



Universidade de Brasília (UnB)

Faculdade de Medicina

Curso de Pós-graduação em Ciências Médica

**Estudo epidemiológico sobre tungíase e formas evolutivas de
enteroparasitos em solos de comunidades indígenas, do município de
São Gabriel das Cachoeira, Amazonas, Brasil.**

Raylene Andrade Oliveira

Brasília, DF

2025



Raylene Andrade Oliveira

**Estudo epidemiológico sobre tungíase e formas evolutivas de
enteroparasitos em solos de comunidades indígenas, do município de
São Gabriel das Cachoeira, Amazonas, Brasil.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Médicas, área de concentração: Biologia das Doenças Infecciosas e Parasitárias. Tendo como orientadora: Prof^a. Dr^a. Eleuza Rodrigues Machado
Co-orientador: Prof. Dr. Ciro Martins Gomes.

Brasília, DF

2025



Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Andrade Raylene.

Estudo epidemiológico sobre tungíase e formas evolutivas de enteroparasitos em solos de comunidades indígenas, do município de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil. Brasília, 2025.

161 p.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina – Universidade de Brasília, Pós-graduação em Ciências Médicas, Área Biologia das Doenças Infecciosas e Parasitárias.

Orientadora: Machado, Eleuza Rodrigues.

- Tunga penetrans. 2. Parasitos intestinais. 3. Solo. 4. Comunidades Indígenas.



Raylene Andrade Oliveira

**Estudo epidemiológico sobre tungíase e formas evolutivas de
enteroparasitos em solos de comunidades indígenas, do município de
São Gabriel das Cachoeira, Amazonas, Brasil.**

Data da defesa da dissertação

27/06/2025

Banca examinadora

Orientadora	Prof ^ª . Dr ^a . Eleuza Rodrigues Machado
Presidente da Banca	Hospital Universitário de Brasília e Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, da Universidade de Brasília (UnB).
Membro Interno (Membro titular)	Prof. Dr. Vicente de Paula Martins. Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil.
Membro Externo (Membro titular)	Prof. Dr. Altair Seabra de Farias. Universidade de Manaus, Amazonas, Brasil.
Suplente Interno (Membro suplente)	Prof ^ª . Dr ^a . Verônica Cortez Genini. Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil.



AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me proporcionar força e sabedoria ao longo desta jornada.

As comunidades indígenas que me acolheram em todos os momentos da pesquisa de campo.

Ao Programa de Ciência Médicas e à equipe técnica do Laboratório de Dermatologicologia, da Faculdade de Medicina, Universidade de Brasília que não mediu esforços em auxiliar na realização das análises laboratoriais.

A Coordenação das questões indígenas, da Universidade de Brasília - (COQUEI), pelo apoio prestado.

Minha eterna gratidão vai para minha família, que sempre esteve ao meu lado, me incentivando e apoiando em todos os momentos dessa caminhada.

Agradeço aos amigos que, com suas palavras e gestos, tornaram os dias mais leves e me ajudaram a enfrentar os desafios com alegria e otimismo, sou grato pelas trocas de experiências, pelas discussões sempre estimulantes e pelo apoio mútuo, em especial aos amigos e parceiros Silva Freire e Patrícia Silva Pereira, que sempre estiveram ao meu lado.

Por fim, agradeço a todas as instituições e pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. A pequena contribuição de cada um foi essencial para que eu chegasse até aqui.



AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A minha Orientadora e ao Coorientador,

Prof^ª Dra. Eleuza Rodrigues Machado

Agradeço sinceramente à minha orientadora, pela confiança, paciência e valiosas orientações que foram fundamentais para a realização deste trabalho, sua capacidade de ouvir e compreender minhas ideias e inquietações. Agradeço pela acolhida como aluna de mestrado, que representou não apenas a diversidade enriquecedora que buscamos, mas também a força e a resiliência da cultura e história dos meus ancestrais indígenas, que fez toda a diferença e me incentivou a superar os desafios encontrados, minha eterna gratidão.

Sinto toda a gratidão ao meu Coorientador Prof. Dr. Ciro Martins Gomes, por ter aceitado minha Co-orientação mesmo não me conhecendo, e bem sei, que sem sua aceitação não teríamos conseguido realizar esta pós-graduação. Serei eternamente grata a você!



“Para viver, você deve respeitar o mundo, as árvores, as plantas, os animais, os rios e até a própria terra. Porque todas essas coisas têm espíritos, todas elas são espíritos, e sem os espíritos a Terra morrerá, a chuva irá parar e as plantas alimentares murcharão e morrerão também”.

Cacique Raoni



RESUMO

Introdução: *Tunga penetrans* e parasitos intestinais são frequentes em áreas com baixo desenvolvimento social. **Objetivo:** verificar a ocorrência de *T. penetrans* e formas evolutivas de parasitos intestinais em solos de comunidades indígenas, município de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil. **Métodos:** Foi um estudo descritivo, transversal, quantitativo e qualitativo, e investigaram presença de *T. penetrans* e formas evolutivas de parasitos em comunidades indígenas, de SGC, AM. 32 comunidades localizadas no Alto Rio Negro participaram da pesquisa. Para detecção de *T. penetrans* usaram os métodos diretos: método da bandeja e de visualização em Esteriomicroscópio bilocular, em 30 g de solo das comunidades. Com a qPCR detectaram DNA de formas evolutivas *T. penetrans* em 200 mg de solos. Identificaram formas evolutivas de parasitos intestinais em 80 g de solos, processadas por método de Sedimentação Espontânea. Avaliaram as condições ambientais e moradias dos moradores das comunidades, nos anos de 2023 e 2024. **Resultados:** As 32 comunidades são de etnias diferentes, porém, em todas as moradias eram madeiras, coberturas de palha ou zinco, sem banheiros, onde avaliaram no total de 215 casas. 75% dos moradores relataram apresentarem infecções por *T. penetrans*, mostrando alta prevalência do ectoparasito. Os métodos usados confirmaram a presença de *T. penetrans* no solo, e qPCR apresentou com alta especificidade e sensibilidade para a pulga. As formas evolutivas encontradas foram: ovos e larvas de helmintos: *Ascaris* sp., Ancilostomídeos, *Hymenolepis nana*, *Toxocara* sp., *Taenia* sp., *Strongyloides* sp., além de ovos e larvas de Nematoda não identificados, e cistos *Entamoeba coli*. **Conclusões:** A tungíase é frequentes nas comunidades indígenas no município de SGC, AM. A técnica qPCR apresentou boa especificidade e especificidade para diagnóstico de *T. penetrans* em pequenas amostras de solos. A contaminação dos solos por formas evolutivas de parasitos potencialmente patogênicos para o homem e comensais intestinais foi alto.

Palavras chave: *Tunga penetrans*, tungíase, comunidades indígenas, povos indígenas, parasitos intestinais, solo, São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil.



ABSTRACT

Introduction: *Tunga penetrans* and intestinal parasites are common in areas with low social development. **Objective:** To verify the occurrence of *T. penetrans* and evolutionary forms of intestinal parasites in soils of indigenous communities in the municipality of São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brazil. **Methods:** This was a descriptive, cross-sectional, quantitative and qualitative study investigating the presence of *T. penetrans* and evolutionary forms of parasites in indigenous communities in SGC, AM. 32 communities located in the Upper Rio Negro region participated in the research. For the detection of *T. penetrans*, direct methods were used: the tray method and visualization using a binocular stereomicroscope, in 30 g of soil from the communities. qPCR detected DNA of *T. penetrans* evolutionary forms in 200 mg of soil. Evolutionary forms of intestinal parasites were identified in 80 g of soil, processed by the Spontaneous Sedimentation method. The environmental conditions and housing of the community residents were evaluated in the years 2023 and 2024. **Results:** The 32 communities are of different ethnicities; however, all dwellings were made of wood, with thatched or zinc roofs, and lacked bathrooms, totaling 215 houses evaluated. 75% of residents reported having *T. penetrans* infections, showing a high prevalence of the ectoparasite. The methods used confirmed the presence of *T. penetrans* in the soil, and qPCR showed high specificity and sensitivity for the flea. The evolutionary forms found were: eggs and larvae of helminths: *Ascaris* sp., Hookworms, *Hymenolepis nana*, *Toxocara* sp., *Taenia* sp., *Strongyloides* sp., in addition to unidentified Nematoda eggs and larvae, and *Entamoeba coli* cysts. **Conclusions:** Tungiasis is frequent in indigenous communities in the municipality of SGC, AM. The qPCR technique showed good specificity for the diagnosis of *T. penetrans* in small soil samples. Soil contamination by evolutionary forms of parasites potentially pathogenic to humans and intestinal commensals was high.

Keywords: *Tunga penetrans*, tungiase, indigenous communities, indigenous people, intestinal parasites, São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brazil.

LISTA DE ABREVIATURAS

DNA	Ácido Desoxirribonucleico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
PNASPI	Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas
SGC	São Gabriel da Cachoeira
<i>T. Penetrans</i>	<i>Tunga Penetrans</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa do município de SGC, AM, Brasil.	24
Figura 2.	Mapa geográfico mostrando as 32 comunidades indígenas que tiveram amostras de solos avaliadas para a presença de formas evolutivas de <i>T. penetrans</i> .	31
Figura 3.	<i>T. penetrans</i> : fêmea entrando debaixo da unha do pé esquerdo de um homem; fêmea penetrada em fase de amadurecimento dos ovos.	35
Figura 4.	<i>T. penetrans</i> , adultos: macho e fêmea.	36
Figura 5.	<i>T. penetrans</i> : pulga adulta fêmea com o abdômen repleto de ovos, ovos liberados pela abertura genital e lesão ampliada com auxílio de agulha.	37
Figura 6.	<i>T. penetrans</i> : (A) Ovo; (B) Larva.	37
Figura 7.	<i>T. penetrans</i> : Pupa e Larva.	38
Figura 8.	<i>T. penetrans</i> : (A) pulga adulta fêmea com o abdômen no estágio de desenvolvido completamente desenvolvido; (B) abertura genital de oviposição.	39
Figura 9.	Área da lesão deixada depois de retirada da pulga em processo de cicatrização.	40
Figura 10.	<i>T. penetrans</i> : (A) Ovo fértil; (B) Larva eclodida do ovo; (C) Larva no segundo estágio; (D) Larva no segundo estágio; (E) Pulga fêmea; (F) Pulga e macho.	40
Figura 11.	Distribuição mundial da <i>T. penetrans</i> .	43
Figura 12.	Pé de um homem brasileiro com 42 anos de idade. <i>T. penetrans</i> em todos os estágios de desenvolvimento.	47
Figura 13.	(A) pé e (B) mãos de um homem brasileiro com 42 anos de idade.	49
Figura 14.	(A) pé e (B) mãos de duas crianças, (C) pé de homem adulto da comunidade Yanomamis infestados com <i>T. penetrans</i> em todos os estágios de desenvolvimento.	52
Figura 15.	Espécimes jovens de plantas medicinais, usadas nos tratamentos de tungíase em comunidades indígenas. A: Ingá cipó (<i>Inga edulis</i>) e B: Cunabi (<i>Ichthyothere cunabi</i>).	56
Figura 16.	Mapa do plasmídeo clonado para utilização como controle positivo	60

	da reação qPCR.	
Figura 17.	Gene alvo clonado para controle positivo de amostras de DNA de <i>T. penetrans</i> em amostras de solos (Geneart, Thermofisher, Waltham, EUA).	61
Figura 18.	Resultados de validação da análise molecular de contaminação de amostras de solos das comunidades indígenas com formas evolutivas de <i>T. penetrans</i> . Em (A) representa a Curva padrão (pontos verdes) com indicação da amostra positiva quantificada (azul). Em (B): Amplificação logarítmica dos controles (azul) e da amostra positiva (vermelha).	62
Figura 19.	Formas evolutivas <i>T. penetrans</i> : adultas (machos e fêmeas) e ovos detectados por exame direto. Em A, macho e fêmeas coletadas de solo, usando o método da bandeja de papel. Em B, fêmea e C, ovo identificado, usando Esteriomicroscópio bilocular.	64
Figura 20.	Fotos mostram solo arenoso e seco. Em A e D. Falta de saneamento básico e pessoas andando descalças. Em B. Pessoas manuseando o solo com mãos sem luvas. Em C. Presença de galinha. Em D. Presença de cães.	65
Figura 21.	As fotos mostram presença de múltiplas lesões de <i>T. penetrans</i> . Em A. Calcanhar do pé direito de homem adulto, com tungíase e múltiplas infecções secundárias. Em B. Planta do pé direito de mulher idosa com múltiplos ectoparasitos. Em C. Dedos dos pés, com múltiplas lesões túngicas com deformações das unhas. Em D. Calcanhar do pé direito de um adolescente com múltiplos lesos de túngicas.	66
Figura 22.	Distribuição das pessoas por gênero, residentes das comunidades agrupadas por calhas de rios e proximidades da BR 307, município de SGC, AM, Brasil.	68
Figura 23.	Ciclo de vida de <i>Ascaris lumbricoides</i> .	107
Figura 24.	Ciclo de vida de <i>Taenia solium</i> e <i>T. saginata</i> .	109
Figura 25.	Ciclo de vida de <i>Giardia lamblia</i> .	111
Figura 26.	Fotos de formas evolutivas de parasitos intestinais encontrados em amostras de solos colhidos em 32 comunidades indígenas, do município de São Gabriel da Cachoeira, AM, Brasil, no ano de	133

2023-2024. **A:** ovo de Ancilostomídeo **B:** ovo de *Hymenolepis nana*
C: ovo de *Ascaris* sp. **D:** ovo de *Toxocara* sp. **E:** Cisto de *Entamoeba coli* **F:** ovo de Nematoda sp. **G:** larvas filarioides de *Strongyloides* sp. **H:** fêmea de Nematoda sp. **I:** macho de Nematoda sp

- Figura 27.** Heatmap, mostrando correlações entre os gêneros e espécies de parasitos intestinais detectados nos solos. 135
- Figura 28.** Fotos representando uma das 32 comunidades com amostras de solos analisadas, mostrando as condições de moradia (A, C e D), pessoa descalço (D), presença de cães (B e D), presença de galinha (A). 138

LISTA DE FOTOS

Fotos 1.	<i>Ascaris lumbricoides</i> : Adultos: macho, fêmea e ovo.	80
Fotos 2.	<i>A. duodenale</i> e <i>N. americanus</i> : Cápsula bucal e macho representativo das duas espécies.	81
Foto 3.	<i>A. duodenale</i> e <i>N. americanus</i> : Fêmea adulta representativa das duas espécies.	82
Foto 4.	<i>A. duodenale</i> e <i>N. americanus</i> : Ovo representativo das duas espécies.	82
Fotos 5.	<i>A. duodenale</i> e <i>N. americanus</i> : Larva infectante (L3) representativa das duas espécies.	83
Fotos 6.	<i>A. brasiliense</i> e <i>A. caninum</i> : Cápsula bucal e macho representativo das duas espécies.	84
Foto 7.	<i>A. brasiliense</i> e <i>A. caninum</i> : Fêmea representativa das duas espécies.	85
Foto 8.	<i>A. brasiliense</i> e <i>A. caninum</i> : Ovo representativo das duas espécies.	85
Foto 9.	<i>A. brasiliense</i> e <i>A. caninum</i> : Larva infectante (L3) representativa das duas espécies.	85
Fotos 10.	<i>Enterobius vermicularis</i> : Macho, fêmea e ovo.	86
Foto 11.	<i>Strongyloides stercoralis</i> : Fêmea partenogenética.	87
Foto 12.	<i>Strongyloides stercoralis</i> : Macho de vida livre.	87
Foto 13.	<i>Strongyloides stercoralis</i> : Fêmea de vida livre.	88
Foto 14.	<i>Strongyloides stercoralis</i> : Ovo	88
Foto 15.	<i>Strongyloides stercoralis</i> : Larva infectante (L3).	89
Fotos 16.	<i>Trichuris trichiura</i> : Macho, Fêmea e ovos.	90
Foto 17.	<i>Toxocara canis</i> e <i>T. catti</i> : Machos das duas respectivas espécies.	91
Fotos 18.	<i>Toxocara canis</i> e <i>T. catti</i> : Fêmeas das duas respectivas espécies.	91
Fotos 19.	<i>Toxocara canis</i> e <i>T. catti</i> : Ovos das duas respectivas espécies.	92
Foto 20.	<i>Taenia solium</i> e <i>T. saginata</i> : Adultos representativos das duas espécies.	92
Fotos 21.	<i>Taenia solium</i> e <i>T. saginata</i> : Escólex de adultos representativos das duas espécies.	93
Fotos 22.	<i>Taenia solium</i> e <i>T. saginata</i> : Estróbilo representativo das duas espécies.	94

Fotos 23.	<i>Taenia solium</i> e <i>T. saginata</i> : Proglotes maduras.	94
Fotos 24.	<i>Taenia solium</i> e <i>T. saginata</i> : Proglotes grávidas.	95
Foto 25.	<i>Taenia solium</i> e <i>T. saginata</i> : Ovo representativo das duas espécies.	95
Fotos 26.	<i>Taenia solium</i> e <i>T. saginata</i> : Cisticercos representativos das duas espécies.	96
Foto 27.	<i>Hymenolepis nana</i> e <i>H. diminuta</i> : Adulto representativo das duas espécies.	96
Foto 28.	<i>Hymenolepis nana</i> e <i>H. diminuta</i> : Escólex representativo das duas espécies.	97
Foto 29.	<i>Hymenolepis nana</i> e <i>H. diminuta</i> : Proglotes maduras representativas das duas espécies.	98
Foto 30.	<i>Hymenolepis nana</i> e <i>H. diminuta</i> : Proglotes grávidas representativas das duas espécies.	98
Fotos 31.	<i>Hymenolepis nana</i> e <i>H. diminuta</i> : Ovos representativos das duas espécies.	99
Fotos 32.	<i>Hymenolepis nana</i> e <i>H. diminuta</i> : Larvas cisticercóides representativas das duas espécies.	100
Fotos 33.	<i>Balantidium coli</i> : Trofozoíto e cisto.	100
Fotos 34.	<i>Cryptosporidium</i> spp: Trofozoíto e oocisto.	101
Fotos 35.	<i>Cyclospora cayetanensis</i> : Trofozoíto e cisto.	102
Fotos 36.	<i>Cystoisospora belli</i> : Trofozoíto e cisto.	103
Fotos 37.	<i>Entamoeba histolytica</i> : Trofozoíto e cisto.	104
Fotos 38.	<i>Giardia duodenalis</i> : Trofozoíto e cisto.	105
Fotos 39.	<i>Entamoeba coli</i> : Trofozoíto e cisto.	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Resumo da classificação de helmintos Nematoda com infecção via oral.	77
Tabela 2.	Resumo da classificação de helmintos Cestoda com infecção via oral.	77
Tabela 3.	Resumo da classificação de protozoários com infecção humana via oral.	78
Tabela 4A.	Características morfológicas dos helmintos Nematoda que passam parte do ciclo evolutivo no solo.	79
Tabela 4B.	Características morfológicas dos helmintos Cestoda que passam parte do ciclo evolutivo no solo.	92
Tabela 5.	Características morfológicas de protozoários patogênicos e comensais intestinais que passam parte do ciclo evolutivo no solo.	100
Tabela 6.	Principais métodos parasitológicos, usados para dar o diagnóstico de parasitos e comensais intestinais em fezes, água e solos.	117
Tabela 7.	Apresentação de alguns esquemas de tratamento das helmintíases intestinais, considerando informações apresentados na literatura.	121
Tabela 8.	Esquemas de tratamento de algumas protozooses intestinais, considerando informações apresentados na literatura.	122
Tabela 9.	Distribuição de parasitos intestinais e comensais identificados em amostras de solo de bacias hidrográficas e rodovia BR-307 em comunidades indígenas de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil, no período de 2023-2024.	130
Tabela 10.	Distribuição dos residentes em comunidades indígenas, município de São Gabriel da Cachoeira, AM, Brasil (2023-2024), por gênero e faixa etária.	139

FINANCIAMENTO

Agradecemos

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas e ao Laboratório de Dermatologia representado pelo Prof. Ciro Martins Gomes, onde foram realizadas partes dos experimentos para detecção de formas evolutivas: ovos, adultos macho e fêmeas de *T. penetrans* e detecção de DNA desta pulga presente em amostras de solos das comunidades indígenas por Biologia Molecular.

Ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos, local onde foram processadas e analisadas as amostras de solos para detecção de formas evolutivas: cistos de protozoários, ovos e larvas de helmintos de parasitos intestinais potencialmente patogênicos para os seres humanos.

A CAPES pela bolsa concedida, sem esta não teria conseguido realizar meu mestrado.

SUMÁRIO

1.	Introdução	22
2.	Justificativa	27
3.	Hipóteses	28
4.	Objetivos	29
4.1.	Objetivo geral	29
4.2.	Objetivos específicos	29
5.	Metodologia	29
5.1.	Tipo, local e período do estudo.	29
5.2.	Riscos e benefícios	32

Parte 1. *Tunga penetrans*

6.	Revisão de literatura sobre tungíase	35
6.1.	Tungíase	35
6.2.	Classificação da <i>Tunga penetrans</i>	36
6.3.	Ciclo de vida da <i>T. penetrans</i>	38
6.4.	História da tungíase no mundo	40
6.5.	Epidemiologia da tungíase	44
6.6.	Aspectos clínicos e sintomatológicos da tungíase	49
6.7.	Diagnóstico da tungíase	53
6.8.	Tratamento da tungíase	54
6.9.	Medidas de controle da tungíase	57
7.	Metodologia Específica sobre <i>T. penetrans</i> .	58
8.	Resultados	64
9.	Discussão	68
10.	Conclusões	71

Parte 2. Parasitos Intestinais

11.	Revisão de literatura sobre parasitos intestinais.	74
-----	--	----

11.1.	Classificação dos parasitos intestinais.	75
11.2.	Aspectos morfológicos e ciclos de vida de parasitos intestinais	78
11.3.	Aspectos clínicos e sintomatológicos da parasitose intestinais	111
11.4.	Diagnósticos de parasitoses intestinais	115
11.5.	Epidemiologia dos parasitos intestinais	117
11.6.	Tratamentos das parasitoses intestinais	120
11.7.	Medidas de controle das parasitoses intestinais	123
12.	Metodologia específica para o diagnóstico de formas evolutivas de parasitos intestinais no solo	125
13.	Resultados	129
14.	Discussão	140
15.	Conclusões	148
	Agradecimentos	150
	Referencias Bibliográficas	151

1. Introdução

A diversidade cultural e a riqueza histórica dos povos indígenas no Brasil são inegáveis, porém, ao longo dos séculos, esses grupos têm enfrentado desafios significativos que afetam sua saúde, bem-estar e preservação de suas tradições (BORGES, 2020). Com a chegada dos colonizadores europeus ao território brasileiro, a população indígena tem sido alvo de conflitos, deslocamentos forçados advindo de políticas discriminatórias que comprometem a soberania territorial, identidade cultural e relações tradicionais com a natureza destes povos (NOVAC, 2019). Como resultado dos fatos mencionados, as disparidades entre populações indígenas e o restante do Brasil acentuaram e perpetuam até os dias atuais (SANTOS et al., 2019).

A chegada dos colonizadores europeus ao Brasil não representou apenas a ocupação territorial, mas também o início de um processo profundo de desestruturação social, cultural e sanitária para os povos indígenas (CUNHA, 2012; RAMOS, 2006). Além da violência física e da imposição de modelos sociopolíticos alheios à sua realidade, os indígenas foram expostos a uma série de doenças infecciosas até então desconhecidas por suas comunidades, como varíola, sarampo, tuberculose e diversas parasitoses (FUNASA, 2004; HEMINGWAY et al., 2020). A ausência de imunidade natural frente a esses agentes infecciosos levou a surtos devastadores e perdas populacionais significativas, cujo impacto ainda ecoa nas atuais condições de saúde desses povos (LIMA, COIMBRA JR., 2019). Essa introdução abrupta de doenças e a desorganização de seus modos tradicionais de vida comprometeram não apenas a saúde física, mas também os sistemas de cura e conhecimentos ancestrais, agravando a vulnerabilidade sanitária dos povos indígenas ao longo das gerações (ATHIAS, MACHADO, 2001; LANGDON, DIEHL, 2007).

No contexto contemporâneo, essa vulnerabilidade persiste e se expressa em agravos negligenciados como a tungíase e as enteroparasitoses, cujas condições de ocorrência estão fortemente associadas à exclusão social, à precariedade ambiental e ao acesso limitado a serviços de saúde, aspectos historicamente condicionados pelo legado da colonização (WHO, 2017; IBGE, 2022).

Relatos da literatura indicam que a prevalência de óbitos entre indígenas menores de um ano de idade, em 2018, foi de 16,2%, enquanto que para os demais brasileiros foi de 2,7%. As causas que levaram estas crianças à morte foram: **i.** Afecções perinatais (39,4%); **ii.** Doenças infecciosas e parasitárias (10,1%); e, **iii.** Causas externas (9,8%). Para crianças brasileiras não indígenas nesta mesma faixa etária, essas causas corresponderam a 57,8%, 3,8% e 2,8%, respectivamente. Esta mesma análise foi realizada entre pessoas com mais de 50 anos, onde para esse grupo populacional também evidenciaram desigualdades em saúde, sendo que a população indígena sofreu mais por doenças circulatórias (28,6%), respiratórias (15,4%) e neoplasias (14,6%), contribuindo com os 52% dos óbitos ocorridos nessa população, em 2018. Para os demais brasileiros nesta faixa etária, a porcentagem de óbitos foi de 79,4%, sendo as causas de morte relacionadas foram de 31,5%, 13,6% e 19,0%, respectivamente (ALVES et al., 2021).

Desta forma, no contexto apresentado, encontra-se o Município de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Amazonas (AM), considerado o Município com maior número de pessoas indígenas do Brasil, considerando a diversidade étnica presente na região, ou seja, com 24 povos indígenas destacando dentre eles: Baniwa, Baré, Tukano, Hupd'äh, Desana, Tariano, Koripako, Yuhupdëh, Piratapuia, Werekena, Tuyuka, Kotiria, Kubeo, Nadëb, Arapaso, Yebamahsã, Dâw, Mirititapuia, Siriano, Caboclo, Bará, Karapanã, Kuiawi. Estas comunidades indígenas apresentam diferentes especificidades, compreendendo mais de uma dezena de línguas distribuídas em quatro famílias linguísticas como: Aruak, Tukano, Oriental, Naduhup e Yanomami (MODA, 2022).

A cidade SGC localiza-se no interior do estado do AM, 852 km da capital Manaus, às margens da Bacia do Rio Negro. Este município brasileiro faz divisa ao norte com a Colômbia e a Venezuela, ao sul e ao leste com o município de Santa Isabel do Rio Negro e ao sul com Japurá, e conta com uma estimativa populacional de 51.795 habitantes (IBGE, 2022).

O município de SGC, geoestrategicamente localizado possui uma extensão de 109.192,562 km², que pertence majoritariamente, ao Parque Nacional do Pico da

Neblina, porém, possui também terras indígenas de Alto Rio Negro, Médio Rio Negro I, II, III, e Rio Tea (IBGE, 2022), conforme mostrado no mapa (**Figura 1**).

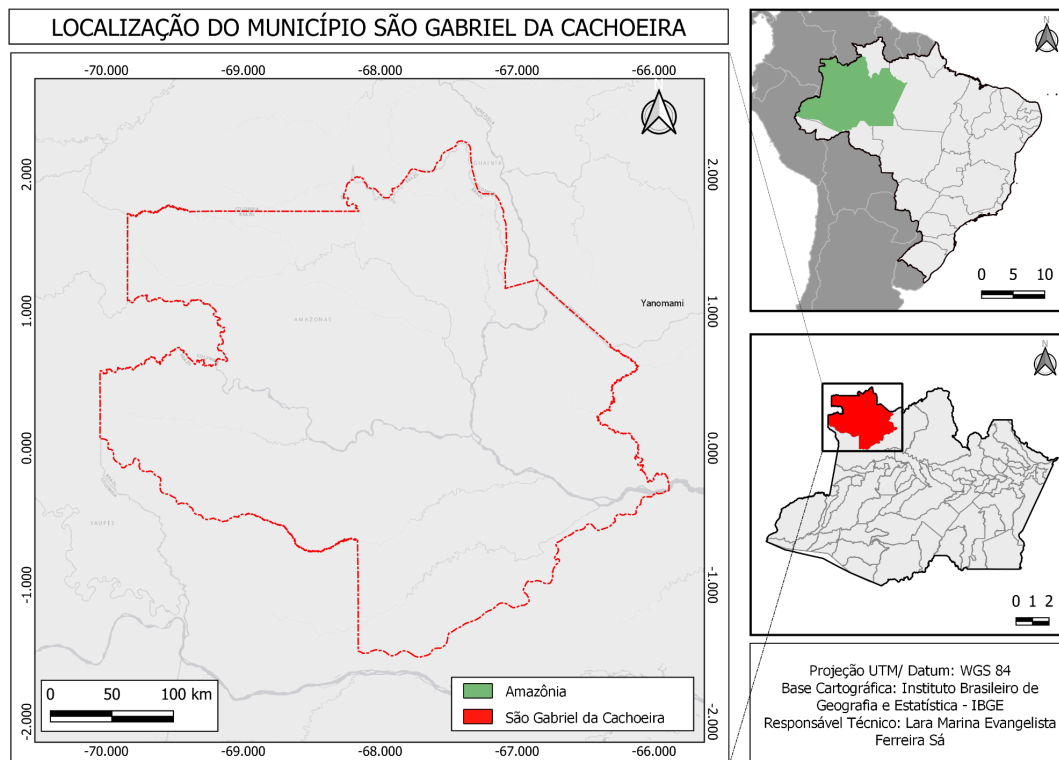


Figura 1. Mapa do município de SGC, AM, Brasil. Figura adaptada da **Fonte:** IBGE, 2022.

As condições socioeconômicas e culturais dos povos indígenas são marcadas por precariedades diversas. As comunidades enfrentam desafios relacionados à falta de acesso a moradias adequadas, saneamento básico, educação, saúde e desemprego (IBGE, 2022). As condições socioambientais são relevantes em estudo de perfil epidemiológico de grupos e subgrupos sociais específicos, sobretudo em se tratando de populações indígenas que ocupam ambientes em condições sanitárias inapropriadas e que, ocasionalmente, concentram-se em grupos populacionais de pluralidade étnica (IBGE, 2022).

A distância geográfica SGC de centros urbanos são gargalos que agravam as dificuldades enfrentadas por estes povos, tornando o acesso aos serviços de saúde e educação muito limitados e desafiadores. Assim, esse cenário fortalece a marginalização vivenciada pela população e desafia autoridades sanitárias em relação

à prestação de uma assistência integral. Soma-se aos fatos mencionados, a falta de acesso ao ensino universitário pela população, dificulta a formação de profissionais locais que sejam capazes de atender a uma demanda crescente de dificuldades enfrentadas por estes grupos de pessoas, principalmente aqueles relacionados à saúde (PELLEGRINI, 2021).

Um dos principais desafios de saúde vividos pelos indivíduos das comunidades indígenas de SGC são as doenças parasitárias, especialmente aquelas causadas por parasitos intestinais (RIOS et al., 2007; ANDRADE et al., 2016). Em uma pesquisa realizada em quatro aldeias indígenas localizadas na região amazônica com o objetivo avaliar a prevalência e associação entre malária e infecções intestinais por protozoários e helmintos mostraram que 295 amostras de fezes de residentes dessas aldeias analisadas, correspondendo 69% da população estudada, detectaram 14,2% casos de malária, 100% casos de parasitoses intestinais, sendo 100% de casos positivos por protozoários e 39,3% casos por helmintos (FIOCRUZ, 2023). Nesta pesquisa identificaram 83,7% de associações parasitárias, sendo que a maioria dos infectados albergam pelo menos duas ou mais espécies diferentes de protozoário e/ou helminto intestinal. A presença de helmintos encontrados nestes estudos foi associada ao aumento do número de parasitoses intestinais (ROCHA et al., 2019; VASCONCELOS et al., 2023), causados por geo-helmintos.

Neste contexto, é essencial compreender como as condições do solo das comunidades indígenas contribuem para a manutenção e disseminação de parasitos intestinais, que podem infectar os seres humanos por meio do contato direto com o solo contaminado, água ou alimentação. Além disso, sabem-se que além das parasitoses intestinais, os ectoparasitos também representam uma preocupação significativa para as comunidades indígenas em SGC, destacando os casos de piolhos (FOIRN/ISA, 2007) e o bicho de pé (FORNISA, 2007), que além de causarem desconfortos aos indivíduos ectoparasitados, podem ser fatores de riscos para infecções secundárias e outras complicações de saúde (IBGE, 2022).

Sobre as ectoparasitoses de particular relevância para os povos indígenas que vivem em SGC, destaca a tungíase, uma condição de saúde, causada pela infestação

de ectoparasito *Tunga penetrans*, popularmente conhecido como “Bicho-de- pé” (AVELAR, 2009). Em pesquisa realizada em uma comunidade indígena, localizada no município de SGC, AM, Brasil, mostraram que as condições ambientais e as estratégias de avaliação do solo em relação à ocorrência de tungíase a nível individual foram significativas. Nesta pesquisa, avaliaram amostras de solo de 18 casas, correspondendo 23,08% do total de casas da comunidade. Mostraram também, que o nível de contaminação do solo, examinados usando os métodos: direto, indiretos e moleculares foi significativamente maior nas residências onde havia indivíduos com tungíase ativa ($p < 0,001$). Os resultados mostraram que o número de habitantes por residência, o número de casas em determinada aldeia e o tipo de material usado na construção das paredes das casas avaliadas estavam relacionados com a presença da tungíase na comunidade indígena. Desta maneira, é possível dizer que uma relação positiva entre condições ambientais e maior taxa de tungíase (SANTANA, 2023). Portanto, é imprescindível considerar sempre as medidas ambientais para o controle e prevenção de infestações humana e de animais por *T. penetrans*.

A tungíase é uma ectoparasitose cutânea resultante da penetração da fêmea fertilizada de *T. penetrans* na pele humana. A presença deste inseto no tecido cutâneo pode resultar em sintomas dolorosos, além de complicações sérias se não for tratada adequadamente (ARIZA et al., 2007). Desta forma, a prevalência de tungíase em SGC e o impacto desta infecção na saúde e qualidade de vida das comunidades indígenas são de fundamental importância, pois serve como um indicador para o entendimento das características epidemiológicas, fatores de riscos e estratégias de prevenção e controle tanto para esta ectoparasitose como para outras doenças como as verminoses (ARIZA, 2007; AVELAR, 2009).

Desta maneira, os fatos apresentados foram os incentivos para a proposta desta pesquisa, que teve como objetivo central realizar um estudo epidemiológico sobre a presença de *T. penetrans* e formas evolutivas de enteroparasitos em solos obtidos de comunidades indígenas, localizadas no município de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil.

2. Justificativa

A tungíase e as parasitoses intestinais representam importantes problemas de saúde pública, especialmente em comunidades indígenas que vivem em condições de vulnerabilidade. Ambas as condições possuem impactos significativos na qualidade de vida e na saúde das populações afetadas. No entanto, cada uma delas apresenta particularidades epidemiológicas, que justificam uma análise separada.

A tungíase é uma infestação causada pela pulga *Tunga penetrans*, frequentemente associada ao ambiente de pobreza, condições sanitárias precárias e hábitos como andar descalço ou manusear o solo sem proteção. Este ectoparasitose está diretamente ligada a fatores ambientais, como contaminação do solo, e à presença de animais domésticos que atuam como reservatórios, contribuindo para a perpetuação do ciclo de transmissão.

Em comunidades indígenas de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Amazonas, a tungíase representa um desafio devido ao difícil acesso a serviços de saúde e às barreiras para melhorar as medidas preventivas, como o uso de calçados e práticas de higiene adequadas. Assim, o mapeamento da ocorrência de tungíase nessas comunidades é essencial para compreender a situação epidemiológica e propor estratégias de controle e prevenção.

As enteroparasitoses, causadas por helmintos e protozoários que habitam o trato intestinal, são outro grave problema de saúde pública que afeta as comunidades indígenas de SGC. A contaminação do solo com formas evolutivas de parasitos intestinais ocorre devido à ausência de saneamento básico, ao uso de água não tratada e contato direto com o solo contaminado. Tais infecções comprometem a saúde das populações afetadas, especialmente crianças, causando desnutrição, anemia e outros problemas de saúde crônicos. A investigação da presença de formas evolutivas de parasitos intestinais nos solos das comunidades indígenas permitirá não apenas a identificação de áreas de maior risco, mas também a melhora de medidas educativas e preventivas específicas.

A realização deste estudo epidemiológico é de extrema relevância para ampliar o

conhecimento científico sobre a tungíase e as parasitoses intestinais em comunidades indígenas, uma área ainda pouco explorada. Os dados obtidos poderão subsidiar a formulação de políticas públicas e ações preventivas, como campanhas de educação em saúde, profilaxia e estratégias de controle ambiental. Além disso, a identificação dos fatores ambientais, sociais e demográficos associados à ocorrência dessas infecções contribuirá para a adoção de medidas mais eficazes de intervenção.

Dessa forma, esta pesquisa se justifica pela necessidade de compreender e abordar de forma adequada os desafios relacionados à tungíase e às parasitoses intestinais em SGC, fortalecendo a saúde pública e melhorando as condições de vida das populações indígenas locais.

3. Hipóteses

Hipótese 1.

Estudos epidemiológicos sobre tungíase e formas evolutivas de enteroparasitos detectados em solos de comunidades indígenas, como as de SGC, AM, nos levam às hipóteses de que as infecções por tungíase e parasitos intestinais estão diretamente relacionadas à vulnerabilidade ambientais e socioeconômica das comunidades indígenas que localizadas em SGC, AM, como: falta de infraestrutura sanitária, uso de água sem filtrar, manuseio de solo sem luvas, andar descalços, podem contribuir para ocorrência de infecções de pessoas por ectoparasitos e enteroparasitos.

Hipótese 2.

A presença de animais domésticos como: cães, gatos, porcos, e pequenos animais contribuem com a contaminação do solo por *Tunga penetrans* e parasitos intestinais que podem infectar o homem e os animais, contribuindo para a manutenção de ectoparasitos e parasitos intestinais em comunidades indígenas.

4. Objetivos

4.1. Objetivo geral

Verificar a ocorrência de tungíase e formas evolutivas de parasitos intestinais em solos de comunidades indígenas, do município de São Gabriel das Cachoeiras (SGC), Amazonas (AM), Brasil.

4.2. Objetivos específicos

Identificar a presença de tungíase em moradores de comunidades indígenas de SGC, AM, Brasil.

Verificar a contaminação dos solos das comunidades indígenas de SGC, por *Tunga penetrans*.

Averiguar o grau de contaminação dos solos das comunidades indígenas com formas evolutivas de parasitos intestinais potencialmente patogênicos para o homem.

Relacionar o grau de contaminação dos solos com *T. penetrans* e formas evolutivas de parasitos intestinais com os fatores demográficos, sociais e ambientais existentes nas comunidades indígenas do município de SGC, AM, Brasil.

5. Metodologia

5.1. Tipo, local e período do estudo.

Tratou-se de um estudo descritivo, pois a pesquisa ocorreu por meio de observação e de registro dos dados que foram analisados. A pesquisa de campo contemplou um estudo transversal (BORDALO, 2006) com análise ambiental e laboratorial. No estudo não houve interferência do pesquisador e visou proporcionar uma nova visão da realidade (NUNES et al., 2016). Somado a isso, observou-se que a abordagem utilizada nesta pesquisa foi quantitativa e qualitativa. Foi quantitativa, porque consistiu em uma investigação acerca da análise das características de fatos

ocorridos em um dado período de tempo (MEDEIROS, 2017).

Foi qualitativa, pois fez abordagem que compreende um conjunto de técnicas que podem ser aplicadas para a compreensão dos impactos diante de vivências observadas (MINAYO, 2010). As amostras de solo coletadas nas comunidades indígenas foram armazenadas em potes estéreis, etiquetadas e enviadas para análises no Laboratório de Dermatomicologia, UnB, Brasil, para fins de serem processadas, analisadas e realizadas descrições qualitativas.

Os dados foram obtidos por observação, registro e análises de dados obtidos em amostras de solos, condições socioeconômicas, ambientais e avaliação clínica das pessoas moradoras de 32 comunidades indígenas (Figura 2), localizadas nas margens de calhas de rios, do município de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Amazonas, Brasil, em 12 meses de julho de 2023 a julho de 2024.

Este município encontra-se localizado no noroeste do estado do Amazonas, Brasil (PORTUGAL, 2021). Além disso, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população desta cidade ultrapassa os 50 mil habitantes, no ano de 2022 (BRASIL, 2022).

A escolha deste município para a realização desta pesquisa deu-se em virtude desta cidade ser considerada com a maior concentração de população indígena no país (HAMDAN, 2020). Como o foco da pesquisa foi fazer um estudo epidemiológico sobre tungíase e formas evolutivas de enteroparasitos em solos de comunidades indígenas, do município de SGC, AM, Brasil, a escolha deste município mostrou-se como relevante, pois o agente etiológico da tungíase e enteroparasitose é frequente em solos rurais (MARTINS, 2022), sendo, portanto, uma população vulnerável a estas doenças.

O estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS), Universidade de Brasília (CAAE: 64021322.9.0000.0030, e Número do Comprovante: 113339/2022) e pela Fundação Nacional dos Povos Indígenas (54/AAEP/2024). Todos os responsáveis legais das comunidades indígenas participantes da pesquisa assinaram o

Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), permitindo a entrada dos pesquisadores nas comunidades indígenas para colher as amostras de solos, usadas na identificação de formas evolutivas de *Tunga penetrans*, formas evolutivas de parasitos intestinais, e avaliação socioeconômica e ambientais presentes nestas localidades.

Foram selecionadas para participarem do estudo 32 comunidades indígenas (Figura 2), sendo o critério de escolha: permissão do líder da comunidade para a entrada do pesquisador na aldeia para as coletas de amostras de solos, dados socioeconômicos da população e avaliação das condições ambientais para manutenção das formas evolutivas de *T. penetrans*, e de parasitos intestinais, facilidade de acesso às comunidades, e ainda não possuírem dados sobre tungíase e formas evolutivas de parasitos intestinais presentes nos solos publicados cientificamente.

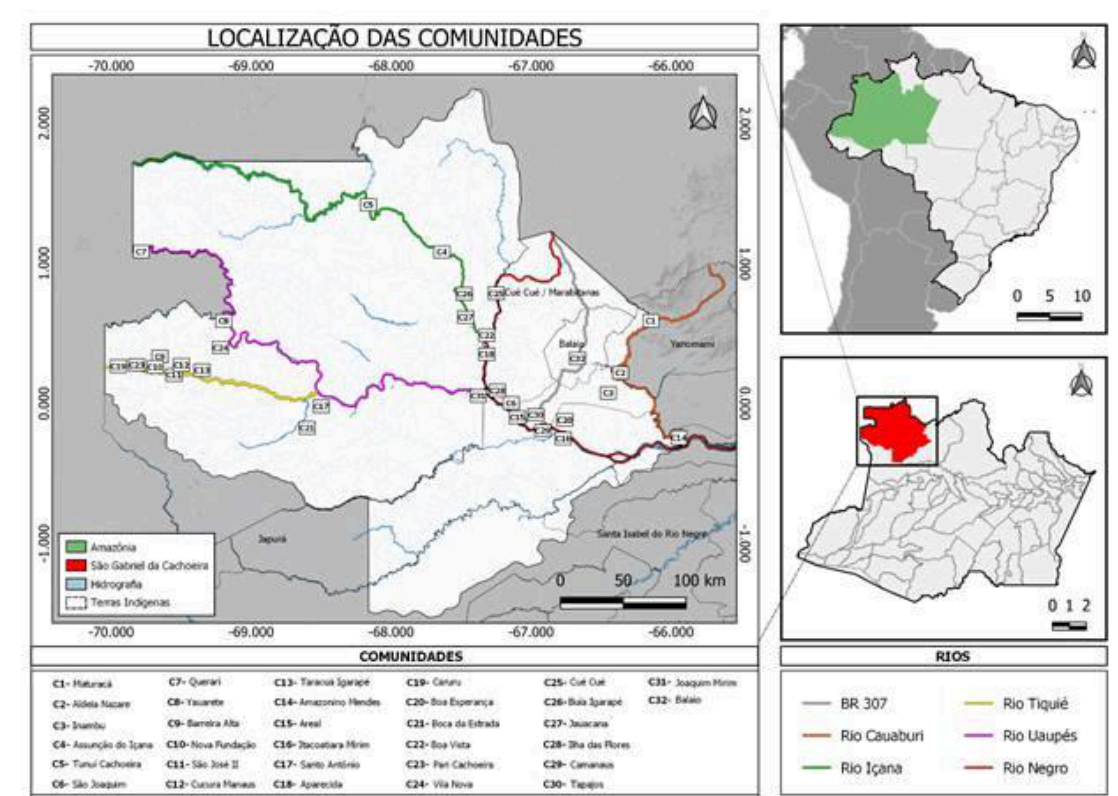


Figura 2. Mapa geográfico mostrando as 32 comunidades indígenas que tiveram amostras de solos avaliadas para a presença de formas evolutivas de *T. penetrans*, nos anos de 2023-2024.

5.2. Riscos e benefícios do estudo para as comunidades indígenas

Os riscos do estudo para os povos indígenas foram mínimos, pois as coletas de amostras de solos nas comunidades foram realizadas pelas pesquisadoras, e usavam nas coletas Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) e os materiais usados para pegar e acondicionar as amostras eram estéreis.

Os dados socioeconômicos e ambientais foram coletados, usando um questionário com questões objetivas estruturadas e não mencionaram assuntos como: costumes, crenças e hábitos que poderiam causar constrangimentos aos indivíduos, e o questionário foi preenchido pelas pesquisadoras.

Os benefícios para os moradores das comunidades com alta prevalência de formas evolutivas: ovos e adultos (fêmeas e machos) de *T. penetrans*, a identificação dos fatores ambientes de riscos para a infestação do homem e animais por estes insetos e a detecção das pessoas com tungíase foram orientações sobre os fatores de riscos para infestação com *T. penetrans*. Além disso, os habitantes das comunidades foram orientados sobre as medidas possíveis para evitar a contaminação dos solos em que é mantido o ciclo de vida de pulgas e parasitos intestinais possivelmente patogênicos para os seres humanos.

As pessoas que estavam com tungíase foram orientados para os cuidados necessários para a retirada do ectoparasito, incluindo assepsia anti e pós a retirada da fêmea parasita, e manutenção da lesão limpa para evitar infecções por bactérias, fungos, vírus e/ou miíases.

Além disso, os resultados obtidos neste estudo foram enviados para a Secretaria de Saúde do município de São Gabriel da Cachoeira e para a Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI), para que projetos de controle da *T. penetrans* sejam elaborados e implantados nas comunidades para controlar a tungíase nestas localidades, sempre no sentido de melhorar a qualidade de vida destes povos.

Outro fato importante a ser ressaltado foram que os moradores das comunidades indígenas não receberam benefício financeiro. Os benefícios desta

pesquisa foram indiretos para estes povos, no entanto, podem ajudá-los tendo em vista que este estudo permitiu ter melhor conhecimento para eles acerca da tungíase e enteroparasitoses presentes em cada comunidade.

Em relação aos riscos, o estudo ofereceu riscos mínimos para os pesquisadores, pois no momento da coleta das amostras de solos, as pesquisadoras mantiveram os cuidados diante de qualquer possível contaminação, uma vez que usaram os Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) necessários para a coleta das amostras, neste caso, as amostras de solos das comunidades indígenas.

Nas áreas com alta prevalência de formas evolutivas de *T. penetrans* e de parasitos intestinais indicaram riscos diretos à saúde das populações indígenas, que podem sofrer com infestação por *T. penetrans* e infecções por enteroparasitos e outras doenças associadas.

Parte 1. Tungíase

6. Revisão de literatura sobre tungíase

6.1. Tungíase

Tungíase é uma doença dermatológica tropical, resultante da penetração da pulga fêmea *Tunga penetrans* (Linnaeus, 1758) no tecido cutâneo (pele) do homem e de outros mamíferos (Figuras 3A, B, C e D). É considerado um problema de saúde pública em comunidades de baixo poder aquisitivo que vivem na América Latina, Caribe e África. Nas áreas endêmicas, as pessoas são intensamente infestadas e desenvolvem sinais e sintomas típicos de tungíase, que podem gerar sequelas evitáveis. Os quadros graves da ectoparasitose ocorrem principalmente em locais de pobreza, portanto, a infestação é considerada uma Doença Tropical Negligenciada (ARIZA, 2009; FERREIRA et al., 2009; MUKAI, 2020).

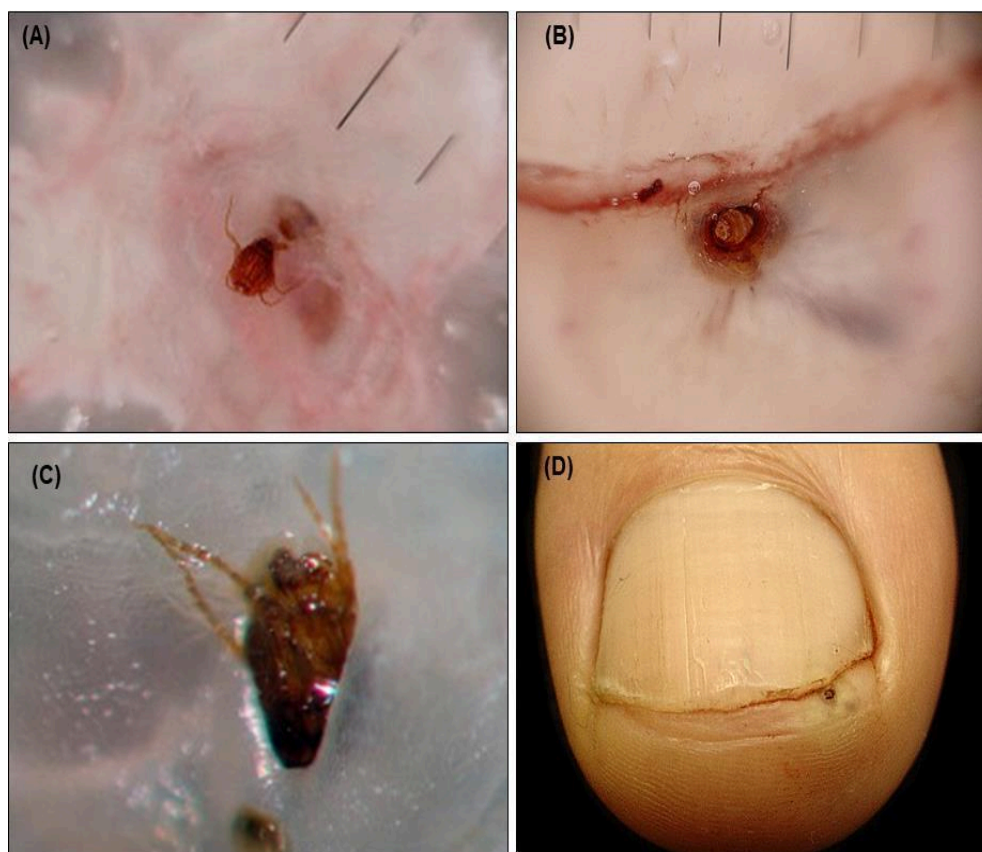


Figura 3. *T. penetrans*: (A, B e C) fêmea entrando debaixo da unha do pé esquerdo de um homem; (D) fêmea penetrada em fase de amadurecimento dos ovos (FERREIRA et al., 2009).

6.2. *Tunga penetrans*: Classificação e morfologia

Tunga penetrans é uma pulga que pertence à Classe Insecta, Ordem Siphonaptera, Família Tungidae, Subfamília Tunginae, Gênero *Tunga* (Linnaeus, 1758). Esta pulga é conhecida em diferentes regiões do Brasil e no mundo como: bicho de pé, pulga de areia, pulga de porco, ou pulga de bicho (CUNHA, 1914; LINARDI; AVELAR, 2016).

T. penetrans é a menor espécie da ordem Siphonaptera conhecida, e os espécimes adultos: macho e fêmea medem um milímetro (1 mm) aproximadamente (LINARDI; GUIMARÃES, 2000; LINARDI; AVELAR, 2016), como mostrado nas fotos (Figura 4 A e B).

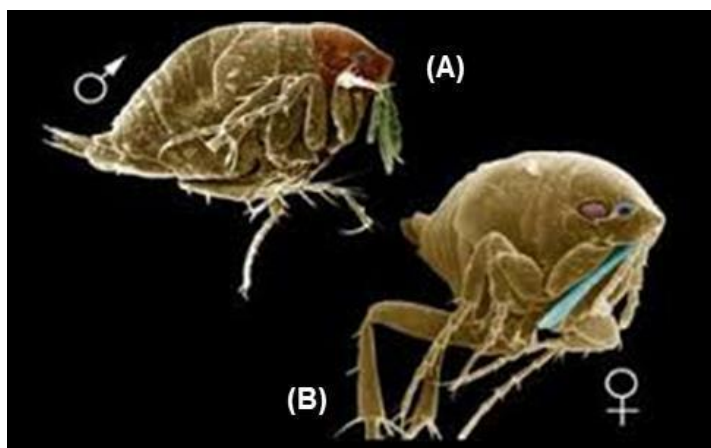


Figura 4. *T. penetrans*, adultos: (A) macho; (B) fêmea (ARIZA, 2009).

Os adultos habitam livremente no solo, principalmente, secos e arenosos, e ambos alimentam-se de sangue (hematófagos) para completar o amadurecimento sexual (WITT et al., 2004). No entanto, somente as fêmeas penetram a cabeça, o tórax e partes do abdome nos tecidos (epiderme) dos hospedeiros, alimentando-se de líquido tissular e sangue. Elas permanecem no local até o amadurecimento e postura dos ovos. A fêmea transforma-se em uma forma hipertrofiada, que recebe o nome de neossoma (CALHEIROS, 2007; LINARDI et al., 2010; LINARDI; AVELAR, 2016; HARVEY et al., 2021), e neste local a fêmea elimina os ovos como bolas de canhão (HEUKELBACH; CALHEIROS, 2009; LINARDI; AVELAR, 2016), como mostrado nas fotos (Figuras 5A e B).

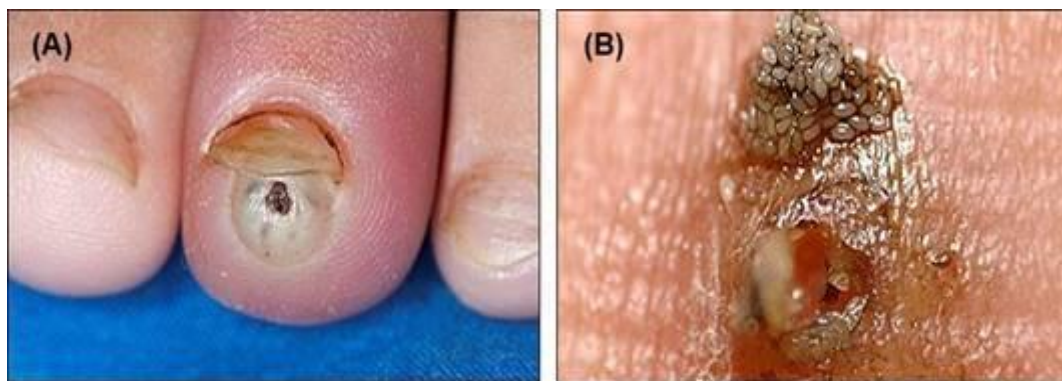


Figura 5. *T. penetrans*: (A) pulga adulta fêmea com o abdômen repleto de ovos; (B) ovos liberados pela abertura genital e lesão ampliada com auxílio de agulha (EISELE et al., 2003; ARIZA, 2009).

Os hospedeiros que são ectoparasitados por *T. penetrans* são: homem, mamíferos domésticos: cães, gatos, porcos, bovinos, dentre outros animais silvestres como: primatas não humanos, tatus, ratos, dentre outros (HEUKELBACH et al., 2001; LINARDI, 2001; HEUKELBACH et al., 2004b; HARVEY et al., 2021).

Os ovos de *T. penetrans* são ovóides ou elípticos, medindo de 600 x 320 mm de comprimento e são de cor esbranquiçados (NAGY et al., 2007; ARIZA, 2009), como mostrado na foto (Figura 6B; Figura 6A).

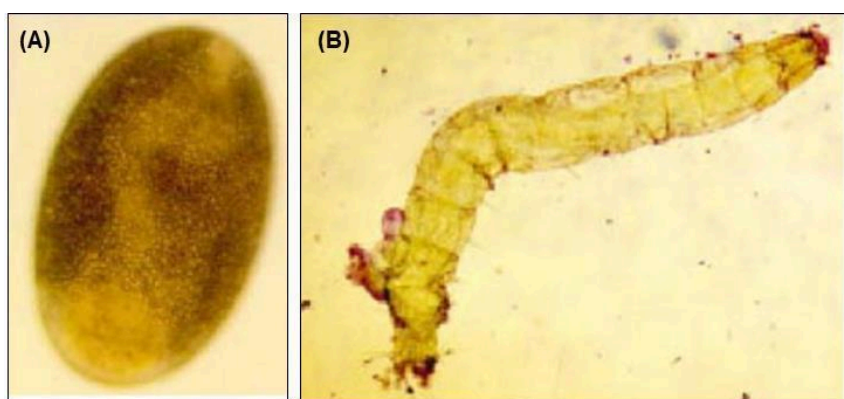


Figura 6. *T. penetrans*: (A) Ovo; (B) Larva (FABIÁN, 2005).

Os ovos (Figura 6A), no solo úmido e sombreado eclodem as larvas (Figura 6B), que passam por dois estádios. Estas formas evolutivas são vermiformes, esbranquiçadas, ápodas e com o segmento cefálico pequeno. A cabeça possui três

minúsculas antenas com três segmentos, mandíbulas, maxilas, palpos maxilares e labiais. Nos segmentos torácicos e abdominais existe uma cinta de cerdas, porém, o último segmento apresenta um par de apêndices que são usados para a locomoção (REY, 2008; LINARDI; AVELAR, 2016), como observado na foto (Figura 6B). As larvas de *T. penetrans* se desenvolvem no solo e neste ambiente alimentam-se de material vegetal e outros detritos (HICKS, 1930; NASCIMENTO; ARIGONY, 1990; REY, 2008; LINARDI; AVELAR, 2016).

A larva de segundo estágio tece um casulo em volta de si, após perderem a mobilidade e esvaziam o conteúdo intestinal (pré-pupa) e em seguida transforma em pupa (Figura 7), e no seu interior desenvolve a forma adulta da pulga (Figura 4A e B): macho ou fêmea respectivamente (REY, 2008; LINARDI; AVELAR, 2016).



Figura 7. *T. penetrans*: Pupa Larva (FABIÁN, 2005).

6.3. *Tunga penetrans*: ciclo de vida

O ciclo de vida de *T. penetrans* ocorre em fases e estágios de desenvolvimento diferentes. No hospedeiro considera as alterações clínico-histopatológicas que causam na epiderme, o que é chamada de “Classificação de Fortaleza” (EISELE et al., 2003). Na fase vital, a pulga, entra na epiderme do hospedeiro pela cabeça (estágio 1; Figura 3A), permanecendo mergulhada nesta posição na epiderme (estágio 2; Figura 3B e C). A região posterior do abdômen: abertura genital e quatro pares de espiráculos respiratórios formam uma estrutura, de modo que o último segmento posterior forma uma abertura de aproximadamente de 240–500 μm de diâmetro na pele, que permanece aberta e por onde a pulga respira e expeli os ovos,

durante a postura (Figura 7B).

Após completar a entrada na epiderme, a pulga precisa de um período de oito a 12 dias para completar a maturidade, chegando à fase vital: estágio 3 (Figura 3D; Figura 8A e B).

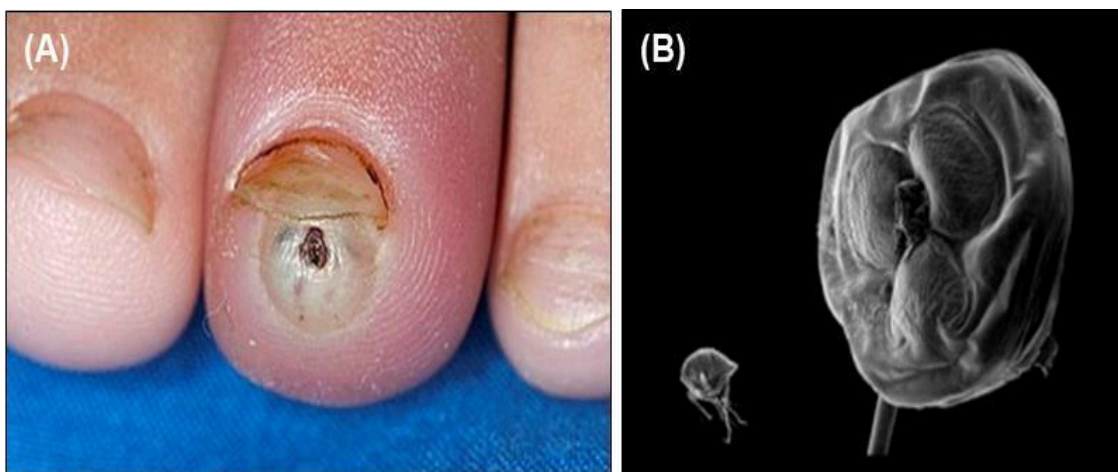


Figura 8. *T. penetrans*: (A) pulga adulta fêmea com o abdômen no estágio de desenvolvido completamente desenvolvido; (B) abertura genital de oviposição (EISELE et al., 2003; ARIZA, 2009).

Com o passar dos dias, o abdômen da pulga aumenta de tamanho, hipertrofiando, podendo chegar a diâmetro de um centímetro, e com cerca de 100 ovos, que são eliminados no ambiente (GORDON, 1941; ZALAR; WALTHER, 1980). O prurido neste estágio é intenso, o que induz o hospedeiro a coçar a lesão (Figura 5A), o que auxilia no processo de expulsão dos ovos (Figura 5B; Figura 8B), como mostrado na literatura (EISELE et al., 2003).

À medida que todos os ovos são eliminados, a pulga morre e seca na área lesionada (LINARDI, 2001; 2005), sendo os restos mortais expulsos da pele, por mecanismos de reparação tecidual, na fase avital: estágios 4 e 5, como mostrado na figura (Figura 9). A área da lesão vai aos poucos cicatrizando. A cicatriz geralmente apresenta formato circular e permanece na epiderme por alguns dias e com aproximadamente quatro a seis semanas desaparece completamente (EISELE et al., 2003; MILLER; RODRÍGUEZ, 2010; HARVEY et al., 2021).



Figura 9. Área da lesão deixada depois de retirada da pulga em processo de cicatrização.

Na figura (Figura 10) é mostrado o resumo do ciclo evolutivo da *T. penetrans*, com suas diferentes formas evolutivas.

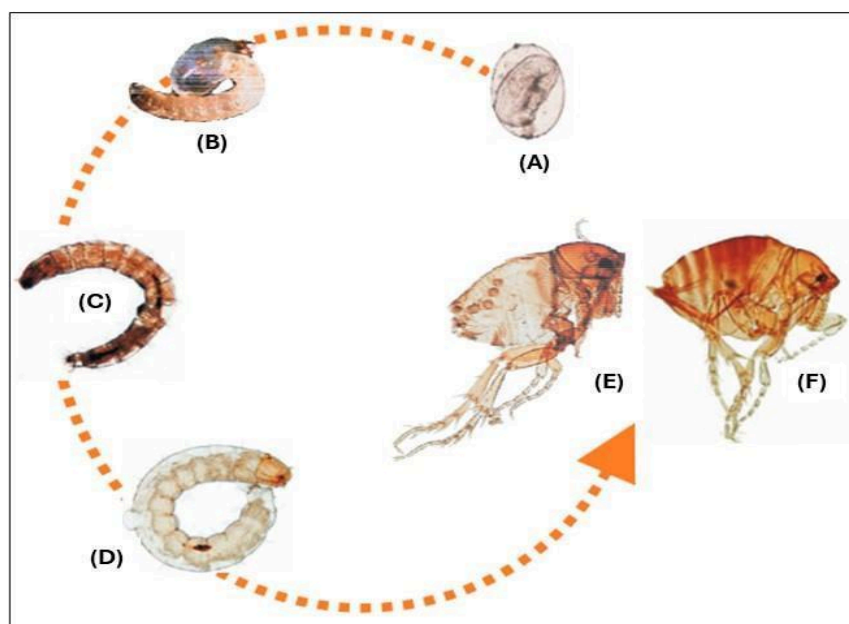


Figura 10. *T. penetrans*: (A) Ovo fértil; (B) Larva eclodida do ovo; (C) Larva no segundo estágio; (D) Larva no segundo estágio; (E) Pulga fêmea; (F) Pulga macho (MILLER; RODRÍGUEZ, 2010).

6.4. História da tungiase no mundo

Tunga penetrans é considerada originária da América Central e do Sul, tendo sido identificada e classificada por Linnaeus em 1758, como ilustrado nas imagens do macho e da fêmea (Figura 4A e B). Este inseto foi descrito pela primeira vez por exploradores e naturalistas europeus, durante expedições realizadas nessas regiões (HEUKELBACH; FRANCK; FELDMEIER, 2004; FELDMEIER, 2009; OLIVEIRA et al., 2014).

Inicialmente, a tungíase ocorria apenas na América do Sul e no Caribe, sendo os primeiros relatos datados do início do período colonial (século XV), após as expedições de Cristóvão Colombo às Américas (HEUKELBACH et al., 2001; ARIZA, 2009). O primeiro registro histórico foi apresentado em 1525 pelo historiador espanhol Gonzales Fernandez de Oviedo y Valdés, que relatou a tungíase como uma das principais enfermidades que acometiam os conquistadores espanhóis no Haiti (GUYON, 1870; GORDON, 1941; HOEPPLI, 1963; ARIZA, 2009; HEUKELBACH; CALHEIROS, 2009).

Em 1538, durante uma expedição à Colômbia, o conquistador espanhol Quesada relatou que a população de uma vila inteira em Bogotá estava acometida por tungíase. Os soldados apresentaram infestações tão graves que tinham dificuldade para caminhar. Em 1556, o alemão Hans Staden von Homberg zu Hessen, convivendo com os povos indígenas Tupinambás no sudeste do Brasil, descreveu a alta prevalência da tungíase entre os habitantes locais (TOSTI, 2000; HEUKELBACH, 2005; ARIZA, 2009). Diversos relatos históricos apontam que comunidades indígenas foram afetadas de forma maciça, sendo forçadas a abandonar seus territórios originais em busca de áreas não infestadas.

A primeira descrição científica da *T. penetrans* foi feita pelo médico português Aleixo de Abreu, no início do século XVII, enquanto servia ao governo colonial no Brasil (GUERRA, 1968; HEUKELBACH et al., 2001; ARIZA, 2009). Nos séculos XVII e XVIII, a pulga foi acidentalmente introduzida na costa ocidental da África, por meio de navios utilizados no tráfico de escravizados que retornavam às Américas transportando cascalho contaminado (HENNING, 1904; JANSELME, 1908; JEFFREYS, 1952). Entretanto, nesse período, a ectoparasitose não se disseminou

amplamente na África, aparentando ter desaparecido temporariamente (HEUKELBACH; UGBOMOIKO, 2007; ARIZA, 2009).

Em 1872, a *T. penetrans* foi novamente introduzida na África, especificamente em Angola, por uma carga contaminada trazida no navio Thomas Mitchell, procedente do Rio de Janeiro (HESSE, 1899; HENNING, 1904; GORDON, 1941; HOEPPLI, 1963; FRANCK et al., 2003). A partir de Angola, a ectoparasitose disseminou-se rapidamente ao longo da costa oeste africana e por toda a região subsaariana, utilizando as rotas comerciais como vetor de propagação (HICKS, 1930; JEFFREYS, 1952; ARIZA, 2009). No final do século XIX, a tungíase provocou surtos epidêmicos em diversos países africanos, atingindo rapidamente a Libéria, Zanzibar e Madagascar.

A chegada da tungíase à Ásia ocorreu por volta de 1899, quando soldados indianos, infestados durante expedições na África, levaram a doença a Bombaim e Karachi (GORDON, 1941; BRUCE et al., 1942; HOEPPLI, 1963; ARIZA, 2009). Existe apenas um caso autóctone conhecido na Índia, e os fatores que impediram a disseminação da tungíase pelo subcontinente asiático permanecem desconhecidos (TURKHUDD, 1928; SANE; SATOSKAR, 1985; ARIZA, 2009). Durante o período colonial, a tungíase foi amplamente discutida em expedições militares. As manifestações clínicas descritas por viajantes europeus incluíam inflamação intensa, supuração, úlceras, gangrena e dificuldade de locomoção (COTES, 1899; GREY, 1901; BRUCE et al., 1942; WATERTON, 1973; KONCZAKI, 1985; ARIZA, 2009).

No final do século XIX, em Angola, a tungíase tornou-se um grave problema de saúde pública. Pacientes infestados apresentavam dificuldades para andar, e casos de óbito foram associados à ectoparasitose. A gravidade da situação levou à criação de um hospital específico em Luanda, onde a tungíase era a segunda causa de morte, superada apenas pela varíola (DIAS, 1981; ARIZA, 2009). Lionel Decle (1900) descreveu a situação alarmante em comunidades rurais africanas, onde homens, mulheres e crianças sofriam com úlceras causadas pela pulga, tornando-se incapazes de trabalhar ou buscar alimento, o que contribuía para a fome e a miséria.

No início do século XX, o médico brasileiro Jaime Silvado declarou, em comunicação à Sociedade de Medicina e Cirurgia do Rio de Janeiro, que o "bicho-de-pé" deveria ser combatido devido à sua associação com óbitos (SILVADO, 1908; ARIZA, 2009).

Atualmente, embora a tungíase não represente um quadro epidemiológico tão extremo quanto no passado, ainda acomete populações vulneráveis com infestações severas. A doença é considerada uma Doença Tropical Negligenciada e permanecem como um problema de saúde pública em comunidades carentes da América Latina: do México à Argentina, Caribe e na África (Figura 11) (ARENE, 1984; CHADEE, 1994; GIBBS, 1996; HEUKELBACH et al., 2001, 2002a, 2004, 2005).

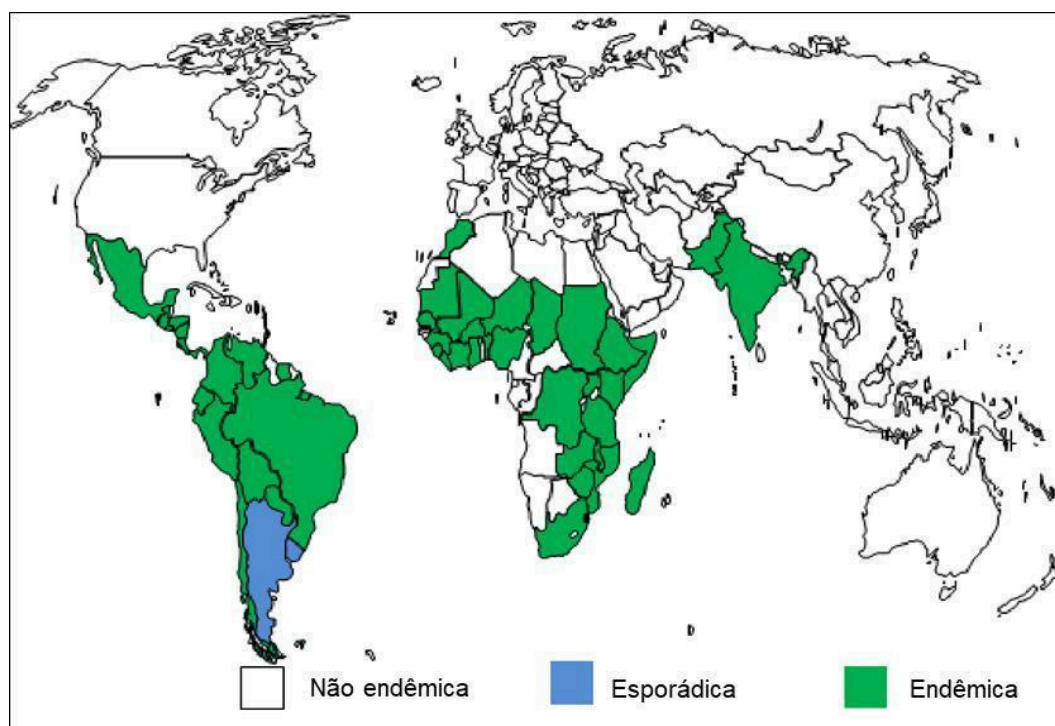


Figura 11. Distribuição mundial da *T. penetrans* (MWANGI, 2015).

Em países africanos como Camarões, Quênia, São Tomé e Príncipe, Madagascar e Nigéria, as condições socioeconômicas e epidemiológicas da tungíase são comparáveis às observadas no Brasil (ADE-SERRANO; EJEZIE, 1981; UGBOMOIKO et al., 2007, 2008; RATOVOIJATO et al., 2008; COLLINS et al.,

2009). Em estudo com escolares nigerianos, a prevalência variou de 30% (ARENE, 1984) até 54% em comunidades dos Camarões (COLLINS et al., 2009).

Em Madagascar, a tungíase é considerada prioridade em saúde pública, com prevalência superior a 40% em mais de 13% das áreas estudadas (RATOVONJATO et al., 2008). No Quênia, o governo e organizações não governamentais (ONGs) também reconhecem a tungíase como um sério problema de saúde pública. Casos autóctones também foram descritos na Índia e na costa sul da Itália, embora a doença ainda não seja endêmica nesses locais (SANE; SATOSKAR, 1985; VERALDI et al., 2000; PALICELLI et al., 2016).

Atualmente, a tungíase é reconhecida como uma Doença Tropical Negligenciada que afeta populações de áreas rurais e comunidades com baixos níveis socioeconômicos, contribuindo para o agravamento da pobreza e do estigma social. Apesar disso, a doença não é prioritária para gestores e profissionais de saúde, carece de medicamentos eficazes disponíveis no mercado e não integra a lista de notificação compulsória no Brasil (HEUKELBACH et al., 2001; FELDMEIER; HEUKELBACH, 2009; AHIRIRWE et al., 2023). A tungíase atende aos critérios de enfermidade prevalente em populações marginalizadas (EHRENBORG; AULT, 2005; TAMENE, 2021), mas, entre as ectoparasitoses, apenas a escabiose foi incluída na mais recente edição do *Communicable Disease Control Handbook*, da Organização Mundial da Saúde (FELDMEIER; HEUKELBACH, 2009).

Embora muitos estudos recentes abordem a tungíase, os dados sobre sua real distribuição epidemiológica ainda são escassos. O desconhecimento das áreas de ocorrência e da taxa de morbimortalidade dificulta a compreensão do impacto dessa ectoparasitose na saúde e na qualidade de vida das populações afetadas (FELDMEIER; HEUKELBACH, 2009; ARIZA, 2009).

6.5. Epidemiologia da tungíase

A tungíase atualmente surge como um desafio de saúde em áreas onde as pessoas vivem na pobreza e em condições sanitárias precárias (REY, 2008; LINADI; AVELAR, 2016; NEVES et al., 2019).

Na população em geral onde a tungíase é endêmica, a prevalência varia de 1,0% a 82,6% (LINADI; AVELAR, 2016; NEVES et al., 2019). Nos países da América Latina, Caribe e países africanos, onde está ectoparasitose é endêmica e os indivíduos possuem precários recursos sócio-econômicos, as taxas de tungíase variaram entre 16% e 55% (EJEZIE, 1981; ARENE, 1984; CHADEE, 1994; LINARDI, 1995; CHADEE, 1998; WILCKE et al., 2002; CARVALHO et al., 2003; HEUKELBACH et al., 2005; HEUKELBACH et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2007b; COLLINS et al., 2009; LINADI; AVELAR, 2016).

A frequência e a carga parasitária da tungíase entre os diversos países apresenta sazonalidade e variam significativamente entre as estações do ano, com maiores taxas de infestação na estação seca, diminuindo consideravelmente na estação chuvosa (HEUKELBACH et al., 2005; ARIZA, 2009). Em um estudo realizado durante um ano em uma favela em Fortaleza, Ceará, Brasil, os autores mostraram uma prevalência de 17% na estação de chuva e 54% na estação seca, portanto, com maior taxa de infestação no período de estiagem (HEUKELBACH et al., 2005). Essa variação sazonal resulta da dinâmica da população de pulgas na comunidade, que estão diretamente relacionados com as variáveis climáticas. Assim, acreditam que a grande umidade do solo pode retardar a evolução dos estágios imaturos da pulga que vivem livremente no ambiente, além disso, as chuvas fortes podem levar do solo ovos, larvas, pupas e os estágios adultos da pulga (HEUKELBACH et al., 2005; REY, 2008; LINADI; AVELAR, 2016).

A tungíase está relacionada também com a faixa etária da população. Assim, estudos com pessoas com idade menores de 15 anos são mais infestados, diminuindo nos adultos, e aumentando novamente em indivíduos acima de 60 anos. Nas diversas áreas endêmicas: na América Latina, Caribe e na África, e mesmo em diferentes estações do ano, as crianças de cinco a 14 anos foram as que apresentam as mais altas prevalências (CHADEE, 1994; WILCKE et al., 2002; CARVALHO et al., 2003; GONZÁLEZ et al., 2003; MUEHLEN et al., 2003; HEUKELBACH et al., 2005; HEUKELBACH et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2007b; COLLINS et al., 2009; ARIZA, 2009), portanto, a tungíase pode ser considerada doença da infância (WILCKE

et al. (2002) e HEUKELBACH et al. (2007). Em pessoas idosas, o aumento da tungíase pode diferir de uma comunidade para outra, e o pico de prevalência não é tão claro (CHADEE, 1998; CARVALHO et al., 2003; HEUKELBACH et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2007b; LINADI; AVELAR, 2016).

Como mostrado na literatura, existem fatores que permitem os altos índices de tungíase nas crianças e nos idosos, porém, não existem dados da literatura comprovando que o estado imunológico das crianças e idosos esteja associado com a maior taxa de infestação. Não obstante, parece que a maior suscetibilidade destas pessoas esteja relacionada com os aspectos comportamentais de exposição e controle da ectoparasitose (MUEHLEN et al., 2003; UGBOMOIKO et al., 2007^a; ARIZA, 2009).

Com relação à prevalência da tungíase por gênero, não existe uma concordância entre os resultados apresentados na literatura. As taxas de infecções entre homens e mulheres diferem de uma área endêmica para outra. Muitos estudos realizados em comunidades ou escolas de diversos países como: Camarões, Trinidad & Tobago, Nigéria, Brasil, mostraram que os homens são susceptíveis às infestações (EJEZIE, 1981; ARENE, 1984; CHADEE, 1994; 1998; NJEUMI et al., 2002; WILCKE et al., 2002; GONZÁLEZ et al., 2003; MUEHLEN et al., 2003; HEUKELBACH et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2007b; COLLINS et al., 2009; (HEUKELBACH et al., 2005). No entanto, um estudo realizado em uma comunidade pobre no sul do Brasil mostrou que as mulheres foram significativamente mais infestadas por *T. penetrans* do que os homens. Estes resultados corroboram com resultados de pesquisa realizada na comunidade de Trinidad, onde as mulheres foram mais infestadas (CHADEE, 1998; CARVALHO et al., 2003).

Outro fato importante descrito na literatura resulta de uma pesquisa realizada em uma favela urbana e escolares de Santa Catarina mostraram que o gênero feminino mais de cinco lesões (ARIZA et al., 2007; DAMAZIO; SILVA, 2009). Muitos pesquisadores acreditam que as diferenças na prevalência por gênero e faixa etária, estão relacionadas com as diferenças na exposição a *T. penetrans*, devido aos aspectos comportamentais e culturais diferentes que existem entre homens e

mulheres (CHADEE, 1998; HEUKELBACH et al., 2001; WILCKE et al., 2002; MUEHLEN et al., 2003; COLLINS et al., 2009; LINADI; AVELAR, 2016).

No tocante a carga parasitária total presentes nas áreas endêmicas, de um modo geral, é alta, devido as frequentes reinfestações. É frequente nestas áreas, as pessoas terem até mais de 10 novas pulgas penetradas diariamente (HEUKELBACH et al., 2004). Este fato faz com que as pessoas tenham dezenas de ectoparasitos, podendo chegar a centenas (BEZERRA, 1994; FELDMIEIER et al., 2003; MUEHLEN et al., 2003; HEUKELBACH et al., 2004c; JOSEPH et al., 2006; ARIZA et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2008; COLLINS et al., 2009), como mostrado na figura (Figuras 12).



Figura 12. Pé de um homem brasileiro com 42 anos de idade. *T. penetrans* em todos os estágios de desenvolvimento (GATTI et al., 2008).

Existe uma relação significativa entre o maior número de pessoas e animais infestados e a maior transmissão, pois quanto maior número de ovos da pulga *T. penetrans* liberados no meio ambiente pelas pessoas que vivem e locomovem na comunidade (HEUKELBACH; CALHEIROS, 2009), e a infestação é ainda mais intensa, quanto maior for à carga parasitária dos hospedeiros (FELDMIEIER et al., 2006; GATTI et al., 2008).

Para a manutenção do ciclo de infestações e reinfestações são necessários a presença de pessoas e animais infestados e as condições ambientais favoráveis com

presença de matéria orgânica e terreno arenoso, o que permite a evolução dos estágios imaturos da pulga (HEUKELBACH; CALHEIROS, 2009; LIMA et al., 2024). Assim, a infestação intensa e a gravidade da tungíase estão associadas com comportamentos e precárias condições de vida das pessoas que vivem nas comunidades endêmicas (MUEHLEN et al., 2006; UGBOMOIKO et al., 2007a; PILGER et al., 2008b; LIMA et al., 2024).

Em um estudo realizado em uma comunidade pesqueira no Brasil, a ocorrência de tungíase como doença grave estava associada de forma significativa e independente, às condições precárias de habitação, presença de animais domésticos e baixa escolaridade (MUEHLEN et al., 2006). Em outro estudo realizado em uma vila rural da Nigéria, os fatores de riscos para aquisição de *T. penetrans* foram similares aos do Brasil, como a pobreza, falta de saneamento básico e presença de animais reservatórios (LIMA et al., 2024). Neste estudo, os fatores de riscos observados foram casas com piso de barro ou areia, e presença de porcos. Para os autores, uma simples melhoria do piso da casa com cimentação seria uma medida viável para diminuir até 75% da tungíase (UGBOMOIKO et al., 2007).

De um modo geral, os fatores de riscos para aquisição da tungíase estão positivamente associados às precárias condições sanitárias, sócio-econômicas das pessoas, e características ambientais em que vivem as comunidades afetadas. Estes fatos corroboram com as observações apresentados em estudos realizados no passado como dias atuais, que mencionam que a baixa escolaridade e condições de higiene são fatores que contribuem para a disseminação da *T. penetrans* no ambiente, e que causam maior impacto em pessoas que vivem sem acesso a assistência e a educação em saúde (FELDMEIER et al., 2003).

Desta maneira que, quanto mais inadequados os fatores de riscos para as infestações, maior será a chance dos indivíduos adquirirem altas cargas de tungíase (FELDMEIER et al., 2003; ARIZA et al., 2007). Assim, as comunidades pobres possuem os elementos e os fatores fundamentais para manter as cargas pulgas altas (HEUKELBACH et al., 2004b; MUEHLEN et al., 2006; UGBOMOIKO et al., 2007). Além disso, a alta infestação está associada à carga parasitária

(HEUKELBACH et al., 2005), e esta é diretamente responsável pelo grau de morbidade associado à tungíase (FELDMEIER et al., 2004; KEHR et al., 2007).

A elevada carga de pulga de uma comunidade, relaciona diretamente com o alto grau de morbidade aguda e crônica (KEHR et al., 2007), e consequentemente com as sequelas debilitantes e desfigurantes dos doentes nas áreas endêmicas do Brasil e demais países do mundo.

6.6. Aspectos clínicos e sintomatológicos da tungíase

A pulga pode penetrar em qualquer parte do corpo humano: mãos, cotovelos, pescoço, nádegas e região genital (BEZERRA, 1994; VERALDI et al., 1996; HEUKELBACH et al., 2001; HEUKELBACH et al., 2002; HEUKELBACH et al., 2004; GATTI et al., 2008), como mostrado na foto (Figura 12A, B e C), porém, a pulga penetra principalmente a epiderme dos pés (Figura 12 e Figura 13 A). Nos pés os locais mais afetados são a área periungueal dos dedos, o calcâneo, a face lateral e a palma dos pés (ARIZA et al., 2007; HEUKELBACH et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2007), devido a preferência da *T. penetrans* pela planta do pé foi o que deu origem ao nome popular da pulga no Brasil de “bicho do pé” (CUNHA, 1914).



Figura 13. A, B e C: (A) pé e (B) mãos de um homem brasileiro com 42 anos de idade (GATTI et al., 2008) e (C) nádegas de uma criança da comunidade Yanomamis infestados com *T. penetrans* em todos os estágios de desenvolvimento (NEUMANN, 2019; GRANCHI, 2023).

Existem relatos da literatura sobre uma segunda espécie de pulga capaz de causar tungíase humana identificada no Equador e no Peru, a *Tunga trimamillata* (FIORAVANTI et al., 2003; PAMPIGLIONE et al., 2009; LINARDI et al., 2013). No Brasil, esta espécie ainda não foi descrita causando tungíase humana, porém, existem muitos casos de bovinos infestados por *T. trimamillata* (LINARDI et al., 2013). Também, ainda não existe estudo em comunidades humanas sobre tungíase causada por *T. trimamillata* (HEUKELBACH; CALHEIROS, 2009; LINARDI et al., 2013).

A pulga ao penetrar na pele do hospedeiro induz a ativação de mecanismos de defesa com a indução de resposta imunológica com inflamação na epiderme (EISELE et al., 2003; FELDMEIER et al., 2003). Inicialmente a pessoa reclama de prurido e dor, e após dois a três dias é visível uma reação inflamatória local. Com o passar dos dias intensifica o processo de hipertrofia, edema e eritema ao redor da lesão (EISELE et al., 2003; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA, 2016).

Como mencionado, a pulga habita o solo, assim, é quase inevitável, que ao penetrar na pele do indivíduo, pode entrar também bactérias e/ou fungos que torna o local da infestação uma área de superinfecção por microorganismos, fato este que pode intensificar o prurido no tecido lesionado. Outra característica importante é que no último segmento abdominal local da pequena abertura exposta na epiderme e em contato com o meio externo, que pode servir como porta de entrada para agentes etiológicos patógenos (FELDMEIER et al., 2002; FELDMEIER et al., 2003). Adicionalmente, o ato de coçar a área lesionada, o indivíduo pode levar os patógenos para dentro da lesão (FELDMEIER et al., 2002; HINRICHSSEN et al., 2023).

O indivíduo com tungíase pode apresentar lesões assintomáticas, ou desenvolver pápulas acompanhadas de prurido, dor, ulcerações e infecção secundárias, provavelmente, isto ocorre porque a doença é autolimitada (EISELE et al., 2003). Normalmente, o mal estar resultante do prurido, dor, edema e outros sintomas clínicos não originam uma doença grave, principalmente se a infestação resultar da presença de uma ou poucas pulgas, como acontece nos casos de pessoas que visitaram áreas endêmicas (FRANCK et al., 2003; HINRICHSSEN et al., 2023). No

entanto, nos indivíduos que vivem em áreas endêmicas sujeitas a infestações e reinfestações, podem ocorrer complicações graves e sequelas, que podem afetar a qualidade de vida da pessoa (HEUKELBACH et al., 2001; FELDMEIER et al., 2002; FELDMEIER et al., 2003).

Nas comunidades em que as condições de higiene e saneamento básico são precárias, as reinfestações induzem a formação de novas lesões próximas às pulgas que estão presentes nos indivíduos infestados (HEUKELBACH et al., 2004; REY, 2008; LINARDE, AVELAR, 2016). Normalmente, as pessoas que habitam locais com presença de muitas pulgas, elas apresentam na epiderme *T. penetrans* em diferentes estágios de desenvolvimento (BEZERRA, 1994; MASHEK et al., 1997; FELDMEIER et al., 2003; MUEHLEN et al., 2003; ARIZA et al., 2007; HEUKELBACH et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2007b; UGBOMOIKO et al., 2008a).

Normalmente, os ectoparasitos tendem a se concentrar em certas localizações no corpo dos indivíduos, causando uma doença que é inevitavelmente grave. Além disso, a tungíase pode ser agravada quando a pulga é inadequadamente removida. Resultados de pesquisas identificaram a presença de bactérias aeróbicas e anaeróbicas isoladas de pulgas que estavam inseridas na pele como nas lesões deixadas quando elas foram removidas (HEUKELBACH et al., 2001; FISCHER et al., 2002; HEUKELBACH et al., 2004; REY, 2008; LINARDE, AVELAR, 2016).

A tungíase torna-se grave devido às infecções secundárias de origem bacteriana. Resultados descritos na literatura identificaram presença das bactérias: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus* sp., *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter amnigenus*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Aeromonas sobria*, *Citrobacter* sp., nas áreas com *T. penetrans* (CHADEE, 1998; FELDMEIER et al., 2002; NYANGACHA et al., 2017).

As lesões infectadas por bactérias, normalmente, formam pústulas que podem supurar e ulcerar (HEUKELBACH et al., 2001; VERALDI et al., 2014). Além disso, a lesão resultante da penetração da pulga pode ser a porta de entrada de *Clostridium*

tetani, agente etiológico do tétano nas pessoas que não foram vacinadas (OBENGUI, 1989; TONGE, 1989; LITVOC et al., 1991; GRECO et al., 2001; HEUKELBACH et al., 2001; JOSEPH et al., 2006; WALUFA et al., 2016).

Em pessoas vivem em áreas endêmicas para *T. penetrans*, normalmente pode acontecer constantes reinfestações, ademais, a manipulação inadequada das lesões, a tungiase pode ser acompanhada sintomas clínicos agudas e crônicas: sepse, linfangites, gangrena, fibrose, tétano intensa, inflamação intensa dos dedos, formação de úlceras e fissuras, abscesso e supuração, deformação e perda de dígitos (VALENÇA et al., 1972; BEZERRA, 1994; HEUKELBACH et al., 2001; FELDMEIER et al., 2003; GONZÁLEZ et al., 2003; ARIZA et al., 2007; HEUKELBACH et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2007; UGBOMOIKO et al., 2008; REY, 2008; LINARDE, AVELAR, 2016), como apresentado na figuras (Figura 14 A, B e C).



Figura 14. A, B e C: (A) pé e (B) mãos de duas crianças, (C) pé de homem adulto da comunidade Yanomamis infestados com *T. penetrans* em todos os estágios de desenvolvimento (NEUMANN, 2019, GRANCHI, 2023).

Em alguns estudos foram descritos casos a gangrena, perda de unha, autoamputação de dígitos, tétano e septicemia resultando casos com sequelas e desfechos graves (MATIAS, 1989; MASHEK et al., 1997; CHADEE, 1998; HEUKELBACH et al., 2001); (OBENGUI, 1989; TONGE, 1989; LITVOC et al., 1991; GRECO et al., 2001; HEUKELBACH et al., 2001; JOSEPH et al., 2006).

Em uma pesquisa realizada no país Haiti, América, sobre a tungíase, os autores descrevem casos de óbitos de pessoas adultos altamente infestados. Os autores sugeriam a possibilidade de ter ocorrido casos de tétano ou septicemia (JOSEPH et al., 2006). Os sintomas relatados pelos indivíduos eram: prurido intenso, dor e dificuldade de dormir e andar devido às lesões. Em outros casos sintomas similares foram relatados com frequência entre as pessoas altamente ectoparasitados nas comunidades onde a *T. penetrans* é endêmica (MUEHLEN et al., 2003; EISELE et al., 2003; UGBOMOIKO et al., 2007b). Além disso, a doença pode agravar, devido as precárias condições de vida e sociais das pessoas (MUEHLEN et al., 2006; UGBOMOIKO et al., 2007a; PILGER et al., 2008b).

6.7. Diagnóstico da tungíase

O diagnóstico da tungíase baseia-se na associação entre história epidemiológica, achados clínicos e confirmação laboratorial. A anamnese detalhada, considerando a exposição recente a áreas endêmicas, como: quintais com solo arenoso, chiqueiros e galinheiros é fundamental para levantar a suspeita clínica (CARVALHO et al., 2012; BOELAERT, 2010). Clinicamente, a tungíase se caracteriza por lesões papulares com ponto central escurecido, prurido e inflamação local. Essas lesões podem aparecer isoladamente ou em grupos, geralmente nos pés (REY, 2008; HOTEZ, 2009; LINARDE; AVELAR, 2016).

O exame direto da lesão, com a abertura cuidadosa da epiderme utilizando agulha estéril, permite a visualização e a extração da fêmea da *Tunga penetrans*, confirmando a infecção (OLIVEIRA et al., 2014). A análise morfológica do parasito, com uso de lupa ou microscópio, diferencia a tungíase de outras dermatoses semelhantes, como furúnculos ou abscessos (ABRHA, 2021). A coleta deve ser feita

com assepsia rigorosa, evitando a ruptura do parasito, o que pode liberar ovos no ambiente e favorecer a reinfecção (REY, 2008; LINARDE; AVELAR, 2016).

O diagnóstico diferencial é essencial para evitar equívocos terapêuticos e prevenir complicações, como infecções bacterianas e fúngicas secundárias (LUTFALLAH, 2019). Para reduzir a dor e o processo inflamatório, podem ser utilizados anti-inflamatórios tópicos ou sistêmicos. A confirmação laboratorial fortalece a evidência clínica e deve ser realizada sempre que possível (JOANNA, 2014; MALMONTET, 2010).

Em áreas de alta endemicidade, é igualmente importante investigar a presença do ectoparasito em animais domésticos, pois a infestação zoonótica contribui para a manutenção do ciclo de transmissão (PAMPIGLIONE et al., 2009; NETO et al., 2021). Por fim, o diagnóstico eficaz depende não apenas de técnicas clínicas e laboratoriais, mas também da capacitação dos profissionais de saúde e da educação da população, visando à interrupção do ciclo de vida da pulga e ao controle da tungíase nas comunidades afetadas (PALLANGYO, 2016; RAHMA, 2020).

6.8. Tratamento da tungíase

O tratamento adequado da tungíase inicia-se com o diagnóstico precoce e preciso. A obtenção de informações sobre a exposição em áreas endêmicas e as condições ambientais é essencial para avaliar o risco de disseminação e reinfestações (MILLER, 2020). O tratamento primário consiste na remoção cirúrgica do *Tunga penetrans* com agulha ou instrumento similar (HEUKELBACH et al., 2001; HEUKELBACH, 2006; GATTI et al., 2008; HEUKELBACH et al., 2024).

Em casos disseminados, não há consenso sobre a melhor terapia, sendo utilizados medicamentos convencionais e alternativos. Entre os tratamentos convencionais, destacam-se antiparasitários orais e tópicos. Em infestações múltiplas com infecções bacterianas e fúngicas, recomenda-se a associação de antiparasitários com antibióticos e/ou antifúngicos após a retirada da pulga (CARDOSO et al., 2020). A remoção deve ser precoce, cuidadosa e com lesão higienizada (FELDMEIER et

al., 2002). Após extração com agulha estéril, indica-se antibiótico tópico de amplo espectro (OLIVEIRA et al., 2014).

Estudos com ivermectina oral mostraram eficácia (SARACENO et al., 1999; HEUKELBACH et al., 2004d; GATTI et al., 2008), mas um ensaio clínico randomizado apontou sua ineficácia (HEUKELBACH et al., 2004d). Ainda assim, estudos recentes relatam bons resultados com ivermectina oral e vaselina salicilada 20% (BELAZ, 2015; NÁJERA, 2019; MELO et al., 2022). O tiabendazol oral (25–50 mg/kg/dia) é eficaz em alguns pacientes, mas pode causar efeitos adversos (VALENÇA et al., 1972; CARDOSO, 1981; ELGUERA, 2018; HEUKELBACH, 2006). Loções tópicas com ivermectina, metrifonato e tiabendazol mostraram baixa eficácia (HEUKELBACH et al., 2003b), mas estudos apontam bons resultados com vaselina salicilada 20% e ivermectina oral em dose única de 200 µg/kg (MELO et al., 2022).

Permetrina e benzoato de benzila também são eficazes contra *T. penetrans* (CHURRUCA, 2021). Em pessoas não imunizadas contra o tétano, indica-se profilaxia (HEUKELBACH et al., 2001; DAMAZIO; SILVA, 2009). A extração deve ser feita com assepsia adequada, pois em áreas endêmicas é comum o uso de instrumentos não esterilizados, favorecendo infecções bacterianas (DASSONI, 2014). Coinfecções são frequentes, como em estudo com pacientes apresentando mais de 50 lesões e infecções bacterianas secundárias (FELDMEIER et al., 2003). Nesses casos, utiliza-se combinação de antiparasitários, antibióticos e antifúngicos (ARIZA, 2009). Repelentes naturais com óleo de coco, *Simmondsia chinensis* (jojoba) e *Aloe vera* (babosa) demonstraram redução significativa da tungíase (SCHWALFENBERG et al., 2004; KEHR et al., 2007; FELDMIEIER et al., 2006a).

O uso de plantas medicinais é reconhecido como prática terapêutica válida, especialmente entre povos indígenas, conforme legislação nacional e internacional (COUTINHO et al., 2002; COAN; MATIAS, 2014; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022). São empregadas folhas cicatrizantes e antiparasitárias, uso de calçados fechados e educação preventiva (ERIKSON, 2012; NORDIN, 2017; PAGE, 2021). Plantas como ingá-cipó (*Inga edulis*) e folha de cunabi (*Ichthyothere cunabi*) são

tradicionalmente utilizadas, embora sem comprovação científica. As informações se baseiam em conhecimentos etnobotânicos compartilhados pelas comunidades estudadas.

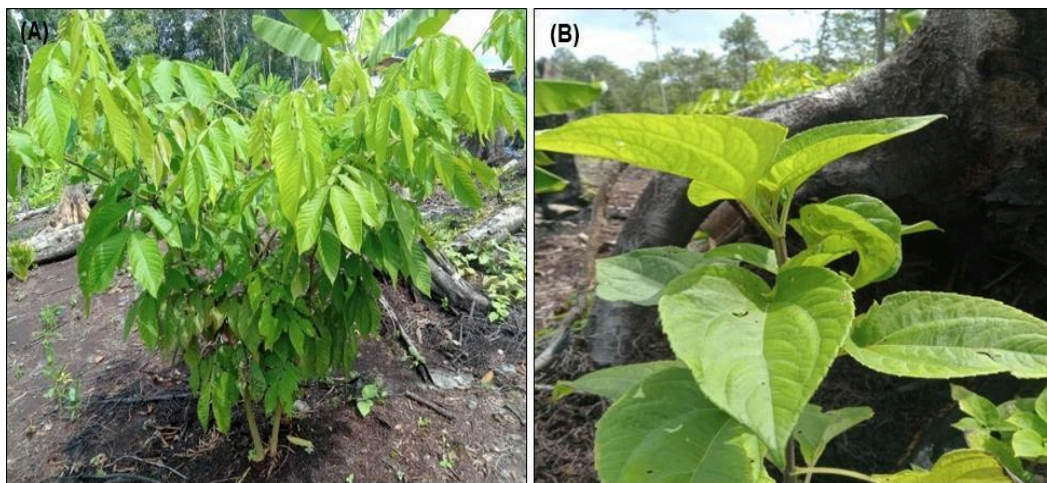


Figura 15. A e B. Espécimes jovens de plantas medicinais, usadas nos tratamentos de tungiase em comunidades indígenas. A: Ingá cipó (*Inga edulis*) e B: Cunabi (*Ichthyothere cunabi*). Fotos: OLIVEIRA, A.R. 2024.

A manutenção de boas práticas de higiene, como lavagem regular dos pés e áreas propensas à infestação, é fundamental para evitar a tungiase. Isso é especialmente importante em comunidades onde as condições sanitárias podem ser desafiadoras (GAO, 2010). Programas educativos que visam informar as comunidades indígenas sobre a tungiase, os sintomas, os tratamentos disponíveis e medidas preventivas, desempenham um papel significativo na gestão e redução da incidência dessa infecção parasitária (CHEN, 2011; HIGGINS, 2011; GIRMA, 2018; ELSON, 2019).

Outros compostos oriundos da medicina alternativa popular como óleo de mamona, extrato de mandioca, óleo essencial de árvore de chá também foram testados na prevenção da tungiase em comunidades indígenas do Brasil, porém sua eficácia precisa ser comprovada cientificamente (HEUKELBACH, 2005). Além disso, os óleos e extratos segundo conhecimentos populares atuam matando a *T. penetrans*, apresentam propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias que podem controlar o processo inflamatório induzido por bactérias, porém, a eficácia de

tratamento precisa ser cientificamente comprovada (ENWEMIWE, 2010).

6.9. Medidas de controle da *Tunga penetrans*

O controle da *Tunga penetrans* deve abranger hospedeiros humanos e animais, considerando fatores socioambientais intra e peridomiciliares. A vigilância epidemiológica é essencial para mapear a prevalência e identificar áreas de risco (FELDMEIER, 2007). Sendo uma zoonose, o controle eficaz demanda ações sobre diversos reservatórios, como: cães, gatos, porcos, gado, roedores, e sobre o solo, onde o parasito completa parte de seu ciclo (HEUKELBACH et al., 2001; HICK, 1930; HARVEY et al., 2021).

As estratégias devem considerar três habitats: os animais parasitados, o interior das residências e o ambiente peridomiciliar. Em casas com piso de terra, recomenda-se varrição e incineração diária dos resíduos. No entorno domiciliar, práticas como limpeza de abrigos, não uso de esterco como adubo e remoção da vegetação próxima ajuda a reduzir a infestação (LINARDI; AVELAR, 2016).

A redução de animais domésticos poderia diminuir a infestação, mas enfrenta barreiras culturais (PILGER et al., 2008b). Assim, o uso de antiparasitários e inseticidas tem se mostrado eficaz, embora oneroso. Medicamentos como Advantix® (KLIMPEL et al., 2005) e Sarolaner (TORTORIELLO et al., 2024), além de inseticidas (malationa, clorpirifós) e reguladores de crescimento (lufenuron, afoxolaner), atuam sobre o ambiente e os animais (NEVES et al., 2016; SANTOS et al., 2023). Medidas como manter porcos em pocilgas e impedir sua circulação são eficazes (UGBOMOIKO et al., 2007a). No entanto, o controle também deve enfrentar fatores sociais: pobreza, baixo conhecimento sobre a doença e acesso limitado a tratamento (TAMURA, 2007).

Intervenções estruturais como pavimentação de ruas e cimentação de pisos são úteis, pois o ciclo da *Tunga penetrans* exige solo arenoso e sombreado (CALHEIROS, 2007; LINARDI et al., 2010). É imprescindível que as ações sejam integradas, planejadas por equipes interdisciplinares e conduzidas com participação comunitária. A formulação de políticas públicas voltadas à melhoria das condições

de vida, saneamento e educação em saúde fortalece a resiliência das populações afetadas (HEUKELBACH, 2006; DURO et al., 2018). O uso de calçados e a higiene corporal rigorosa — como lavar os pés com bucha e sabão após o contato com o solo são medidas simples e eficazes na prevenção (ENWEMIWE, 2010).

A educação sobre sinais e sintomas, bem como a remoção correta da pulga, pode evitar complicações como infecções bacterianas e fúngicas graves (RIBEIRO, 2003; ERIKSON, 2012).

Por fim, a tungíase deve ser incluída em programas de controle de ectoparasitoses. É fundamental investir na capacitação de profissionais da saúde e agentes comunitários para identificar precocemente os casos, promover o tratamento adequado e orientar sobre a prevenção de novas infestações (MAUCHLE, 2001; MUEHLEN, 2003).

7. Metodologia específica para *Tunga penetrans*

7.1. Detecção de *T. penetrans* no solo por Métodos Direto

A detecção de pulgas nos solos foi realizada usando dois métodos diretos: método da bandeja de papel e método usando Lupa.

7.1.1. Método da bandeja de papel

É um método quantitativo para detecção de *T. penetrans* no solo e consistiu em colocar quatro folhas de papel ofício A4 em branco nos solos das comunidades, com uma distância de 10 cm entre as folhas. Em seguida com um instrumento pontiagudo, um pau-de-espeto, raspagem levemente o solo ao redor de cada folha, e após 3 minutos, realizaram a contagem macroscópica (visual), com Dermoscópio Dermlite 2 Hybrid (Dermlite, San Juan Capistrano, EUA).

Este método é quantitativo e permite a contagem direta de pulga no solo. Os resultados são expressos com a presença de pulgas adultas sobre o papel. Assim, zero (0), a ausência de pulga no papel significa solo sem contaminação por *T. penetrans*.

Uma (1) pulga no papel indica contaminação leve do solo. Duas (2) pulgas indicam contaminação média. Três (3), indica contaminação intensa do solo. As pulgas foram fotografadas e identificadas, considerando as características morfológicas da pulga (Figura 4A) descritas e apresentadas na literatura de interesse médica (NEVES et al., 2019).

7.1.2. Método usando Esteriomicroscópio bilocular

Para a detecção direta de *T. penetrans* em amostras de solos, usando microscopia ‘Lupa’ foram coletadas de cada comunidade 30 g de solo, utilizando uma colher de sopa, pesadas, usando balança digital de 1g a 10 kg (Fitness Alta Precisão), e armazenadas em frascos plásticos para 80 g, limpos, e acondicionados em caixa de isopor e enviada para o Laboratório de Dermatomicologia, da Faculdade de Medicina, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, para serem analisadas. As amostras de solos foram colocadas individualmente em placas de petri estéreis descartáveis e analisadas usando Lupa Esteriomicroscópio bilocular (KASVI).

As amostras foram consideradas positivas em duas situações: presença de *T. penetrans*: adultos macho e fêmea e, presença de ovos típicos de *T. penetrans* (Figuras 4B e C).

7.1.3. Coletas de amostras de solos para detecção de *T. penetrans* por qPCR.

Para a detecção indireta de formas evolutivas: adultos ou ovos de *T. penetrans* em amostras de solo usaram a técnica de Biologia Molecular: Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) em Tempo Real (qPCR).

Foram coletadas de cada comunidade 200 mg de solo, usando uma colher de sopa limpa, pesada, usando balança digital de 1g a 10 kg (Fitness Alta Precisão), armazenada em frasco plástico para 80 g, limpo, e identificados com a data e horário da coleta e nome da comunidade. As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, e enviadas para o Laboratório de Dermatomicologia, da Faculdade de Medicina, UnB, Brasília, Brasil, para serem analisadas. As amostras de solos foram mantidas em freezer a -20 °C até serem processadas e analisadas.

7.1.4. Avaliação da contaminação de solo por *T. penetrans* por método qPCR.

7.1.4.1. Padronização da reação qPCR em tempo real

As sequências genéticas de *T. penetrans* foram obtidas do banco de dados GenBank, link: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, usando os números de acesso EU169194, EU169196 e EU169197. Estas sequências representam as regiões repetitivas na região do espaçador transcrito interna (ITS1) do DNA Ribossomal de *T. penetrans* seguindo sequencias descritas (ZURITA et al., 2018). As sequências de pares de bases iniciadoras ‘Primer’, foram projetados para amplificação do DNA de *T. penetrans*, usando o Primer BLAST, conforme mostrado na literatura, no Link: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/howto/design-pcr-primers/>.

As características de efetividade da qPCR foram temperatura de anelamento de 62°C e porcentagem das bases nitrogenadas: Citosina e Guanina de 50%. A reação foi validada com a utilização do par de iniciadores de 50%. A reação foi validada usando o par de iniciadores 5'-TAATCCCGGTAACGGGTGCT-3' e 5'-CCACCAGTGATCCACCGTTC-3'. Como controle positivo da reação usaram o gene alvo da *T. penetrans*, clonado em cepa de *Escherichia coli*, usando a ferramenta Geneart (ThermoFisher, Waltham, EUA), como mostrado na figura (Figura 16).

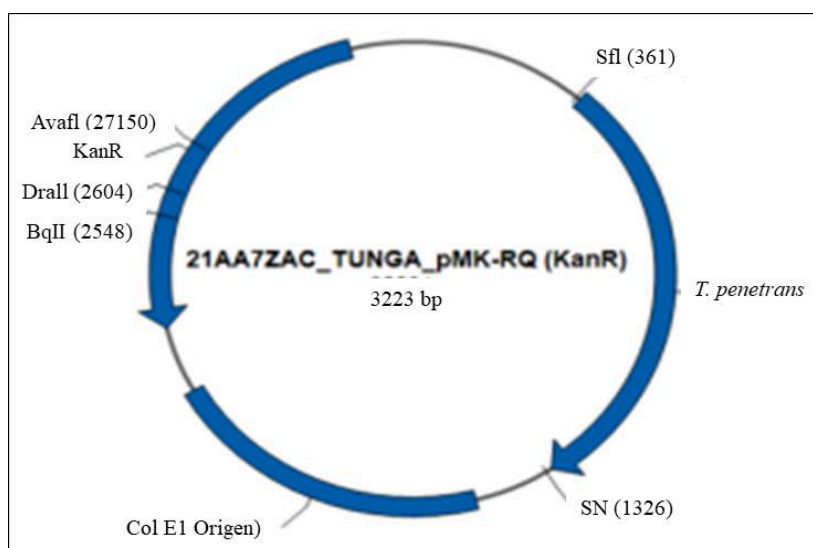


Figura 16. Mapa do plasmídeo clonado para utilização como controle positivo da reação qPCR.

Fonte: OLIVEIRA, R. A., 2024.

O gene produzido foi composto de 945 pares de bases montado a partir de oligonucleotídeos sintéticos e/ou produtos de PCR. O fragmento foi inserido em pMK - RQ (KanR).

O DNA plasmídico foi purificado a partir de bactérias transformadas e a concentração foi determinada por Espectroscopia Ultravioleta (UV). Para verificar se fragmento almejado foi clonado com sucesso, o fragmento resultante foi sequenciamento e o gene identificado. A identidade da sequência nos sítios de inserção foi de 100% (Figura 17). As sequencias alvo dos pares iniciadores foram destacados por cores: amarelo (Forward: 5'- TAATCCCGGTAACGGGTGCT-3') e verde (Reverse: 5'- CCACCAGTGATCCACCGTTC-3').



Figura 17. Gene alvo clonado para controle positivo de amostras de DNA de *T. penetrans* em amostras de solos (Geneart, Thermofisher, Waltham, EUA). **Fonte:** OLIVEIRA, R. A., 2024.

7.1.4.2. Curva padrão

A curva padrão, para a quantificação com primers iniciadores desenhados, uma curva padrão foi estabelecida usando o protocolo ($R^2 = 0,959$; $\text{sole} = -3.251$; eficiência = 103,065), mostrada na figura (Figura 18). As reações foram realizadas usando o instrumento Quant Studio 1 (Applied Biosystems, Foster City, CA, EUA) utilizando PowerUp SYBR Green Master Mix (Applied Biosystems, Foster City, CA, EUA), com volume final de 15 μL . Cada reação possuía 1X Universal SYBR Green PCR master mix (Applied Biosystems, Foster City, CA, EUA), ambos primers de 10 μM (Applied Biosystems, Foster City, CA, EUA) e 3 μL de água ultrapura

para o volume final. As amplificações foram realizadas seguindo etapas: 1. 50°C por 2 min. 2. 95°C por 2 min. 3. 45 ciclos a 95°C por 15. 4. 60°C por 1 min. Por fim, a curva de fusão foi construída usando: 0,3°C de 55°C a 95°C, conforme visualizada nas figuras (Figuras 18A e B).

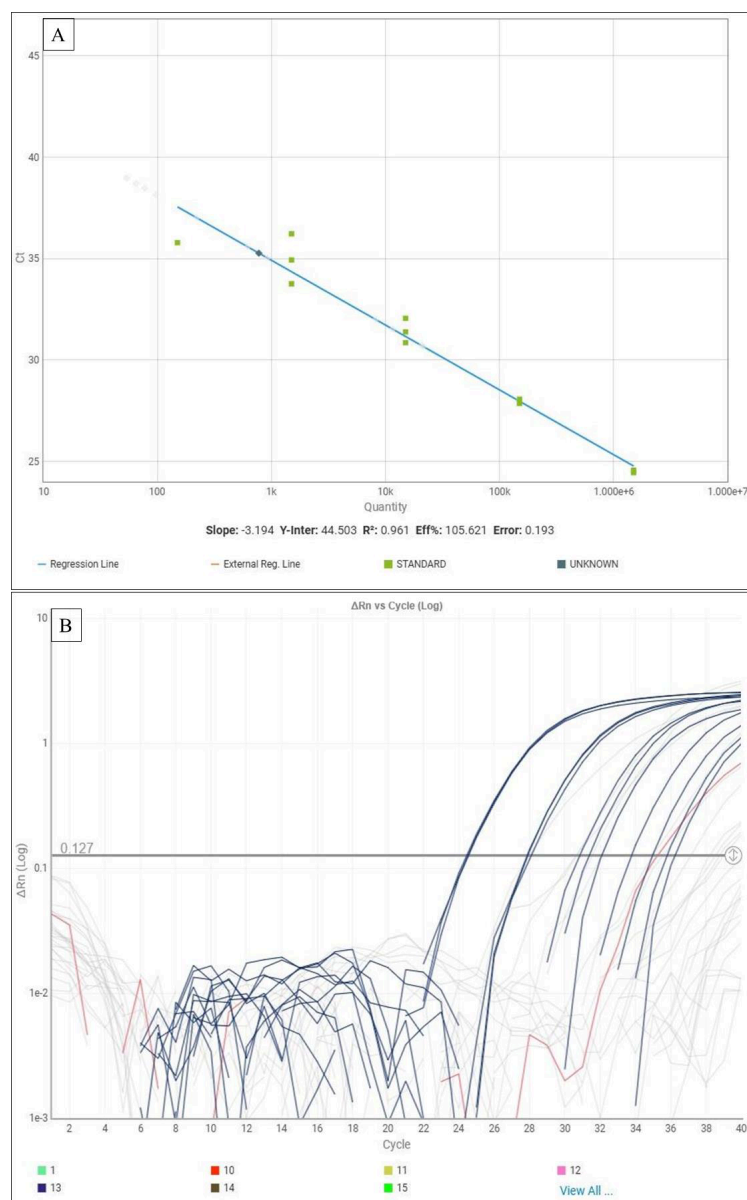


Figura 18. A e B. Resultados de validação da análise molecular de contaminação de amostras de solos das comunidades indígenas com formas evolutivas de *T. penetrans*. Em (A) representa a Curva padrão (pontos verdes) com indicação da amostra positiva quantificada (azul). Em (B): Amplificação logarítmica dos controles (azul) e da amostra positiva (vermelha).

7.1.4.3. Coleta de Dados Socioeconômicos e Ambientais das Comunidades

Para as coletas dos dados socioeconômicos e ambientais dos moradores das comunidades foram realizados um questionários perguntas objetivas estruturadas e observação direta no meio ambiente, avaliaram: tipo moradia e o material de construção (alvenaria, madeira ou taipa), presença de esgoto, disponibilidade de fossas sanitárias: privadas comuns, fossas rudimentares ou ausência de sanitários, possuíam ou não filtros para água, e destino de lixos domésticos.

7.1.4.4. Fatores de riscos para aquisição de tungiase

Os fatores de riscos para contaminação e manutenção de formas evolutivas de *T. penetrans* nos solos foram: presença de animais de estimação: cães, gatos, porcos, aves: galinhas e pato, animais silvestres como: anta, macaco e gavião, papagaio, além de criação de animais para consumo alimentar: galinhas, porcos, e bovinos, pois estes animais também são infestados por pulgas que infestam também o homem. Os tipos de solo predominante nas áreas de coletas das amostras eram arenosos, argilosos ou mistos, e apresentam características relevantes para a manutenção de ovos, larvas ou adultos de pulgas (NEVES et al., 2019). Com relação aos aspectos demográficos dos indivíduos das comunidades identificaram: número de pessoas residentes por comunidade, gênero, faixas etárias, grau de escolaridade, hábitos de tomar água sem filtrar ou fervida e de andarem descalças, como mostrados em fotos (Figura 20).

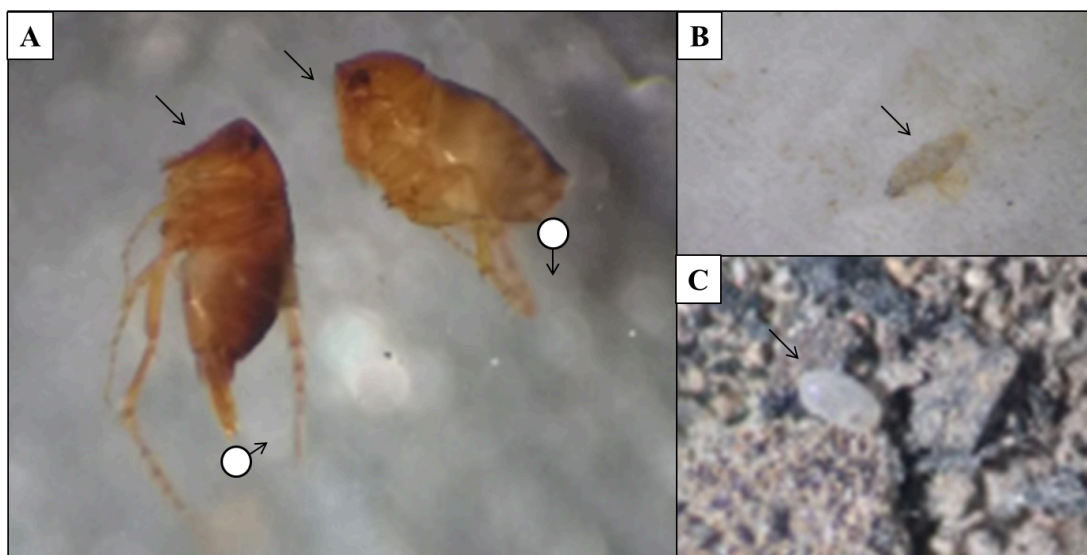
7.1.4.5. Análise estatística dos dados

Os dados socioeconômicos obtidos foram organizados em tabelas e as estatísticas feitas, usando o Programa Instat 3, sendo consideradas estatisticamente significativas quando $p < 0,05$.

8. Resultados

Os dados obtidos das 32 comunidades indígenas do município de SGC revelaram a presença de formas evolutivas de *T. penetrans* nas amostras de solos avaliados, pelos métodos diretos e moleculares, e visualizaram casos clínicos de tungíase entre os moradores.

Usando o método da bandeja de papel e a análise microscópica direta detectou ovos e formas adultas: machos e fêmeas das pulgas em várias comunidades, evidenciando a contaminação ambiental significativa. As formas evolutivas: ovos e adultos observados e identificados foram fotografadas (Figura 19 A, B e C).



Figuras 19. A, B e C: Formas evolutivas *T. penetrans*: adultas (machos e fêmeas) e ovos detectados por exame direto. Em A, macho e fêmeas coletadas de solo, usando o método da bandeja de papel. Em B, fêmea e C, ovo identificado, usando Esteriomicroscópio bilocular. **Fonte:** SANTANA, R. T., 2023.

Os resultados obtidos usando a técnica de qPCR confirmou a presença de DNA de *T. penetrans* em diversas amostras de solos, sendo a maior carga de contaminação foi observada na comunidade Assunção do Içana, com quantificação absoluta de 25.878.600 cópias do gene-alvo por 200 mg de solo avaliada. Esse valor representa uma grande contaminação do solo por *T. penetrans*, revelando intensa atividade de pulga na área, sendo o solo um reservatório ativo do agente etiológico da tungíase. Outras comunidades, como São Joaquim e Açaituba, também apresentaram

positividade, embora com cargas menores, sendo de 210.214 e 16.349 cópias respectivamente por 200 mg de solo. Estes dados indicam variação significativa no nível de contaminação entre as comunidades avaliadas.

A elevada sensibilidade e especificidade da qPCR permitiu a detecção de DNA em amostras com baixa concentração de material biológico da pulga, mostrando a eficácia desta ferramenta molecular no diagnóstico de solo contaminado com *T. penetrans*.

As condições socioambientais observadas nas comunidades foram: solo arenoso, presença de animais domésticos e ausência de saneamento básico, mostraram que os ambientes nestas comunidades são propícios para o ciclo de vida de pulgas (Figura 20).



Figuras 20. A, B, C e D: Fotos mostram solo arenoso e seco. Em A e D. Falta de saneamento básico e pessoas andando descalças. Em B. Pessoas manuseando o solo com mãos sem luvas. Em C. Presença de galinha. Em D. Presença de cães. **Fonte:** OLIVEIRA, R. A., 2024.

Além disso, os casos humanos identificados com tungíase ou que tiveram esta ectoparasitose, nos últimos dias antes da avaliação clínica indica a exposição

contínua dos indivíduos ao inseto. Muitas das pessoas ectoparasitadas apresentavam frequentemente lesões agravados por microrganismos. Além disso, muitos das pessoas apresentavam deformidades nas unhas dos pés, devido ao intenso reinfecções pela pulga e constantes infecções secundárias (Figura 21).

A associação entre baixos níveis de escolaridade, hábitos de risco para tungíase como andar descalço, manusear solo sem uso de luvas, sentar no chão com pernas expostos foram observados em todas as comunidades, principalmente naquelas areas com maior positividade para *T. penetrans*.



Figura 21. A, B, C e D: As fotos mostram presença de múltiplas lesões de *T. penetrans*. Em A. Calcanhar do pé direito de homem adulto, com tungíase e múltiplas infecções secundárias. Em B. Planta do pé direito de mulher idosa com múltiplos ectoparasitos. Em C. Dedos dos pés, com múltiplas lesões túngicas com deformações das unhas. Em D. Calcanhar do pé direito de um adolescente com múltiplos lesos de túngicas. **Fonte:** OLIVEIRA, R. A., 2024.

Com relação aos dados demográficos dos povos indigenos residentes nas comunidades observaram que os números totais de indivíduos variaram entre as 32 localidades que tiveram solos avaliados para tungíase. A comunidade que teve maior

número de pessoas foi Yauarete, na calha do rio Waupes, com 2.179 pessoas, com similar proporção entre homens e mulheres (Figura 22 A) e a localidade com menor número de pessoas foi São Joaquim Mirim, com 16 indivíduos, localizado as margens do rio Negro (Médio), com proporção similar entre homens e mulheres (Figura 22 D). As outras comunidades com população menor que 200 pessoas, foram: Vila Nova, no baixo Xie (150), Buía Igarapé (87) e Jauacanã (30), localizadas no Içana (Médio), como visualizado na figura (Figura 22 B), e as comunidades São José II (28), Cucura Manaus (71), Cururu (48), e Boca da Estrada (100), localizadas rio Tiquié (Médio), como mostra a figura (Figura 22 C). Por fim, as comunidades que localizavam as margens da BR 307 possuíam uma população variando entre 90 a 198 pessoas (Figura 22 E). As demais localidades tinham população acima de 200 pessoas. A proporção entre ambos os gêneros foram similares em todas as comunidades (Figura 22 A, B, C, D e E).

Com relação às idades a maioria das pessoas eram crianças, com idades menores de um (1) aos 14 anos, seguidos de adultos com 15 a 59 anos, e um número menor de indivíduos com idade superior a 60 anos e muito poucos idosos com idade maior que 80 anos (Dados não mostram). Além disso, a maioria das populações indígenas avaliadas tinham grau de escolaridade baixo, ou seja, poucos completaram o ensino fundamental e alguns possuíam algum curso Técnico (Dados não mostrados).

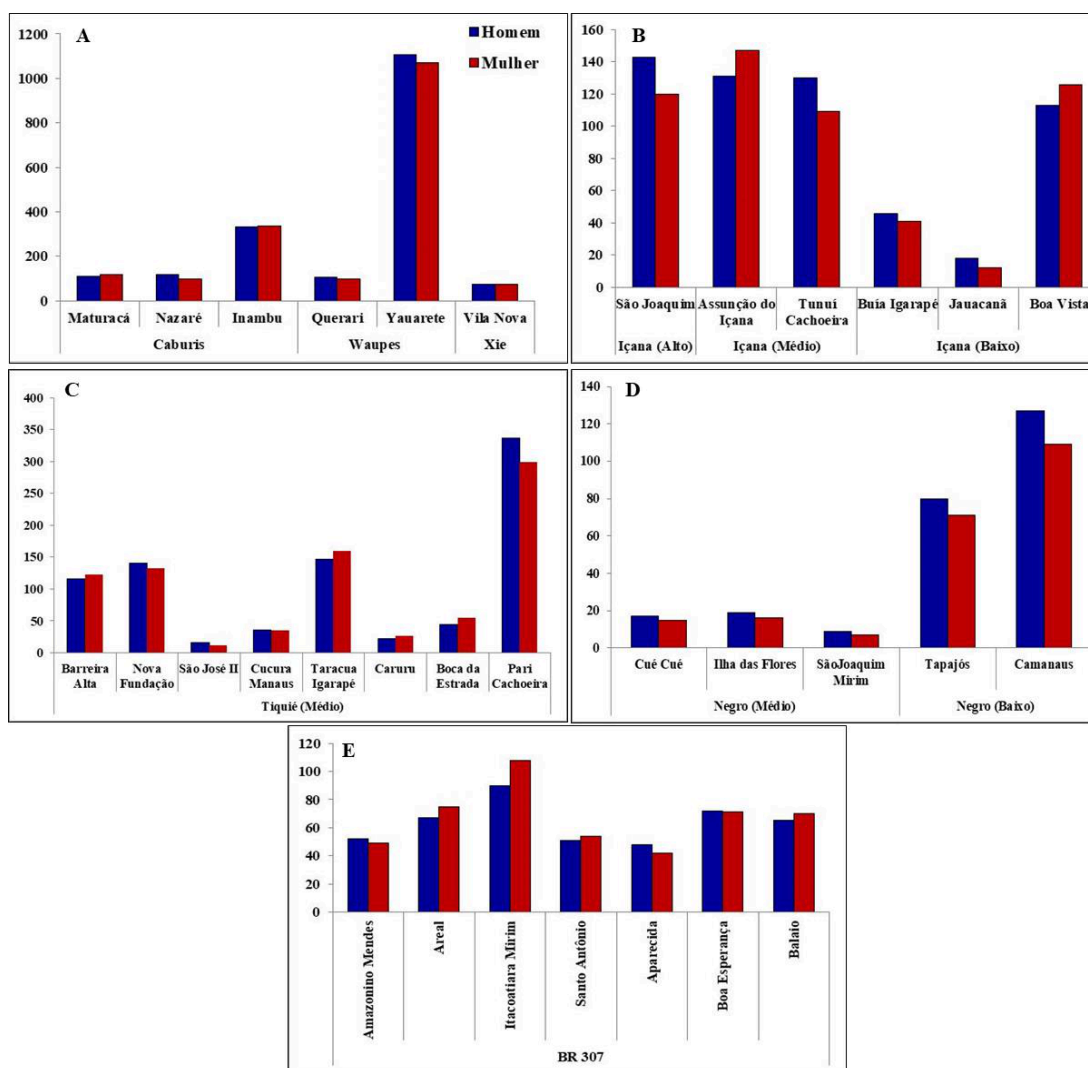


Figura 22. A, B, C, D e E: Distribuição das pessoas por gênero, residentes das comunidades agrupadas por calhas de rios e proximidades da BR 307, município de SGC, AM, Brasil, no ano de 2023-2024.

9. Discussão

A tungíase apresenta um impacto significativo na saúde de populações vulneráveis, e permanece como ectoparasitose negligenciada no Brasil e em muitos países tropicais. O presente estudo confirma essa negligência ao revelar altas taxas de contaminação ambiental por *T. penetrans* e inúmeros casos clínicos em comunidades indígenas, município de SGC, AM. Fatores como solo arenoso, ausência de

saneamento básico, presença de animais domésticos e silvestres, aliados a baixos níveis de escolaridade criam um ambiente propício para a manutenção do ciclo de vida do ectoparasito e infecção contínua dos indivíduos. Estes fatores de riscos corroboram com dados apresentados na literatura (HEUKELBACH et al., 2001; BONFIM et al., 2010).

A negligência com a tungíase manifesta-se em diferentes níveis. Em primeiro lugar, observa-se a ausência de políticas públicas específicas voltadas ao controle da doença, principalmente em áreas indígenas e rurais (PÉREZ; FERNÁNDEZ, 2014; FRANCO-SALAZAR et al., 2016). Não existem campanhas nacionais de prevenção ou protocolos clínicos amplamente adotados nos Serviços de Atenção Básica para diagnóstico e tratamento padronizado. Os resultados obtidos nas comunidades indígenas avaliadas, confirmam os dados apresentados em um estudo realizado no Ceará, em que mostrou que os pacientes com tungíase frequentemente apresentavam complicações graves, como infecções secundárias, deformidades e limitação funcional das mãos e pés (ARIZA et al., 2007). Nas avaliações clínicas dos pacientes realizados nesta pesquisa, confirmam os achados destes autores, pois muitos estavam infestados com muitas pulgas, infecções secundárias e deformidades nas mãos e pés.

A negligência científica foi evidente, pois, embora a tungíase seja conhecida há séculos, estudos sistemáticos sobre a epidemiologia, diagnóstico e tratamento desta enfermidade ainda são escassos (VALLARELLI; SOUZA, 2011). Assim, a técnica de qPCR neste estudo mostrou elevada contaminação do solo com DNA de *T. penetrans*, reforçando o potencial da Biologia molecular como ferramenta para o diagnóstico desta pulga no meio ambiente, com alta sensibilidade e especificidade, podendo ser usada em estudos de vigilância epidemiológica de *T. penetrans*, confirmando os dados apresentados na literatura (MWANGI et al., 2015). Essa técnica permite detectar formas evolutivas em amostras com baixas concentrações de pulgas, sendo portanto, promissor diagnóstico ambiental deste ectoparasito, principalmente em regiões de difícil acesso e o uso de métodos tradicionais de diagnóstico de baixa eficácia.

Outros aspectos de negligência são as condições sanitárias precárias das comunidades indígenas estudadas, pois não possuíam águas tratadas, saneamentos básicos adequados. Além disso, os hábitos de riscos como: andar descalço, manipular solo sem luvas e manter contato próximo com animais infestados, refletem não apenas comportamentos culturais, mas, sobretudo um contexto de pobreza estrutural e baixas condições socioeconômicas, corroborando com descrições da literatura (HARVEY et al., 2021; TAMENE, 2021). Em muitos estudos relatam que a tungíase está intrinsecamente ligada à exclusão social, afetando populações que carecem de infraestrutura básica: água potável, esgotamento sanitário e moradias adequadas (DAMAZIO; SILVA, 2009; BRASIL, 2018).

A realidade observada em SGC mostrou um ciclo de invisibilidade: populações indígenas em áreas remotas enfrentam barreiras geográficas, culturais e políticas que dificultam o acesso a serviços de saúde, o que contribui para a perpetuação da tungíase como problema endêmico (YAGO et al., 2023). Esse cenário precisa ser modificado com a inclusão da tungíase entre as prioridades das políticas públicas de saúde indígena e que sejam efetivas, para que ocorra o fortalecimento da abordagem “One Health”, que reconhece a interface entre saúde humana, animal e ambiental (MUTEBI et al., 2016).

É fundamental que a tungíase passe a ser reconhecida como um problema relevante de saúde pública, especialmente em áreas com condições ambientais desfavoráveis, presença de animais no peridomicílio e populações em situação de vulnerabilidade social. A inclusão dessa doença em programas de saúde voltados às populações indígenas, bem como em estratégias intersetoriais baseadas no conceito de One Health, é fundamental para um enfrentamento eficaz e sustentável. One Health reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal e ambiental, promovendo ações integradas entre setores como saúde, meio ambiente, agricultura e educação. Essa abordagem é especialmente relevante em contextos indígenas, onde as relações entre territórios, animais e o meio ambiente são intrínsecas ao modo de vida destes povos.

As precárias condições socioeconômicas e ambientais, como pobreza extrema, ausência de saneamento básico, solo arenoso e convivência com animais domésticos e silvestres, favorecem a perpetuação da tungíase nessas comunidades. Além disso, hábitos culturais e o baixo nível de escolaridade reforçam a necessidade de intervenções urgentes, tanto educativas quanto sanitárias.

Assim, os resultados obtidos neste estudo reforça a importância de ações integradas de prevenção, diagnóstico precoce e educação em saúde nas comunidades afetadas, sendo de fundamental importância que gestores e profissionais da saúde reconheçam a tungíase como um problema de saúde pública e desenvolvam estratégias eficazes para seu controle, respeitando os contextos socioculturais e territoriais das populações indígenas brasileiras.

10. Conclusões

T. penetrans possui ciclo biológico ativo nos solos de comunidades indígenas, município de SGC, AM, bem como a ocorrência clínica de tungíase entre seus moradores. Assim, a combinação de métodos diretos: bandeja e avaliação microscópica e a técnica de qPCR mostrou elevada sensibilidade na detecção do ectoparasito, evidenciando o solo como um importante reservatório ambiental para a manutenção da pulga.

A tungíase é amplamente negligenciada, e é uma condição de alta morbidade, impactando diretamente a qualidade de vida das populações indígenas, especialmente pela associação frequente com infecções secundárias graves. Assim os resultados deste estudo reforçam a urgência de melhorar as políticas públicas voltadas ao controle da doença, com ações integradas de saúde coletiva, diagnóstico precoce, tratamento adequado e estratégias sustentáveis de prevenção.

Os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas pautadas para a tungíase que contribuam não apenas para a prevenção, controle e manejo mais eficiente de doenças negligenciadas como essa ectoparasitose, mas também para a promoção de condições que assegurem uma melhor qualidade de vida para essas populações. Além disso, sugerem futuros estudos com intuito de aprofundar o

conhecimento sobre os aspectos epidemiológicos, clínicos e terapêuticos dessa doença.

Parte 2. Parasitos intestinais

11. Revisão de literatura sobre parasitos intestinais

Estima-se que mais de 1,5 bilhão de pessoas em todo o mundo sejam afetadas por helmintíases intestinais, com maior prevalência em áreas tropicais e subtropicais (JOURDAN et al., 2018). As parasitoses intestinais são doenças infecciosas causadas por protozoários e helmintos que habitam o trato gastrointestinal de seres humanos e animais. Essas doenças são consideradas um grave problema de saúde pública, especialmente em regiões com condições socioeconômicas desfavoráveis, onde a falta de saneamento básico, acesso à água potável e educação em saúde perpetua o ciclo de transmissão (WHO, 2020).

Os principais agentes etiológicos que realizam parte de seu ciclo biológico nos solos destacam os protozoários, como: *Giardia lamblia* (Giardíase), *Entamoeba histolytica* e *Entamoeba dispar* (Amebíase), *Isospora belli* (Isosporíase), *Cryptosporidium* sp. (Criptosporidiose), *Blastocystis hominis* (Blastocistose) e *Cyclospora cayetanensis* (Ciclosporose) como mostra na literatura (PEDIATRIA, 2021). Por outro lado, os helmintos destacam-se os nematelmintos: *Ascaris lumbricoides* (Ascaridíase), *Ancylostoma duodenale* ou *Necator americanus* (Ancilostomíase), *Strongyloides stercoralis* (Estrongiloidíase) e *Enterobius vermicularis* (Enterobiase), conforme mostra a literatura (CDC 2021). Em contrapartida, os platelmintos que parte do ciclo de vida ocorre no solo são: *Echinococcus granulosus* (Hidatidose hepática), *Dipylidium caninum* (Dipilidiose), *Hymenolepis nana* e *H. diminuta* (Himenolepiíase), *Taenia saginata* e *T. solium* (Teníase), conforme descrições da literatura (REY, 2008; NEVES, 2016).

As estimativas globais de prevalência de helmintíases transmitidas pelo solo (HTS) demonstram que a ascaridíase é a HTS mais comum, afetando cerca de 819 milhões de indivíduos, sendo em seguida pela tricuriíase com 464 milhões, e a infecção por ancilostomíase com 438 milhões (MONTEIRO et al., 2018).

A transmissão ocorre principalmente por meio da ingestão de água ou alimentos contaminados com cistos ou ovos desses parasitos, além do contato direto com solo contaminado ou más práticas de higiene (BETHONY et al., 2006). Crianças são

particularmente vulneráveis, apresentando maior risco de complicações como desnutrição, anemia e comprometimento do desenvolvimento físico e cognitivo (HOTEZ et al., 2014).

Apesar dos esforços globais para o controle dessas infecções, as parasitoses intestinais persistem como um desafio significativo, especialmente em países de baixa e média renda. Fatores como urbanização desordenada, mudanças climáticas e resistência parasitária a medicamentos têm influenciado a epidemiologia dessas doenças (PULLAN et al., 2014).

11.1. Classificação dos parasitos intestinais

Os parasitos intestinais podem ser classificados em dois grandes grupos, com base em suas características morfológicas e biológicas: helmintos e os protozoários (NEVES, 2019; REY, 2010).

Os helmintos são classificados em dois grandes grupos principais: os nematelmintos e os platelmintos. Esses grupos são subdivididos em diferentes ordens, famílias e espécies, cada um com características morfológicas, biológicas e epidemiológicas específicas e próprias. Assim, a classificação básica dos helmintos são os Nematelmintos (Nematoda) e Platelmintos (Cestoda e Trematoda).

11.1.1. Nematelmintos e Platelmintos

Os nematelmintos são também conhecidos como nematódeos. Estes vermes apresentam em comuns: formas cilíndricas, corpos alongados e com simetria bilateral, e não são segmentados. Além disso, possuem um sistema digestivo completo, com boca e ânus distintos e situados em extremidades opostas. Esses animais são responsáveis por causarem diversas doenças humanas.

Os nematelmintos de importância médica humana, por causar infecções humanas que vão de doenças assintomáticas aquelas que causam sintomas gravíssimos podendo levar o homem ao óbito.

No Brasil os Nematoda de importância na Saúde Pública destacam: *Ascaris lumbricoides*, causando a ascaridíase, *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*, causadores da ancilostomíase, *Enterobius vermicularis*, causador da enterobíase ou oxiúriase; *Strongyloides stercoralis*, causador da estrogiloidíase e *Trichuris trichiura*, causador da tricuriase (REY, 2008; NEVES, 2016).

Os nematelmintos podem ser transmitidos por ingestão de ovos férteis presentes em alimentos, água, ou mãos sujas contaminadas colocadas diretamente na boca, outros a infecção se dá ao manusear solos ou entrar em contato com o solo infectado ou por penetração ativa da larva pela pele (REY, 2008; NEVES, 2016).

Os Platelmintos são vermes achatados dorsoventralmente, e apresentam os corpos segmentados ou não, e com simetria bilateral. Estes parasitos possuem um sistema digestivo incompleto, e muitos deles são hermafroditos. Os platelmintos se subdividem em Cestoda e Trematoda (REY, 2008; NEVES, 2016).

Os Cestoda que tem importância na Saúde Pública no Brasil destacam-se as *Taenia solium* e *Taenia saginata*, conhecidas popularmente com tênias e causadoras da teníase. Além disso, a *T. solium* pode causar a cisticercose humana (JANSEN et al., 2021). Estes parasitos possuem os corpos segmentados em proglotes, organizados em três estágios de desenvolvimento: proglotes jovens, maduras e grávidas, uma cabeça (escólex) que se fixa na parede do intestino do hospedeiro, e não possuem trato digestivo, absorvendo nutrientes diretamente pela pele (REY, 2008; NEVES, 2016). Também, fazem parte de classe de parasitos o *Hymenolepis nanam* e *H. diminuta*, causadoras da himenolepiase (THOMPSON, 2015).

Os Trematoda, também conhecidos como vermes chatos não segmentados, geralmente apresentam corpo lembrando uma folha. Alguns destes parasitos são hermafroditos outros são dioicos. Muitas espécies possuem ciclos de vida complexos, com múltiplos hospedeiros intermediários. Os seres representantes deste grupo importantes na Saúde dos brasileiros são: *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose (ANDERSON, ENABULELE, 2021), e a *Fasciola hepatica*, responsável de causar a fasciolíase (KAPLAN, 2001).

Os helmintos de importância no Brasil, por causarem infecções importantes para os seres humanos são apresentados nas tabelas (Tabelas. 1 e 2). Na Tabela 1 são apresentados os principais espécies de Nematoda e na Tabela 2 os Cestoda, conforme adaptadas da literatura (NEVES, 2016).

Tabela 1. Resumo da classificação de helmintos Nematoda com infecção via oral.

Filo	Classe	Subclasse	Ordem	Família	Gênero	Espécies
Nematoda	Secernentea	Chromadoria	Rhabditida	Ascarididae	<i>Ascaris</i>	<i>A. lumbricoides</i>
					<i>Toxocara</i>	<i>T. canis</i> ou <i>T. catti</i>
				Oxyuridae	<i>Enterobius</i>	<i>E. vermicularis</i>
				Strongyloididae	<i>Strongyloides</i>	<i>S. stercoralis</i>
				Ancylostomatidae	<i>Ancylostoma</i>	<i>A. duodenalis</i>
					<i>Necator</i>	<i>N. americanus</i>
	Enoplea	Dorylaimia	Trichocephalida	Trichuridae	<i>Trichuris</i>	<i>T. trichiura</i>

Tabela 2. Resumo da classificação de helmintos Cestoda com infecção via oral.

Filo	Classe	Subclasse	Ordem	Família	Gênero	Espécies
Platyhelminthes	Cestoda	Eucestoda	Cyclophyllidae	Taeniidae	<i>Taenia</i>	<i>T. solium</i>
						<i>T. saginata</i>
				Hymenolepididae	<i>Hymenolepis</i>	<i>H. nana</i>
						<i>H. diminuta</i>

11.1.2. Protozoários

Protozoários é um grupo de organismos unicelulares nucleados (eucariotos), e que não apresentam parede celular. Alguns destes seres são patogênicos para o homem, e os mais importantes tem como habitat o intestino, e causam infecções intestinais que podem ser assintomáticas ou causarem infecções graves, podendo levar o indivíduo ao óbito (REY, 2008; NEVES, 2016).

Dentre os protozoários que causam infecções intestinais ao homem de importância na Saúde Pública no Brasil destacam: *Balantidium coli*, *Cryptosporidium* spp., *Cyclospora cayetanensis*, *Cystoisospora belli* (*Isospora belli*), *Entamoeba histolytica*, *Giardia duodenalis* (*G. lamblia* ou *G. intestinalis*), como mostrado na literatura (REY, 2008; NEVES, 2016).

Os protozoários de importância no Brasil, por causarem infecções importantes para os seres humanos são apresentados na tabela (Tabela 3), adaptadas da literatura (NEVES, 2016).

Tabela 3. Resumo da classificação de protozoários com infecção humana via oral.

Filo	Subfilo	Ordem	Família	Gênero	Espécies
Sarcomastigophora	Mastigophora	Diplomonadida	Hexamitidae	<i>Giardia</i>	<i>G. lamblia</i>
		Amoebida	Entamoebidae	<i>Entamoeba</i>	<i>E. histolytica</i>
Apicomplexa	Sarcodina	Eucoccidiida	Eimeridae	<i>Cyclospora</i>	<i>C. cayetanensis</i>
			Sarcocystidae	<i>Cystoisospora</i>	<i>C. belli</i>
			Cryptosporidiidae	<i>Cryptosporidium</i>	<i>C. parvum</i>
Ciliophora	Kinetofragminophorea	Trichostomatida	Balantidiidae	<i>Balantidium</i>	<i>B. coli</i>

11.2. Aspectos morfológicos e ciclo de vida dos parasitos intestinais

Os helmintos são seres multicelulares, sendo subdividido em dois grupos principais: Nematoda e Platelmintos. Os parasitos que estão no grupo dos nematodos englobam os vermes cilíndricos, como: *Ascaris lumbricoides*, que causa a ascaridíase (BETHONY et al., 2006), *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*, causadores da ancilostomíase (HOTEZ et al., 2004), *Enterobius vermicularis*, originando a enterobíase ou oxiuríase (CDC, 2021), *Trichuris trichiura*, causador da tricuriíase (JOURDAN et al., 2018) e *Strongyloides stercoralis*, causador da estrongiloidíase (SCHÄR et al., 2013).

Por outro lado, os platelmintos são subdivididos em Cestodas e Trematoda. Os Cestodas englobam os vermes achatados, como: *Taenia solium* e *Taenia saginata* causadores respectivamente da teníase e a cisticercose por *T. solium* (GARCIA et al.,

2003; CDC, 2021), *Hymenolepis nana* e *H. diminuta*, que causam a himenolepíase (ITO, BUDKE, 2021).

Outras características morfológicas deste grupo de parasitos são possuir simetria bilateral, e na extremidade anterior um órgão sensitivo e de fixação, o rostro armado com acúleos e uma extremidade posterior. São seres com ausência do exo ou endoesqueleto, e achatados dorsoventral mente, com ou sem tubo digestivo, sem ânus, sem aparelho respiratório, sistema excretor do tipo protonefrídico, com tecidos conjuntivos preenchendo os espaços entre órgãos, podendo ser de vida livre, ou endoparasitos (NEVES, et al, 2016). No grupo de Trematoda, os dois principais parasitos representantes são: *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose mansônica (VAILLANT et al., 2024), e *Fasciola hepatica*, que causa a fibrose hepática (NUKERI et al., 2024).

As características morfológicas principais e importantes para diferenciar as diferentes espécies de helmintos patogênicos e protozoários patogênicos ou comensais intestinais importantes no diagnóstico de parasitoses humanas são apresentadas a seguir, seguindo descrições da literatura (REY, 2008; NEVES, 2016). Na tabela (Tabela 4. A) e as fotos (Fotos: 1 a 19) representam as características morfológicas de espécies helmintos Nematoda. Na tabela (Tabela 4. B) e as fotos (Fotos: 20 a 32) mostram as características morfológicas dos helmintos Cestoda.

Na tabela (Tabela 5) e as fotos (Fotos: 33 a 39) apresentam e ilustram as características principais morfológicas dos protozoários de importância na Saúde Pública do Brasil.

Tabela 4 A. Características morfológicas dos helmintos Nematoda que passam parte do ciclo evolutivo no solo.

Ascaris lumbricoides (SILVA et al., 2009)

(Hospedeiro: homem e suínos)

Machos	Medem cerca de 20 a 30 cm de comprimento por 2 a 4 mm de largura. São brancos, e apresentam a extremidade posterior encurvada para a face ventral. Apresentam dois espículos iguais, que funcionam como órgãos acessórios da cópula. Na região anterior possui a boca com três lábios grandes.
Fêmeas	Medem cerca de 30 a 40 cm de comprimento por 3 a 6 mm de largura. São brancas, e apresentam a extremidade posterior retilínea. Na região anterior possui a boca com três lábios grandes.
Ovos	São brancos e adquirem cor castanha devido ao contato com os pigmentos das fezes. São grandes medindo cerca de 50 x 60 µm, ovais e com cápsula espessa, devido à presença de uma membrana mamilonada.

Fotos 1.**Macho****Fêmea****Ovo**

*Ancylostoma duodenale***(Hospedeiro: homem)***Necator americanus***(Hospedeiro: homem)**

(SILVA et al., 2009; CÂMARA, 2026)

Machos

Medem de 9 a 11 mm de comprimento por 400 μ m de largura e possui bolsa copuladora bem desenvolvida com dois espículos longos, e gubernáculo que funcionam como órgãos acessórios da cópula. Apresenta dois pares de dentes.

Medem de 5 a 9 mm de comprimento por 300 μ m de largura e possui bolsa copuladora bem desenvolvida com dois espículos longos, mas sem gubernáculo que funcionam como órgãos acessórios da cópula. Apresenta um par de lâminas ou placas cortantes na boca.

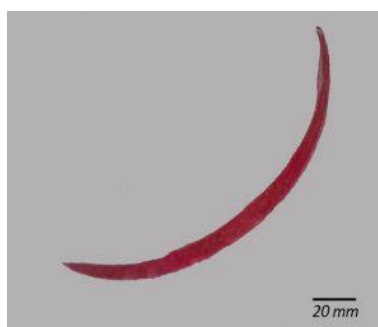
Os machos de *A. duodenale* e *N. americanus* apresentem diferenças em tamanho e outras características, porém, somente serão apresentadas nas fotos as diferenças entre as cápsulas bucais, que são iguais entre os machos e as fêmeas, e um macho e uma fêmea, mostrando as características gerais de Ancilostomídeos.

Fotos 2.**Macho****Macho****Macho adulto de Ancilostomídeo**

Fêmeas

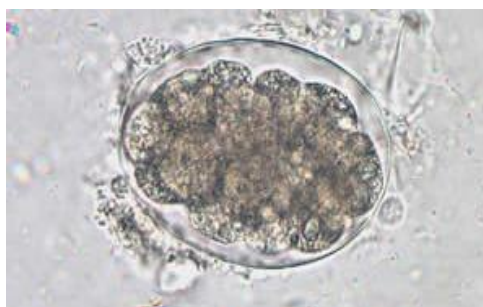
Possuem de 10 a 13 mm de comprimento por 600 µm de largura, vulva no 1/3 posterior do corpo, cauda afilada terminal. Apresenta dois pares de dentes, na boca.

Possuem de 9 a 11 mm de comprimento por 350 µm de largura. A cauda é afilada e terminal. Apresenta um par de lâminas ou placas cortantes na boca.

Foto 3.**Fêmea adulta de Ancilostomídeo****Ovos**

São elípticos ou ovais, medindo cerca de 60 a 75 µm por 35 a 40 µm, com casca fina, lisa e incolor. A casca é hialina e o espaço entre ela e o embrião é claro

São elipsoidais, com casca fina, lisa, transparente e incolor. Mede de 56 a 76 µm de comprimento por 25 a 40 µm de largura. Entre a massa embrionária e a casca existe um espaço claro nas extremidades.

Foto 4.**Ovo**

Larva Infectante	Mede entre 500 a 700 μm , Mede entre 500 a 700 μm , são afilada, caracterizada por ser longa, fina, com ativa e envolvida por uma bainha protetora cauda pontiaguda e envolta por uma (cutícula da L2). Possui esôfago curto e bainha protetora (cutícula do 2º cauda pontiaguda, não se alimenta no estágio). Possui esôfago do tipo ambiente e penetra ativamente na pele filarióide e esôfago-intestinal de humana. proporção 1:2.
-------------------------	---

Foto 5.

Larva infectante (L3)



Ancylostoma braziliense

Ancylostoma caninum

(Hospedeiro: cães e gatos)

(Hospedeiro: cães e gatos)

(SILVA et al., 2009; REY, 2010)

Machos	Medem de 5 a 7,5 mm de comprimento. Possuem bolsa copuladora grande com lóbulos laterais, espículos iguais, longos, presente. Apresenta três pares de dentes, delgados e gubernáculo. Boca com um par de dentes grandes ventral, e outro rudimentar.	Medem de 10 mm de comprimento. Possuem bolsa copuladora desenvolvida, espículos iguais e delgados, gubernáculo. Apresenta três pares de dentes, delgados e gubernáculo. Boca com um par de dentes grandes ventral, e outro rudimentar.
---------------	--	--

Os machos de *A. braziliense* e *A. caninum* apresentam diferenças em tamanho e outras características, mas, somente serão apresentadas nas fotos as diferenças entre as cápsulas bucais, que

são iguais entre os machos e as fêmeas, e um macho e uma fêmea, mostrando as características gerais de Ancilostomídeos.

Fotos 6.

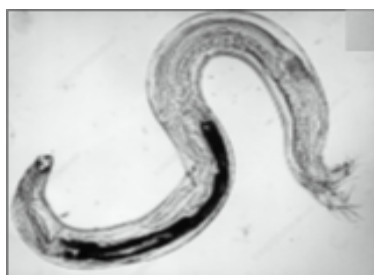
Macho



Macho



Macho adulto de Ancilostomídeo



Fêmeas

Medem de 6,5 a 9 mm de comprimento e cauda é cônica. Boca tem dois pares de dentes na face ventral, sendo um par grande e outro pequeno.

Medem de 11 a 14 mm de comprimento. Possuem cauda cônica e apresentam três pares de dentes, na boca.

Foto 7.

Fêmea adulta de Ancilostomídeo

**Ovo**

São ovais, com casca fina e lisa, medindo aproximadamente 55 a 76 μm por 34 a 45 μm , com células de mórula no interior.

São elípticos, de casca fina e lisa e medem aproximadamente 55 a 77 μm , com células de mórula no interior.

Foto 8.**Ovo****Larva Infectante**

O corpo mede de 500 a 600 μm de comprimento. Caracteriza-se por ser longa, fina, ter cauda pontiaguda e ser envolta por uma bainha estriada, a cutícula do segundo estágio (L2) que não é totalmente descartada. Possui cauda cônica e pontiaguda. É um dos agente causadores da "larva migrans cutânea" (bicho-geográfico) em humanos, devido à sua capacidade de penetrar e migrar na epiderme.

Corpo alongado, fino e cilíndrico (Afilada), adaptado para a penetração ativa na pele. A larva L3 mede de 500 a 600 μm e mantém a cutícula do segundo estágio (L2) como uma bainha solta, que a protege de condições ambientais adversas. Sem as estruturas bucais desenvolvidas que caracterizam o adulto. Região posterior afilada, importante para diferenciar de outros Nematoda.

Foto 9.

Larva infectante (L3)

Enterobius vermicularis (SILVA et al., 2009)

(Hospedeiro: homem)

Machos

Menores, medindo de 2 a 5 mm de comprimento. Sua extremidade posterior é curvada e possui um espículo copulador. Apresenta o esôfago claviforme (em forma de clava), terminando em um bulbo cardíaco.

Fêmeas

Medem de 8 a 13 mm de comprimento por 0,4 mm de largura. Possui a extremidade posterior (cauda) bastante pontiaguda e afilada. O útero costuma estar distendido devido a grande quantidade de ovos. Apresenta o esôfago claviforme (em forma de clava), terminando em um bulbo cardíaco.

Ovos

Medem cerca de 50 a 60 μm de comprimento por 20 a 30 μm de largura. Possuem formato característico de letra "D" (um lado achatado e o outro convexo), casca lisa, dupla e transparente. Geralmente contêm uma larva formada em seu interior quando liberados.

Fotos 10.

Macho**Fêmea**

Ovo



Strongyloides stercoralis (SILVA et al., 2009)

(Hospedeiro: homem, cães e primatas não humanos)

Fêmea É o verme adulto encontrado na mucosa do intestino delgado. É longa, delgada e
(Parasita) transparente, medindo aproximadamente 2 mm a 2,5 mm de comprimento.

Fêmea partenogenética

Foto 11.



Machos (Livre) É um pequeno nematoda de vida livre, medindo aproximadamente de 0,70 a 0,9 mm de comprimento e cerca de 40 a 43 µm de largura. Possuem corpo cilíndrico, cauda afilada e ligeiramente curvada ventralmente, contendo dois espículos copulatórios característicos.

Macho de vida livre**Foto 12.**

Fêmeas (Livre) É um pequeno nematoda de vida livre encontrado no solo, com cerca de 1 a 1,71 mm de comprimento e 50 a 75 μm de largura. Diferencia-se da fêmea parasita por ter um esôfago rabditóide (com bulbo, istmo e procorpus), corpo mais robusto, cauda cônica e pontiaguda, e ovário didélfico (dois ovários).

Fêmea de vida livre**Foto 13.****Ovos**

Medem entre 40 e 70 μm , e são transparentes e de casca fina. Raramente são vistos nas fezes, pois eclodem no lúmen intestinal, liberando larvas.

Fotos 14.**Ovo**



Larva	Forma longa com 500 a 600 µm de comprimento, fina e a forma que penetra a pele.
Infectante	Caracteriza-se por um esôfago longo (metade do corpo) tipo filarioide e possui a cauda bifurcada, ou seja, com um entalhe em forma de V.

Foto 15.

Larva Infectante

Trichuris trichiura (SILVA et al., 2009)

(Hospedeiro: homem)

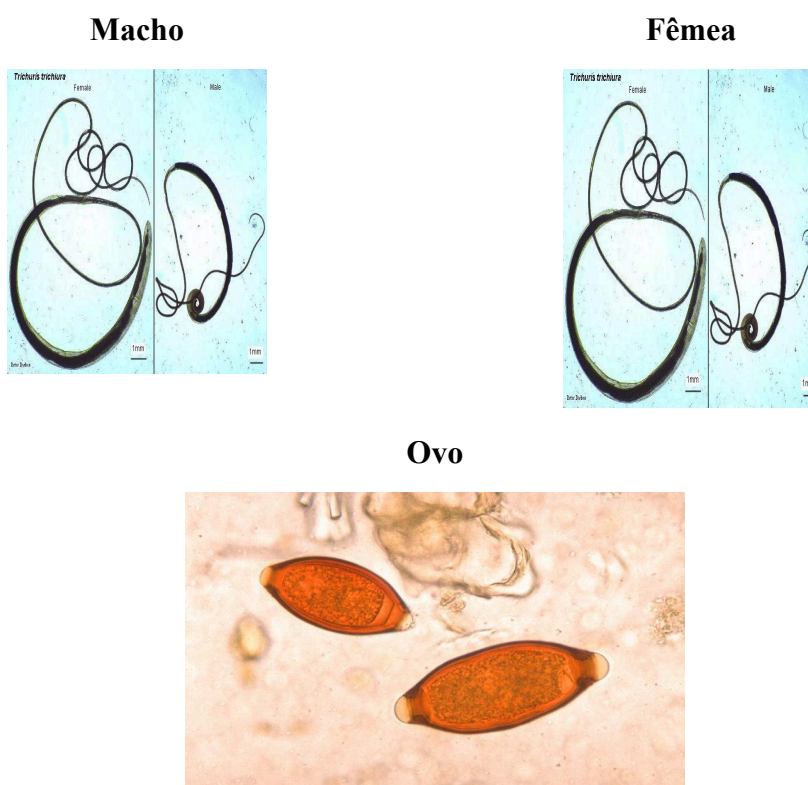
Machos	São branco-rosados, com formato característico de chicote (anterior delgado, posterior grosso). Possui 30 a 45 mm de comprimento, com extremidade posterior arredondada e romba (reta) com um único espículo copulador.
Fêmeas	São brancos rosados, com formato característico de chicote (anterior delgado, posterior grosso). Possuem 35 a 50 mm de comprimento, com extremidade

posterior curvada em 360°C (espiralada).

Ovos

Apresentam aspectos característicos de "barril" ou "bandeja", cor castanha, medindo cerca de 50 por 22 µm, com opérculos (tampões) claros e proeminentes em ambos os polos.

Fotos 16.



Toxocara canis

(Hospedeiro: cães e esporádico o homem)

T. catti

(Hospedeiro: gato e esporádico o homem)

(SILVA et al., 2009)

Adultos

São vermes robustos, cilíndricos e São vermes robustos, cilíndricos e afilados nas extremidades, de cor creme afilados nas extremidades, de cor creme

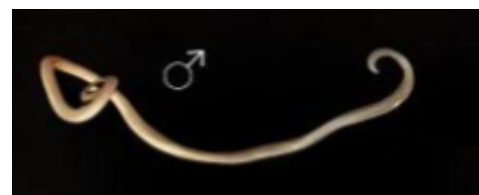
ou branca. Possuem duas longas e estreitas asas cervicais na região anterior, característica importante para diferenciação. A boca é cercada por três lábios proeminentes, cada um com cristas dentígeras.

ou rosados. Possuem duas asas cervicais na extremidade anterior são bastantes largas e proeminentes. A boca é cercada por três lábios proeminentes, cada um com cristas dentígeras.

Macho

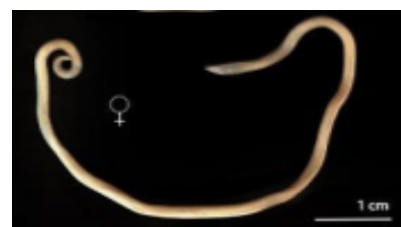
Medem de 4 a 10 cm, em alguns casos chegam até 10 a 15 cm. A extremidade posterior é curvada ventralmente com uma pequena projeção semelhante a um dedo e espículas simples para a cópula.

Medem de 4 a 10 cm, em alguns casos chegam até 10 a 15 cm. A extremidade posterior é curvada ventralmente com uma pequena projeção semelhante a um dedo e espículas simples para a cópula.

Fotos 17.**Macho****Macho****Fêmea**

Medem de 6,5 a 18 cm de comprimento. A vulva localiza-se aproximadamente a um terço do comprimento do corpo a partir da extremidade anterior.

Medem de 6,5 a 18 cm de comprimento. A vulva localiza-se aproximadamente a um terço do comprimento do corpo a partir da extremidade anterior.

Fotos 18.**Fêmea****Fêmea****Ovos**

São subesféricos ou globulares, com casca espessa, rugosa e acastanhada.

São subesféricos, quase esféricos, de cor castanha, medindo cerca de 70×75 µm.

Medem aproximadamente $75 \times 90 \mu\text{m}$ x $90 \mu\text{m}$. São altamente resistentes no ambiente.

Possuem uma superfície rugosa, similar a uma "bola de golfe" ou com pequenas depressões. São altamente resistentes no ambiente.

Fotos 19.

Ovo



Ovo



Tabela 4. B. Características morfológicas dos helmintos Cestoda, que passam parte do ciclo evolutivo no solo.

<i>Taenia solium</i>		<i>Taenia saginata</i>	
(Hospedeiro: homem e suínos)		(Hospedeiro: homem e bovinos)	
(SILVA et al., 2009)			
Adulto	Verme longo, medindo de 2 a 4 metros, caracterizado por um corpo dividido em escólex (cabeça), pescoço e estróbilo (proglotes).		Verme longo, medindo de 4 a 12 metros ou mais, caracterizado por um corpo dividido em escólex (cabeça), pescoço e estróbilo (proglotes).

Fotos 20.**Adulto****Adulto****Escólex (cabeça)**

Pequena, com cerca de 0,6 a 1 mm, possui quatro ventosas musculares e um rostelo (projeção apical) armado com uma dupla coroa de 25 a 50 ganchos, garantindo fixação firme na mucosa do intestino delgado. Região estreita e longa, responsável pela produção de novas proglotes.

Pequena, de aproximadamente 1 a 2 mm, piriforme ou globular, possui quatro ventosas musculares para fixação, mas é desarmado, ou seja, não possui rostelo nem ganchos. Região estreita e longa, responsável pela produção de novas proglotes.

Fotos 21.**Escólex****Escólex****Pescoço**

Região estreita e longa, responsável pela produção de novas proglotes.

Região estreita e longa, responsável pela produção de novas proglotes.

**Estróbilo
(Corpo)**

É o restante do corpo do parasito. Formado por 800 a 1000 proglotes, podendo atingir 3 a 4 metros, que amadurecem assim que se afastam do pescoço. Cor branca leitosa.

É o restante do corpo do parasito. Formado por mais de 1000 proglotes, medindo de 8 a 10 metros, que amadurecem assim que se afastam do pescoço. Cor branca leitosa.

Foto 22.

Estróbilo



**Proglotes
(jovens)**

São mais curtas do que largas e aparece o início de desenvolvimento dos órgãos genitais masculinos.

São mais curtas do que largas e aparece o início de desenvolvimento dos órgãos genitais masculinos.

**Proglotes
(maduras)**

As proglotes apresentam os órgãos reprodutores masculinos e femininos aptos para a fecundação.

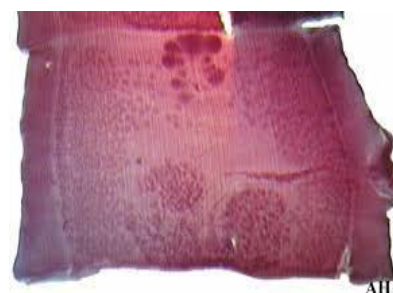
As proglotes apresentam os órgãos reprodutores masculinos e femininos aptos para a fecundação.

Fotos 23.

Proglote madura



Proglote madura



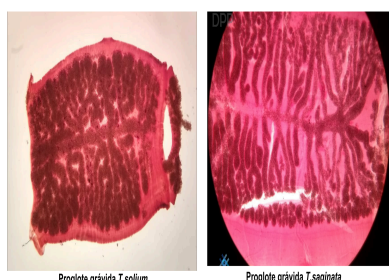
Proglotes grávidas

São mais compridas do que largas, os órgãos reprodutores envolvem e o útero sofre ramificação e fica repleto de ovos. A forma das proglotes é quadrangular, e o útero com 12 pares de ramificações do tipo dendríticas, com até 80 mil ovos.

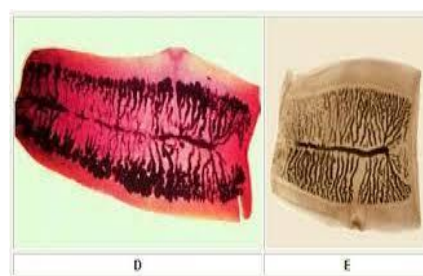
São mais compridas do que largas, os órgãos reprodutores envolvem e o útero sofre ramificação e fica repleto de ovos. A forma das proglotes é quadrangular, o útero com 26 ramificações uterinas do tipo dicotômicas, 160 mil ovos.

Fotos 24.

Proglote grávida



Proglote grávida



Ovo

Esférico ou ovais, com cerca de 30 a 40 μm de diâmetro. Possuem casca espessa e estriada (embrióforo) e contêm uma larva hexacanta (com 6 ganchos).

Esférico ou ovais, com cerca de 30 a 40 μm de diâmetro. Possuem casca espessa e estriada (embrióforo) e contêm uma larva hexacanta (com 6 ganchos).

Foto 25.

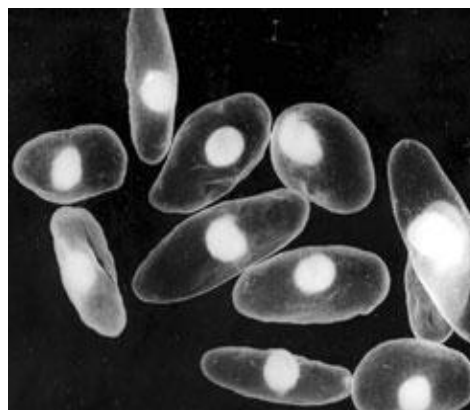
Ovo



Cisticerco

Cysticercus cellulosae. Forma larval encontrada na carne de porco. É uma pequena vesícula translúcida, contendo um escólex invaginado (para dentro), medindo cerca de 10 mm× 6 mm.

Cysticercus bovis. Forma larval encontrada na carne bovina. É uma vesícula pequena, ovalada, translúcida, contendo um único escólex invaginado, medindo cerca de 10 mm× 6 mm, presente na carne de porco.

Fotos 26.**Cisticerco****Cisticerco***Hymenolepis nana*

(Hospedeiro: homem e besouros)

H. diminuta

(Hospedeiro: homem e besouros)

Adulto

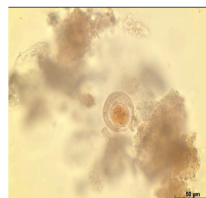
É uma pequena tênia, medindo de 3 a 5 cm de comprimento por 1 mm de largura, cor branco leitoso, e achatado e composto por escólex (cabeça), pescoço longo e estróbilo (proglotes). Com 100 a 200 proglotes,

10 a 60 cm de comprimento, por 1 mm de largura, cor branco leitoso, achatado, e composto por escólex (cabeça), pescoço longo e estróbilo (proglotes) mais largas que longas.

Foto 27.

Adultos representando: *H. nana* e *H. diminuta*

Verme adulto: medem de 3-5 cm, com 100-200 proglotes estreitas, possui órgãos femininos e masculinos.



Ovo: Apresenta uma membrana externa delgada envolvendo um espaço claro; mais internamente, apresenta outra membrana, envolvendo a oncosfera.

Escólex (cabeça)

Possui quatro ventosas e um rostelo armado com uma fileira de ganchos de 20 a 30, ao redor de um rostro.

Possui quatro ventosas, mas sem ganchos.

Fotos 28.

Escólex (cabeça)**Escólex (cabeça)****Pescoço**

O pescoço é a zona de crescimento.

O pescoço é a zona de crescimento.

Estróbilo (Corpo)

Formado por proglotes: jovens, maduras e grávidas. As proglotes maduras e possui três testículos e um ovário.

Formado por proglotes: jovens, maduras e grávidas. As proglotes maduras e possui três testículos e um ovário.

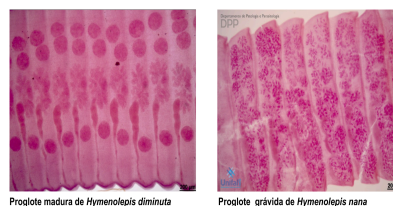
Proglotes

São segmentos mais larga do que

São segmentos do corpo do

(maduras) longa, apresentando um conjunto cestódeo que contém conjuntos completo de órgãos reprodutores masculinos (três testículos) e masculinos e femininos. femininos (um ovário).

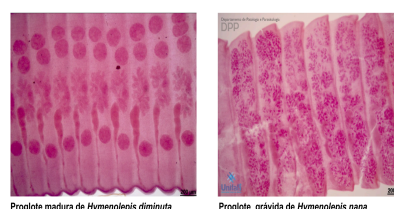
Foto 29.



Proglotes (maduras)

Proglotes (grávidas) As proglotes grávidas são mais largas do que compridas, que se desprendem e se desintegram, liberando os ovos. As proglotes grávidas (finais) e estão repletos de ovos, que se desprendem e se desintegram, liberando os ovos.

Foto 30.



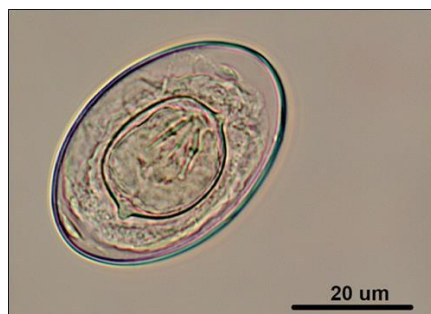
Proglotes (grávidas)

Ovos São arredondados e hialinos, medindo 30 a 47 μm de diâmetro, e com dois espessamentos polares de onde se projetam 4 a 8 filamentos castanha, provido de casca externa espessa, dupla, amarelada entre as membranas interna e externa. O embrião no seu interior

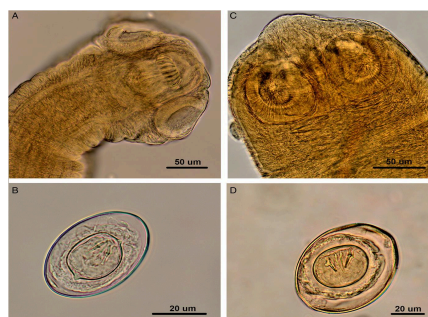
(oncosfera) possui seis ganchos (hexacanto).

Fotos 31.

Ovo



Ovo



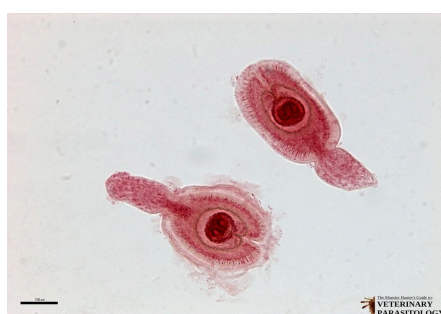
**Larva
(Cisticercóide)**

Forma-se dentro das vilosidades intestinais do homem, após a ingestão do ovo, caracterizando a fase larval. Tamanho de 500 μm de diâmetro.

Desenvolve-se em hospedeiros intermediários em insetos como: pulgas, besouros da farinha ou baratas, e apresenta um escólex invaginado.

Fotos 32.

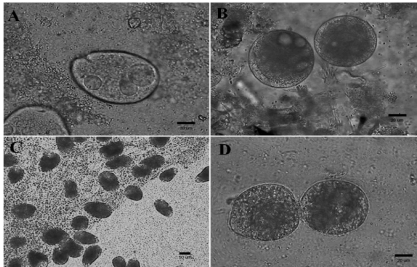
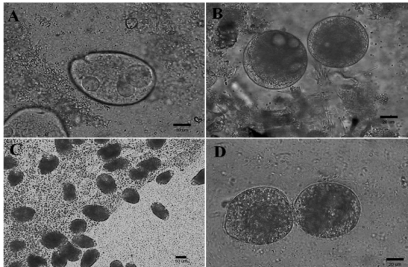
Larva cisticercóide



Larva cisticercóide



Tabela 5. Características morfológicas de protozoários patogênicos e comensais intestinais que realizam parte do ciclo evolutivo no solo.

<i>Balantidium coli</i> (BARBOSA et al., 2016)	
(Hospedeiro: homem e Suínos)	
Trofozoítos	São grandes, oblongos ou esféricos, com 60 a 100 µm de comprimento, podendo chegar a 200 µm. Superfície coberta por cílios que conferem movimento rotatório. Possui um macronúcleo grande, em forma de rim ou salsicha, e um micronúcleo menor e esférico, localizado próximo ao macronúcleo. Possui uma abertura anterior (peristômio), que leva ao citóstoma (boca). No ccitoplasma existem vacúolos contráteis (pulsáteis) e alimentares.
Cistos	São menores que os trofozoítos, com forma arredondada ou elíptica, medindo de 40 a 60 µm. Apresentam parede cística espessa e resistente, composta por uma ou duas camadas. O macronúcleo é visível, geralmente com formato reniforme (rim) ou de salsicha e é imóvel.
Fotos 33.	Trofozoíto  Cisto 

Cryptosporidium spp. (CUI et al., 2018)

(Hospedeiro: homem e bovinos)

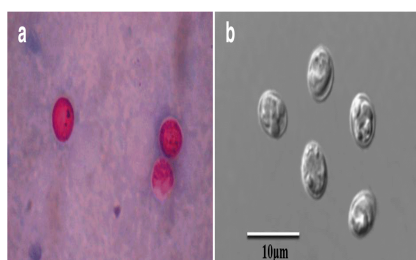
São seis as formas evolutivas principais do protozoário: oocistos com parede espessa e de paredes finas, esporozoítos (liberados dos oocistos ingeridos), trofozoítos, merontes (tipo I e II), que são as formas assexuadas, que se transformam em merozoítos e gamontes (micro e macrogamontes). Destas formas evolutivas a única que tem importância para o diagnóstico de *Cryptosporidium* spp, em solos ou águas são os oocistos.

Trofozoítos Formas dos parasitos que alimentam dentro do vacúolo parasitóforo na célula epitelial do intestino do hospedeiro.

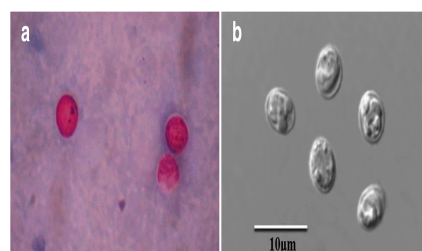
Oocistos São as formas evolutivas e possuem tamanho que variam de 4 a 6 μm . Apresentam a forma esférica ou ovoide. Existem dois tipos de oocistos: um de parede Espessa, que é eliminado junto com as fezes, e são infectantes imediatamente após a excreção, e resistentes ao cloro. O de parede fina permanece no hospedeiro e causa autoinfecção, permitindo que o parasito se multiplique rapidamente no intestino.

Fotos 34.

Trofozoítos



Oocistos



Cyclospora cayetanensis (WEITZEL et al., 2017)

(Hospedeiro: homem e Suínos)

Trofozoítos São os estágios endógenos (incluindo trofozoítos jovens e esquizontes), que são encontrados na extremidade luminal das células epiteliais. Os esquizontes são binucleados e os merozoítos intracelulares já foram descritos em biópsias. O parasito passa por merogonia (esquizonte) para se multiplicar no intestino.

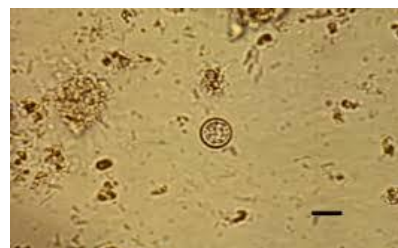
Merozoítos Os merozoítos produzidos no esquizonte medem menos de 6 μm de comprimento.

Oocistos Medem de 8 a 10 μm de diâmetro. São esféricos e hialinos (vítreas) não refráteis em microscopia de luz comum e são ácido-álcoois resistentes.

Fotos 35.

Trofozoítos

Oocistos maduros



Cystoisospora belli ou *Isospora belli* ((SILVA et al., 2009)

(Hospedeiro: homem e Suínos)

As formas evolutivas de *C. belli* no ciclo evolutivo são: os oocistos (imaturos e esporulados), esporozoítos, esquizontes, merozoítos e gametócitos. A infecção humana ocorre pela ingestão de oocistos esporulados, que são infecciosos, os quais liberam esporozoítos no intestino do homem, e invadem os enterócitos, passando por processo de reprodução assexuada (esquizogonia) e sexuada (gametogonia), gerando os oocistos, que são excretados junto com as fezes dos hospedeiros infectados. Destas formas evolutivas, somente os oocistos contaminam solos e águas.

Trofozoítos São libertados no intestino delgado após a ingestão dos oocistos maduros, invadem as células epiteliais.

Oocistos Os oocistos imaturos e não esporulados são eliminados nas fezes, e possuem um esporoblasto, sendo nesta fase não infeccioso. No meio ambiente em condições adequadas de temperatura, humidade e oxigenação, passam pelo processo de esporulação, e tornam-se oocistos maduros, ou seja, esporulados, os quais são as formas infecciosas. Neste estágio, contendo dois esporocistos, cada um com quatro esporozoítos, totalizando oito esporozoítos.

Fotos 36.

Oocisto imaturo



Oocisto maduro



Entamoeba histolytica (SILVA et al., 2009)

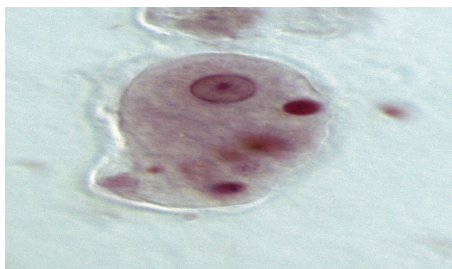
(Hospedeiro: homem)

Trofozoítos Medem de 20 a 40 µm de diâmetro, e apresentam forma irregular, com movimentos por pseudópodes (extensões do citoplasma). O citoplasma dividido em ectoplasma (mais claro) e endoplasma (mais granular), rico em glicogénio e com ribossomos em hélice. O núcleo é único, esférico, com um cariossoma (corpúsculo central) pequeno e pontual, e cromatina periférica fina e regular.

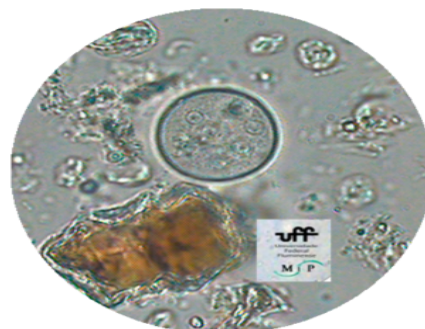
Cistos Os cistos variam de esférico a oval, parede cística delicada, tamanho de 8 a 20 µm. O núcleo varia de 1 (imaturo) a 4 (maduro) µm e cariossoma central e pontual. A cromatina é formada de grânulos finos na periferia do núcleo, com corpos cromatóides em forma de bastões ou charutos (no cisto imaturo). O vacúolo de glicogénio pode estar presente, e desaparecendo no cisto maduro.

Fotos 37.

Trofozoíto



Cisto maduro



Giardia duodenalis ou *G. lamblia* ou *G. intestinalis*

(Hospedeiro: homem e outros mamíferos e aves)

(MOLINA, 2009)

- Trofozoítos** São piriformes, ou seja, semelhante a uma pera ou cara de fantasma, e com simetria bilateral. O tamanho varia de 12 a 20 μm de comprimento por 5 a 10 μm de largura. Possuem dois núcleos (anterior), quatro pares de flagelos: anterior, posterior, ventral e caudal, e dois corpos medianos. Para a fixação mucosa do intestinal delgado usam um disco suatorial, ou disco ventral, que fica na face ventral. Esta forma evolutiva movimenta-se por batimento dos flagelos.
- Cistos** Possuem formato que varia de oval ou elipsoidal, com tamanho variando de 8 a 12 μm de comprimento, e apresentam parede cística hialina e espessa. Também, possuem quatro núcleos, normalmente localizados em um polo, e restos de flagelos e corpos medianos. Os cistos são as formas capazes de sobreviverem por semanas ou meses no ambiente úmido, sendo a forma responsável pela transmissão.

Fotos 38.

Trofozoíto



Cisto maduro



Entamoeba coli (MOLINA, 2009).

(Hospedeiro: homem e mamíferos e aves)

Trofozoíto

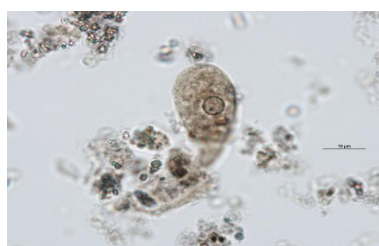
Esta forma evolutiva possui tamanho que varia de 15 a 50 μm , com motilidade lento, preguiçoso e não direcional. Emite pseudópodes curtos, rombudos e hialinos. O citoplasma é granular, vacuolado e grosso. Vive no intestino delgado do homem como comensal.

Cisto

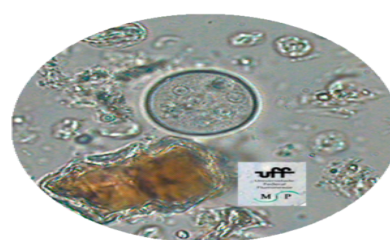
O cisto mede 10 a 35 μm e esféricos e contêm de 8 a 16 núcleos, com cariossoma excêntrico. A parede cística é delicada, e os cistos maduros contêm tipicamente 8 núcleos, mas podem ter até 16 ou 32.

Fotos 39.

Trofozoíto



Cisto maduro



O ciclo de vida dos principais enteroparasitos está intimamente associado ao depósito de ovos no solo, presentes nas fezes de indivíduos infectados, e às condições ambientais que favorecem o desenvolvimento destes seres. Neste caso, o solo funciona como um reservatório essencial para a evolução das formas infectantes de diversos helmintos, como: *Ascaris lumbricoides* e *Ancylostoma* spp. e *Necator americanus* (RODRIGUES; SILVA, 2021), como também de protozoários

patogênicos ou não (comensais) para os seres humanos.

Os protozoários que causam doenças importantes na saúde humana destacam-se: *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia* (VIEIRA et al., 2012), *Balantidium coli* (PONCE-GORDO; JIRKŮ-POMAJBÍKOVÁ, 2017), *Cystoisospora belli* (LEGUA; SEAS, 2013), *Cryptosporidium* spp. (AHMED et al., 2024), *Blastocystis hominis* (BATISTA et al., 2017), e *Cyclospora cayetanensis* (LEGUA; SEAS, 2013).

Os helmintos como os protozoários que causam infecções no homem dependem de fatores ambientais como: elevada umidade, temperaturas entre 20 °C e 30 °C, tipo de solo e a presença de matéria orgânica para que os ovos e larvas de helmintos e cistos e oocistos de protozoários atinjam a maturidade infectante (REY, 2008; NEVES, 2016).

O ciclo biológico dos helmintos que possuem uma fase no meio ambiente podem ser monoxênico, heteroxênico ou ambos. Ao passo que o ciclo de vida dos protozoários que habitam o trato gastro intestinal é monoxênico e por divisão binária simples (REY, 2008; NEVES, 2016). Para efeito de exemplificação de tipos de ciclo de vida de parasitos intestinais serão descritos o ciclo de vida de três parasitos: do Nematoda *Ascaris lumbricoides*, do Cestoda *Taenia* sp., e do protozoário *Giardia lamblia*.

11.2.1. Ciclo de vida Monoxênico ou ciclo-pulmonar de *Ascaris lumbricoides*

O ciclo de vida do Nematoda *Ascaris lumbricoides* inicia com os vermes adultos que vivem no lúmen do intestino delgado do homem. Neste ambiente, os machos fecundam as fêmeas, e após maturação dos ovos, as fêmeas começam a realizar a ovoposição. Cada fêmea pode produzir cerca de 200.000 ovos por dia. Os quais são excretados nas fezes. Os ovos eliminados podem ser fertilizados e não fertilizados, porém, somente os ovos férteis tornam-se infecciosos.

No meio ambiente, os ovos fertilizados, dependendo das condições, se tornam embrionários e infecciosos entre 18 dias e algumas semanas, quando as condições ambientais são ideais: solo úmido, quente e sombreado. Os ovos embonados com

larvas no estágio três (L3) são os prontos para ser deglutidos. No intestino delgado, os ovos eclodem em larvas, e as larvas penetram a parede do intestino delgado e migram via circulação porta até o fígado, a seguir via circulação sistêmica até chegarem aos pulmões, onde amadurecem ainda mais (em 10 a 14 dias) sofrem mudanças para larvas quatro (L4). Estas larvas penetram as paredes alveolares, ascende à árvore brônquica até a garganta e são deglutidas, retornando ao intestino delgado, onde se transformam em vermes adultos, copulam e as fêmeas iniciam a ovoposição.

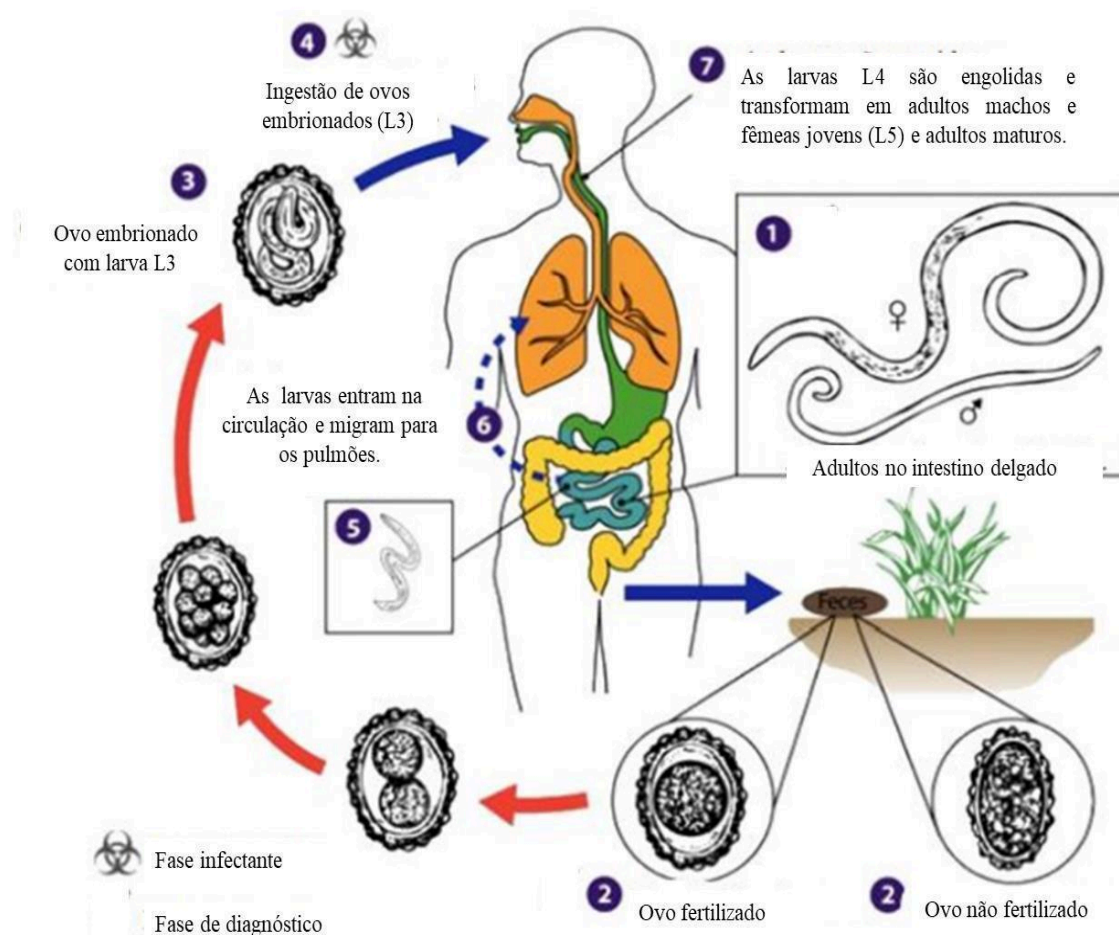


Figura 23. Ciclo de vida de *Ascaris lumbricoides* (CDC, 2019).

11.2.2. Ciclo de vida Heteroxênico de *Taenia solium* e *T. saginata*

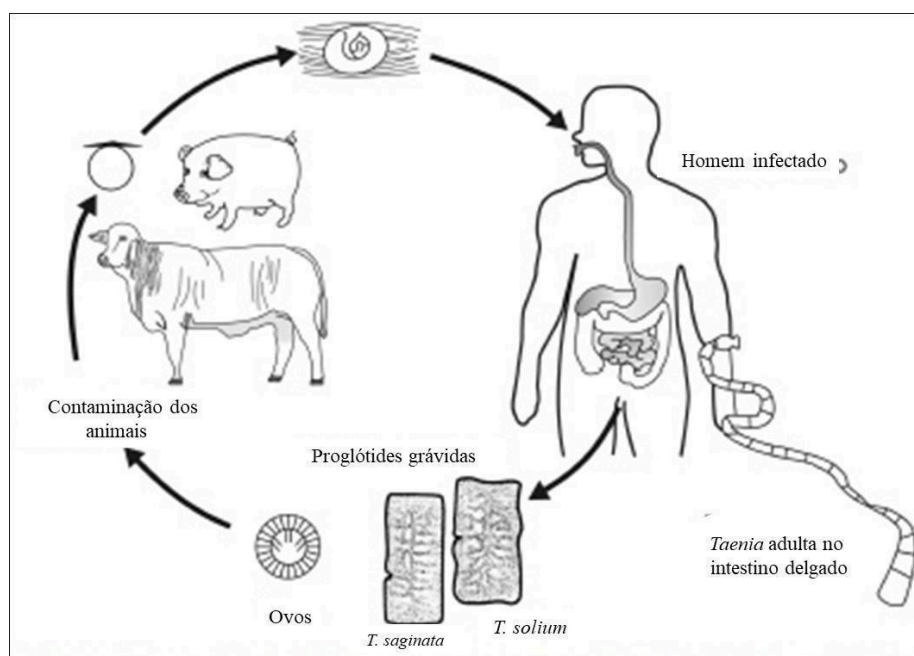
O hospedeiro definitivo para *Taenia solium* e *T. saginata* infectado, ou seja, com vermes adultos no intestino, elimina proglotes grávidas cheias de ovos do parasito

em suas fezes. Estas proglotes rompem no ambiente e liberam ovos que podem contaminar o solo, a água ou vegetação. Os ovos contendo o oncosferas são ingeridos pelos hospedeiros intermediários, os quais são os suínos os hospedeiros intermediários da *Taenia solium* e bovinos os da *Taenia saginata*.

Os hospedeiros intermediários ao ingerirem os ovos, estes sofrem a ação dos sucos gástricos e liberam as oncosferas (embriões) no intestino, e estas penetram na parede intestinal e migram pela corrente sanguínea indo para os músculos, onde se desenvolvem, transformando em cisticercos (forma larval).

O homem ao consumir carne de porco ou de boi crua ou malcozida contendo cisticercos, estes sofrem no intestino ação do suco gástrico, e transformam em vermes adultos no intestino delgado. Estes vermes fixam-se na mucosa intestinal por ventosas (no caso da *T. saginata*) ou ventosas e ganchos (no caso da *T. solium*).

As proglotes maduras se autofecundam e os ovos passam por um processo de maturação, sendo que no final do helminto são formadas as proglotes grávidas, que se desprendem do parasito e saem juntamente com as fezes. No meio ambiente as proglotes rompem-se e liberam os ovos maduros e infectantes (REY, 2008; NEVES, 2016).



A principal via de infecção do homem ocorre por meio da ingestão de cistos, que podem estar em águas superficiais não tratadas ou inadequadamente tratadas (apenas

cloração), consumo de alimentos contaminados como: vegetais crus e frutas mal lavadas. Esses alimentos também podem ser contaminados por cistos transportados por insetos: moscas e baratas, de pessoa para pessoa, por mãos contaminadas, especialmente em locais de grande aglomeração humana: creches, orfanatos, etc. Outras formas de transmissão seriam entre membros de uma mesma família ou em instituições como creches, escolas e orfanatos quando existem indivíduos infectados, por meio de contatos homossexuais e por contato com animais domésticos infectados com *G. duodenalis* que funcionam com reservatórios para *Giardia* spp., portanto, este protozoário é considerado uma zoonose (QUADROS et al., 2015).

Os cistos maduros ao ser ingeridos, o desencistamento é iniciado no meio ácido do estômago e concluído no duodeno e jejuno, onde ocorre a colonização do intestino delgado pelos trofozoítos. Os trofozoítos se multiplicam por divisão binária longitudinal e após a divisão nuclear (nucleotomia) e duplicação das organelas, ocorre a divisão do citoplasma (plasmotomia), resultando em dois trofozoítos binucleados. O ciclo se completa pelo encistamento do parasito e sua liberação para o meio externo, junto com as fezes. Esse processo pode iniciar-se no íleo distal, embora o ceco seja considerado o principal sítio de encistamento (REY, 2008; NEVES, 2016).

A infecção humana com *G. lamblia* ocorre por ingestão de cistos maduros presentes em água ou alimentos contaminados, ou quando mãos sujas são colocadas à boca. No estomago os cistos sofrem ação do suco gástrico, e no intestino delgado liberam os trofozoítos. Estes sofrem divisão binária e chegam à luz do intestino, onde ficam livres ou aderidos à mucosa intestinal, por mecanismo de sucção.

Os trofozoítas maduros transforma em cistos, quando o parasito transita o cólon, e neste estágio os cistos são encontrados nas fezes. No meio ambiente, em condições adequadas: solo, umidade e temperatura, os cistos amadurecem e podem sobreviver meses na água fria, por apresentarem uma membrana cística camada, e amplamente resistente.

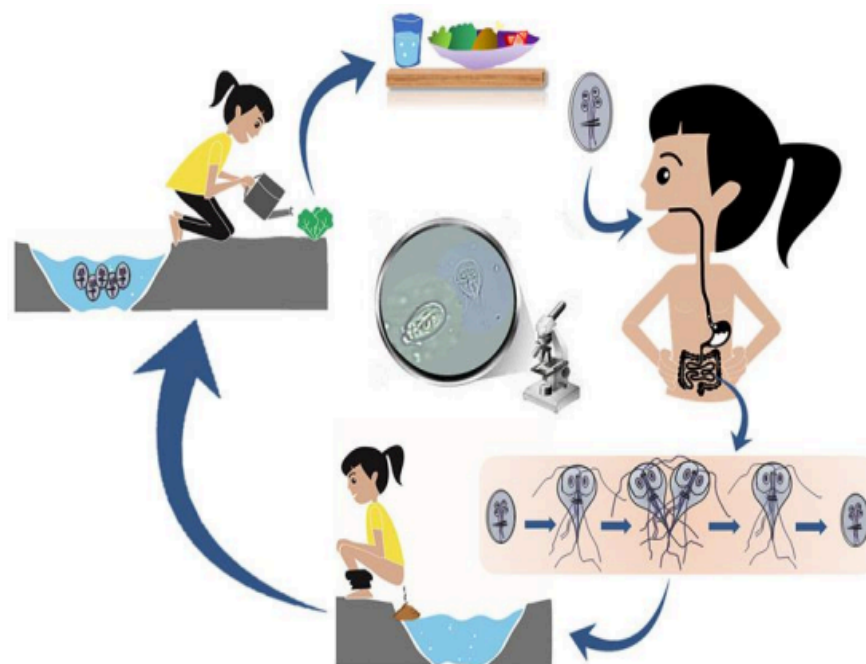


Figura 25. Ciclo de vida de *Giardia lamblia* (ZONTA, SERVIÁN, NAVONE, 2026).

11.3. Aspectos Clínicos e Sintomatológicos das Parasitoses Intestinais

As manifestações clínicas das parasitoses intestinais variam amplamente, desde quadros assintomáticos até complicações graves e óbitos. Em infecções leves, os sintomas podem ser inespecíficos, como fadiga e desconforto abdominal. Em infecções moderadas a graves, destacam-se a diarreia persistente, a síndrome de má absorção, a anemia ferropriva e o retardo do crescimento em crianças (WHO, 2023).

Sintomas inespecíficos como: cansaço, fraqueza, perda de apetite e emagrecimento são comuns em infecções prolongadas, frequentemente associadas à má absorção de nutrientes (NEVES et al., 2016; BRASIL, 2019). Em crianças, essas condições podem comprometer o crescimento e o desenvolvimento físico e cognitivo (WHO, 2020). A coceira anal é um sintoma típico da enterobiose, causada por *Enterobius vermicularis*, enquanto em outras parasitoses, como a ascaridíase, o *Ascaris lumbricoides* pode ocorrer manifestações respiratórias, como tosse e sibilos, devido à migração larval pelo trato pulmonar (FERNANDES et al., 2018). Em casos mais graves, complicações intestinais, como obstruções, e hepáticas, como abscessos, podem ser observadas (RODRIGUES; SILVA, 2021).

No caso da ancilostomíase causada por *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*, os indivíduos durante a penetração das larvas infectivas na pele podem prurido, edema e inchaço comumente nos pés e mãos. Quando as larvas passam pelos pulmões induzem tosse. Os vermes adultos no intestino causam anemia ferropriva (amarelão), devido, a perda crônica de sangue no intestino, devido à espoliação pelos vermes. Além disso, pode causar: palidez cutânea e amarelada, cansaço extremo, fraqueza, palpitações e tontura (CALVOPÍÑA et al., 2017).

Na strongiloidíase, doença causada por *Strongyloides stercoralis*, os indivíduos podem apresentar sintomas: cutâneo, pulmonar e gastrointestinal. Os sintomas cutâneos, que pode ser uma dermatite no local da entrada da larva, e em alguns casos causar a chamada larva currens, que caracterizada por uma erupção cutânea linear, serpiginosa, vermelha e muito pruriginosa, que se move rapidamente, cerca de 2 a 10 cm por hora na pele, normalmente nas nádegas, coxas ou abdômen. Além disso, pode a dermatite evoluir para reações alérgicas na pele que pode ser recorrentes (NETO et al., 2025). Em pacientes imunossuprimidos, o parasito pode causar infecção disseminada, podendo em muitos casos levar o paciente ao óbito (GUILLAMET et al., 2017).

Os sintomas induzido por *Toxocara canis* e *Toxocara catti* nos seres humanos na toxocaríase podem ser: visceral, ocular e oculta. Na toxocaríase visceral, ou larva migrans visceral caracterizada por febre, tosse, chiado no peito e falta de ar, hepatomegalia, cansaço, fadiga, perda de apetite, erupções cutâneas (urticária ou manchas na pele), aumento de linfonodos, ou seja, ínguas, e em casos graves, pode causar miocardite ou convulsões (CARVALHO, ROCHA, 2011). Na toxocaríase ocular ou larva migrans ocular, ocorre quando a larva migra para o olho, normalmente para um lado, causando: visão embaçada ou diminuída, olho vermelho e dor ocular, visualização de manchas ou pontos brilhantes, aparência branca na pupila e estrabismo e em casos raros à cegueira unilateral (ALMEIDA et al., 2013). A toxocaríase oculta (forma leve) é comum em crianças e com sintomas inespecíficos como: dores de cabeça, dificuldade para dormir, irritabilidade, dor de barriga e tosse leve (REY, 2008; NEVES, 2016).

A tricuriase tem como agente etiológico o *Trichuris trichiura* frequentemente assintomática em casos leves, no entanto, em infecções graves, especialmente em crianças, causam dor abdominal, diarreia crônica com sangue e muco, ou seja disenteria, tenesmo, anemia ferropriva, perda de peso e prolapso retal. A má nutrição decorrente pode levar ao retardo no crescimento (PEREIRA et al., 2021).

Pacientes infectados com *Balantidium coli*, ou seja, com balantidíose, geralmente são assintomáticos, porém, em infecções mais graves apresentam sintomas que incluem diarreia com ou sem muco, pus e sangue, dor abdominal, náuseas, vômitos, perda de peso, tenesmo, ou seja, sensação de evacuação incompleta e flatulência, podendo evoluir para quadros graves como desidratação e hemorragias, ou até complicações extraintestinais, embora em casos raros (FERNANDES, 2024).

Os sintomas da infecção por *Entamoeba histolytica* podem variar bastante. Existem pessoas que podem estar infectadas, mas assintomáticas. Os casos sintomáticos podem ser gastrointestinais: diarreia, dor abdominal e presença de sangue e muco nas fezes. Além dos sintomas gastrointestinais o indivíduo podem ter amebíase extraintestinais em diferentes órgãos como fígado, rins, pulmões e outras partes do corpo, causando o abscesso hepático amebiano. Nestes casos, podem surgir meses ou até anos depois da exposição do parasito, especialmente em regiões endêmicas, além disso, a pele e olhos amarelados podem estar amarelados, ou seja, com icterícia, presente em menos de 10% dos casos (ALMEIDA, LEITE, 2020).

Existem casos de amebíase graves, neste caso, os sintomas graves como: desidratação com desequilíbrio eletrolítico, hemorragias intestinais e até úlceras na parede intestinal, que podem levar a perfurações e sepse (SILVA et al., 2024).

Em infecções causadas por *Giardia lamblia* pode ser assintomática ou manifestar em formas agudas por diarreia muito líquida e fétida, dor abdominal, náuseas e flatulência e, nas formas crônicas, por distensão abdominal, anorexia, fadiga, perda de peso e má-absorção, sendo uma causa frequente de anemia ferropénica, a par da ingestão inadequada de ferro e das perdas hemáticas. Estes sintomas podem persistir durante duas a quatro semanas, mas podem prolongar-se ou haver recaído. As complicações mais comuns são a desidratação, o atraso no desenvolvimento em crianças e a intolerância à lactose que pode persistir após a cura (ALKMIM et al., 2021).

Cystoisospora belli causa nos pacientes infectados: diarreia aquosa súbita, caracterizada por fezes líquidas e não sanguinolentas, que são os sintomas mais comuns. Além disso, geram desconforto abdominal, com cólicas intensas e dor

abdominal. Os sintomas sistêmicos são febre que normalmente é baixa, mal-estar, fadiga e anorexia. Alguns apresentam perda de peso, que decorrente da má absorção crônica, especialmente em casos prolongados (ANDRADE et al., 2019).

Na criptosporidiose é uma protozoose causada por *Cryptosporidium* spp, caracterizada por diarreia aquosa persistente, cólicas abdominais intensas são comuns, desidratação, vômitos, náuseas e febre baixa. A desidratação é causada por perda de líquidos, induzindo fraqueza, sede e redução da urina. A perda de peso ocorre devido à má absorção durante a diarreia prolongada (BONSERE et al., 2020). A infecção em pacientes imunocomprometidos, podendo ser crônicas.

Blastocystis hominis causa normalmente uma infecção conhecida como blastocistose. Esta protozoose em muitas pessoas é assintomática. Em outros indivíduos a doença é sintomática, causando diarreia aquosa e crônica, dor abdominal, náuseas, inchaço, flatulência excessiva e coceira anal. Em alguns casos, pode ocorrer perda de peso, fadiga e, raramente, urticária. A doença em pacientes imunocomprometidos, a doença pode ser graves, podendo leva-lo ao óbito (SILVA-NETO et al., 2010).

Cyclospora cayetanensis é um protozoário agente etiológico da ciclosporiase, uma infecção intestinal marcada por diarreia aquosa súbita, frequentemente explosiva, que em alguns casos pode apresentar sangue, cólicas abdominais intensas e gases, náuseas, fadiga e febre baixa. De um modo geral os sintomas gerais são: náuseas, vômitos, anorexia, perda de peso significativa e fadiga intensa. Normalmente, a febre é baixa e dores no corpo, lembrando uma gripe (BONSERE, 2021).

No caso específico das parasitoses intestinais em casos de infecções crônicas, os efeitos sistêmicos incluem: desnutrição crônica, comprometimento do desenvolvimento cognitivo, especialmente em crianças em idade escolar, pois são os grupos de maiores riscos (MABBETT et al., 2020). Em populações indígenas, tais agravos são ainda mais expressivos, pois, está associado à insegurança alimentar, à baixa cobertura vacinal e ao difícil acesso aos serviços de saúde (BRASIL, 2021).

O impacto negativo da infecção entre as crianças não tratadas pode produzir, além da redução no desenvolvimento físico e mental, uma diversidade de sintomatologias que incluem diarreia, dores abdominais, inapetência, perda de peso, até processos obstrutivos, levando, em casos extremos, sem intervenção cirúrgica, ao óbito do paciente, (BRASIL, 2018).

11.4. Diagnósticos de parasitoses intestinais

O diagnóstico das parasitoses intestinais exige uma abordagem integrada, que combine avaliação clínica detalhada com exames laboratoriais específicos. Esse diagnóstico deve ser fundamentado tanto em achados clínicos quanto laboratoriais. As helmintíases são habitualmente identificadas por meio da análise de amostras fecais, nas quais se busca a presença de ovos, larvas, vermes adultos ou seus segmentos.

A observação macroscópica das fezes, considerando os aspectos como: cor, consistência, presença de sangue, muco ou fragmentos parasitários, podem fornecer indícios importantes sobre o agente etiológico envolvido da doença (SBP, 2020).

Dentre os métodos laboratoriais disponíveis, o uso da microscopia direta permite a visualização de estruturas parasitárias, como: cisto, oocistos de protozoários, e ovos e larvas de helmintos, em amostras de fezes, solos, e água. O exame coproparasitológico permanece como o procedimento mais amplamente utilizado, possibilitando a identificação das formas evolutivas de parasitos intestinais por meio de técnicas como: Sedimentação espontânea ou Método de Hoffman-Pons-Janer, e de Flutuação, que aumentam a sensibilidade diagnóstica. A coleta de múltiplas amostras em dias alternados é recomendada para melhorar a acurácia, tendo em vista a eliminação intermitente de parasitos (SBP, 2020; BRASIL, 2019). Na tabela (Tabela 6) são apresentados os principais métodos parasitológicos, usados nos diagnósticos de parasitos e comensais intestinais em fezes, água e solos.

Pacientes com forte suspeita clínica, mas os exames convencionais resultam dados negativos, podem ser utilizados métodos moleculares, como a reação em

cadeia da polimerase (PCR) ou PCR em tempo real (qPCR). Esses exames são capazes de identificar o DNA do parasito com alta sensibilidade e especificidade, sendo particularmente úteis para detectar coinfeções e espécies de difícil identificação por métodos tradicionais (SANTOS et al., 2021). Além disso, exames hematológicos podem auxiliar na investigação, revelando, por exemplo, eosinofilia comum em infecções helmínticas ou anemia ferropriva em infecções por parasitos hematófagos, como *Ancylostoma* spp (REY, 2008; NEVES, 2016; BRAZ et al., 2015).

O diagnóstico de algumas parasitoses intestinais, como por exemplo, na teníase (*Taenia* spp) é realizado por meio de exames de fezes, onde se busca a presença de proglotes ou ovos dos parasitos. No entanto, é importante usarem métodos complementares como: exames sorológicos e moleculares podem ser usados para confirmar a infecção, especialmente em casos de cisticercose. No caso de cisticercose, exames de imagem, como tomografia computadorizada ou ressonância magnética, podem ser utilizados para localizar cisticercos em diferentes órgãos como o cérebro (REY, 2008; NEVES, 2016; BRAZ et al., 2015).

Apesar dos avanços tecnológicos, métodos mais sensíveis como: Concentração por formalina-éter ou as Técnicas de flotação não são amplamente disponíveis em regiões remotas. A aplicação de testes moleculares também enfrenta limitações em áreas isoladas, como comunidades indígenas da Amazônia, devido a restrições de infraestrutura e custo (SANTOS et al., 2021).

Diante desse cenário, a adoção de protocolos de diagnósticos adaptados à realidade local tem sido apontada como uma estratégia eficaz. Isso inclui a capacitação de agentes comunitários de saúde, a utilização de tecnologias portáteis de diagnóstico e a incorporação de práticas acessíveis, que possam garantir maior cobertura e eficácia na identificação dos casos. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2023) destaca que o fortalecimento da Vigilância de Diagnóstica em populações vulneráveis é fundamental para o controle e prevenção das parasitoses intestinais.

Tabela 6. Principais métodos parasitológicos, usados para dar o diagnóstico de parasitos e comensais intestinais em fezes, água e solos (SBP, 2020).

Métodos parasitológicos	Princípio	Principais indicações
Hoffman, Pons e Janer e Lutz	Sedimentação espontânea	Cistos, Oocistos de protozoários, e Ovos e Larvas de helmintos.
Blagg (MIFC) e Ritchie e Coprotest	Sedimentação por Centrifugação	Cistos, Oocistos de protozoários, e Ovos e Larvas de helmintos.
Willis	Flutuação Espontânea	Ovos leves de Ancilostomídeos.
Faust	Flutuação por Centrifugação	Cistos, Oocistos de protozoários, e Ovos e Larvas de helmintos.
Baermann-Morais e Rugai	Cultura	Larvas de <i>Strongyloides</i> spp.
Kato-Katz	Filtração	Ovos de helmintos
Graham ou Fita Adesiva	Adesão	<i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Taenia</i> sp.

11. 5. Epidemiologia dos parasitos intestinais

As parasitoses intestinais são um problema de saúde pública global, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, onde condições socioeconômicas desfavoráveis, como: falta de saneamento básico, acesso limitado à água potável e más condições de higiene, favorecem a transmissão dessas infecções (WHO, 2020).

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) permite a estimação que as parasitoses são endêmicas em muitas regiões da África, Ásia e Américas, concentrando a maior carga de doenças em países de baixa e média renda.

Estimativas indicam que, em 2003, a prevalência global de *A. lumbricoides* era superior a 1,2 bilhão, compondo mais de 50% dos casos na China, enquanto a de *T. trichiura* era de 795 milhões e a de ancilostomídeos de 740 milhões (PARIJA, 2017).

No Brasil, estima-se que milhões de pessoas sejam afetadas anualmente, sobretudo em áreas sem acesso a saneamento básico adequado. Na região Norte, a prevalência de geo-helmintíases em comunidades indígenas é alarmante, com registros que chegam a 60% das crianças estão infectadas com um ou mais parasitos intestinais (SANTOS et al., 2020). A vulnerabilidade de pessoas as parasitoses são ampliadas pela insegurança alimentar, práticas culturais de manejo do solo e limitações no acesso a serviços de saúde (GOMES et al., 2022).

Os principais fatores de risco para a transmissão de parasitoses intestinais incluem: a ausência de sistemas adequados de esgoto e tratamento de água, ou seja, falta de saneamento básico aumenta o risco de contaminação por cistos, oocistos, e ovos de parasitas (PULLAN et al., 2014). O consumo de água não tratada, principal via de transmissão de protozoários como: *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium* spp. (CHECKLEY et al., 2015), condições de higiene precárias e falta de hábitos como lavar as mãos, que contribuem para a disseminação e manutenção de parasitoses intestinais (BETHONY et al., 2006). Além disso, os fatores climáticos e tipos de solos como observados em regiões quentes e úmidas favorecem a sobrevivência de cistos, oocistos de protozoários patogênicos ou não, e ovos e larvas de helmintos no meio ambiente (HOTEZ et al., 2014).

Nesse cenário de múltiplos fatores de risco e vulnerabilidade socioeconômica, as pessoas, especialmente as crianças são as mais severamente afetadas. Elas apresentam infecções com maior frequência, devido ao contato mais íntimo com solo contaminado e apresentarem o sistema imunológico ainda em desenvolvimento. Infecções crônicas nessas populações podem levar a agravos como desnutrição, anemia por deficiência de ferro, quadros de diarreia e má absorção, comprometimento do desenvolvimento físico e cognitivo, e, em casos extremos, obstrução intestinal e óbito (HOTEZ et al., 2014; BUSCHINI et al., 2007). Outro fato importante é que as pessoas que vivem em áreas rurais e os povos indígenas que

vivem em áreas que não existe uma infraestrutura sanitária adequada também são frequentemente infectados.

As parasitoses intestinais têm um impacto significativo na saúde pública, contribuindo para a perpetuação do ciclo de pobreza. Infecções crônicas são frequentes, e podem levar a complicações que vão desde a desnutrição devido as deficiências de vitaminas e minerais, anemia, especialmente em casos de ancilostomíase (HOTEZ et al., 2004). O comprometimento do desenvolvimento físico e cognitivo em crianças (JOURDAN et al., 2018). O cenário requer estratégias de controle segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), que recomenda intervenções de tratamento em massa, administração periódica de medicamentos antiparasitários, como albendazol e mebendazol, em áreas endêmicas (WHO, 2020). Outro mais fato importante esta relacionado à melhoria do saneamento básico, construção de sistemas de esgoto e fornecimento de água potável (PULLAN et al., 2014).

O município de São Gabriel da Cachoeira é caracterizado por apresentar expressiva diversidade étnica, além de apresentar as condições epidemiológicas que favorecem a persistência do ciclo de transmissão de parasitos intestinais. A posição geográfica desta área configura-se como um gargalo para a oferta de uma assistência em saúde de qualidade, dificulta a melhora de ações estruturantes. A constante presença de solo contaminado nas proximidades das residências e em espaços de uso coletivo exerce papel relevante na manutenção da endemicidade dessas parasitoses (BARBOSA et al., 2022). Esse cenário é agravado pela carência de políticas públicas efetivas voltadas ao saneamento básico, como o acesso à água potável, esgotamento sanitário e manejo adequado de resíduos, o que perpetua a vulnerabilidade das populações locais às infecções parasitárias.

11. 6. Tratamentos das parasitoses intestinais

O tratamento das parasitoses intestinais é dependente do tipo específico do parasito que causa a verminose, da gravidade da infecção e das condições de saúde do paciente. A Organização Mundial de Saúde recomenda os

medicamentos antiparasitários para o tratamento e controle de geo-helminthos. No caso de infecções por protozoários, como: giardíase ou amebíase, os medicamentos como: metronidazol ou o tinidazol são frequentemente prescritos. Em casos de helmintíases, como ascaridíase, oxiuríase ou ancilostomíase, e estrongiloidíase utilizam-se antihelmínticos como: albendazol, mebendazol ou ivermectina (REY, 2008; NEVES, 2016).

Assim, para assegurar a eliminação de parasitos intestinais de uma pessoa infectada, é de fundamental importância seguir a dosagem indicada pelo médico para garantir a eliminação do parasito. Além do uso de medicamentos, o tratamento deve incluir medidas de suporte, como hidratação adequada, especialmente em casos com sintomas de diarreia intensa, e correção de deficiências nutricionais: vitaminas e outros micronutrientes que podem ocorrer devido à ingestão em quantidades inadequadas.

Existem protocolos importantes para realizarem um bom diagnóstico específico e precoce para as parasitoses, para que o tratamento seja o mais adequado para as parasitoses intestinais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018; SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE, 2022). Nas tabelas (Tabelas 7 e 8) são mostrados os principais helmintos e protozoários de importância na Saúde Pública do Brasil os respectivos medicamentos e doses usadas atualmente nos controles delas respectivamente.

Tabela 7. Apresentação de alguns esquemas de tratamento das helmintíases intestinais, considerando informações apresentados na literatura (SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE, 2022, p.18).

Tratamento

Helmintíase	Tratamento			
	1ª linha	Dose	2ª linha	Dose
Ascaridíase	Albendazol	400 mg (200 mg para < 2 anos. VO. Dose única	Pamoato de pirantel	11 mg/Kg (máximo 1 g). VO. 1x/dia por 3 dias.
	Mebendazol	100 mg. VO. 1x/dia por 3 dias.	Nitazoxamida	7,5 mg/Kg/dose (máximo 500 mg), VO. 2x/dia por 3 dias
Ancilostomíase	Albendazol	400 mg (200 mg para < 2 anos). VO. Dose única.	Pamoato de pirantel	11 mg/Kg (máximo 1 g). VO. 1x/dia por 3 dias.
	Mebendazol	100 mg. VO. 1x/dia por 3 dias.	Nitazoxamida	7,5 mg/Kg/dose (máximo 500 mg), VO. 2x/dia por 3 dias
Estrongiloidíase	Albendazol	400 mg. VO. 1x/dia por 3 dias.	Cambendazol	5 mg/Kg/dose, VO. Dose única.
		800 mg. VO. 1x/dia por 3 dias.		
	Ivermectina	200 µg/Kg. VO. 4 semanas		

Tabela 8. Esquemas de tratamento de algumas protozooses intestinais, considerando informações apresentados na literatura (SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE, 2022, p.24).

Protozooses	Antiparasitário	Dose
<i>Entamoeba histolytica</i>	Etofamida	500 mg 2x/dia por 3 dias
Forma intestinal assintomática	Teclosan	100 mg 3x/dia por 5 dias
Forma intestinal sintomática ou extraintestinal	Metronidazol	500 a 750 mg 3x/dia 10 dias ou 35 a 50 mg/Kg/dia em 3 doses por 10 dias.
	Tinidazol	≥ 3 anos: 2 g ou 50 mg/Kg dose única
	Secnidazol	2 g ou 30mg/Kg dose única
Forma intestinal ou extraintestinais sintomáticas, após uso de nitroimidazólicos devem sempre ser seguidas da administração de Etofamida ou Teclosan.	Etofamida	500 mg 2x/dia por 3 dias
	Teclosan	100 mg 3x/dia por 5 dias.
	Metronidazol	15 mg/Kg/dia 3x por dia por 5 a 7 dias
<i>Giardia lamblia</i>	Albendazol	400 mg/dia por 5 dias.
	Tinidazol	50 mg/Kg dose única para > 3 anos.
	Secnidazol	30 mg/Kg dose única.
	Nitazoxanida	7,5 mg/Kg/dose 2 x/dia por 3 dias para > 1 ano.

Para a prevenção de reinfecções das parasitoses intestinais é essencial também o uso de boas práticas de higiene: lavar bem as mãos, alimentos e evitar o consumo de água contaminada. Em situações em que há suspeitas de múltiplas

infecções por parasitos, o médico pode optar por tratamentos combinados ou solicitar exames complementares para confirmação da parasitose específica para o controle da parasitose seja realmente eficaz.

Em comunidades ou regiões com alta prevalência de parasitoses intestinais, é necessário estratégias de tratamentos coletivos de foram inovadores, principalmente em crianças em idade escolar, que frequentam creches, ambientes estes onde as infecções são mais comuns. Por fim, é importante destacar que o acompanhamento médico é indispensável para monitorar a eficácia do tratamento e prevenir complicações.

11.7. Medidas de controle das parasitoses intestinais

As medidas de controle das parasitoses intestinais são mais eficazes quando integram ações intersectoriais, envolvendo saúde, educação, saneamento e meio ambiente. A melhoria das condições sanitárias, com o acesso à água potável e ao esgotamento sanitário adequado, é fundamental para a interrupção dos ciclos de transmissão dos parasitos intestinais (MACHADO et al., 2023), relacionado ao contato físico com fezes humanas contaminadas presentes no ambiente, especialmente em locais com ausência de saneamento básico. Em locais, embora o tratamento das pessoas infectadas possa gerar melhora clínica imediata, seus efeitos são frequentemente de curta duração. A reinfecção ocorre com facilidade, muitas vezes levando a cargas parasitárias ainda maiores do que as observadas antes do tratamento inicial (NEVES et al., 2016).

Para a prevenção efetiva das parasitoses intestinais, é fundamental considerar tanto os aspectos coletivos quanto os individuais. Boas condições sanitárias como: educação da comunidade, controle e a vigilância de alimentos, lixo e esgoto, oferta de água tratada e a melhoria das condições de moradia são determinantes para a profilaxia geral. No caso dos protozoários, práticas simples como a higienização das mãos após a defecação e o manuseio de alimentos, lavagem adequada de frutas e vegetais e o acesso a saneamento básico e água potável tratada são medidas cruciais para conter a disseminação (CRUZ, 2012).

Contudo, a elaboração e/ou melhora de programas de saneamento ambiental em larga escala é complexa. Intervenções diretamente voltadas à interrupção da transmissão de geo-helmintos (STH) enfrentam diversos desafios, entre eles a necessidade de investimentos públicos em redes de esgoto e o engajamento das famílias na construção e uso adequado de banheiros conectados a essa rede (MASCARINI, 2011).

Apesar dos esforços globais, as parasitoses intestinais ainda representam um problema significativo de saúde pública, especialmente em países de baixa e média renda. Fatores como: urbanização desordenada, mudanças climáticas e a resistência de parasitas a medicamentos contribuem para a persistência e a complexidade dessas infecções (PULLAN et al., 2014). A globalização e o aumento do fluxo internacional de pessoas também favorecem a disseminação de parasitos em áreas anteriormente não endêmicas (TORGERSON et al., 2015).

De acordo com o Protocolo de Parasitoses Intestinais de Ribeirão Preto de 2020 (PPIRP, 2020), diversas medidas são consideradas eficazes para o controle dessas infecções. Entre elas, destacam-se a repetição de tratamentos em massa com fármacos ovicida em áreas endêmicas, o tratamento adequado das fezes humanas eventualmente utilizadas como fertilizantes, a adoção de práticas sanitárias como o controle de resíduos sólidos e líquidos, a oferta de água tratada, melhorias nas condições habitacionais e ações de educação comunitária. Além disso, incluem-se a promoção da educação em saúde com ênfase na higiene pessoal e alimentar, lavagem adequada de frutas e vegetais, tratamento da água destinada ao consumo, a evitar consumo de carne crua ou malcozida com atenção à procedência dos alimentos, bem como a prevenção do contato direto com solos contaminados por fezes humanas ou de animais.

Importante destacar que resultados efetivos e duradouros no controle de enteroparasitos, mesmo de espécies altamente cosmopolitas, como *Ascaris lumbricoides* somente são possíveis com a participação ativa da população nas ações de controle. Nesse contexto, destaca-se a importância de políticas públicas de saúde que promovam o conhecimento sobre as formas de transmissão, sintomas, prevenção

e práticas de higiene pessoal e ambiental (REY, 2010; NEVES et al., 2016).

Em comunidades indígenas amazônicas, as ações de controle devem ser culturalmente sensíveis e baseadas na participação comunitária. Programas específicos de promoção da saúde que respeitem as práticas locais são essenciais para o êxito das intervenções (BRASIL, 2021). A implementação de tecnologias sociais, como fossas sépticas adaptadas e filtros de água de baixo custo, tem mostrado resultados positivos na redução da carga parasitária em algumas regiões (GOMES et al., 2022).

Adicionalmente, ações contínuas de vigilância epidemiológica e monitoramento ambiental incluindo a análise sistemática de amostras de solo, são indispensáveis para a avaliação da eficácia das medidas adotadas e para o planejamento de novas estratégias de intervenção (RODRIGUES et al., 2021).

12. Metodologia Específica para Diagnóstico de Formas Evolutivas de Parasitos intestinais presentes no solo

12.1. Coleta de amostras de solo

As coletas de amostras de solos foram obtidas seguindo um protocolo específico: o solo foi retirado cuidadosamente da superfície para retirada de partículas mais expostas, que tinham maior probabilidade de conter: cistos, oocistos, ovos e larvas de parasitos intestinais, devido à presença direta com fezes humanas e de animais.

Assim, de cada comunidade foram colhidas três amostras de solos, 80 g, sendo uma amostra colhida cerca de 50 cm de uma residência escolhida aleatoriamente na comunidade, e as outras duas amostras de locais onde a população realizavam as necessidades fisiológicas de defecação.

As amostras foram colhidas de forma sistemática em duas profundidades distintas: uma na superfície de zero a dois (2) cm de profundidade, e a outra a cinco (5) cm de profundidade, utilizando uma pá esterilizada para evitar contaminações

cruzadas. Estas duas amostras foram colocadas em um mesmo frasco estéril, identificados com as informações: nome da comunidade, local na comunidade, data e hora da coleta e homogeneizadas, armazenadas em caixas térmicas, e encaminhadas para Laboratório de Higiene dos Alimentos, Departamento de Nutrição, Faculdade de Ciências da Saúde, UnB, e armazenadas em temperatura a 4 °C até o momento de serem processadas e examinadas (ALMEIDA et al., 2020).

12.2. Processamento e análise das amostras de solo

As amostras de solo foram processadas e analisadas, utilizando o Método Parasitológico de Sedimentação Espontânea com algumas modificações. Este método de diagnóstico é amplamente utilizado para a detecção de cistos e oocistos de protozoários, ovos e larvas de helmintos em solos como também, em exames de amostras de fezes de seres humanos e de animais (REY, 2008; NEVES, 2016).

Cada amostra foi diluída em 100 mL de água destilada, homogeneizada e filtrada em gazes dobradas para remoção de partículas grosseiras. Em seguida, elas foram lavadas com água destilada, e deixadas em repouso por 24 h, para que as formas evolutivas de parasitos depositassem por gravidade no fundo do cálice (FERREIRA et al., 2018). Após este tempo, as amostras que estavam com o líquido sobrenadante limpo, o líquido foi descartado e o sedimento colocado em um tubo falcon de 15 mL, e adicionado cinco (5) mL de formol 5% e acondicionado a 4° C até o momento das leituras. Porém, as amostras que apresentavam os líquidos sobrenadantes sujos, estes foram descartados e os sedimentos ressuspensos com água destilada e deixados por mais 24h em repouso. Este ciclo de lavagem foi repetido até que os líquidos sobrenadantes tornassem transparentes e os sedimentos limpos, permitindo a visualização das formas evolutivas dos parasitos intestinais (REY, 2008; NEVES, 2016).

Os sedimentos obtidos foram analisados, usando Microscópio Óptico (Objetivas de 10x e 40x), e os resultados foram considerados positivos, quando encontraram formas evolutivas típicas de parasitos intestinais. A identificação dos parasitos foram apresentadas por gênero, considerando as características morfológicas específicas

para cada parasito e comparado as formas encontradas com fotos apresentadas em Atlas de Parasitologia (SILVA et al., 2009; NEVES, 2016), e descrições delas apresentados em livros (De CARLI, NEVES et al., 2016; REY, 2010; SILVA et al., 2021). Para cada amostra de solo foram preparadas dez (10) lâminas e as leituras foram realizadas por dois pesquisadores, onde cada um examinou cinco lâminas por amostra, totalizando 30 lâminas analisadas para cada comunidade.

Foram consideradas 23 espécies previamente definidas no protocolo de estudo, considerando a forma de infecção do homem, por via oral, e que parte do ciclo evolutivo delas ocorrem no solo (REY, 2008; NEVES, 2016). Desta maneira, foram incluindo cistos de protozoários: *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* e *E. dispar*, *Balantidium coli*, e cistos de amebas comensais: *Entamoeba coli*, *Entamoeba hartmanni*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba bütschlii*, oocisto de coccídeo: *Cryptosporidium* sp., *Cystoisospora* sp., *Sarcocystis* sp., e *Toxoplasma gondii*. Incluíram também, ovos dos helmintos: *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Hymenolepis nana* e *H. diminuta*, *Taenia solium* e *Taenia saginata*, *Trichuris trichiura*, *Toxocara canis* e *T. catti*, ovo e larva de Ancilostomídeo e larva de *Strongyloides stercoralis*.

A distribuição dos diferentes parasitos intestinais identificados foi apresentada por gênero, uma vez, que, no solo existem formas evolutivas de parasitos intestinais de animais e de Nematoda de vida livre, que apresentam características morfológicas similares às espécies potencialmente patogênicas para os seres humanos (REY, 2010; BOWMAN, 2010; NEVES, 2016). Muitos ovos e larvas de helmintos encontrados nas amostras não foram possíveis identificá-los até o gênero que pertenciam, assim, foram contadas e apresentadas como larvas e/ou ovos de Nematoda.

A frequência das formas evolutivas identificadas nas amostras para um mesmo parasito por lâmina foi representado por sinal positivo (+), sendo: uma +, quando identificado até cinco (5) formas evolutivas do mesmo parasito, duas ++ para até dez (10) formas evolutivas, e três +++, para 11 ou mais formas evolutivas.

12.3. Coleta de dados socioeconômicos e ambientais das comunidades

Os dados socioeconômicos e ambientais foram obtidos por meio de entrevistas estruturadas e por observações diretas no meio ambiente das comunidades. As condições avaliadas foram: tipo moradia, considerando o material de construção das casas: alvenaria, madeira ou taipa, presença de redes de esgotos, disponibilidades de fossas sanitárias: privadas comuns, fossas rudimentares ou ausência de sanitários, se tinham ou não filtros para água de consumo e destino dos lixos domésticos.

Outros fatores de riscos importantes para a contaminação e manutenção de formas evolutivas de parasitos intestinais nos solos avaliados foram: presença de animais de estimação: cães, gatos, porcos, aves: galinhas e patos. Criação de animais para consumo alimentar: galinhas, porcos, e bovinos, além de animais silvestres como: aves como papagaios, macacos, pois todos estes animais são reservatórios de algumas espécies de parasitos intestinais que infectam o homem. Também, avaliaram o tipo de solo predominante nas áreas de coletas das amostras de solo: arenoso, argiloso ou misto, por ser uma característica relevante para a retenção de ovos e larvas de parasitos (CARVALHO et al., 2020).

Foram colhidas informações também sobre os aspectos demográficos da população das comunidades como: número de pessoas residentes por comunidade, gênero, faixas etárias e grau de escolaridade.

12.4. Análise de correlação entre as espécies de parasitos e comensais

As correlações entre as espécies de parasitos intestinais e comensais identificados nas amostras de solos foram realizadas, usando o Programa Heatmaps, que é um tipo de representação gráfica de dados. Neste caso, os resultados foram avaliados individualmente e representados por cores. Esta metodologia é frequentemente usada para visualizar matrizes de dados complexos, facilitando a identificação de padrões, correlações ou anomalias (BOEIRA et al., 2010).

Os coeficientes de correlações são medidas estatísticas que descrevem a força

e a direção de um relacionamento entre duas variáveis, que neste contexto, as variáveis consideradas foram os diferentes gêneros de parasitos e espécies de comensais encontradas nas amostras avaliadas. Assim, um coeficiente de correlação pode variar de -1 a 1, sendo: o 1 indica uma correlação positiva perfeita, ou seja, à medida que uma espécie aumenta a outra também aumenta. O -1 indica uma correlação negativa perfeita, ou seja, à medida que uma espécie aumenta, a outra diminui, e o zero (0) indica que não existe correlação.

12.5. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos das análises foram organizados em tabelas e as estatísticas feitas, usando o Programa Instat 3. Foram calculadas as taxas de prevalência, positividade e correlações entre espécies de parasitos ou comensais intestinais. As correlações foram medidas usando o coeficiente de Pearson, interações positivas ou negativas entre as espécies identificadas.

13. Resultados

Do total de 32 comunidades indígenas que tiveram amostras de solos examinadas, 30 delas estavam positivas para uma ou mais formas de parasitos intestinais potencialmente patogênicos ou comensais, que podem eventualmente infectar e causar doenças nos seres humanos (Tabela 9).

As comunidades foram agrupadas considerando a localização delas ao longo das calhas de rios e da rodovia BR-307 (Tabela 9). Segundo os dados encontrados nas amostras de solos examinados, as comunidades foram organizadas em três categorias: negativas, com uma amostra negativa e duas ou mais amostras positivas, como mostradas nas tabelas por número de lâminas positivas ou negativas: duas comunidades tiveram todas (6,2%) das amostras de solos negativas para formas evolutivas de parasitos intestinais: Vila Nova (calha do rio Xie) e Jauacanã (calha do rio Içana), oito comunidades tiveram uma amostra de solo positiva (25,0%): Barreira Alta, Cucura Manaus, Caruru e Pari Cachoeira (calha do rio Tiquié) Cué Cué e Camanaus (calha do rio Negro), Itacoatiara Mirim e Santo Antônio (nas margens da BR 307). As 22 outras comunidades (68,8%) tiveram duas ou mais amostras de solos

positivos como exemplos: Areal e Taracua Igarapé.

Com relação à diversidade de formas evolutivas de parasitos intestinais identificadas, as comunidades podem ser agrupadas em localidades que apresentaram maior diversidade de gêneros ou espécies de parasitos e comensais foram: Areal e Taracua Igarapé. As outras localidades que apresentaram diversidade moderada de parasitos e comensais destacam-se: Amazonino Mendes, Boca da Estrada. Ao passo que, as demais comunidades apresentaram diversidade de parasitos e comensais considerados baixas ou negativas como: Vila Nova e Jauacanã.

Tabela 9. Distribuição de parasitos intestinais e comensais identificados em amostras de solo de bacias hidrográficas e rodovia BR-307 em comunidades indígenas de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil, no período de 2023-2024.

Comunidades	Nº de amostras	Amostras/lâminas positivas	Amostras/lâminas negativas	Espécies	Nível de contaminação
Caburis*					
Maturacá	3	18	12	<i>Hymenolepis nana</i>	+
				Nematoda sp.	+++
Nazaré	3	15	15	<i>Toxocara</i> sp.	+
Inambu	3	21	9	<i>Toxocara</i> sp.	++
				Nematoda sp.	+++
Querari	3	21	9	<i>Ascaris</i> sp.	+
				<i>Entamoeba coli</i>	+++
Yauarete	3	18	12	<i>Toxocara</i> sp.	++
				Nematoda sp.	+++
Xie (Inferior)*					
Vila Nova	3	0	30	Negativo	-
Içana (Superior)*					
São Joaquim	3	21	9	<i>Ascaris</i> sp.	++
				<i>Toxocara</i> sp.	+++
Içana (meio)*					
Assunção do Içana	3	24	6	<i>Ascaris</i> sp.	++
Tunuí Cachoeira	3	18	12	<i>Ascaris</i> sp.	++
				<i>E. coli</i>	+++
Içana (Inferior)*					
Buíá Igarapé	3	18	12	<i>Ascaris</i> sp.	++
				<i>E. coli</i>	+++

Jauacanã	3	0	30	Negativo	-
Boa Vista	3	27	3	<i>Ascaris</i> sp.	++
				Ancilostomídeo	+++
Tiquié (Meio)*					
Barreira Alta	3	9	21	<i>Ascaris</i> sp.	++
Nova Fundação	3	12	18	<i>Toxocara</i> sp.	++
				Nematoda sp.	+++
São José II	3	12	18	<i>Ascaris</i> sp.	++
				<i>E. coli</i>	++
Cucura Manaus	3	9	21	<i>Ascaris</i> sp.	++
				Ancilostomídeo	+++
				<i>Ascaris</i> sp.	+++
				<i>H. nana</i>	++
Taracua Igarapé	3	24	6	<i>Taenia</i> sp.	+
				<i>Strongyloides</i> sp.	++
				Nematoda sp.	+++
Caruru	3	6	24	<i>Toxocara</i> sp.	+
				<i>Ascaris</i> sp.	++
Boca da estrada	3	18	12	<i>Toxocara</i> sp.	+
				<i>E. coli</i>	++
Pari Cachoeira	3	9	21	<i>E. coli</i>	++
Negro (Meio)*					
Cué Cué	3	9	21	<i>Ascaris</i> sp.	+
Ilha das Flores	3	12	18	<i>Ascaris</i> sp.	+
São Joaquim	3	12	18	Ancilostomídeo	++
Mirim				<i>E. coli</i>	++
Negro (Inferior)*					
				<i>Ascaris</i> sp.	+++
Tapajós	3	21	9	<i>E. coli</i>	+++
				Nematoda sp.	+++
Camanaus	3	9	21	<i>Ascaris</i> sp.	++
Rodovia BR 307					
Amazonino				Ancilostomídeo	+++
Mendes	3	24	6	<i>Toxocara</i> sp.	++
				Nematoda sp.	+++
				<i>Ascaris</i> sp.	+++
				<i>H. nana</i>	+
Areal	3	27	3	<i>Taenia</i> sp.	+
				<i>Strongyloides</i> sp.	++
				Nematoda sp.	+++
Itacoatiara Mirim	3	6	24	Nematoda sp.	+

Santo Antônio	3	9	21	<i>Toxocara sp.</i>	++
Aparecida	3	21	9	<i>Toxocara sp.</i>	+++
				Ancilostomídeo	++
Boa Esperança	3	18	12	Ancilostomídeo	+++
				<i>E. coli</i>	+++
Balaio	3	15	15	<i>Ascaris sp.</i>	++
				<i>E. coli</i>	+++

* Bacia hidrográfica; As categorias superior, médio e inferior referem-se às regiões fluviais onde estão localizadas as áreas de coleta de amostras e as comunidades estudadas; N°: Número. O sinal positivo (+) indica a presença de parasita e estágios de desenvolvimento comensais; sinal negativo (-) indica ausência.

Formas evolutivas identificadas nas amostras de solos das comunidades indígenas

As formas evolutivas de parasitos intestinais e comensais identificadas em amostras de solos de 30 comunidades indígenas foram apresentadas na tabela (Tabela 9). Foram identificados seis gêneros de parasitos intestinais, que possuem espécies potencialmente patogênicas para o homem, apresentados por ordem de aparecimentos em amostras de solos das comunidades como: *Ascaris sp.*, identificados em 17 comunidades, *Toxocara sp.*, em dez, Ancilostomídeo, em seis, *Hymenolepis nana*, em três, por último *Taenia sp.* e *Strongyloides sp.*, respectivamente em duas comunidades. O protozário comensal *Entamoeba coli* foi identificado em solos de dez comunidades, ao passo que ovos e larvas de helmintos não identificados estavam presentes em solos de nove localidades.

A abundância do número de formas evolutivas identificadas nas dez lâminas avaliadas foi apresentada na tabela (Tabela 1) como sinal positivo, da média de todas as lâminas avaliadas, sendo uma + para o encontro de até cinco formas evolutivas por lâmina, dois ++ para seis a dez formas evolutivas por lâmina e três +++ para 11 ou mais formas evolutivas. Neste contexto, os parasitos variaram entre as localidades e amostras avaliados, como mostrado na tabela (Tabela 9).

As formas evolutivas de parasitos helmintos e comensais identificados nas amostras de solos foram fotografadas e foram apresentadas na prancha abaixo

(Figura 2: A, B, C, D, E, F, G, H e I).

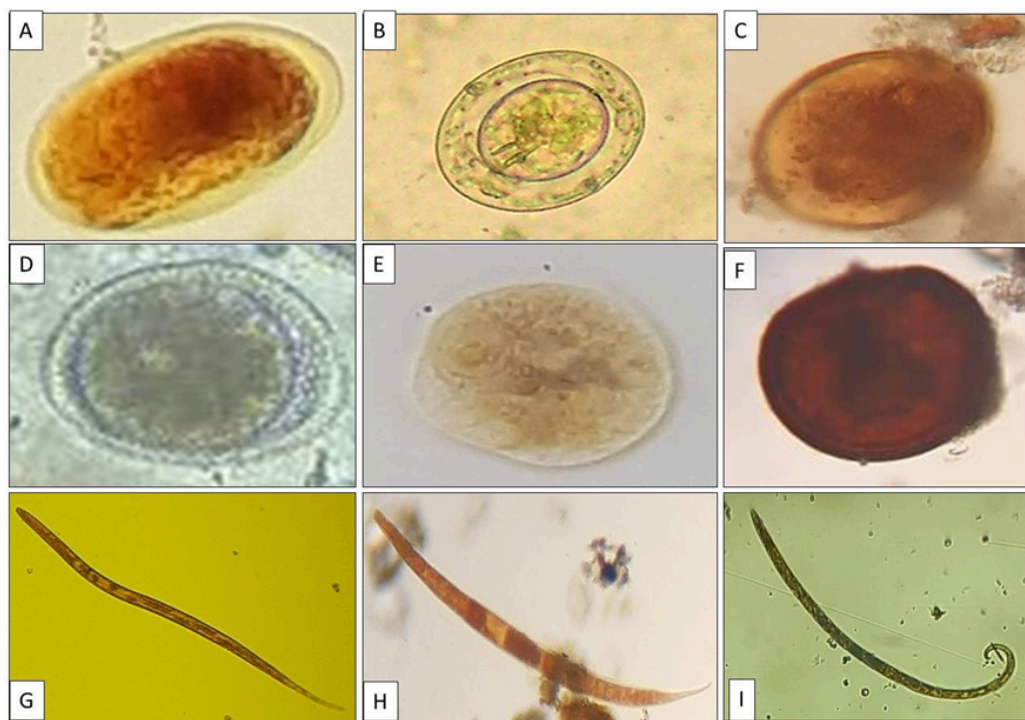


Figura 26. A, B, C, D, E, F, G, H e I. Fotos de formas evolutivas de parasitos intestinais encontrados em amostras de solos colhidos em 32 comunidades indígenas, do município de São Gabriel da Cachoeira, AM, Brasil, no ano de 2023-2024. **A:** ovo de Ancilostomídeo **B:** ovo de *Hymenolepis nana* **C:** ovo de *Ascaris* sp. **D:** ovo de *Toxocara* sp. **E:** Cisto de *Entamoeba coli* **F:** ovo de Nematoda sp. **G:** larvas filarioides de *Strongyloides* sp. **H:** fêmea de Nematoda sp. **I:** macho de Nematoda sp.

Correlações entre os gêneros e espécies de parasitos intestinais no solo analisadas por Heatmaps

O mapa de calor mostra especificamente as relações entre as diferentes espécies, considerando como base algumas medidas quantitativas como: frequência de ocorrência da forma evolutiva do parasito e abundância delas. Com o mapa de calor foi possível identificar de maneira rápida, quais os gêneros e espécies de parasitos estavam correlacionados de forma positiva ou negativa entre si. Os resultados obtidos fornecem insights sobre relações ecológicas, competição ou mutualismo que podem existir entre os gêneros e espécies em um determinado conjunto de resultados.

Assim, as correlações que existiram entre os gêneros e as espécies de parasitos e comensais diagnosticados nas amostras de solos (Figura 27).

Como mostrado no Heatmap, houve correlação positiva muito forte (0.80) entre os parasitos: *Hymenolepis nana* e o *Strongyloides* sp. Este achado indica que, onde uma dessas espécies está presente, a outra também tende a estar. A correlação entre *Taenia* sp. e *Strongyloides* sp., é considerada correlação perfeita (1.00), o que significa que as espécies destes gêneros aparecem juntas em todas as ocorrências observadas.

Na correlação positiva moderada (0.49) entre Nematoda sp. e *Strongyloides* sp., indica uma tendência de coexistência, porém, a correlação não é tão forte, quando comparada com as correlações mencionadas anteriormente. Também, foi observada correlação moderada (0.70) entre a presença de ovos de helmintos Nematoda e ovos de Ancilostomídeo, indicando que as espécies pertencentes ao grupo de helmintos Nematoda não identificado podem aparecer juntas em uma mesma área (Figura 26). Correlação moderada negativa (-0.36) ocorreu entre Nematoda sp. e *Entamoeba coli*, sugerindo que onde um deles esteja presente, a presença do outro tende a estar ausente.

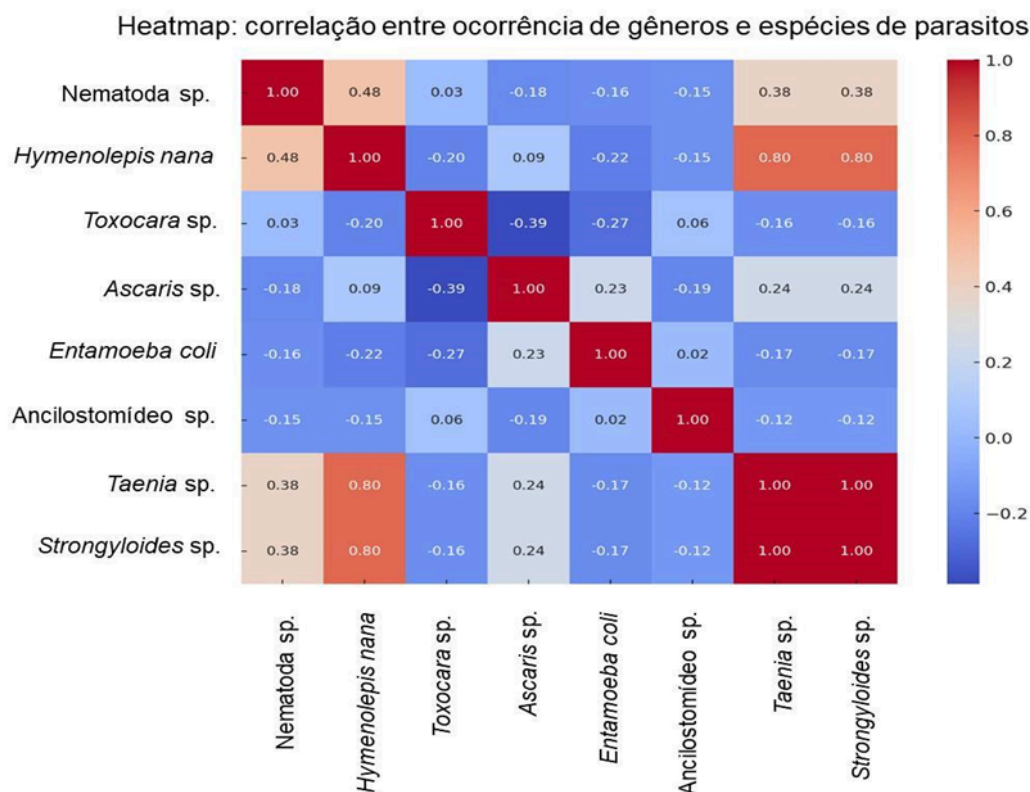


Figura 27. Heatmap, mostrando correlações entre os gêneros e espécies de parasitos intestinais detectados nos solos.

Além da correlação de possíveis ocorrências entre os gêneros e espécies de parasitos apresentados no Heatmap, para as diferentes comunidades, avaliaram também a frequência relativa positiva e negativa dos parasitos intestinais nas amostras de solos analisadas por localidades. Assim, foram consideradas como frequência positiva, as frequências relativas variando de zero (0%) a 38,46%, enquanto que a frequência relativa negativa oscilou entre 61,54% e 100%. Desta maneira, as comunidades: Vila Nova e Jauacanã destacam-se por apresentarem uma frequência relativa positiva de 0%, indicando exclusivamente ocorrências negativas.

Por outro lado, as comunidades: Areal e Taracúá Igarapé apresentaram as maiores proporções de frequências positivas de 38,46%, e as negativas correspondendo a 61,54%. Ao passo que, as outras comunidades no geral com por exemplos: Nazaré, São Joaquim e Boa Vista, apresentaram uma frequência

relativa positiva uniforme de 15,38%, e negativa de 84,62%, sugerindo padrões semelhantes de distribuição.

As formas evolutivas por gêneros e espécies de parasitos e comensais intestinais encontrados nos solos (Tabela 1A, B, C, D e E) foram agrupadas hierarquicamente por grau de detecção nas amostras avaliadas. Os gêneros que tiveram formas evolutivas potencialmente patogênicas para os seres humanos foram apresentados em ordem decrescente, sendo o *Ascaris* sp. o que apresentou maior pico de aparecimento nas comunidades, seguido por: *Toxocara* sp., Ancilostomídeo, *Hymenolepis nana*, *Strongyloides* sp., e *Taenia* sp. *Entamoeba coli* foi detectado com frequência semelhante ao *Ascaris* sp., o que indica que fezes de seres humanos e/ou animais infectados estão sendo depositados nos solos. Por outro lado, ovos e larvas de outros helmintos não identificados foram os mais encontrados nas amostras de solos, e por falta de identificação foram reunidos na classe Nematoda (Figura 26. F, H e I).

A análise das frequências relativas de resultados positivos e negativos para parasitos e comensais intestinais revelou um panorama diverso entre as comunidades avaliadas. As comunidades: Vila Nova e Jauacanã apresentaram negativos para formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais nos solos. As comunidades: Taracua Igarapé e Areal apresentaram frequências positivas alarmantes. No geral, as demais comunidades apresentaram percentuais baixos de contaminação do solo, porém, com formas evolutivas de parasitos potencialmente patogênicos para os seres humanos como: Querari, Nazaré Maturacá, e outras.

As variações observadas entre as frequências relativas positivas e negativas de parasitos intestinais por comunidades indicam que existem diferenças entre as comunidades com relação a diferenças regionais, culturais, sociais ou ambientais, presentes nas comunidades (Figura 27).

Condições Socioeconômicas e Ambientais e sua Influência nas Parasitoses

Todas as 32 comunidades com amostras de solos analisadas apresentavam características socioeconômicas que favorecem a persistência e disseminação de formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais. Neste sentido, as residências

em sua maioria foram construídas de materiais rudimentares: madeira e taipa, e sem ou com sistemas de saneamento básico inadequado: esgoto tratado e fossas sanitárias. Esta realidade é exacerbada pela presença de animais domésticos e silvestres presentes nas residências como: cães, gatos, galinhas, papagaio, e outros presentes dentro do domicílio ou no peridomicílio, e porcos (poucos) criados no entorno das moradias. Estas condições são importantes para a contaminação dos solos com fezes de origem humana ou de animais, e com possíveis infecções dos indivíduos com parasitos intestinais patogênicos e/ou com comensais, devido a presenças destes (Figura 28. A, B, C, e D).

Outros fatores observados nas comunidades que influenciam nas infecções por parasitos intestinais foram: as pessoas tinham o hábito de tomarem água sem filtrar ou não fervida, pois as formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais podem ser carreadas dos solos para os córregos e rios durante os períodos de chuvas e estas águas são usadas pelos habitantes das comunidades para beberem, tomarem banho e higienização dos utensílios domésticos e roupas. Também, observaram que a maioria dos habitantes das comunidades possui o hábito de andar descalços ou raramente usam chinelos (Figura 28. D).

Os tipos de solos predominantes nas áreas de coletas das amostras de solos nas comunidades foram classificados como arenosos e argilosos. Estes tipos de solos desempenham um papel crucial na retenção de cistos e oocistos de protozoários, ovos e larvas de helmintos. Os solos arenosos permitem maior percolação de água, reduzindo a sobrevivência dos parasitos, enquanto, os solos argilosos retêm umidade, criando um ambiente propício para a viabilidade das formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais (Figura 28. B e C).

A distribuição dos moradores nas 32 comunidades participantes do estudo por gênero e faixas etárias foi apresentada na tabela (Tabela 10). De um modo geral, existe uma proporção similar entre homens e mulheres, entre os moradores das comunidades, mesmo existindo diferenças marcantes nos números totais de habitantes entre as comunidades. No entanto, a comunidade com maior número de moradores foi Yauarete (2.179 pessoas), localizada no rio Waupes, e a com menor

número São Joaquim Mirim (16 pessoas), localizada no Rio Negro. Outras comunidades com número baixo de habitantes foram: Cué Cué (32 pessoas), Ilha das Flores (35 pessoas) ambas localizadas no rio Negro. As comunidades: Jauacanã (30 pessoas) e Buía Igarapé (87 pessoas), ambas localizadas no rio Içana. As demais comunidades tiveram número de habitantes variando de 100 pessoas (Boca da Estrada) e 668 pessoas (Inambu).



Figura 28. A, B, C, e D. Fotos representando uma das 32 comunidades com amostras de solos analisadas, mostrando as condições de moradia (A, C e D), pessoa descalço (D), presença de cães (B e D), presença de galinha (A). Fotos: OLIVEIRA, R.A., 2024.

Com relação à faixa etária (Tabela 10) existe uma proporção similar entre o número de crianças, adolescentes, pessoas adultas, e idosos independentes do número de habitantes por comunidade. Porém, quando é avaliada a faixa etária por cada comunidade individualmente, percebe-se um predomínio de crianças com idade entre zero a 14 anos similares ao número de pessoas adultas de 15 a 59 anos, e um declínio

significativo entre as pessoas idosas, com idades entre 60 a maiores de 79 anos, e poucos idosos com idade acima dos 80 anos.

Tabela 10. Distribuição dos residentes em comunidades indígenas, município de São Gabriel da Cachoeira, AM, Brasil (2023-2024), por gênero e faixa etária.

Comunidades	Homens									Mulheres									Total
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 39	40 a 59	60 a 79	80 >	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 39	40 a 59	60 a 79	80 >	
Caburis																			
Maturacá	4	19	19	12	10	30	13	3	-	5	18	15	17	12	33	13	4	2	229
Nazaré	4	29	13	10	11	35	12	3	-	3	14	22	12	7	30	5	3	-	214
Inambu	15	42	60	49	33	69	44	18	1	11	55	47	47	35	79	40	15	2	668
Waupes (maio)																			
Querari	1	12	14	15	16	20	17	11	1	4	7	13	10	15	22	14	10	1	203
Yauarete	22	107	141	158	103	259	211	98	9	18	126	148	150	114	244	166	95	10	2179
Xie (Inferior)																			
Vila Nova	2	5	15	11	8	16	11	5	1	2	17	8	10	10	17	7	4	1	150
Içana (Superior)																			
São Joaquim	4	17	21	13	15	32	34	6	1	4	8	12	16	12	41	20	6	1	263
Içana (Meio)																			
Assunção do Içana	-	15	18	19	14	34	19	11	1	2	27	20	19	14	36	19	10	-	278
Tunuí Cachoeira	2	21	24	12	11	32	20	8	-	2	13	15	13	15	32	13	6	-	239
Içana (Inferior)																			
Buía Igarapé	-	7	10	5	2	8	10	4	-	-	5	4	8	5	10	5	3	1	87
Jauacanã	-	1	1	1	-	8	4	3	-	-	2	-	2	-	5	2	1	-	30
Içana (Vazão)																			
Boa vista	3	17	3	17	8	29	25	10	1	3	21	12	22	13	31	16	8	-	239
Tiquié (Meio)																			
Barreira Alta	4	8	17	16	18	29	18	6	-	3	16	16	20	14	29	19	6	-	239
Nova Fundação	3	20	23	20	15	36	16	6	1	5	10	16	18	15	39	18	12	-	273
São José II	-	2	2	3	1	2	3	3	-	-	-	2	1	2	3	1	3	-	28
Cucura Manaus	-	2	5	3	4	10	7	4	1	1	5	6	1	6	8	4	3	1	71
Taracuí Igarapé	7	18	13	15	18	49	17	10	-	4	21	27	22	17	44	20	5	-	307
Caruru	1	2	2	5	3	6	3	-	-	1	2	5	3	2	5	7	1	-	48
Boca da estrada	1	4	4	5	6	13	9	3	-	2	7	5	13	4	12	8	3	1	100
Pari Cachoeira	13	30	43	36	20	65	56	30	44	8	33	38	39	35	73	45	24	4	636
Negro (Meio)																			
Cué Cué	-	3	1	5	-	2	3	3	-	-	4	2	1	1	5	1	1	-	32

Ilha das Flores	-	4	2	-	-	4	5	4	-	1	2	2	-	1	6	3	1	-	35
São Joaquim Mirim	1	-	1	1	-	3	3	-	-	1	-	-	1	1	3	-	1	-	16
Negro (Inferior)																			
Tapajós	2	6	11	8	7	21	15	8	2	2	5	5	5	13	20	12	7	2	151
Camanaus	1	14	18	17	14	25	20	18	-	3	11	13	16	10	28	20	7	1	236
Rodovia BR 307																			
Amazonino Mendes	1	5	9	9	6	14	5	3	0	1	8	6	5	3	18	5	2	1	101
Areal	3	12	10	13	2	13	9	4	1	1	9	9	10	13	18	9	5	1	142
Itacoatiara Mirim	2	11	17	10	10	20	13	5	2	1	7	14	19	15	38	12	1	1	198
Santo Antônio	2	7	6	7	3	16	5	4	1	2	8	7	4	3	21	6	3	-	105
Aparecida	1	9	4	7	3	13	6	5	-	-	3	8	5	4	14	5	2	1	90
Boa Esperança	2	16	15	4	12	12	10	1	-	2	7	12	8	9	23	9	1	-	143
Balaio	1	7	6	6	5	15	16	8	1	2	6	10	6	8	17	14	6	1	135

Faixas Etárias (anos): <: menor que, >: maior que

14. Discussão

A detecção de formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais encontradas nos solos das comunidades indígenas de São Gabriel da Cachoeira, AM, evidencia um importante problema de saúde pública, intimamente relacionada à contaminação ambiental e às condições de vulnerabilidade social dessas populações. Com uma taxa de positividade de 93,75% de 30 das 32 comunidades avaliadas, os resultados deste estudo demonstram uma alta frequência de parasitos intestinais no solo, com predominância de gêneros e espécies potencialmente patogênicos para os seres humanos como: *Ascaris* sp., *Toxocara* sp., Ancilostomídeo, *Strongyloides* sp., *Hymenolepis nana* e *Taenia* sp., além do protozoário comensal *Entamoeba coli*.

Esses achados são compatíveis com os resultados descritos na literatura (SCOLARI et al., 2000), que reportaram elevada ocorrência de geo-helminths, especialmente *Ascaris lumbricoides* e *Ancylostoma* sp., helmintos transmitidos pela ingestão de alimentos, água contaminados com formas evolutivas ovos férteis ou penetração ativa de larvas infectivas presentes no solo (HTS), em uma reserva indígena, no município de Ortigueira, estado do Paraná, Brasil. Estes resultados foram relacionados com as precárias condições sanitárias e à convivência próxima entre humanos e animais. De forma semelhante (LIMA et al., 2018) identificaram

Ascaris sp., *Toxocara* sp. e *Strongyloides* sp. em solos de comunidades ribeirinhas no Pará, e também associaram a contaminação dos solos com a ausência de serviços básicos de saúde, a prática da defecação a céu aberto, o hábito de andar descalço e a falta de saneamento básico. Essas mesmas condições foram observadas nas comunidades investigadas no presente estudo, o que reforça a associação entre precariedade ambiental e a elevada prevalência de formas evolutivas de parasitos intestinais nos solos, corroborando resultados descritos na literatura (MARINHO et al., 2019), que apontam para a vulnerabilidade sanitária como fator determinante na manutenção do ciclo de transmissão desses parasitos e comensais intestinais presentes em áreas periféricas e comunidades tradicionais. Em outros estudos (GONÇALVES et al., 2015; FARIAS et al., 2017) evidenciam a relação direta entre condições socioambientais precárias e a persistência de enteroparasitoses em ambientes rurais e indígenas.

Resultados de pesquisas descritos na literatura mostram que as características ambientais, como: tipo de solo e o clima influenciam diretamente na evolução e na permanência de formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais, e que são fontes de infecção para seres humanos e animais. Em regiões do semiárido nordestino (MELO et al., 2020) relataram positividade para formas infectantes de enteroparasitos em cerca de 40% das amostras de solos arenosos e clima seco, o que evidencia a persistência desses agentes mesmo em condições ambientais aparentemente desfavoráveis. Em contraste, os solos argilosos da região amazônica, com maior capacidade de retenção de umidade, favoreceram a viabilidade de ovos de helmintos: *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*, bem como de cistos de protozoários como *Giardia duodenalis* e *Entamoeba histolytica* (FARIAS et al., 2017). Esses achados reforçam a importância do contexto ambiental na dinâmica de transmissão parasitária e na definição de estratégias de vigilância e controle.

A análise da distribuição espacial de contaminação dos solos por formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais evidenciou variações significativas entre as comunidades investigadas. As maiores contaminações de solos foram identificadas nas comunidades: Taracá Igarapé, Areal e Tapajós, o que sugere a

influência de fatores locais, como práticas culturais relacionadas à disposição inadequada de fezes no solo, ausência de sanitários, e o hábito de andar descalço, além da presença de animais domésticos e silvestres soltos, especialmente: cães, falinhas e suínos, que atuam como reservatórios. Nessas localidades, predominam solos argilosos, que, por apresentarem maior retenção de umidade, favorecem a sobrevivência e a viabilidade de ovos e larvas de parasitos. Soma-se a isso o acesso limitado a serviços de saúde, o que dificulta o diagnóstico e o tratamento de parasitoses intestinais.

A detecção de ovos de geo-helminthos no solo representa um risco relevante à saúde dos povos indígenas, uma vez que a alta contaminação dos solos por ovos e larvas de espécies de nematoda e cestoda gastrointestinais constitui uma fonte potencial de infecção para humanos e animais, que são reservatórios de muitos parasitos zoonóticos (BAIMA et al., 2022).

Em contrapartida, comunidades como Vila Nova e Jauacanã não apresentaram positividade nas amostras de solos analisadas, o que pode estar associado a melhores condições sanitárias presentes nesses locais e à adoção de práticas preventivas, como: uso de fossas sanitárias, realização de atividades de educação em saúde, utilização de calçados pelas crianças e adultos, e a restrição da circulação de animais em áreas próximas às residências. Assim, as diferenças observadas nas taxas de contaminação dos solos reforçam a importância de intervenções territorializadas e adaptadas às especificidades socioculturais de cada comunidade indígena, considerando os determinantes ambientais, comportamentais e estruturais locais.

Com o uso do método de Heatmap foi possível estabelecer correlações entre os helmintos encontrados nos solos, revelando uma associação forte entre *Strongyloides* sp. e *Hymenolepis nana* ($r = 0,80$), além de uma correlação perfeita com *Taenia* sp. ($r = 1,00$). Essas correlações podem indicar nichos ecológicos compartilhados, ou seja, condições ambientais semelhantes que favorecem a sobrevivência e o desenvolvimento desses parasitos no solo, como umidade constante, pH neutro a ligeiramente ácido, e presença de matéria orgânica. Além

disso, as correlações sinérgicas podem refletir interações indiretas entre esses organismos, como a facilitação de infecção por um parasito quando o outro está presente, como exemplo, o comprometimento da integridade imunológica do hospedeiro ou alterações na microbiota intestinal pode predispor à coinfeção (HOTEZ et al., 2021).

Assim, tais correlações corroboram com os achados mencionados na literatura (RODRIGUES; SANTOS, 2016), que também identificaram padrões de associação entre formas evolutivas de helmintos em ambientes tropicais. Os autores relataram, por exemplo, a presença concomitante de *Strongyloides stercoralis* e *Ancylostoma duodenale* em solos de áreas rurais, com correlação positiva significativa ($r = 0,76$), sugerindo que fatores ambientais e comportamentais similares favorecem a permanência desses parasitos no meio ambiente. Além disso, observaram uma associação frequente entre *Hymenolepis nana* e *Taenia saginata* em ambientes com elevada densidade populacional e presença de fezes humanas e animais no solo, evidenciando a importância da contaminação fecal cruzada e da ausência de barreiras sanitárias adequadas. Esses dados reforçam a importância da abordagem ecológica na compreensão da distribuição de parasitos intestinais em solos, considerando a interação entre os organismos, o ambiente e os comportamentos humanos que sustentam os ciclos de transmissão.

Ao relacionar os resultados obtidos nas amostras de solos e as condições ambientais com as infecções parasitárias em humanos, observa-se que a alta prevalência de *Ascaris* sp. (53,13%), o que permite fazer uma relação direta com os resultados descritos na literatura (OLIVEIRA et al., 2016). Neste estudo realizaram exames parasitológicos de fezes de povos indígenas das etnias Baré e Baniwa, e mostraram taxa de infecção por *Ascaris lumbricoides* em 73% das amostras examinadas, que viviam na região de São Gabriel da Cachoeira. Esse fato, indica que existe um ciclo de transmissão contínuo entre as pessoas que vivem nestas comunidades indígenas.

A taxa de detecção de *Toxocara* sp. no solo foi de 28,13%. Estes dados corroboram com os achados e apresentados na literatura (ALMEIDA et al., 2019),

que mostram a prevalência de ovos de helmintos em solos tropicais e descrevem uma relação direta com a presença de cães e gatos no ambiente doméstico e peridomiciliar sem controle sanitário. Assim, esse parasito representa um risco elevado à saúde humana, especialmente para crianças, devido à possibilidade de desenvolvimento da larva migrans visceral e mais grave ainda as lesões oculares, que podem levar à cegueira (CARVALHO et al., 2020).

A taxa de detecção de ovos e larvas de ancilostomídeos nas amostras de solo avaliadas foi baixa, correspondendo a 7,4% das amostras positivas, podendo representar formas evolutivas de espécies cujo hospedeiro definitivo é o ser humano, como *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*, que juntos corresponderam a 3,2% das detecções. Essas espécies são preocupantes, pois são potencialmente patogênicas, podendo causar anemias severas, sobretudo em indivíduos com dietas deficientes em micronutrientes essenciais: ferro, potássio e vitaminas. Estima-se que cerca de 68% da população indígena avaliada apresenta algum grau de deficiência nutricional, o que agrava o impacto dessas infecções, como demonstrado em estudos com populações Yanomami e Munduruku, que apresentaram prevalências de anemia e desnutrição de 60,9% e 67,8% respectivamente entre crianças menores de cinco anos (ISA, 2023; SILVA et al., 2020).

Os achados para formas evolutivas de Ancilostomídeos corroboram com os resultados apresentados na literatura, que evidenciam infecções humanas por ancilostomídeos associadas a condições nutricionais precárias, especialmente em comunidades indígenas (SILVA et al., 2020). No entanto, as formas evolutivas identificadas também podem corresponder a espécies como *Ancylostoma caninum* e *A. brasiliense*, cujos hospedeiros definitivos são cães e gatos. Larvas filarioides infectantes dessas espécies possuem a capacidade de penetrar ativamente na pele humana, causando a doença conhecida como Larva Migrans Cutânea, cuja ocorrência foi estimada em 2,1% dos casos registrados na população estudada. Como nos estudos os testes utilizados não permitem diferenciar as espécies humanas e animais, torna-se fundamental realizar ações de educação em saúde, alertando a população quanto aos riscos de infecção, tanto por espécies zoonóticas, quanto por

espécies de importância médica humana. Além disso, recomenda-se a ampliação do diagnóstico diferencial e o monitoramento da fauna doméstica nas comunidades indígenas como estratégia de vigilância integrada.

Na pesquisa realizada em comunidades indígenas de São Gabriel da Cachoeira, AM, *Taenia* sp. foi identificada em amostras de solo de duas comunidades, com uma prevalência moderada. Estudos anteriores (OLIVEIRA et al., 2019) indicam que *Taenia* sp. é prevalente em áreas rurais e indígenas, devido à ingestão de carne de animais contaminados com cisticercos, a principal forma infectante. Em regiões semelhantes (SILVA et al., 2020) mostraram teníase por *Taenia solium* e *Taenia saginata*, que foram associados com relatos de casos humanos devido ao consumo de carne mal cozida de suínos e bovinos. Embora, *Taenia* sp. foi encontrado em duas comunidades do estudo, a prevalência foi relativamente baixa comparada a outros parasitos, sugerindo que a infecção humana por *Taenia* sp. é limitada em São Gabriel da Cachoeira. No entanto, é essencial destacar a necessidade de monitoramento constante, uma vez que, as populações indígenas podem ter práticas alimentares mais propensas à infecção, como o consumo de carne de caça e preparação inadequada dos alimentos.

Strongyloides sp. foi identificado em várias comunidades avaliadas, e com uma forte correlação (0,80) com *Hymenolepis nana*, o que sugere uma alta ocorrência dessas duas espécies no solo. A infecção por *Strongyloides stercoralis* é uma preocupação de saúde pública, principalmente em áreas tropicais e subtropicais. A alta prevalência de *S. stercoralis* é frequentemente associada a condições de saneamento básico inadequado e práticas de higiene deficientes (MELO et al., 2018), fato este relevante para as áreas indígenas, cujas condições ambientais podem ser mais precárias. A presença das larvas filarioides de *Strongyloides* no solo pode indicar uma infecção potencial em humanos, uma vez que, a forma infectante do parasito penetra ativamente na pele do hospedeiro. Isso é corroborado por estudos realizados em populações indígenas (LIMA et al., 2020), que observam alta incidência de doenças parasitárias, incluindo strongiloidíase, em comunidades com acessos limitados à água potável e infraestrutura de saúde.

Hymenolepis nana foi encontrado em amostras de solo de três comunidades e é um dos cestoda mais comuns entre os parasitos intestinais humanos (CDC, 2021). A infecção por *H. nana* é frequentemente associada à ingestão de ovos do helminto presente no solo ou em alimentos contaminados. A prevalência de *H. nana* é particularmente elevada em populações com práticas de higiene inadequadas e em ambientes com contato frequente com solo contaminado (GONÇALVES et al., 2017). Em algumas áreas do Brasil, a prevalência de *H. nana* pode ser preocupante, principalmente em crianças que têm o hábito de colocar objetos contaminados com ovos deste cestoda na boca (FARIAS et al., 2017). A identificação de *H. nana* nas amostras de solo das comunidades estudadas reforça a importância de intervenções educativas sobre hábitos de higiene e controle ambiental, especialmente considerando a vulnerabilidade das populações indígenas a essas infecções.

Embora na pesquisa tenha encontrado formas evolutivas de Nematoda sp. em várias amostras, a identificação específica das espécies não foi possível. No entanto, a presença generalizada de ovos e larvas de Nematoda nas amostras de solo sugere uma alta diversidade de nematóides, o que é consistente com outros estudos realizados em comunidades rurais e indígenas. De acordo com a literatura (LIMA et al., 2019), o nematoda: *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e Ancilostomídeos são frequentemente encontrados em regiões com condições sanitárias precárias e falta de educação em saúde.

A alta prevalência de Nematoda nas comunidades de São Gabriel da Cachoeira pode refletir uma carga parasitária significativa, pois esses parasitos podem causar doenças como anemias, desnutrição e complicações intestinais. Dados da literatura (MELO et al., 2020) mostram que infecções por Nematoda são comuns em populações indígenas da Amazônia, com destaque para a elevada taxa de infestação por *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*, com impactos negativos na saúde geral da população

A presença de *Entamoeba coli* foi de 31,25% nos solos examinados, embora, seja um protozoário comensal, a detecção e descrição dos achados são fundamentais, pois funciona como marcador de contaminação dos solos com fezes de seres

humanos ou de animais infectados, e que contaminam água e alimentos, e são levados diretamente à boca, por falta de práticas higiênicas adequadas, como filtração da água e lavagens adequadas dos alimentos. Resultados similares foram detectados em solos de comunidades Maxakali (ASSIS et al., 2013).

De um modo geral, a elevada diversidade e frequência de formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais presentes nos solos das comunidades investigadas estão relacionada a fatores como: ausência de infraestrutura sanitária, contato constante com animais domésticos, práticas culturais como andar descalço, e características ambientais locais: solos argilosos, clima quente e úmido, que são condições ideais para a manutenção de formas evolutivas viáveis, que podem infectar as pessoas que residem nestes locais.

As comunidades com maiores taxas de positividade, como Areal e Taracuí Igarapé, enfrentam severas carências estruturais: inexistência de fossas sanitárias, consumo de água não tratada, presença constante de animais soltos e hábitos culturais, como andar descalço, que, aliados à exclusão social e à escassez de serviços públicos, favorecem a persistência do ciclo de vida dos parasitos. Esses fatores elevam o risco de infecção, sobretudo entre crianças, gestantes e pessoas imunocomprometidas. Por outro lado, experiências positivas observadas em comunidades: Vila Nova e Jauacanã, onde não foram detectadas formas evolutivas de parasitos, evidenciam que práticas de saneamento e higiene, quando articuladas com os saberes e as lideranças locais, podem trazer benefícios concretos à saúde coletiva.

Os dados apresentados reforçam a importância de estratégias integradas de controle, combinando ações de educação em saúde, melhoria do saneamento básico, vigilância epidemiológica e tratamento periódico das pessoas e dos animais das comunidades, conforme orientações apresentadas por diferentes autores (FERREIRA et al., 2018; MOTA et al., 2018). No controle ambiental deve incluir o manejo adequado de resíduos domésticos, orientação da população da separação de animais domésticos das áreas de convívio humano, para interromper o ciclo de transmissão das infecções por parasitos intestinais.

Portanto, os achados desta pesquisa confirmam que as parasitoses intestinais continuam sendo um importante problema de saúde pública entre povos indígenas da Amazônia. A comparação com estudos similares obtidos de pesquisas com seres humanos realizadas em comunidades indígenas (OLIVEIRA et al., 2016) reforça a necessidade urgente de ações intersetoriais que envolvam educação em saúde, melhorias no saneamento, vigilância epidemiológica e tratamento periódico. A elaboração de projetos e implantação de políticas públicas voltadas para a realidade sociocultural desses povos é essencial para reduzir essas doenças e melhorar a qualidade de vida da população. Além disso, o controle ambiental é peça-chave na mitigação da contaminação dos solos. A falta de sistemas de esgoto, o uso de água não tratada e a convivência direta com animais potencialmente infectados, como cães, foram observados em praticamente todas as comunidades avaliadas, criando um ambiente propício à manutenção e disseminação das formas evolutivas de parasitos. Resultados similares foram apresentados e discutidos por outros pesquisadores (CARVALHO, 2020; FERREIRA 2018).

15. Conclusões

O presente estudo revelou um cenário alarmante de contaminação de solos por formas evolutivas de parasitos e comensais intestinais em 30 das 32 comunidades indígenas avaliadas no município de São Gabriel da Cachoeira, AM.

A população que vive nestas localidades é composta por uma ampla diversidade étnica, cultural e linguística, considerado um dos mais representativos em termos de população indígena no Brasil.

As espécies predominantes identificadas foram: *Ascaris* sp., *Toxocara* sp., Ancilostomídeos, *Hymenolepis nana*, *Strongyloides* sp. e *Taenia* sp., refletindo de forma contundente a vulnerabilidade histórica a que esses povos estão expostos, em razão da ausência de políticas públicas efetivas que contemplem suas especificidades territoriais, culturais e ambientais.

Frente a esse panorama, é urgente implantar políticas públicas intersetoriais que sejam culturalmente sensíveis territorialmente contextualizadas e elaboradas em diálogo com os povos indígenas para mudarem a situação de riscos destas pessoas para infecções com parasitoses. Tais ações devem incluir:

1. Implantação de sistemas de saneamento básico adaptados à realidade local: fossas sépticas com módulos sanitários sustentáveis.
2. Garantia de acesso à água potável, por meio de tecnologias sociais apropriadas (como filtros comunitários ou captação e tratamento de água da chuva);
3. Promoção da educação em saúde com valorização dos saberes ancestrais, mediada por agentes indígenas e lideranças comunitárias, com foco em práticas de higiene, alimentação segura e prevenção de infecções;
4. Controle ambiental e manejo adequado de animais domésticos, respeitando as práticas culturais, mas com orientação sobre riscos e cuidados sanitários;
5. Formação continuada de professores, agentes indígenas de saúde e lideranças para atuação educativa nas escolas e espaços comunitários;
6. Melhoria das condições habitacionais, com substituição de pisos de terra batida por materiais mais adequados à prevenção de doenças parasitárias;

Essas medidas, quando articuladas de forma intercultural, participativa e respeitosa apresentam potenciais não só para reduzir a contaminação dos solos e a ocorrência de infecções parasitárias, mas também para promover a dignidade, a autodeterminação e a equidade em saúde dos povos indígenas de São Gabriel da Cachoeira, AM, reafirmando seus direitos constitucionais e a centralidade da justiça ambiental e social no contexto amazônico.

Agradecimentos

Às comunidades e lideranças indígenas, que me acolheram com respeito e

generosidade durante toda a pesquisa de campo, por permitirem minha entrada para a coleta de amostras de solo e de dados socioeconômicos da população, possibilitando a concretização deste trabalho.

Ao Programa de Ciências Médicas e à equipe técnica do Laboratório de Dermatologicologia da Faculdade de Medicina, UnB, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que não mediram esforços para a realização das análises laboratoriais.

Referências bibliográficas

ABRASCO. Inquérito Nacional de Saúde e Nutrição dos Povos Indígenas. Relatório Final (Análise dos dados) nº 7. Rio de Janeiro, 1 de dezembro de 2009.

ABDELAZIZ, S. Annalisa quattrocchi B and panagiotis karanis. *Cryptosporidium* sp. infection in solid organ transplant recipients: a systematic review and meta-analysis. **Pathogens and Global Health**, v. 118, n. 4, p. 305–316, 2024.

ALVES, F.T.A., *et al.* Mortalidade proporcional nos povos indígenas no Brasil nos anos 2000, 2010 e 2018. **Saúde Debate**, v. 45, n. 130, p. 691-706, 2021.

ALMEIDA, A.A., *et al.* *Entamoeba histolytica* como causa da amebíase. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 133-139, 2020.

ALMEIDA, I.M., *et al.* Toxocaríase ocular: 10 anos depois, um caso de sucesso. **Oftalmologia**, v. 37, n. 2, p. 145-148, 2013.

ALKMIM, A.C.M.A., *et al.* Giardíase: epidemiologia, manifestações clínicas e diagnóstico. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 36, n.1, p. 101-105, 2021.

ANDERSON, T.J.C. *Schistosoma mansoni*. **Trends Parasitol.**, v. 37, n. 2, p. 176–177, 2021.

ANDRADE, D.S., *et al.* Cistoisosporíase: breve revisão clínica. **Revista Saúde Dinâmica**, v. 1, n. 2, 2019.

ARIZA, L. *et al.* Tungiasis: a neglected disease causing severe disability in resource-poor communities. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, n. 1, p. 63–67, 2007.

BARBOSA, A.S., *et al.* Comparison of five parasitological techniques for laboratory diagnosis of *Balantidium coli* cysts. **Braz. J. Vet. Parasitol.**, v. 25, n. 3, p. 286-292, 2016.

BARBOSA, A.S., *et al.* Avaliação parasitológica da água de abastecimento e do solo peridomiciliar de Aldeias Guarani. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 72, n. 1, p.72-80, 2013.

BAS, M.; ERSUN, A.S.; KIVANÇ, G. The evaluation of food hygiene knowledge, attitudes, and practices of food handlers in food businesses in Turkey. **Food Control**, v. 17, p. 317-322, 2006.

BRAZA, A.S., *et al.* Recommendations from the brazilian society of Rheumatology on the diagnosis and treatment of intestinal parasitic infections in patients with autoimmune rheumatic disorders. **Rev. Bras. Reumatol.**, v. 55, n. 4, p. 368–380, 2015.

BÓIA, M.N. *et al.* Tuberculosis and intestinal parasitism among indigenous people in the Brazilian Amazon region. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, p. 176-178, 2009.

BONSERE, W.C.P. Surtos de criptosporidiose pelo mundo: uma revisão sistemática.

Revista Brasileira de Meio ambiente, v. 8, n. 2, p. 062-073, 2020.

BONFIM, W.M. *et al.* Tungiase: estudo clínico-epidemiológico em uma comunidade urbana de Fortaleza, Ceará, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 19, n. 4, p. 379–388, 2010.

BORGES, M.F.S; SILVA F.; KOIFMAN R. Histórico social, demográfico e de saúde dos povos indígenas do estado do Acre, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 6, p. 2237-2246, 2020.

BOTELHO R.B.A.; GINANI V.C.; CUPERTINO A.P. Health Conditions and Dietary Intake Among Brazilian Immigrants in the United States of America. **J Immigr Minor Health**, v. 23, n. 6, p. 1259-1266, 2021.

BRACHO M.A. *et al.* Prevalencia de enteroparásitos y anticuerpos IgG anti-Entamoeba histolytica en indígenas de la comunidad de Toromo, estado Zulia, Venezuela. **Rev. Soc. Ven. Microbiol.** [online], v. 133, n. 2, p.151-156, 2013.

BRASIL. Município do Amazonas receberá 18 escolas indígenas; construção de duas começa em junho. 2019. <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/sao-gabriel-da-cachoeira>

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira / ministério da saúde, secretaria de atenção à saúde, departamento de atenção Básica. 2ª ed., Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Doenças Transmissíveis. Guia Prático para o Controle das Geo-helmintíases. Brasília, 2018. http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_pratico_controle_geohelminthiasis.pdf>. Acesso em: 22 oct. 2024.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 76 p.: il. (Série G. Estatística e Informação em Saúde).

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Fundação Nacional de Saúde. Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas. Brasília: Ministério da Saúde; Fundação Nacional de Saúde. 2002.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI). Distrito Sanitário Especial Indígena – Alto Rio Negro (DSEI-ARN). Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BONFIM, W.M., *et al.* Tungiasis in Underprivileged Communities in Natal, State of Rio Grande do Norte, Brazil: Prevalence and Associated Factors. **Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília**, v. 19, n. 4, p. 379-388, 2010.

BUSCHINI, M.L.T. *et al.* Distribuição espacial dos enteroparasitos em escolares de Guarapuava, Estado do Paraná, Brasil. **Revista brasileira de epidemiologia**, v. 10, n. 4, p. 568–578, 2007.

CARVALHO, E.A.A.; ROCHA, R. Toxocariasis: visceral larva migrans in children. **J. Pediatr (Rio J)**, v. 87, n. 2, p. 100-110, 2011.

ALHEIROS, C.M.L. **Aspectos biológicos e ecológicos de Tunga penetrans** (L., 1758) (Siphonaptera: Tungidae) em áreas endêmicas brasileiras. 2007.

CALVOPÍÑA, M., *et al.* Anemia crônica grave por *Ancylostoma duodenale* en ecuador: Diagnóstico por duodenoscopia. **Rev. Chilena Infectol.**, v. 34, n. 5. p. 499-501, 2017.

CARDOSO, A.M.; TAVARES, I.N.; WERNECK, G.L. **Indigenous health in Brazil: from vulnerable to protagonists**. www.thelancet.com, 400(10): 2011-2013, 2022.

CARVALHO, R.J.V., *et al.* IgA, IgE and IgG subclasses to *Candida albicans* in serum and vaginal fluid from patients with vulvovaginal candidiasis. **Rev Assoc Med Bras**, v. 49, n. 4, p. 434-438, 2003.

CASSENTE, A.J.F. *et al.* Contaminação do solo por ovos de geo-helminthos com potencial zoonótico na municipalidade de Fernandópolis, Estado de São Paulo, entre 2007 e 2008. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, n. 3, p. 371–374, 2011.

COIMBRA, Jr, C.E.A. Saúde e povos indígenas no Brasil: reflexões a partir do I Inquérito Nacional de Saúde e Nutrição Indígena. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, p. 855-859, 2014.

CRUZ, A.S. **Parasitoses intestinais**. In: Carvalho E, Silva LR, Ferreira CT (ed). Gastroenterologia e nutrição em pediatria – Barueri, SP; Editora Manole, 2012.

CUI, Z., *et al.* Revisiting the Infectivity and Pathogen city of *Cryptosporidium avium* provides new information on parasitic sites within the host. **Parasites & Vectors.**, v. 11 p. 514, 2018.

DAMAZIO, M.F.; SILVA, R.J. Aspectos epidemiológicos e sanitários da tungíase em escolares de municípios paulistas. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 1, p. 56–60, 2009.

GRACEY, M.; KING, M. 2009. Saúde indígena parte 1: determinantes e padrões de doenças. *Lancet*, 374: 65-75, 2009.

FERNANDES, T.V. *Balantidium coli* em amostras de fezes suínas e humanas: um estudo molecular. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Ciências exatas e naturais do Pontal. Curso de Ciências Biológicas. Ituiutaba, MG, 2024.

HAVERROTH, M.; ESCOBAR, A.L.; COIMBRA Jr., C.E.A. Infecções intestinais em populações indígenas de Rondônia (Distrito Sanitário Especial Indígena Porto Velho). Documento de Trabalho no. 8. Porto Velho: Centro de Estudos em Saúde do Índio de Rondônia, Universidade Federal de Rondônia, 2003.

DA CUNHA D.T.; STEDEFELDT E.; DE ROSSO V. The role of theoretical food safety training on Brazilian food handlers: knowledge, attitude and practice. **Food Control**, v. 43, p. 167-174, 2014.

DA CUNHA D.T.; STEDEFELDT E.; DE ROSSO V.V. Perceived risk of foodborne disease by school food handlers and principals: The influence of frequent training. **Journal of Food Safety**, v. 32, n. 2, p. 219–225, 2012.

DE CARLI, GA. **Parasitologia Clínica**. 2ª ed., Editora: Atheneu, 2007, 906 p.

EISELE, M. *et al.* Investigations on the biology, epidemiology, pathology and control of *Tunga penetrans* in Brazil: I. Natural history of tungiasis in man. **Parasitology research**, v. 90, n. 2, p. 87-99, 2003.

ELGUERA, J.A.P. Efecto de la ivermectina sobre *Tunga penetrans* en caninos de la comunidad nativa alto yurinaki – Chanchamayo – Perú, 2018. 43p. (Tese de Doctorado em Medicina Veterinaria). Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Alas Peruanas, 2018.

FARIAS, D.B.; GUIMARÃES, D.R.A.; SOUZA, A.A.A. Contaminação parasitológica do solo em parques públicos da cidade de Conceição da Barra, Espírito Santo, Brasil. **Health and Biosciences**, v. 2, n. 1, p. 143-154, 2021.

FÁVARO T.R.; FERREIRA A.A.; CUNHA G.M.; CARLOS E.A. Excesso de peso em crianças indígenas Xukuru do Ororubá, Pernambuco, Brasil: magnitude e fatores associados. **Caderno de Saúde Pública**, Sup 3, p. e00056619, 2019.

FEDERAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES INDÍGENAS DO RIO NEGR E INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (FOIRN/ISA). Povos indígenas do alto e médio Rio Negro: uma introdução à diversidade cultural e ambiental do noroeste da Amazônia brasileira. 2ª ed. São Gabriel da Cachoeira, 2000.

FURTADO NETO, J.A.R., *et al.* Síndrome de hiperinfecção por *Strongyloides stercoralis*: revisão integrativa sobre série de casos no Brasil. **Lumen et Virtus**, v. XVI, n. 1, p. 1-15, 2025.

GUILLAMET, L.J.V., *et al.* *Strongyloides stercoralis* infection among human immunodeficiency virus (HIV)-infected patients in the United States of America: a case report and review of literature. **Am. J. Case Rep**, v. 18, p. 339-346, 2017.

MUTEBI F. *et al.* High intensity of *Tunga penetrans* infection causing severe disease among pigs in Busoga, South Eastern Uganda. **BMC Veterinary Research**, v. 13, p. 206, 2017.

FRANCO-SALAZAR, N. *et al.* Tungiasis en comunidades indígenas de Colombia: un problema de salud olvidado. **Saber**, v. 28, n. 1, p. 90–98, 2016.

GANDRA, A. Censo registra 1.652.876 pessoas indígenas no Brasil. Número é preliminar e pode aumentar. Repórter da Agência Brasil - Rio de Janeiro. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-04/censo-registra-1652876-pessoas-indigenas-no-brasil>

GOODWIN J.F.; MURPHY B.; GUILLEMETTE M. Direct measurement of serum iron and binding capacity. **Clin Chem**, v. 12, n. 2: 47-57. 1966.

Guia Prático de Atualização da Sociedade Brasileira de Pediatria, 2020.

HARVEY, T.V. *et al.* Tungiasis: A neglected tropical disease in need of more attention. **Acta Tropica**, v. 222, p. 1–12, 2021.

HARVEY, T.V.; LINARDI, P.M.; CARLOS, R.S.A.; HEUKELBACH, J. Tungiasis in domestic, wild, and synanthropic animals in Brazil. **Acta Tropica**, v. 222, p. 1-12, 2021.

HEUKELBACH, J.; DE OLIVEIRA, F.A.; HESSE, G.; FELDMEIER, H. Tungiasis: a neglected health problem of poor communities. **Trop Med Int Health**. v. 6, p. 267-72. 2001.

HEUKELBACH J, WILCKE T, HARMS G, FELDMEIER H. Seasonal variation of tungiasis in an endemic community. **Am J Trop Med Hyg**, v. 72, p. 145-9, 2005.

HEUKELBACH, J. *et al.* Ectoparasitoses and public health in Brazil: Challenges for control and research. **Tropical Medicine & International Health**, v. 6, p. 267–272, 2001.

HEUKELBACH, J.; COSTA, A.M.L.; WILCKE, T.; MENCKE, N.; FELDMEIER, H. The animal reservoir of *Tunga penetrans* in severely affected communities of north-east Brazil. **Medical and Veterinary Entomology**, v.18, n.4, p.329-335, 2004.

HORTA A. Aqui não é igual aldeia: encontros entre indígenas do Território Indígena do Xingu, na cidade de Canarana, Mato Grosso, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Cienc. Hum**, v. 18, n. 1, p. e20220017, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativa

Populacional 2013. Censo Populacional, 2013, de 1º de julho de 2013. Página visitada em 29 de agosto de 2012. http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Gabriel_da_Cachoeira

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. São Gabriel da Cachoeira. População. 2022. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/sao-gabriel-da-cachoeira.html>

INSTITUTO FIOCRUZ. Pesquisa da Fiocruz, bolsista do CNPq, realiza estudos sobre malária e parasitoses nos Yanomamis. Acesso em <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/pesquisa-do-dia/poliparasitismo-entr-e-os-yanomami>. v. 18, p. 11, 2024.

JANSEN, F., *et al.*. The survival and dispersal of *Taenia* eggs in the environment: what are the implications for transmission? a systematic review. **Parasites Vectors**, v. 14, p. 1-16, 2021.

JOSÉ, J.; LOBO, S. Proposta de prevenção da larva migrans através da educação ambiental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 5, n. 5, 23 jan. 2012.

JUCÁ, F.P. “We’re Totally Worthless” – An Anthropological Approach to Incarcerated Indigenous Persons in the City of São Gabriel da Cachoeira, Amazonas. **Vibrant**, v. 19: p. 1-18, 2021.

KAC, G.; SICHIERI, R.; GIGANTE, D.P., orgs. **Epidemiologia nutricional** [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ/Atheneu, 2007. 580 p. ISBN 978-85-7541-320-3. Available from SciELO Books.

KAREN, J., *et al.* Rodent models for the study of soil-transmitted helminths: a proteomics approach. **Frontiers in cellular and infection Microbiology**, v. 11., p. 639573, 2021.

KHURANA, S.; SINGH, S.; MEWARA, A. Diagnostic Techniques for Soil-Transmitted Helminths - Recent Advances. **Res Rep Trop Med**, v. 4, n. 12, p. 181-196, 2021.

KIM, M.J. *et al.* Infecção por *Isospora belli* com diarreia crônica em um paciente alcoólatra. **The Korean Journal of Parasitology**, v. 51, n. 2, p. 207–212, 25 abr. 2013.

KRAMER, C.K.; LEITÃO, C.B.; VIANA, LV. The impact of urbanisation on the cardiometabolic health of Indigenous Brazilian peoples: a systematic review and meta-analysis, and data from the Brazilian Health registry. www.thelancet.com. 400(10), 2022.

LIMA, L.C.F.; BRUGNEROTTO, M.; GALDIOLI, L.; FERRAZ, C.P.; GARCIA, R.C.M. Enfrentamento de surto de *Tunga penetrans* em comunidade rural, Campo Magro, PR. **Revista Clínica Veterinária**, Ano XXV, n.145, p.44-49, 2020.

LINARDI, P.M. Tungíase: uma pulga diferente que provoca um problema persistente. **Vetores & Pragas**, v. 2, p. 19-21, 1998.

LUVIRA, V., *et al.* *Strongyloides stercoralis*: a neglected but fatal parasite. **Trop. Med. Infect. Dis.**, v. 7, p. 310, 2022.

MABBOTT, N.A. A influência das infecções parasitárias na imunidade do hospedeiro à coinfeção com outros patógenos. **Fronteiras em imunologia**, v. 9, p. 2579, 2018.

MACHADO, E.R.; COSTA-CRUZ, J.M. *Strongyloides stercoralis* and other enteroparasites in children at Uberlândia city, state of Minas Gerais, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 93, n. 2, p. 161-164, 1998.

EZQUIAGA, M.C. *et al.* Tungiasis in a southern tamandua (*Tamandua tetradactyla*) from Formosa province, Argentina. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 39, p.100846, 2023.

MARTINS, M.; Lacerda, M.V.G.; Monteiro, W.M.; Moura, M.A.S.; Santos, E.C.S.; Saraceni, V.; Saraiva, M.G.G. Progression of the load of waterborne and intestinal parasitic diseases in the State of Amazonas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48 (suppl.1): 42-54, 2015.

MARTINS, N.P.F.; SOUZA, W.S.; MOTA, M.S.A. Métodos parasitológicos aplicados em espécimes de solo e água em setores do município de Guaraí/TO. **Scire Salutis**, v. 7, n. 2, p. 32–41, 2018.

MASCARINI, S.L. Prevenção de infecção por helmintos transmitidos pelo solo. **Revista de Doenças Infecciosas Globais**, v. 3, n. 2, p. 175-182, 2011.

MERCHÁN G.M., *et al.* Estimativa da frequência de infecção por *Giardia intestinalis* em comunidades indígenas e afro na Colômbia: um estudo transversal. **Repositório Institucional - Pontifícia Universidade Javeriana**, v. 38, n. 1, p. 112, 2016.

MILLER, H.; RODRÍGUEZ, G. Tungiasis in native Amerindians in Vaupés province: epidemiology, clinical aspects, treatment, and prevention. **Biomedica: revista del Instituto Nacional de Salud**, v. 30, n. 2, Supl. 1: p. 215–237, 2010.

MONDARDO, M.L. Em defesa dos territórios indígenas no Brasil: direitos, demarcações e retomadas. **GEOUSP (On-line)**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. e-176224, 2022.

MOLINA, N.B. **Epidemiologia molecular de *Giardia lamblia* en comunidades urbanas y rurales de Buenos Aires y Mendoza, Argentina**. Cátedra de Microbiología y Parasitología. Facultad de Ciencias Médicas. UNLP. 2009. Facultad de Ciencias Exactas Universidad Nacional de La Plata.

MONTEIRO, K. J. L. *et al.* Focal persistence of soil-transmitted helminthiasis in impoverished areas in the State of Piauí, Northeastern Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 60, p. e24, 2018.

MONTEIRO, S.G. **Parasitologia na Medicina Veterinária**. 2ª ed. São Paulo: Roca, 2017.

MUCINHATO, R.M.D., *et al.* Behavioral predictors of household food-safety practices during the COVID-19 pandemic: Extending the theory of planned behavior. **Food Control**, v. 134, p. 108719, 2022.

MUDENDA N.B., *et al.* Modelling the ecological niche of hookworm in Brazil based on climate. **Geospat Health**, v. 6, n. 3, p. 111-123, 2012.

MUTEBI, F., *et al.* Clinical implications and treatment options of tungiasis in domestic animals. **Parasitology Research**, v. 120, n. 12, (Sup. I), p. 4113–4123, 2021.

MUTEBI, F. *et al.* The burden of tungiasis in sub-Saharan Africa: a call for global attention. **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 44, p. 1–10, 2016.

MUTEBI, F.; KRÜCKEN, J.; FELDMEIER, H.; WAISWA, C.; MENCKE, N.; SAMSONHIMMELSTJERNA, G.V. Tungiasis - associated morbidity in pigs and dogs in endemic villages of Uganda. **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 44, p.1-9, 2016.

MWANGI, J.N., *et al.* Development and evaluation of a real-time PCR for the detection of *Tunga penetrans* in soil samples. *Tropical Diseases, Travel Medicine and Vaccines*, v. 1, n. 13, p. 1–6, 2015.

MWANGI, J.N.; OZWARA, H.S.; GICHERU, M.M. Epidemiology of *Tunga penetrans* infestation in selected areas in Kiharu constituency, Murang'a County, Kenya. *Tropical Diseases, Travel Medicine and Vaccines*, v.1, n.13, p.1-6, 2015.

NEREIDA F.S., *et al.* Tungiasis en habitantes de cañifle, municipio Sucre, estado Sucre, Venezuela. **Saber**, v. 28, n. 1, p. 90-98, 2016.

NSANZIMANA, J., *et al.* Factors associated with tungiasis among primary school children: a cross-sectional study in a rural district in Rwanda. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, (Sup. I), p. 1192, 2019.

NEVES DP. **Parasitologia Humana**. 13ª ed. Ed. Atheneu, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2016.

NORDIN, P., *et al.* Treatment of tungiasis with a two-component dimeticone: a comparison between moistening the whole foot and directly targeting the embedded sand fleas. **Tropical Medicine and Health**, v. 45, n. 1, (Sup. I), p. 6, 2017.

NOVAK, S. Emã e Tekoha: **Territórios Indígenas e a Política Indigenista**. [s.l.] Editora Appris, 2019.

NUKERI, S., *et al.* Potential hybridization of *Fasciola hepatica* and *F. gigantica* in Africa - a Scoping. **Pathogens**, v. 11, p. 1303, 2022.

OLIVEIRA, R.A.; GURGEL-GONÇALVES, R.; MACHADO, E.R. Intestinal parasites in two indigenous ethnic groups in northwestern Amazônia. **Acta amazônica**, v. 46, n. 3, p. 241- 246, 2016.

OLIVEIRA, I.S.; MOREIRA, B.S.V.; PEREIRA, S.O.; CASTRO, A.S.B.; MOREIRA, T.R.; SANTANA, L.A. Tungíase Atualidades clínicas. **Jornal Brasileiro de Medicina**, v.102, n.6, p.7-10, 2014.

OMS Helminthíases transmitidas pelo solo: número de crianças tratadas em 2013. Wkly. **Epidemiol. Rec.** v. 90, p. 89–94, 2015.

ORDOÑEZ V.A., *et al.* / Estimación de la frecuencia de infección por *Giardia intestinalis* en comunidades indígenas y afros de colombia : Estudio de corte transversal. En: Medicina., v. 38, n. 1, p. 10-24, 2016.

ORTEGA-NARVÁEZ, A., *et al.* Tungiasis en el área urbana de Popayán, Colombia: reporte de caso. **Biomédica**, v. 41, n. 1, (Supl. 1), p. 8–16, 2021.

OSCHEROV, E.B.; MILANO, A.M.F.; BAR, A.R. Percepciones y comportamiento de la población de un área endémica de Argentina en relación a la transmisión de *Tunga penetrans* (Siphonaptera: Tungidae). **Bol Mal Salud Amb.**, v. 48, n.1, 2008.

PARIJA, S.C.; CHIDAMBARAM, M.; MANDAL, J. Epidemiologia e características clínicas de helmintos transmitidos pelo solo. **Parasitologia tropical**, v. 7, n. 2, p. 81-85, 2017.

PALHANO-SILVA, C.S., *et al.* Intestinal Parasitic Infection in the Suruí Indians, Brazilian Amazon. **Interciencia**, v. 34, n. 4, p. 259-264, 2009.

PÊGO, L.A.G. **Ascaridíase ectópica**. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia. Belo Horizonte 2013.

PENA, J.L.; HELLER, L. Saneamento e saúde indígena: uma avaliação na população Xakriabá, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 63-72, 2008.

PELLEGRINI, D.P.; GHANEM, E.; GÓES NETO G.A.F.G. O Brasil Respeita o Direito dos Povos Indígenas à Educação Superior? Demanda, oferta e ensaios alternativos em São Gabriel da Cachoeira/AM. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 46, n. 4, p. e118188, 2021.

PEREIRA, G., *et al.* Prevalência de infecções parasitárias intestinais oriundas de crianças residentes em áreas periféricas, município de Juazeiro do Norte - Ceará. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 5, n. 14, p. 21–27, 2017.

PEREIRA, S.O.A., *et al.* Tricuríase. Revista científica Unifagoc, **Caderno Saúde**, v.

VI, n.1, 2021.

PÉREZ-ESCAMILLA, R.; SEGALL-CORRÊA, A.M. Food insecurity measurement and indicators. **Revista de Nutrição**, Campinas: Pontificia Universidade Católica - PUC-Campinas, v. 21, p. 15-26, 2008.

PÉREZ, F.; FERNÁNDEZ, J. La tungiasis: enfermedad olvidada en comunidades indígenas latinoamericanas. **Saber**, 2014.

PILGER, D., *et al.* Investigations on the biology, epidemiology, pathology, and control of *Tunga penetrans* in Brazil: VII. The importance of animal reservoirs for human infestation. **Parasitology Research**, v. 102, p. 875-880, 2008.

PRESTES, L. F., *et al.* Contaminação do solo por geohelmintos em áreas públicas de recreação em municípios do sul do rio grande do sul (RS), Brasil. **Revista de Patologia Tropical**, v. 44, n. 2, (Supl I), 2015.

PRIETO-PÉREZ, L. *et al.* Geohelmintos. **Doenças Infecciosas e Microbiologia Clínica**, v. 34, n. 6, p. 384–389, 2016.

PONCE-GORDO, F., *et al.* *Balantidium coli* global water pathogen project part three. Specific excreted pathogens. **Environmental and Epidemiology Aspects**, v. 18, 2017.

RADICCHI M, R. Overweight in Sateré-Mawé indigenous residents of an urban area in Parintins, Amazonas. **Rev Nutr**, v. 36, p. e220109, 2023.

REY, L. **Parasitologia**. 4ª ed., Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 2008. 126 p.

RIOS, L., *et al.* Prevalência de Parasitos Intestinais e Aspectos Socioambientais em Comunidade Indígena no Distrito de Iauaretê, Município de São Gabriel da Cachoeira (AM), Brasil. **Saúde Socioambiental**. São Paulo, v. 16, n. 2, p. 76-86, 2007.

ROCHA, D.F.; PORTO, M.F.S; PACHECO, T. A luta dos povos indígenas por saúde em contextos de conflitos ambientais no Brasil (1999-2014). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 2, p. 383-392, 2019.

ROCHA, R.L., *et al.* Tungíase em cão de uma comunidade rural do estado do Maranhão (Tungiasis in a dog from a rural community in the state of Maranhão) **Ciência Animal**, v. 33, n.1, p.145-151, 2023.

SANTANA, Y.; RANNIERE, T. Aferição da carga de infestação da tungíase no solo por reação em cadeia da polimerase em tempo real na terra indígena yanomami. **Dissertação de mestrado**. Brasília, 2023.

SANTOS, S.A.D.; MERLINI, L.S. Prevalence of enteroparasitosis in the population of Maria Helena, Paraná State. **Ciencia & saude coletiva**, v. 15, n. 3, p. 899–905,

2021.

SANTOS, R.V.; COIMBRA Jr., C.E.A. 2005. Cenários e tendências da saúde e da epidemiologia dos povos indígenas no Brasil. In: COIMBRA JR.; C.E.A; SANTOS, R.V.; ESCOBAR, A.L. (Ed.). **Epidemiologia e saúde dos povos indígenas no Brasil**. Ed. FIOCRUZ/ABRASCO, Rio de Janeiro, p. 13-47.

SANTOS, R.V., GUIMARÃES, B.N., CAMPOS, M.B., and AZEVEDO, M.M.A., comps. Entre Demografia e Antropologia: povos indígenas no Brasil [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2019, 264 p. **Saúde dos povos Indígenas collection**. ISBN: 978-65-5708-013-9. <https://doi.org/10.7476/9786557080139>.

SANTANA, Y.R.T. The Effectiveness of Topical Dimethicone Together with a One Health Approach for the Control of Tungiasis in the Sanumás Communities, Yanomami Territory, Amazon Rainforest: A Real-World Study. **Trop. Med. Infect. Dis.**, v. 8, p. 489, 2023.

SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE. Departamento de Planejamento em Saúde Coordenadoria de atenção integral à saúde da criança e do adolescente. **Parasitoses Intestinais**. Ribeirão Preto, SP. 2022.

SÃO GABRIEL DA CACHOEIRA (AM) | Cidades e Estados | **IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/sao-gabriel-da-cachoeira.html>>.

SILVA-NETO, L.M., *et al.*, Ocorrência de *Blastocystis hominis* e outros parasitos intestinais em uma comunidade de Paracambi- RJ, no período de abril a julho de 2005. **Revista de Patologia Tropical**, v. 39, n. 2, p. 105-113, 2010.

SOCIETAL BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). **Departamentos Científicos de Gastroenterologia e Infectologia**. Guia prático de atualização - Parasitoses intestinais diagnóstico e tratamento. Novembro de 2021. Disponível em: <http://www.sbp.com.br>. Acesso em: 22 out. 2024.

SILVA, R.O. Saúde indígena na Amazônia brasileira: **estudo de caso sobre a experiência de gestão conveniada da assistência à saúde da população indígena do alto rio negro – AM**. Fundação Getulio Vargas escola de administração de empresas de São Paulo. São Paulo, 2008, p. 01-25.

TAMENE, A. Prevalence and associated factors of *Tunga penetrans* infestation among 5-14-year-olds in rural Ethiopia. **PLoS ONE**, v. 16, n. 10, p. e0259411, 2021.

TAMENE, A. Prevalence of tungiasis and associated factors among children aged 5 to 14 years in Ethiopia: a community-based cross-sectional study. **PLoS ONE**, v. 16, n. 10, e0259411, 2021.

THOMPSON, R.C.A. Neglected zoonotic helminths: *Hymenolepis nana*, *Echinococcus canadensis* and *Ancylostoma ceylanicum*. **Clin. Microbiol. Infect.**, v. 21, p. 426–432, 2015.

TRINDER, P. Determination of blood glucose using an oxidase-peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. **J Clin Pathol**, v. 22, n. 2, p. 158-161, 1969.

TŮMOVÁ, P., *et al.* Inheritance of the reduced mitochondria of *Giardia intestinalis* is coupled to the flagellar maturation cycle. **BMC Biology**, v. 19, p. 193-220, 2021.

UNTFHS. United Nations Trust Fund for Human Security. Human Security and Agenda 2030. 2017. Disponível em: <<https://www.un.org/humansecurity/wp-content/uploads/2017/10/Human-Security-and-the-SDGs.pdf>>. Acesso em: 18 jun 2023.

VASCONCELOS M.P.A., *et al.* Malarial and intestinal parasitic co-infections in indigenous populations of the Brazilian Amazon rainforest. **Journal of Infection and Public Health**, v. 16, p. 603–610, 2023.

VALLARELLI, AFA, Souza EM. **Tungíase disseminada**. *An Bras Dermatol*, v. 86, n. 5, p. 1027–1028, 2011.

VALLARELLI, A.F.A.; SOUZA, E.M. Tungíase: uma parasitose negligenciada. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, **Vetores & Pragas**, v. 86, n. 5, p. 1027–1028, 2011.

VALLARELLI, A.F.A.; SOUZA, E.M. Tungíase disseminada. **An Bras Dermatol**. v. 86, n. 5, p. 1027-1028. 2011.

VAILLANT, M.T.V., *et al.* Diagnostic tests for human *Schistosoma mansoni* and *Schistosoma haematobium* infection: a systematic review and meta-analysis. **www.thelancet.com/microbe**, v. 5, p. e366- e378, 2024.

VIEIRA, G.O. **Enteroparasitoses em populações indígenas no Brasil: uma revisão sistemática da produção científica** [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, 2003.

VIEIRA, P.B. *et al.* Mecanismos específicos de patogenicidade de protozoários de mucosa: *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* e *Trichomonas vaginalis*. **Ev. HCPA**, v. v. 32, n. 1, p. 58-70, 2012.

VIGISAN. Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil. 2022. <https://static.poder360.com.br/2022/06/seguranca-alimentar-covid-8jun-2022.pdf>

ZONTA, M.L., *et al.* *Giardia lamblia*, *G. duodenalis*, *G. intestinalis* (Parásito intestinal patógeno). Facultad de Ciencias Veterinarias y Facultad de Ciencias Naturales y Museo | unlp. Protozoos Parásitos de Importancia Sanitaria – J. M. Unzaga y M. I. Zonta (Coordinadores). p. 51-60.

WEITZEL, T., *et al.* *Cyclospora cayetanensis*. Laboratorio clínico, Clínica Alemania de Santiago, Universidad Del Desarrollo. **Rev. Chilena Infectol.**, v. 34, n. 1, p. 45-46, 2017.

YAGO, R.T.S., *et al.* Tungiasis and its determinants in indigenous communities of the Brazilian Amazon: a cross-sectional study. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, v. 8, n. 489, p. 1–12, 2023.