de Barros" Municipal Zoological Park and the Center for Wild Animal Medicine and Research (CEMPAS) - UNESP/FMVZ and kept in freezers at -20 °C until processing. After thawing, muscle samples from the arm, diaphragm, and tongue were taken for histopathological analysis and artificial digestion.

In addition, histological slides were selected from 89 free-living wild carnivores (42 Canidae, 42 Felidae, 03 Mustelidae, 02 Procyonidae) deposited in the collection of the Wild Animal Pathology Service (SEPAS) at FCAV/Unesp. Animals with histological sections of at least one of the abovementioned tissues were included in the study. The animals selected came from 39 municipalities in São Paulo and were necropsied between November 2010 and December 2021. The municipalities of origin of the animals studied are in Figures 1 and 2. Table 1 compiles all the animals used in the study.

Sample collection

Fifty grams of forearm, tongue and diaphragm muscles were collected [[14](#), [15](#)]. The samples were stored at -20 °C in plastic bags labeled with the species, sex, date and collection place until processing. In addition, a 1 cm³ fragment of these tissues was fixed in a 10% buffered formalin solution for histological processing.

Artificial Digestion (AD) technique

The tissue samples were subjected to the Artificial Digestion Technique (AD) based on the magnetic stirrer method according to European regulation EC 2075/2005, which is used for the surveillance of *Trichinella* spp. infections in wild animals. The samples (20 g) were crushed

and digested using 400 ml of artificial digestive fluid (20 ml for each gram of muscle) consisting of 1% pepsin (1:10,000 *US National Formulary*) and 1% hydrochloric acid (HCl). The digested tissue was stirred for 60 min or more at 44-46 °C in a 600 ml glass beaker using a heated magnetic stirrer plate. After digestion, the fluid was sieved through a 180 µm mesh sieve into the separatory funnel and left to stand for 30 minutes. After this period, 40 ml of the sediment sample was quickly released from the funnel into a 50 ml beaker and sedimented again for 10 minutes. Next, 30 ml of supernatant was removed from the 50 ml beaker and the 10 ml of sediment was poured into a Petri dish. Finally, the 50 ml beaker was rinsed with 10 ml of water and the liquid was added to the Petri dish. The sample was analyzed under a stereomicroscope (Leica EZ4 HD, Leica Microsystems© Limited) at 15 to 40x magnification.

Histopathology

The tissues collected after 24 to 48 hours in 10% phosphate-buffered formalin (pH 7.4) were processed according to routine, embedded in paraffin, cut at 3µm and mounted on histological slides stained with hematoxylin and eosin. Readings were made using an Olympus BX-51® optical microscope equipped with a Q-color3® camera at 10x and 40x magnification.

RESULTS AND DISCUSSIONS

No *Trichinella* spp. larvae were found in this study, either by artificial digestion or histopathological analysis. To date, there has been no record of diagnosis of nematode larvae in any study carried out in Brazil, whether in domestic or wild animals. More than 15,000 domestic pigs had samples analyzed by AD in the state of Paraná between 2002 and 2011, all of which were negative [16, 17, 18]. Furthermore, 14,852 horses were tested in the states of Minas Gerais, Goiás, and Bahia between 2014 and 2016, with no observation of the nematode

[19]. In addition, 594 rats were tested in the region of Santos, São Paulo and not a single sample was positive [20]. Only a few published studies have tested for trichinellosis in wild animals using artificial digestion and/or other diagnostic methods in Brazil. Between 2018 and 2020, 15 wild carnivores (05 *Puma concolor*, 03 *Leopardus pardalis*, 02 *Chrysocyon brachyurus*, 04 *Cerdocyon thous* e 01 *Leopardus guttulus*) were tested in São Paulo state [12], while 71 other wild animals (29 *Didelphis albiventris*, 11 *Nasua nasua*, 10 *Cerdocyon thous*, 07 *Dasypus novemcinctus*, 06 *Leopardus guttulus*, 06 *Sphiggurus spinosus* and 02 *Puma concolor*) run over in the northern region of Paraná, were analyzed from 2016 to 2021 [21]. The data from the present study add further evidence of the absence of circulation of the agent in wild carnivores in Brazil, despite serological evidence of infection by *Trichinella* spp. in wild boar [12].

Countries near Brazil, such as Chile and Argentina, have recorded the presence of *Trichinella* spp larvae. (*T. spiralis*, *T. patagoniensis*, *T. pseudospiralis* e *T. britovi*) in wild carnivores, such as the guinea (*Leopardus guigna*), lesser grison (*Galictis cuja*) and jaguar (*Puma concolor*), using the diagnostic method of AD [4, 9]. Due to its high sensitivity, this technique is considered the gold standard for diagnosing *Trichinella* spp. by the World Organization for Animal Health (WOAH) [22].

The health of wild animals is known to be related to human health given their importance as carriers or reservoirs of zoonotic pathogens [23, 24]. Currently, the transmission of trichinellosis is more related to the consumption of undercooked meat from wild animals than from domestic pigs due to technological advances in pig farms [25]. However, international trade requires testing for *Trichinella* spp. in pig production in countries where the disease occurs, increasing the cost of importing products [2].

Despite the negative results using the artificial digestion method, a Brazilian government agency reported that they obtained 24 positives from 554 wild boars for *Trichinella*

spp. using the ELISA technique (IDEXX xChek®) between 2012 and 2016 [4]. The samples were obtained from wild boar slaughtered in the states of São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, and Santa Catarina, resulting in the change of Brazil's health status for *Trichinella* from "never reported" to "restricted in some areas" [26]. Another 07 wild boars out of 115 animals with serum tested by indirect ELISA in São Paulo state from 2018 to 2020 were also positive for trichinellosis [12]. The use of indirect diagnostic methods such as ELISA can be an essential tool in the surveillance of zoonotic diseases such as trichinellosis in wild animals. However, due to the numerous parasitic, bacterial, fungal and viral agents that can affect these animals, the chances of cross-reactions and false positives occurring are also high [27]. Another factor that makes it difficult to carry out serologies on the carcasses of animals that has been run over is the coagulation time and autolysis of the blood. Direct methods are more suitable for diagnosing *Trichinella* spp. in these cases.

Microscopy showed in 14% (20/142) of the animals (07 *Puma concolor*, 04 *Cerdocyon thous*, 03 *Leopardus pardalis*, 03 *Lontra longicaulis*, 01 *Nasua nasua*, 01 *Chrysocyon brachyurus*, 01 *Leopardus guttulus*), rounded, basophilic and encapsulated structures in the striated muscle cells, compatible with Sarcocystidae protozoan cysts. The protozoan cysts visualized under microscopy, even if they were accidental findings, show the effectiveness of the technique in visualizing intracellular parasites in muscles when present. As observed in a study in 2011 in Texas, USA, using the diagnostic methods of histology and artificial digestion of the tongues of 77 coyotes (*Canis latrans*) to test for *Trichinella* spp., one animal tested positive only by histology. In addition to being in agreement with AD, offering greater accuracy in the result [28]. Therefore, it constitutes an auxiliary technique for the diagnosis of trichinosis. In 2003, researchers in Chile diagnosed trichinosis infection in an Inca human mummy from around 1500 AD, using histological techniques and indirect immunofluorescence. [29]. Despite

not being the gold standard for diagnosing this nematode, histopathology is an alternative for confirming infection and diagnosis.

Wild predators are associated with the maintenance of *Trichinella* in the wild cycle of all disease sites in the world [25]. The meat consumption from these animals is cultural in some Latin American countries, such as Chile. Although hunting wild carnivores is illegal in Chile, researchers confirmed the presence of *Trichinella spiralis* in a semi-cured carcass of a jaguar (*Puma concolor*) that was slaughtered for consumption [30]. Also prohibited in Brazil, this practice is considered cultural in some regions [31, 32]. Carnivores such as the ocelot (*L. pardalis*), oncilla (*L. guttulus*), Jaguarundi (*H. yagouaroundi*) and crab-eating fox (*C. thous*) have already been reported in studies as a source of protein for consumption and/or medicinal use. [33, 34].

Access to samples of wild carnivores, especially endangered animals protected by law, can be hampered by various factors. Therefore, the necropsy of carcasses of animals that have already died, as well as not interfering with conservation or causing stress to the animals, provides us with a lot of information [35]. It is possible to observe places of occurrence, points of greatest trampling, and evaluate stomach contents, among other ways of using them for educational purposes. It is also possible to monitor numerous diseases of human and animal importance.

The sensitivity of the AD diagnostic method is theoretically 1 larva per gram of muscle. However, due to the non-uniform distribution in the tissues and limitations of the technique, the current sensitivity is considered 3 to 5 larvae per gram for 1g of muscle. [36, 37]. However, it is not known whether this method has the same sensitivity for detecting pre-encapsulated larvae [38]. With regard to species from the non-encapsulated clade, studies show that the sensitivity of AD is between 7 and 17 larvae per gram [39]. Therefore, factors such as the

distribution of larvae in the muscles of carnivores and low parasite rates can lead to false negatives.

Wild animals, especially carnivores, are natural hosts of *Trichinella* spp. and the nematode develops better in these animals than in domestic animals [40]. Given the way trichinellosis is transmitted and the fact that these animals are at the top of the food chain, epidemiological surveillance of wild carnivores is essential to understanding the epidemiology of the disease in Brazil.

CONCLUSION

To date, there is no direct evidence of *Trichinella* spp. nematodes circulating in wild carnivores in São Paulo state

ACKNOWLEDGMENTS

Bauru Municipal Zoological Park, Forestry Foundation (Experimental Station of: São Simão, Santa Rita do Passa Quatro and Luiz Antônio), "Quinzinho de Barros" Municipal Zoological Park, CART Concessionaire, Wild Animal Medicine and Research Center (CEMPAS) - UNESP/FMVZ.

FUNDING

Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Funding code 001 partially funded this study. EGLH is a researcher for CNPQ (National Council for Scientific and Technological Development); productivity grant no. 311063/2022-5 and research grant no. 407965/2021-1.

AVAILABILITY OF DATA AND MATERIALS

All the data generated during this study is included in this article.

AUTHORS'S CONTRIBUTIONS

LOA, PPP, RSI, FMAM, LLSN, APBF, ALMC and PHPR collected the carcasses. LOA, PPP, CSA and, FL carried out the necropsies and histopathological processing. LOA, PPP and WJO carried out the artificial digestion of the samples. LOA, CAAP, KW and EGLH are responsible for writing the article.

ETHICAL CONSIDERATIONS

All the procedures adopted in this study are in accordance with current international standards. This work was authorized by the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio/Sisbio #82767-4), by the Ethics Committee for the Use of Animals (CEUA) at UNESP/FCAV (proc. #2729/22) and by the Environmental Research Institute of the Secretariat for the Environment, Infrastructure and Logistics of the São Paulo State Government (#2180/2023).

CONSENT FOR PUBLICATION

Not applicable

COMPETING INTERESTS

No conflicts of interest

REFERENCES

1. Pozio E, Murrell KD. Systematics and epidemiology of *Trichinella*. Adv Parasitol. 2006;63:367-439. [https://doi.org/10.1016/s0065-308x\(06\)63005-4](https://doi.org/10.1016/s0065-308x(06)63005-4)
2. Pozio E., Zarlenga DS. New pieces of the *Trichinella* puzzle. Int J Parasitol. 2013;43(12-13):983-97. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.05.010>
3. Sharma R, Thompson PC, Hoberg EP, Scandrett WB, Konecsni K, Harms NJ, et al. Hiding in plain sight: discovery and phylogeography of a cryptic species of *Trichinella* (Nematoda: Trichinellidae) in wolverine (*Gulo gulo*). Int J Parasitol. 2020;50(4):277-87. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2020.01.003>
4. Ribicich M, Fariña FA, Aronowicz T, Ercole ME, Bessi C, Winter M, et al. Reprint of: A review on *Trichinella* infection in South America. Vet Parasitol. 2021;297:109540. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109540>
5. Reichard MV, Criffield M, Thomas JE, Paritte JM, Cunningham M, Onorato D, et al. High prevalence of *Trichinella pseudospiralis* in Florida panthers (*Puma concolor coryi*). Parasit Vectors. 2015;8(1):67. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0674-z>
6. Pozio E., Epidemiology. In: Bruschi, F., editor. *Trichinella and trichinellosis*. London: Elsevier, 2021. p. 185-244.
7. Murrell KD, Pozio E. Trichinellosis: the zoonosis that won't go quietly. Int J Parasitol. 2000;30(12-13):1339-49. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(00\)00132-6](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(00)00132-6)
8. Euzeby J. Une vieille Anthropozoonose toujours actuelle: la Trichinose. Rev Méd Vét. 1994;145(11):795-818.
9. Echeverry DM, Henríquez A, Oyarzún-Ruiz P, Fuente MCS, Ortega R, Sandoval D, et al. First record of *Trichinella* in *Leopardus guigna* (Carnivora, Felidae) and *Galictis cuja*

- (Carnivora, Mustelidae): new hosts in Chile. PeerJ. 2021;9:e11601.
<https://doi.org/10.7717/peerj.11601>
10. Espinoza-Rojas H, Lobos-Chávez F, Fuente MCS, Echeverry DM, Muñoz-Galaz J, Yáñez-Crisóstomo C, et al. Survey of *Trichinella* in American minks (*Neovison vison* Schreber, 1777) and wild rodents (Muridae and Cricetidae) in Chile. Zoonoses Public Health. 2021; 68(7):842-48. <https://doi.org/10.1111/zph.12845>
 11. Ribicich M, Fariña FA, Aronowicz T, Ercole ME, Bessi C, Winter M, et al. A review on *Trichinella* infection in South America. Vet Parasitol. 2020;285:109234.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109234>
 12. Silva CS, Mendonça TO, Machado DMR, Arias-Pacheco CA, Oliveira WJ, Perin PP, et al. Seropositive wild boars suggesting the occurrence of a wild cycle of *Trichinella* spp. in Brazil. Animals (Basel). 2022;12(4):462. <https://doi.org/10.3390/ani12040462>
 13. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapa de Clima do Brasil [Internet] Brasil: Portal de mapas 2024 [cited 2024 Jan 31] Available from:
<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>
 14. Kapel CMO. Host diversity and biological characteristics of the *Trichinella* genotypes and their effect on transmission. Vet Parasitol. 2000;93(3-4):263-78.
[https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00345-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00345-9)
 15. Nöckler K, Pozio E, Voigt W, Heidrich J. Detection of *Trichinella* infection in food animals. Vet Parasitol. 2000;93(3-4):335-50. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(00\)00350-2](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(00)00350-2)
 16. Daguer H, Geniz PV, Santos AV. Ausência de *Trichinella spiralis* em suínos adultos abatidos em Palmas, Estado do Paraná, Brasil. Cienc Rural. 2005;35(3):660–3.
<https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300028>

17. Daguer H, Bersot LDS, Barcellos VC. Absence of *Trichinella Infection* in adult pigs slaughtered in Palmas, State of Paraná (Brazil), detected by modified artificial digestion assay. J Food Prot. 2006;69(3):686-8. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.3.686>
18. Souza EO, Sposito PH, Merlini LS. Pesquisa de *Trichinella spiralis* em suínos abatidos na região noroeste do estado do Paraná, Brasil. Rev Bras Hig e Sanidade Anim. 2013;7(2):225–32. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130020>
19. Salazar AFN, Salotti-Souza BM. Avaliação da presença de *Trichinella spiralis* em equinos abatidos em Araguari, MG. Hig Aliment. 2017;31(268-269):102-5.
20. Paim, G. V., & Côrtes, V. D. A. Pesquisa de *Trichinella spiralis* em roedores capturados na zona portuária de Santos. Ver. de Saú. Púb., 1979;13:54-55.
<https://doi.org/10.1590/S0034-89101979000100008>
21. Jurkevicz RMB, Silva DA, Ferreira Neto JM, Matos AMRN, Pires BG, Paschoal ATP, et al. Absence of *Trichinella* spp. larvae in carcasses of road-killed wild animals in Paraná state, Brazil. Braz J Vet Parasitol. 2022;31(4):e010622. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612022054>
22. World Organisation for Animal Health (WOAH). Trichinellosis [Internet] 2023 [cited 2023 Nov 25] Available from: <https://www.woah.org/en/disease/trichinellosis/>
23. Cleaveland S, Laurenson MK, Taylor LH. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2001;356(1411):991-9. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0889>
24. Gazzinelli A, Correa-Oliveira R, Yang GJ., Boatin BA, Kloos H. A research agenda for helminth diseases of humans: social ecology, environmental determinants, and health systems. PLoS Negl Trop Dis. 2012;6(4):e1603.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001603>

25. Diaz JH, Warren RJ, Oster MJ. The disease ecology, epidemiology, clinical manifestations, and management of trichinellosis linked to consumption of wild animal meat. *Wilderness Environ Med.* 2020;31(2):235-44.
<https://doi.org/10.1016/j.wem.2019.12.003>
26. World Animal Health Information System (WAHIS). Disease Situation: *Trichinella* spp. [Internet] OIE-WAHIS 2023. [cited 2023 Dec 29] Available from:
<https://wahis.woah.org/#/dashboards/country-or-disease-dashboard>
27. Gamble HR, Pozio E, Bruschi F, Nöckler K, Kapel CMO, Gajadhar AA. International Commission on Trichinellosis: Recommendations on the use of serological tests for the detection of *Trichinella* infection in animals and man. *Parasite.* 2004;11(1):3-13.
<https://doi.org/10.1051/parasite/20041113>
28. Reichard MV, Tiernan KE, Paras KL, Interisano M, Reiskind MH, Panciera RJ, et al. Detection of *Trichinella murrelli* in coyotes (*Canis latrans*) from Oklahoma and North Texas. *Vet Parasitol.* 2011;182(2-4):368-71. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.06.001>
29. Rodríguez, H., Noemí, I., Cerva, J. L., Espinoza-Navarro, O., Castro, M. E., & Castro, M. Análisis paleoparasitológico de la musculatura esquelética de la momia del cerro El Plomo, Chile: *Trichinella* sp. *Chungará (Arica).* 2011;43(ESPECIAL), 581-588.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562011000300013>
30. Echeverry DM, Santodomingo AMS, Thomas RS, González-Ugás J, Oyarzún-Ruiz P, Fuente MCS, et al. *Trichinella spiralis* in a cougar (*Puma concolor*) hunted by poachers in Chile. *Braz J Vet Parasitol.* 2021;30(3):e002821. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612021033>

31. Barros FB, Azevedo PA. Common opossum (*Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758): food and medicine for people in the Amazon. J Ethnobiol Ethnomed. 2014;10:65.
<https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-65>
32. Carneiro IO, Santos NJ, Silva NS, Lima PC, Meyer R, Netto EM, et al. Knowledge, practice and perception of human-marsupial interactions in health promotion. J Infect Dev Ctries. 2019;13(4):342-7. <https://doi.org/10.3855/jidc.10177>
33. Alves RRN, Mendonça LET, Confessor MVA, Vieira WLS, Lopez LCS: Hunting strategies used in the semi-arid region of northeastern Brazil. J Ethnobiol Ethnomed. 2009;5:12. <https://doi.org/10.1186%2F1746-4269-5-12>
34. Hanazaki N, Alves RRN, Begossi A. Hunting and use of terrestrial fauna used by Caiçaras from the Atlantic Forest coast (Brazil). J Ethnobiol Ethnomed. 2009;5:36 (2009).
<https://doi.org/10.1186/1746-4269-5-36>
35. Rojas, A, Germitsch, N, Oren, S. et al. Wildlife parasitology: sample collection and processing, diagnostic constraints, and methodological challenges in terrestrial carnivores. Parasites Vectors 17, 127 (2024). <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06226-4>
36. Gamble, H.R., Sensitivity of Artificial Digestion and Enzyme Immunoassay Methods of Inspection for Trichinae in Pigs, J. of Food Protect., 1998; 61 (3). p. 339-343.
<https://doi.org/10.4315/0362-028X-61.3.339>.
37. Li F, Cui J, Wang ZQ, Jiang P. Sensitivity and Optimization of Artificial Digestion in the Inspection of Meat for *Trichinella spiralis*. Food. Pathog. And Dises. 2010; 7:8, p. 879-885. <https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0445>
38. Jiang P, Wang ZQ, Cui J, Zhang X. Comparison of Artificial Digestion and Baermann's Methods for Detection of *Trichinella spiralis* Pre-encapsulated Larvae in Muscles with

Low-Level Infections. . Food. Pathog. And Dises. 2012; 9:1, p. 27-31.

<https://doi.org/10.1089/fpd.2011.0985>

39. K. Nöckler, S. Reckinger, I. Szabó, C. Maddox-Hyttel, E. Pozio, J. van der Giessen, I. Vallée, P. Boireau, Comparison of three artificial digestion methods for detection of non-encapsulated *Trichinella pseudospiralis* larvae in pork. Vet Parasitol, 2009; 159: 342–344.

<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.075>

40. Pozio E. The impact of globalization and climate change on *Trichinella* spp. epidemiology. Food Waterborne Parasitol. 2022;27:e00154.

<https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2022.e00154>

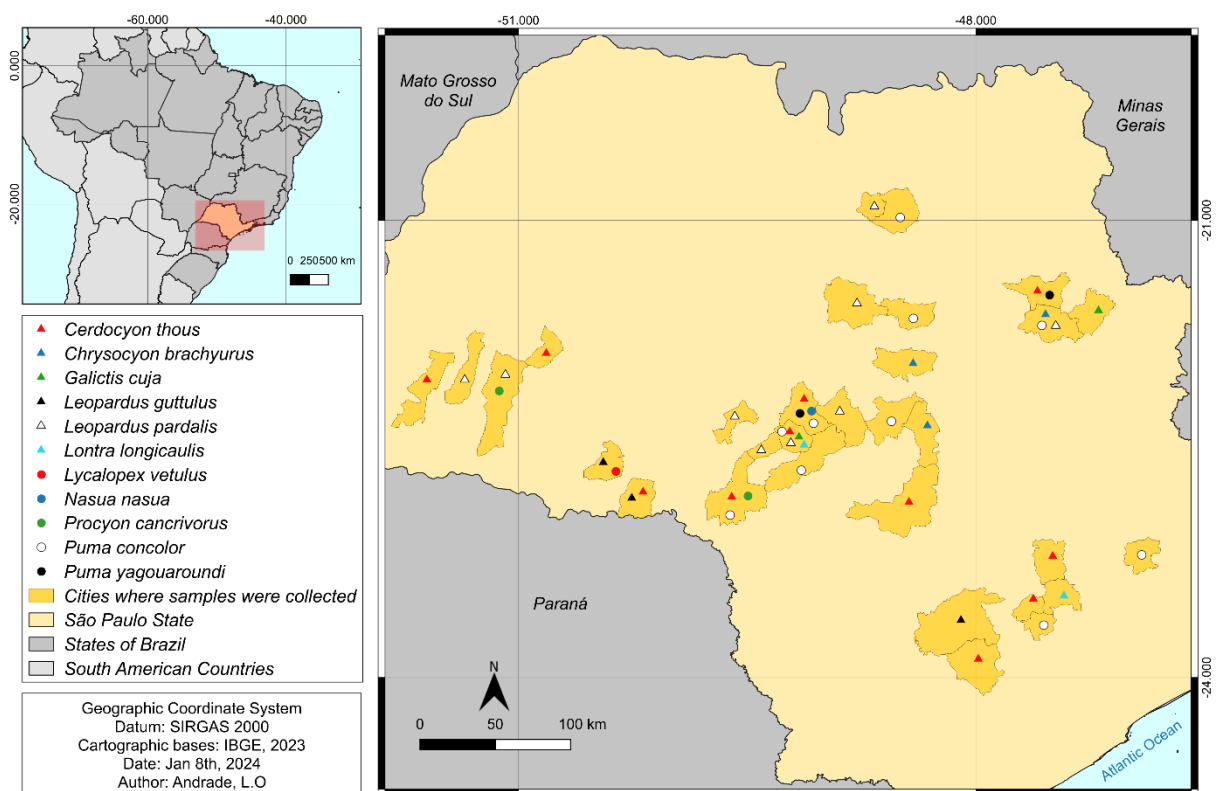


Fig. 01: Map of São Paulo State showing the cities (Assis, Bauru, Bebedouro, Boa Esperança do Sul, Itápolis, Jaú, Jundiaí, Martinópolis, Monte Azul Paulista, Palmital, Presidente

Bernardes, Presidente Prudente, Piratininga, Santa Cruz do Rio Pardo, Santa Rita do Passa Quatro, São Simão, Tambaú) where the animals were found and their species between April 2022 and July 2023.

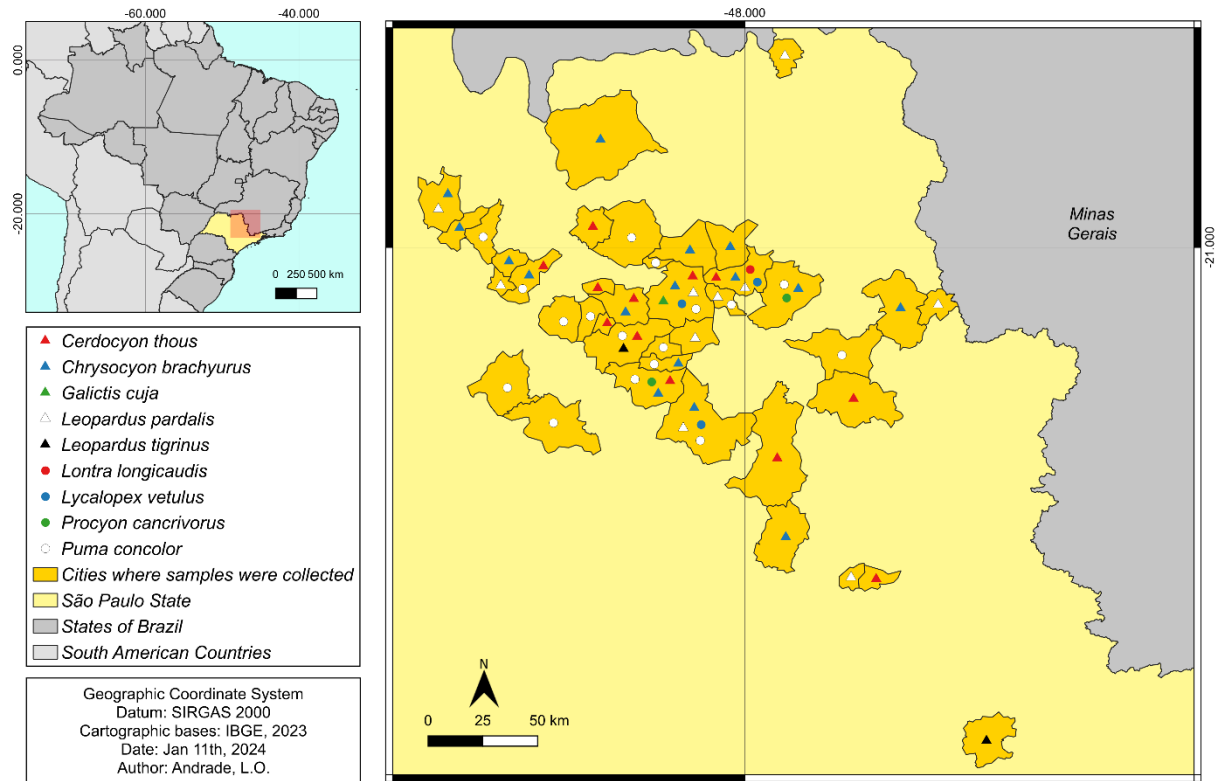


Fig. 02: Map of São Paulo State showing the cities (Araraquara, Aramina, Barretos, Barrinha, Borborema, Cajuru, Candido Rodrigues, Catanduva, Catiguá, Cassia dos Coqueiros, Cedral, Cordeirópolis, Dobrada, Elisiário, Fernando Prestes, Guariba, Ibitinga, Itirapina, Jaboticabal, Jundiaí, Matão, Monte Alto, Monte Azul Paulista, Pitangueiras, Pontal, Ribeirão Preto, Santa Adélia, Santa Rita do Passa Quatro, Santa Gertrudes, Santa Ernestina, São José do Rio Preto, São Carlos, São Simão, Sertãozinho, Taquaritinga, Taquaral, Uchôa and Vista Alegre do Alto) in areas where the animals were found and species from November 2010 to December 2021.

Tabela 1. Species of carcasses and collection of slides of wild carnivorous mammals used in the study.

	Roadkill carcasses	Slide bank	Total
Canidae			
<i>Cerdocyon thous</i>	17	19	36
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	03	20	23
<i>Lycalopex vetulus</i>	01	03	04
Felidae			
<i>Puma concolor</i>	11	29	40
<i>Leopardus pardalis</i>	09	11	20
<i>Leopardus guttulus</i>	03	02	05
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	02	N/A	02
Mustelidae			
<i>Lontra longicaudis</i>	02	02	04
<i>Galictis cuja</i>	02	01	03
Procyonidae			
<i>Procyon cancrivorous</i>	02	02	04
<i>Nasua nasua</i>	01	N/A	01
Total	53	89	142

N/A not available

CAPÍTULO 03 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nematódeo *Trichinella* spp. já foi encontrado na América do Sul em diferentes animais selvagens. Espécies como *Puma concolor* e *Galictis cuja*, positivos para o nematódeo na América do Sul, ocorrem também no Brasil. Entretanto, mesmo nestas espécies, que sabidamente são potenciais hospedeiros, não foram encontradas larvas no presente estudo.

O Brasil, por ser considerado positivo para triquinelose no ciclo selvagem em algumas áreas, depende de muitos gastos nas suinoculturas pois a vigilância por meio de digestão artificial é obrigatória para a exportação de carne suína. Entretanto, a circulação de *Trichinella* spp. no país é controversa. Apesar de algumas amostras sorológicas de javalis selvagens terem sido positivas, nenhum estudo já realizado no Brasil com animais selvagens (incluindo os javalis) encontrou a larva do nematódeo. Portanto, esta pesquisa corrobora com os resultados já publicados no Brasil com o resultado negativo.

Por se tratar de uma doença parasitária zoonótica, a vigilância deve-se manter ativa. Progredir com pesquisas em carnívoros selvagens de vida livre e expandir as áreas de vigilância, incluindo diferentes biomas, contribuirá no melhor entendimento da ocorrência ou não de *Trichinella* spp. no território brasileiro.

Pesquisa com animais selvagens, principalmente com origem de vida livre, fornecem resultados que muitas vezes não foram esperados. Neste estudo, no qual foram recolhidas carcaças do período de abril de 2022 a julho de 2023, totalizando 1 ano e 4 meses, não havia sido esperado que a principal causa que levou o óbito desses carnívoros fosse por atropelamentos. Entretanto, com exceção de três canídeos positivos para cinomose (dois *Cerdocyon thous* e um *Chrysocyon brachyurus*), todos os outros mamíferos recebidos foram vítimas de colisão por veículos.

Não foi encontrado o nematódeo *Trichinella* spp., entretanto paralelamente outros resultados foram obtidos. Em relação a proporção de machos e fêmeas, dos 53 carnívoros necropsiados obteve-se uma porcentagem de 71,7% (30/53) de machos e 28,3% (15/53) de fêmeas. Observa-se que na região estudada, os machos de

carnívoros são mais atropelados do que fêmeas. Assim como os adultos. Foram 96,2% (51/53) adultos e apenas 3,7% (02/53) filhotes recebidos.

O recebimento desses animais foi com o objetivo de vigilância da infecção por *Trichinella* spp. em carnívoros selvagens. Entretanto, por ser um material de difícil acesso, as carcaças foram aproveitadas ao máximo. Pôde-se contribuir para o conhecimento de alunos, pois as necropsias foram realizadas em aulas práticas da graduação e pós-graduação da UNESP/FCAV. Foram realizadas necropsias completas e documentadas, coleta para o banco de amostras (in natura, parafinada e em lâminas histológicas) do Serviço de Patologia de Animais Selvagens (SEPAS) da UNESP/FCAV. Assim como produção de peças de museu para fins didáticos.

Foi realizada vigilância de raiva, com o envio de amostras de sistema nervoso central dos carnívoros avaliados ao Instituto Pasteur de São Paulo. Avaliou-se o conteúdo estomacal dos animais, tendo em vista que são animais de vida livre e deste modo, obtiveram-se informações relevantes acerca dos hábitos alimentares de carnívoros da região. Por exemplo, em uma jaguatirica (*Leopardus pardalis*) foi encontrado um espécime de serpente do gênero *Bothrops*. O hábito alimentar deste felino em consumir serpentes peçonhentas é pouco relatado em literatura.

Por meio da técnica de lavagem de trato gastrointestinal e de pulmão e grandes vasos, foi possível recuperar diversos parasitas de diferentes espécies de carnívoros e que já estão sendo utilizados em projetos de iniciação científica e podem ser utilizados em pesquisas de mestrado e doutorado. Diversos parasitas foram encontrados, por exemplo gastrointestinais, pulmonares, de vesícula biliar, intramusculares e até mesmo um parasita não descrito até então, em adrenal de *Puma concolor*.

Observa-se que é possível obter informações valiosas tanto para melhor conhecimento das espécies silvestres nativas, quanto para vigilância de doenças de importância humana, utilizando animais que já estão em óbito. Desta forma, não há interferência direta nas populações selvagens e mesmo que tenham limitações quanto a qualidade da amostra (por exemplo por autólise ou coagulação do sangue), é possível realizar diversos processamentos laboratoriais. Assim como, obter material para uso didático.