

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIMARA BATISTA PROX

QUALIDADE SANITÁRIA DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA E HORTALIÇAS DESTINADAS À ALIMENTAÇÃO ESCOLAR EM ÁREA
RURAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, PARANÁ

CURITIBA

2026

LUCIMARA BATISTA PROX

QUALIDADE SANITÁRIA DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA E HORTALIÇAS DESTINADAS À ALIMENTAÇÃO ESCOLAR EM ÁREA
RURAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, PARANÁ

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de Mestre em Alimentação e Nutrição.

Orientador: Prof. Dr. Diego Averaldo Guiguet Leal

Coorientadora: Dra. Elaine Cristina de Mattos

CURITIBA

2025

Prox, Lucimara Batista

Qualidade sanitária de soluções alternativas de abastecimento de água e hortaliças destinadas à alimentação escolar em área rural da região metropolitana de Curitiba, Paraná [recurso eletrônico] / Lucimara Batista Prox. – Curitiba, 2025.

1 recurso online : PDF

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição. Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Diego Averaldo Guiguet Leal

Coorientador: Dra. Elaine Cristina de Mattos

1. Parasitos. 2. Verduras. 3. Qualidade da água. 4. Saúde da criança.
5. Contaminação de alimentos. 6. Segurança alimentar. I. Leal, Diego Averaldo Guiguet. II. Mattos, Elaine Cristina. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 578.65



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ALIMENTAÇÃO E
NUTRIÇÃO - 40001016074P7

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LUCIMARA BATISTA PROX**, intitulada: **Qualidade sanitária de soluções alternativas de abastecimento de água e hortaliças destinadas à alimentação escolar em área rural da região metropolitana de Curitiba, Paraná**, sob orientação do Prof. Dr. DIEGO AVERALDO GUILLET LEAL, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

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

CURITIBA, 12 de Dezembro de 2025.

Assinatura Eletrônica

15/12/2025 13:41:35.0

DIEGO AVERALDO GUILLET LEAL

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

15/12/2025 19:34:53.0

ALYNNE DA SILVA BARBOSA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE)

Assinatura Eletrônica

15/12/2025 14:35:38.0

CARLOS GUSTAVO BAPTISTA

Avaliador Externo (VIRGINIA POLYTECHNIC INSTITUTE AND STATE UNIVERSITY)

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui foi uma travessia feita de encontros, generosidade e colaboração. Esta dissertação é fruto não apenas de esforço pessoal, mas da soma de muitos gestos que me sustentaram ao longo do caminho.

Aos meus pais, Flávio Prox e Ondina Batista Prox, minha origem e minha base, agradeço por cada passo que me permitiram dar, por cada valor que me transmitiram e por acreditarem em mim. Ao Luiz Carlos Blum Formagio, meu marido, parceiro e companheiro de vida, meu porto seguro, obrigada por estar ao meu lado em todas as fases — nas noites de estudo, nas dúvidas que pareciam não ter fim, nas vitórias silenciosas e nas batalhas mais difíceis. Sua paciência, incentivo e amor foram o alicerce que me sustentou quando tudo parecia desmoronar. Esta conquista também é sua.

Ao amigo William Roberto Muleck Padilha, minha gratidão por ter me incentivado nesta jornada muito antes de ela começar. Seus gestos inspiradores — como a disponibilização de livros em inglês — foram sementes que germinaram em momentos decisivos e me prepararam para os desafios que viriam.

Agradeço profundamente ao meu orientador, Diego Averaldo Guiguet Leal, pela confiança, pela escuta atenta e pela condução firme e generosa deste trabalho. Sua orientação foi mais que acadêmica — foi humana, respeitosa e inspiradora. Em cada etapa, sua presença foi decisiva para que este projeto ganhasse forma e consistência. Sou grata por ter tido a oportunidade de aprender sob sua orientação. À minha coorientadora, Elaine Cristina de Mattos, sou grata pela dedicação nas análises moleculares realizadas no IAL e pela parceria técnica e humana. Ao Gustavo Strieder Scherer, que conduziu com excelência as análises físico-químicas e microbiológicas no LACEN, meu reconhecimento pela competência e disponibilidade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição (PPGAN), agradeço pelas aulas instigantes e pelo acolhimento acadêmico. Em especial, à professora Maria Valéria da Costa, da disciplina Metodologias de Ensino na Área da Saúde, do Programa de Pós-Graduação em Medicina Interna e Ciências da Saúde, meu reconhecimento pela inspiração e pelas reflexões provocadas. Suas abordagens transformaram minha forma de ensinar — minhas aulas e palestras já não são as mesmas.

Agradeço também à Lílian Bahia-Oliveira e Ronalda Silva Araújo, cujas reflexões generosas e olhares atentos sobre este trabalho foram fundamentais para o amadurecimento da pesquisa. Suas contribuições ampliaram horizontes, provocaram questionamentos e fortaleceram os caminhos que esta dissertação percorreu.

Aos alunos de iniciação científica Mariane Glonvezynski Beck e Alisson de Oliveira Neri, que contribuíram com entusiasmo e responsabilidade no laboratório de parasitologia, deixo meu carinho e gratidão. À Eliana Maura Leite, técnica do laboratório, agradeço pela dedicação e pelo cuidado nas preparações dos reagentes, cuja precisão foi essencial para o bom andamento das análises. Aos colegas de bancada Gabriel Farias Souza e Jonathan Vieira dos Anjos, obrigada pela ajuda constante, pelas trocas e pela leveza nos momentos difíceis.

Ao colega médico veterinário Alex Fabiano Silva, que nos trouxe a ideia inicial da pesquisa e se manteve presente em todas as etapas, meu sincero agradecimento. Estendo essa gratidão à Prefeitura de Rio Branco do Sul, pelo apoio essencial nas coletas, especialmente aos envolvidos diretamente: Alex, Antônio, Amauri, Carlos, Douglas e Luciano, e aos gestores da Secretaria Municipal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Glailson Orlando Santos (gestão até 2024), e Eloir Bueno (gestão atual), que viabilizaram com empenho e sensibilidade a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho na Vigilância Sanitária do Distrito Sanitário Boa Vista (DSBV), que compreenderam minhas ausências e me acolheram com bondade, meu muito obrigada. À coordenadora de Vigilância em Saúde do DSBV, Sabrina Viana Mendes, e às supervisoras do DSBV: Vânia Buba e Deisi Tortelli, agradeço pelo suporte constante e pela confiança. À minha equipe, que sustentou o serviço durante minha jornada acadêmica, minha admiração e reconhecimento.

Cada pessoa mencionada aqui deixou uma marca neste percurso. A vocês, minha eterna gratidão.

“Qual é o mundo que vocês estão agora empacotando para deixar às gerações futuras? O.k., você vive falando de outro mundo, mas já perguntou para as gerações futuras se o mundo que você está deixando é o que elas querem? A maioria de nós não estará aqui quando a encomenda chegar. Quem vai receber são os nossos netos, bisnetos, no máximo nossos filhos já idosos. Se cada um de nós pensa um mundo, serão trilhões de mundos, e as entregas serão feitas em vários locais. Que mundo e que serviço de delivery você está pedindo? Há algo de insano quando nos reunimos para repudiar esse mundo que recebemos agorinha, no pacote encomendado pelos nossos antecessores; há algo de pirraça nossa sugerindo que, se fosse a gente, teríamos feito muito melhor” (Krenak, 2019, p.33).

RESUMO

O consumo de vegetais crus promove a saúde nutricional, especialmente entre crianças em idade escolar, grupo vulnerável a infecções. Garantir a segurança dos vegetais e da água oferecidos nessas refeições é crucial para prevenir doenças. Este estudo avaliou a qualidade microbiológica e parasitológica de soluções alternativas de abastecimento de água (SAAA), e hortaliças destinadas à alimentação infantil, em área rural da região metropolitana de Curitiba, com baixo desempenho nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (39,21 pontos). Foram analisadas 140 amostras de hortaliças folhosas produzidas por cooperativa local destinadas à alimentação infantil, e amostras de água de 12 SAAA (8 poços artesianos e 4 nascentes). As hortaliças incluíram alface, escarola, repolho verde, repolho roxo, acelga, brócolis, couve, salsa e cebolinha, sendo divididas em dois grupos para a pesquisa de helmintos e protozoários intestinais e teciduais de relevância em saúde pública. Para tanto, 70 amostras - 30g cada - foram separadas, lavadas manualmente com solução de glicina (1M, pH 5,5), decantadas, centrifugadas e todo o sedimento obtido examinado em microscópio óptico para a pesquisa de ovos de helmintos. Para o segundo grupo, mais 70 amostras foram examinadas, sendo efetuada três réplicas de 30g cada (90 g/amostra). Cada subamostra foi lavada manualmente com 250 ml de glicina, compondo 750 ml de líquido eluente/amostra. O volume final de cada amostra foi submetido à filtração em membrana. O material da membrana foi eluído e concentrado por centrifugação. Parte do sedimento obtido foi utilizado para a extração de DNA e analisado por PCR/qPCR para a pesquisa de *Cryptosporidium* spp., mediante amplificação do gene COWP, beta-giardina (bg) para *Giardia* spp., e marcador molecular REP-529 para a pesquisa de *Toxoplasma gondii*. A avaliação da qualidade sanitária das SAAA foi realizada em duas campanhas, totalizando 48 amostras (24 para pesquisa de protozoários e 24 para bactérias) nos 12 pontos. O isolamento de protozoários foi feito por filtração em membranas, sendo o sedimento resultante analisado pelas metodologias moleculares supracitadas para os mesmos protozoários analisados nas hortaliças. A reação de imunofluorescência direta também foi realizada usando anticorpos monoclonais anti-*Cryptosporidium* e anti-*Giardia*, para a pesquisa de oocistos e cistos. Técnicas microbiológicas convencionais foram utilizadas para aferição da qualidade da água. A contaminação por ovos de helmintos foi identificada em 12,85% das hortaliças. Desse total, 88,9% continham ovos de ancilostomatídeos e, 11,1% ovos de *Toxocara* sp. A contaminação por pelo menos um protozoário patogênico foi identificada em 22,9% dos vegetais. Somente 13,1% das SAAA atenderam ao padrão microbiológico de potabilidade da água. A contaminação por *Cryptosporidium* spp., foi detectada em 4,2% das amostras hídricas. Os resultados revelam circulação de enteroparasitos em hortaliças cruas consumidas por crianças e água de má qualidade microbiológica nas fontes locais. Ressalta-se a relevância do monitoramento contínuo da qualidade da água e dos vegetais ofertados em refeições escolares visto que parasitoses intestinais agravam a desnutrição infantil e outras condições. Além disso, evidenciam a necessidade de implementação de ações de controle e expansão do saneamento, visando a proteção da população autóctone, além de garantir a segurança de alimentos para outras localidades.

Palavras-chave: parasitos; hortaliças; qualidade da água; saúde da criança; contaminação de alimentos; segurança dos alimentos.

ABSTRACT

The consumption of raw vegetables plays a significant role in promoting nutritional health, particularly among school-aged children, who are vulnerable to infections. Ensuring the safety of both vegetables and water is crucial to preventing diseases. This study evaluated the microbiological and parasitological quality of alternative water supply solutions (AWSS) and vegetables used in children's meals in a rural area of the metropolitan region of Curitiba, which shows low performance in the Sustainable Development Goals (39.21 points). A total of 140 samples of leafy vegetables produced by a local cooperative for child nutrition were analyzed, along with water samples from 12 AWSS (8 artesian wells and 4 springs). The vegetables – lettuce, escarole, green cabbage, red cabbage, Swiss chard, broccoli, kale, parsley, and green onion – were divided into two groups to search for intestinal helminths and protozoa relevant for public health. For this, 70 samples (30g each) were separated and manually washed with a Glycine solution (1M, pH 5.5), decanted, centrifuged, and the sediment examined under an optical microscope for helminth eggs. For the second group, an additional 70 samples were analyzed, with three replicates of 30g each (90g/sample). Each subsample was manually washed with 250 ml of Glycine, totaling 750 ml of eluent per sample. The final volume was subjected to membrane filtration, and the membrane material was eluted and concentrated by centrifugation. Part of the sediment was used for DNA extraction and PCR/qPCR analysis to detect *Cryptosporidium* spp., (COWP gene), *Giardia* spp. (beta-giardin gene), and *Toxoplasma gondii* (REP-529 marker). The sanitary quality of the AWSS was assessed in two campaigns, totaling 48 samples (24 for protozoa and 24 for bacteria) from 12 sites. Protozoa isolation was performed by membrane filtration, and the sediment was analyzed using the same molecular methodologies applied to vegetables. Direct immunofluorescence with monoclonal antibodies against *Cryptosporidium* and *Giardia* was used for oocyst and cyst detection. Conventional microbiological techniques were applied to assess water quality. Helminth eggs were identified in 12.85% of the vegetables, of which 88.9% contained hookworm eggs and 11.1% contained *Toxocara* sp., eggs. At least one pathogenic protozoa was detected in 22.9% of vegetable samples. Only 13.1% of AWSS samples met the microbiological standard for drinking water, and contamination by *Cryptosporidium* spp., was found in 4.2% of water samples. These results reveal the circulation of enteroparasites in raw vegetables consumed by children and poor microbiological quality of local water sources. In addition, it emphasizes the importance of continuous monitoring of water and vegetable quality in school meals, as intestinal parasitosis worsen child malnutrition and other health conditions. Furthermore, they highlight the need for implementing control measures and expanding sanitation to protect local populations and ensure food safety to other regions.

Keywords: Parasites; Vegetables; Water quality; Child Health; Food Contamination. Food safety.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO DO SUL, NO PARANÁ, SUL DO BRASIL.	49
FIGURA 2 - AVALIAÇÃO ATUALIZADA DE RIO BRANCO DO SUL QUANTO AOS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – ODS.	50
FIGURA 3 - DIVISÃO DO MUNICÍPIO POR SETORES, COM A LOCALIDADE DAS SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM QUE FORAM REALIZADAS AS COLETAS.....	53
FIGURA 4. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTOS 1, 2 E 3.....	55
FIGURA 5. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTOS 4 E 5.....	55
FIGURA 6. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTO 6.	56
FIGURA 7. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTOS 7 E 8.....	56
FIGURA 8. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTOS 9, 10, 11 E 12.....	57
FIGURA 9 - ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DAS HORTALIÇAS PARA ANÁLISE PARASITOLÓGICA DA PRESENÇA DE HELMINTOS.	58
FIGURA 10 - ELUIÇÃO DA MEMBRANA ATRAVÉS DE RASPAGEM E LAVAGEM COM TWEEN 80 (0,1%).	59
FIGURA 11 - ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DAS HORTALIÇAS PARA ANÁLISE PARASITOLÓGICA DA PRESENÇA DOS PROTOZOÁRIOS <i>Cryptosporidium</i> spp., <i>Giardia</i> spp. e <i>Toxoplasma gondii</i>	62

FIGURA 12 - ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DA ÁGUA PARA ANÁLISE PARASITOLÓGICA.	65
FIGURA 13. ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DA ÁGUA PARA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.	67
FIGURA 14 – GEL DE ELETROFORESE DE AMOSTRAS DE HORTALIÇAS POSITIVAS PARA <i>Giardia</i> spp., COM A AMPLIFICAÇÃO DO FRAGMENTO DE PESO MOLECULAR 384 pb.	72
FIGURA 15 - GEL DE ELETROFORESE DE AMOSTRAS DE HORTALIÇAS POSITIVAS PARA <i>Cryptosporidium</i> spp., COM A AMPLIFICAÇÃO DO FRAGMENTO DE PESO MOLECULAR 531 pb.	72

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. POLÍTICAS PÚBLICAS DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL NO BRASIL DE 1930 AOS TEMPOS ATUAIS.	23
QUADRO 2. CLASSIFICAÇÃO GLOBAL DE PARASITOS TRANSMITIDOS POR ALIMENTOS, EM ORDEM DECRESCENTE DE IMPORTÂNCIA, SEGUNDO CRITÉRIOS DOS ESPECIALISTAS E OS PRINCIPAIS VEÍCULOS ALIMENTARES.....	29
QUADRO 3 ESTABELECIMENTOS DE ENSINO NA ÁREA RURAL DE RIO BRANCO DO SUL DE ACORDO COM A LOCALIDADE E FONTE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.	51
QUADRO 4 - PRINCIPAIS HORTALIÇAS PRODUZIDAS E FORNECIDAS PELOS PRODUTORES COOPERADOS PARA A ALIMENTAÇÃO ESCOLAR.	52
QUADRO 5 - DESCRIÇÃO DOS INICIADORES MOLECULARES UTILIZADOS PARA REAÇÕES DE PCR	60
QUADRO 6. CONDIÇÕES DE AMPLIFICAÇÃO PARA A DETECÇÃO DE <i>Cryptosporidium</i> spp. POR PCR <i>semi nested</i> EM TUBO ÚNICO.....	61
QUADRO 7. CONDIÇÕES DE AMPLIFICAÇÃO PARA A DETECÇÃO DE <i>Giardia</i> spp. POR <i>nested</i> PCR.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PREVALÊNCIA DE PARASITOS ENCONTRADOS EM HORTALIÇAS CONSUMIDAS EM DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL – COMPARAÇÃO DE ESTUDOS CIENTÍFICOS NA ÚLTIMA DÉCADA.	30
TABELA 2 - ESTUDOS QUE AVALIARAM A CONTAMINAÇÃO POR PARASITOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA, DE NASCENTES OU TRATADA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO NO BRASIL.....	33
TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS DAS SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA AVALIADOS NO PRESENTE ESTUDO.	54
TABELA 4. CONTAMINAÇÃO POR OVOS E LARVAS DE HELMINTOS E PRESENÇA DE ARTRÓPODES NAS AMOSTRAS POSITIVAS DE DIFERENTES CULTIVOS DE VEGETAIS ORGÂNICOS OU DE CULTIVO CONVENCIONAL PRODUZIDOS EM RIO BRANCO DO SUL.....	69
TABELA 5 - RESULTADO DA ANÁLISE PARASITOLÓGICA PARA PROTOZOÁRIOS NAS AMOSTRAS POSITIVAS DE HORTALIÇAS.....	71
TABELA 6 - RESULTADO DA PESQUISA PARASITOLÓGICA POR MICROSCOPIA CONFORME O TIPO DE CULTIVO DAS HORTALIÇAS.	73
TABELA 7 - RESULTADO DA PESQUISA PARASITOLÓGICA DE PROTOZOÁRIOS CONFORME O TIPO DE CULTIVO DAS HORTALIÇAS.	73
TABELA 8 - CONTAMINAÇÃO MICROBIANA, PRESENÇA DE FLÚOR E MONITORAMENTO DA TURBIDEZ EM AMOSTRAS DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE RIO BRANCO DO SUL.....	75
TABELA 9 - CONTAMINAÇÃO POR PROTOZOÁRIOS PATOGÊNICOS EM AMOSTRAS DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE RIO BRANCO DO SUL.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ANA	- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BR	- Brasil
CAE	- Conselho de Alimentação Escolar
CDC	- Centro de controle e prevenção de doenças
CMEI	- Centro Municipal de Educação Infantil
CONSEA	- Conselho Nacional de Segurança Alimentar
COWP	- proteína da parede do oocisto de <i>Cryptosporidium</i>
DALYs	- <i>Disability-adjusted Life Years</i> (anos de vida ajustados por incapacidade)
DAPI	- 4',6-diamidino-2-fenilindol
DHAA	- Direito Humano a Alimentação Adequada
DIC	- Contraste de Interferência Diferencial
DNA	- ácido desoxirribonucleico
DSS	- Determinantes Sociais de Saúde
DTHA	- Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar
EBIA	- Escala Brasileira de Insegurança Alimentar
ELISA	- Ensaio imunoenzimático
EM	- Escola Municipal
<i>Et al.</i>	- e outros
FAO	- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FDA	- agência federal americana de regulação de alimentos e medicamentos
FITC	- Isotiocianato de Fluoresceína
GPS	- Sistema de Posicionamento Global
HAART	- Terapia Antirretroviral Altamente Ativa
HPC	- Contagem de Bactérias Heterotróficas
IA	- Insegurança Alimentar
IAL	- Instituto Adolfo Lutz
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDSC	- Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades
LACEN	- Laboratório Central do Estado
LMO	- Larva <i>Migrans</i> Ocular

LMV	- Larva <i>Migrans</i> Visceral
LOSAN	- Lei Orgânica da Segurança Alimentar e Nutricional
NA	- Não Amplificado
ND	- Não Detectado
NMP	- Número Mais Provável
ODS	- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONG	- Organização Não Governamental
ONU	- Organização das Nações Unidas
OPAS	- Organização Pan-Americana de Saúde
PCR	- Reação em Cadeia da Polimerase
PEC	- Proposta de Emenda à Constituição
PIDESC	- Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais
PLANSAB	- Plano Nacional de Saneamento Básico
PNAE	- Programa Nacional de Alimentação Escolar
PPSAN	- Políticas Públicas de Segurança Alimentar e Nutricional
PR	- Paraná
qPCR	- Reação em Cadeia da Polimerase quantitativa
RID	- Reação de Imunofluorescência Direta
RS	- Rio Grande do Sul
SAA	- Sistema de Abastecimento de Água para Consumo Humano
SAAA	- Solução Alternativa de Abastecimento de Água
SAC	- Solução Alternativa Coletiva de abastecimento de água para consumo humano, sem rede de distribuição
SAN	- Segurança Alimentar e Nutricional
SINAN	- Sistema Nacional de Agravos de Notificação
SISAGUA	- Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SMAPA	- Secretaria Municipal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
USEPA	- Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
UV	- Ultravioleta
WHO	- <i>World Health Organization</i>
VMP	- Valor Máximo Permitido

LISTA DE SÍMBOLOS

®	- marca registrada
∞	- infinito
%	- por cento/porcentagem
°C	- graus celsius
x g	- unidade de medida da força centrífuga relativa, multiplicação pelo valor da aceleração gravitacional na superfície da Terra
g	- grama
h	- hora
IgA	- imunoglobulina A
IgG	- imunoglobulina G
km	- quilômetros
L	- litro
L1	- larva de primeiro estágio
L3	- larva de terceiro estágio
L4	- larva de quarto estágio
M	- Mol
m	- metro
min	- minuto
mL	- mililitro
mm	- milímetro
μL	- microlitros
μM	- micro Mol
μm	- micrometro
ng	- nanograma
nm	- nanômetro
pb	- pares de base
pH	- potencial hidrogeniônico
PM	- peso molecular
R\$	- real (moeda)
s	- segundo
uT	- unidade de turbidez

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL	19
2.2 POLÍTICAS PÚBLICAS DE SEGURANÇA HÍDRICA.....	24
2.3 DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR	26
2.4 PARASIToses TRANSMITIDAS POR ÁGUA E ALIMENTOS.....	27
2.4.1 <i>Cryptosporidium</i> spp., e Criptosporidiose.....	34
2.4.2 <i>Giardia</i> spp., e giardiose.....	38
2.4.3 <i>Toxoplasma gondii</i> e Toxoplasmose	40
2.4.4 <i>Toxocara</i> spp., e toxocarose	43
2.4.5 Ancilostomatídeos	44
3 OBJETIVOS	48
3.1 OBJETIVO GERAL	48
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	48
4 MATERIAL E MÉTODOS	49
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	49
4.2 ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE HORTALIÇAS	57
4.2.1 Pesquisa de helmintos	57
4.2.2 Pesquisa de protozoários	58
4.2.2.1 Ensaio moleculares.....	59
4.2.2.2 cPCR para <i>Cryptosporidium</i> spp.	60
4.2.2.3 cPCR para <i>Giardia</i> spp.....	61
4.2.2.4 Reação de PCR em tempo real (qPCR) para <i>Toxoplasma gondii</i>	61
4.3 ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....	62
4.3.1 Pesquisa de protozoários	63
4.3.1.1 Reação de Imunofluorescência Direta.....	63
4.3.2 Detecção de bactérias indicadoras de contaminação ambiental e fecal	65
4.3.3 Análises físico-químicas	67
5 RESULTADOS	68
5.1 CONTAMINAÇÃO POR PARASITOS EM DIFERENTES CULTIVOS DE VEGETAIS	68
5.2 SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	73

6 DISCUSSÃO.....	78
7 CONCLUSÕES.....	95
REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE 1: MODELO DOS LAUDOS EMITIDOS.....	119
APÊNDICE 2: FOLHETO PARA MERENDEIRAS.....	120
APÊNDICE 3: FOLHETO PARA PRODUTORES.....	122

1 INTRODUÇÃO

A alimentação escolar é fomentada pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar, o PNAE, cujo objetivo principal é assegurar a alimentação nutritiva e completa dos estudantes matriculados na rede pública de ensino (Brasil, 2009a). As hortaliças e a água são componentes essenciais nas refeições oferecidas pelo PNAE, e a segurança desses alimentos é fundamental para prevenir doenças e garantir um ambiente escolar saudável.

Dentre várias doenças transmitidas por água e alimentos (DTHA), as parasitoses são negligenciadas, assim como frequentemente estão associadas à pobreza (Robertson, 2018). A população mais acometida geralmente está localizada em áreas onde o saneamento básico é deficiente e a infraestrutura de abastecimento de água é precária (Badri *et al.*, 2022; Eslahi *et al.*, 2022; Moreira; Bondelind, 2017). Nestas regiões, a população enfrenta dificuldade para arcar com custos de diagnósticos ou tratamentos.

Além disso, os dados de doenças parasitárias veiculadas por alimentos são subestimados, uma vez que, para a maioria delas, a notificação não é obrigatória, nem na Europa e nem nos países tropicais, não sendo possível estimar a real prevalência (Bourée, 2013). No Brasil, dentre as doenças parasitárias que podem ser transmitidas por alimentos, somente doença de Chagas e toxoplasmose gestacional e congênita são de notificação obrigatória (Brasil, 2025a).

As frutas e hortaliças são importantes fontes de transmissão de helmintos, sendo maior a prevalência agrupada decrescente por: *Ascaris lumbricoides*, *Toxocara* spp., *Trichuris trichiura* e larvas de *Strongyloides stercoralis* (Eslahi *et al.*, 2022). Estes alimentos também são importantes fontes de transmissão de protozoários patogênicos tais como *Cryptosporidium* spp. (Chalmers *et al.*, 2020), *Giardia duodenalis* (Coelho *et al.*, 2017), e *Toxoplasma gondii* (Gabriël *et al.*, 2023). A água, por sua vez, pode veicular uma miríade de protozoários, sendo os principais patógenos *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. (Brouwer; Masters; Eisenberg, 2018), e de modo emergente, *Toxoplasma gondii* (Almeria; Dubey, 2021; Smith *et al.*, 2021).

Dada a característica crônica das parasitoses, e de seu longo período de incubação, considera-se desafiador identificar a origem específica de contaminação por esses patógenos (Golomazou *et al.*, 2024; Marques *et al.*, 2022; Robertson, 2018), principalmente em países em desenvolvimento, onde os sistemas de vigilância são

limitados (Efstratiou; Ongerth; Karanis, 2017). Em contraponto, surtos de veiculação hídrica, especialmente por protozoários patogênicos, são mais comumente detectados e notificados em países desenvolvidos, que contam com elevados índices sanitários e socioeconômicos, inclusive surtos massivos, como os ocorridos nos Estados Unidos e Reino Unido (Bourli *et al.* 2023; Mac Kenzie *et al.*, 1994; Puleston *et al.*, 2014).

O Brasil na atualidade é considerado o país que mais reporta surtos de toxoplasmose pela via hídrica (Pinto-Ferreira *et al.*, 2019; Zhu. *et al.*, 2023). Os dois maiores surtos em número de indivíduos acometidos em escala mundial também foram documentados no país, ambos na região sul; o primeiro ocorrido em Santa Isabel do Ivaí-PR, com 294 casos confirmados em 2001, em que foi identificada a contaminação com oocistos de *Toxoplasma gondii* em um dos reservatórios da cidade (De Moura *et al.*, 2006), e outro em Santa Maria-RS, que teve mais de 900 casos confirmados laboratorialmente e cuja água de abastecimento foi implicada através de um estudo experimental (Minuzzi *et al.*, 2021).

As infecções parasitárias intestinais causam problemas a longo prazo, como diarreia persistente, desidratação, desnutrição, comprometimento do crescimento e anemias, especialmente em crianças, que podem evoluir para quadros mais graves em imunocomprometidos e em crianças, principalmente nas infecções maciças (Bourée, 2013; Eslahi *et al.*, 2022; Shoultz; Hostos; Choy, 2023). Além disso, parasitos de veiculação alimentar podem apresentar tropismo por múltiplos tecidos e órgãos, incluindo o sistema nervoso central e o globo ocular. Nesse caso, *T. gondii* é um exemplo clássico, capaz de induzir manifestações clínicas graves nesses órgãos (Dubey *et al.*, 2012; Rousseau *et al.*, 2018).

Diante do impacto significativo das doenças diarreicas e transmissíveis na mortalidade infantil, torna-se imprescindível realizar investigações detalhadas para compreender e mitigar os riscos associados a essas condições, especialmente em locais com saneamento deficiente, ou áreas mais afastadas, como as comunidades rurais (Neves-Silva; Lopes; Heller, 2020, Worede *et al.*, 2025).

Segundo dados do Ministério da Saúde, obtidos por meio do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Sisagua (Brasil, 2025b), no Brasil apenas 16,5% dos sistemas de abastecimento cadastrados fazem uso de captação superficial. Entretanto estes sistemas respondem pelo fornecimento de água para 79,3% da população atendida. Isso evidencia o fato de que

a maioria dos sistemas de abastecimento utilizada em áreas mais populosas, ou urbanas, fazem uso da captação de água superficial, enquanto nas áreas rurais ou menos populosas, o mais comum é o uso de captação subterrânea, como soluções alternativas de abastecimento de água (SAAA). De fato, existe uma escassez de dados quanto à epidemiologia ambiental e molecular de protozoários patogênicos em águas subterrâneas no Brasil (Breternitz *et al.*, 2024; Fiorvanti *et al.*, 2020; Gamba *et al.*, 2000; Piranha *et al.*, 2006; Tiyo *et al.*, 2015).

No município de Rio Branco do Sul, Paraná, localidade escolhida como objeto desse estudo, somente a área urbana é abastecida por sistema de abastecimento de água para o uso humano pela Companhia de Abastecimento do Paraná – Sanepar (Brasil, 2025b), enquanto na área rural existem 21 soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, as quais não possuem qualquer tratamento ou desinfecção.

Além disso, diferentes cultivos de hortifruti são produzidos na cidade e comercializados para a capital do Paraná e região metropolitana, ampliando a importância do monitoramento da qualidade da água e de alimentos produzidos nesse relevante município.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

A adoção de políticas públicas voltadas para a segurança alimentar e nutricional (SAN) é importante para assegurar o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) e combater a fome sob todas as formas de má nutrição. No entanto, o mundo não conseguirá atingir o objetivo de zerar a fome até 2030 (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável – ODS 2) (FAO *et al.*, 2024).

Para aprofundar a compreensão das políticas públicas de segurança alimentar e nutricional (PPSAN), é fundamental esclarecer o conceito de SAN. Não se trata tão somente do combate à fome e escassez de alimentos, mas do acesso a alimentos que contribuam para a manutenção saudável do organismo, respeitando a cultura e o ambiente onde os indivíduos estão inseridos. De modo mais preciso, a Lei Orgânica da SAN (LOSAN), descreve que:

A Segurança Alimentar e Nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (Brasil, 2006).

Segundo o artigo 4º da LOSAN, a SAN visa, dentre outros itens, garantir o abastecimento e distribuição de alimentos e água, através da produção, processamento, industrialização e comercialização, com incentivos à agricultura tradicional e familiar, medidas que mitiguem a falta de água potável, geração de empregos e redistribuição de renda (Brasil, 2006).

Estes princípios são críticos, especialmente à luz do relatório sobre o Estado da Segurança Alimentar e da Nutrição no Mundo de 2022, que indicou que aproximadamente 3,1 bilhões de pessoas não puderam adquirir uma dieta saudável em 2020 e no ano seguinte quase 2,3 bilhões de pessoas não tiveram acesso a alimentação adequada (FAO *et al.*, 2024). É evidente a necessidade de se utilizar de indicadores da insegurança alimentar (IA) da população para mensurar e identificar os fatores determinantes da situação, tais como fatores econômicos, sociais, culturais e políticos, facilitando o direcionamento das PPSAN (Bezerra *et al.*, 2020).

Existem indicadores amplamente utilizados internacionalmente, tais como a disponibilidade calórica média diária per capita, os recordatórios quantitativos de consumo alimentar nas últimas 24 horas, frequência de consumo de alimentos em determinado período ou gastos familiares com aquisição de alimentos; no Brasil foi adaptada e validada uma escala norte americana de medida direta da IA e fome, que resultou na Escala Brasileira de Medida de Insegurança Alimentar (EBIA), que é de baixo custo, fácil aplicação, e quando utilizada associada a outros indicadores, pode levar a uma compreensão mais abrangente e complexa da SAN da população estudada (Kepple; Segall-Corrêa, 2011).

A EBIA é realizada através de um questionário com 15 perguntas em sua versão original que, conforme suas respostas (positivas ou negativas), prevê quatro níveis de escala: segurança alimentar, IA leve, IA moderada e IA grave (Corrêa, 2007).

Pode-se dizer que a compreensão de SAN teve sua semente plantada no Brasil em 1946, com a publicação de Geografia da Fome, por Josué de Castro. O livro introduziu no Brasil a concepção de que a fome não depende somente das condições naturais do ambiente em que o indivíduo está inserido, mas é consequência das condutas de ocupação dos solos, decisões políticas e econômicas (Castro, 1984; Vasconcelos, 2008). A partir de seu ativismo e envolvimento com projetos governamentais ligados à alimentação, Josué de Castro desempenhou um importante papel nas políticas públicas de SAN do Brasil. Seu entendimento de que a baixa renda era uma das maiores ameaças à capacidade das famílias de atenderem suas demandas por alimentos influenciou, inclusive, a criação do salário-mínimo, que foi instituído em 1º de maio de 1940 (governo Vargas) (Silva, 2014).

Mais de uma década após a instituição do salário-mínimo, foi criada a Campanha Nacional da Merenda Escolar, que por duas décadas teve participação de organismos internacionais fornecendo os recursos e alimentos aos escolares brasileiros (Peixinho, 2013).

Nesse contexto, a ONU propõe a Agenda 2030: um pacto global entre os países das Nações Unidas que direciona as políticas públicas a serem desenvolvidas. A Agenda 2030 tem 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que trazem 169 metas, as quais abordam os desafios para superar desigualdades sociais e econômicas, promover cidadania e direitos humanos, e incentivar o desenvolvimento sustentável (ONU, 2023).

Entre os ODS, vários têm ligação direta com a SAN, tais como erradicação da pobreza, fome zero e agricultura sustentável, saúde e bem-estar, redução das desigualdades. Mas tem objetivos que podem impactar na SAN de forma indireta, tais como indústria, inovação e infraestrutura, cidades e comunidades sustentáveis, consumo e produção responsáveis (ONU, 2023).

O Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais – PIDESC é um tratado da Organização das Nações Unidas que faz parte da Carta Internacional dos Direitos Humanos. Este pacto reconhece o direito humano à alimentação e nutrição adequadas, e prevê a adoção de programas que melhorem os métodos de produção, conservação e distribuição de alimentos. Embora esteja em vigor desde 1976, o Brasil ratificou o PIDESC apenas em 1992 (Brasil, 1992).

A Constituição Federal Brasileira, em seu artigo 196, determina que “a saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços de promoção, proteção e recuperação”. Além disso, a Constituição Federal Brasileira assegurou o direito universal à alimentação escolar por todos os alunos de ensino fundamental da rede pública (Brasil, 1988).

Somente em 1990, com a publicação da Lei Orgânica da Saúde, foi definida uma concepção mais ampla da saúde através do artigo 3º que diz que “a saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais; os níveis de saúde da população expressam a organização social e econômica do País.” (Brasil, 1990). A nova redação deste artigo, dada pela Lei 12.864/2013, incluiu a atividade física como fator determinante e condicionante (Brasil, 2013).

Os Determinantes Sociais de Saúde (DSS), de acordo com a Comissão Nacional sobre o tema, são os fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais, psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população (Buss; Pellegrini Filho, 2007). Em 2011, no Rio de Janeiro, aconteceu a Conferência Mundial de Determinantes Sociais de Saúde, que recomendou uma ampla parceria entre diversos atores para uma ação sustentável sobre os DSS (Pellegrini Filho, 2011).

De modo geral, a sociedade é estratificada de acordo com seu contexto social, o que gera diferentes vulnerabilidades conforme posição social do indivíduo, impactando as condições de saúde e a disponibilidade de recursos materiais. Essa situação, associada aos mecanismos estruturais, é determinante das desigualdades na saúde (WHO, 2010). As ações de mitigação devem levar em conta a equidade, priorizar programas para populações vulneráveis, reduzir as desigualdades em saúde e abordar o gradiente social em saúde (pirâmide social), dentre outros.

Assim, as PPSAN impactam diretamente na saúde, mas outras políticas públicas, como desenvolvimentistas, também podem influenciar a questão da fome. No século XX ainda não havia uma definição de SAN, mas já havia esforços para enfrentar a fome, conforme pode ser verificado no QUADRO 1 sobre as políticas públicas de combate à fome e PPSAN desenvolvidas no Brasil.

O objetivo principal do PNAE é assegurar a alimentação saudável dos estudantes matriculados na rede pública de ensino. O PNAE visa contribuir para o crescimento e desenvolvimento biopsicossocial dos alunos, melhorar o rendimento escolar e promover hábitos alimentares saudáveis. Além disso, o PNAE incentiva a utilização de alimentos de origem local e orgânica, promovendo a agricultura familiar e a agroecologia (Brasil, 2009a).

Garantir a segurança dos alimentos servidos no PNAE é decisivo para prevenir doenças e promover um ambiente escolar saudável e nutritivo. Além disso, o controle sanitário da água servida e/ou utilizada na produção destes alimentos resguarda que os estudantes recebam refeições seguras, contribuindo para o seu desenvolvimento e bem-estar.

QUADRO 1. POLÍTICAS PÚBLICAS DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL NO BRASIL DE 1930 AOS TEMPOS ATUAIS.

ANO	POLÍTICA PÚBLICA	CARACTERÍSTICAS
1930-1963	Serviço de Alimentação da Previdência Social – fornecia alimentação aos trabalhadores vinculados à previdência social.	Embora tenha ajudado a melhorar a nutrição de trabalhadores específicos, a cobertura era limitada e não alcançava população rural ou sem trabalho formal.
1964-1984	Criação do PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar – fornecia merenda escolar para estudantes da rede pública	Contribuiu para melhoria da nutrição infantil e incentivou a frequência escolar, mas a fome e desnutrição ainda eram significativos devido a desigualdade social.
1994	Descentralização do PNAE, autorizando o consumo de produtos locais	Redução de custos de distribuição e logística, permitiu alimentação mais condizente com os hábitos alimentares locais
1995	Programa Comunidade Solidária – combate a fome e a pobreza através do atendimento direto da parcela da população que não dispõe de meios para prover suas necessidades básicas.	Originou a condução de políticas sociais em parceria com a iniciativa privada e articuladas com a sociedade através das Organizações Não-Governamentais (ONGs).
2000	Obrigatoriedade da instituição do Conselho de Alimentação Escolar – CAE, nas escolas, com função deliberativa e fiscalizadora.	Sem a instituição do CAE não havia repasses de verba da esfera federal para estados e municípios.
2003	Fome Zero – transferência de renda e parcerias entre setor público e privado, transferindo o foco da distribuição dos alimentos para a transferência de renda em dinheiro.	Redução significativa na fome e na pobreza extrema, com maior inclusão social e melhoria na qualidade de vida das populações mais vulneráveis.
2003-2010	Bolsa família – junção do Fome Zero com programas assistenciais anteriores, como Bolsa Escola, Auxílio Gás, foi considerado o maior programa de transferência de renda do mundo.	Ao final de 2010 o Programa Bolsa Família havia beneficiado 12,8 milhões de famílias brasileiras com uma transferência de renda de R\$14,4 bilhões por ano.
2003	Reconstituição do CONSEA – Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional como um órgão consultivo do presidente, formado por um terço da diretoria do governo e dois terços por entidades da sociedade civil.	Promoveu a participação social nas mudanças estruturais relacionadas à agenda de Segurança Alimentar e Nutricional.
2009	O PNAE foi universalizado para toda a educação básica, estabelecendo a educação alimentar e nutricional como prioridade para atingir os objetivos do desenvolvimento sustentável.	A instituição de que ao menos 30% dos recursos sejam destinados para alimentos da agricultura familiar promoveu o uso de alimentos provenientes de comunidades indígenas e quilombolas, de assentamentos da reforma agrária, além dos alimentos orgânicos e agroecológicos.
2011-2016	Programa Brasil sem Miséria – meta de erradicar a pobreza antes de 2014.	Inclusão produtiva rural e urbana, garantia de renda para proteção social e acesso a serviços públicos para proteção e promoção social.
2011	Inclusão de mais de 82 mil agricultores no Programa de Aquisição de Alimentos	Investiu mais de R\$5 milhões em compras da agricultura familiar até 2013, comprando cerca de 4 milhões de toneladas de alimentos.
2016	Redução de 9% no orçamento do PNAE	Decorrência da crise econômica global do ano anterior, que resultou num corte de R\$70 bilhões em gastos pelo governo.
2019	Extinção do CONSEA através da Medida Provisória 870	Consequente desestruturação do PNAE.
2023	Reestruturação do CONSEA	Realização da 6ª Conferência Nacional de SAN, sobre Erradicar a Fome e Garantir Direitos com Comida de Verdade, Democracia e Equidade.

Fonte: adaptado, Brasil (1993, 1994, 1995, 2000, 2004, 2009a, 2009b, 2019), Vasconcelos *et al* (2019).

2.2 POLÍTICAS PÚBLICAS DE SEGURANÇA HÍDRICA

O Código das Águas, que foi instituído no Brasil em 1934, estabelece que as águas podem ser públicas ou particulares e define as diretrizes para o aproveitamento industrial das águas, incluindo quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica (Brasil, 1934). No entanto, a noção de direito humano à água e saneamento é relativamente nova ao direito internacional. Quase cinquenta anos se passaram, quando ocorreram os movimentos ambientalistas, sociais e de desenvolvimento nas décadas de 1980 e 1990, momento em que se começou a formar uma base jurídica e política mais sólida para esse direito (Mirandola, 2005).

Embora a Política Nacional de Recursos Hídricos tenha sido implantada em 1997 (Brasil, 1997), e em 2007 tenha sido criado um marco legal que regula os serviços de abastecimento de água (Brasil, 2007), estes documentos consideravam apenas o acesso à água, sem qualquer menção à sua potabilidade.

Somente em 2010 o Brasil se vinculou à Resolução do Conselho de Direitos Humanos da Assembleia Geral da ONU, que declara que a água potável e limpa é direito essencial para o pleno gozo da vida e de todos os demais direitos humanos (Nahas *et al.* 2019). Neste mesmo ano, é publicado o Decreto 7.217 (Brasil, 2010), que pela primeira vez traz o significado de “água potável” e inclui este termo na definição de sistema de abastecimento de água, fazendo valer efetivamente o direito humano à água potável.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), que iniciou em 2014, apresentou metas e estratégias para universalizar o saneamento e o acesso à água potável no Brasil pelas próximas duas décadas (Brasil, 2014).

Promulgado em 2020, o Marco Legal do Saneamento estabelece metas para garantir o acesso universal à água potável e serviços de coleta e tratamento de esgotos até 2033 (Brasil, 2020), trata-se de uma política pública que busca atingir a meta do ODS 6.1 – até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos (ONU, 2023).

A Portaria GM/MS nº 888, publicada em 04 de maio de 2021, estabeleceu em seu artigo terceiro que “toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema, solução alternativa coletiva de abastecimento de água ou carro-pipa, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água” (Brasil, 2021a). O disposto foi reforçado pela Resolução nº192/2024 da Agência

Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, que definiu que toda prestação de serviços de abastecimento de água potável atenderá aos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde (ANA, 2024). Esta mesma resolução definiu que, até 31/12/2033, 99% dos domicílios de todos os municípios deverão estar abastecidos com água potável e 90% dos domicílios deverão possuir coleta e tratamento de esgoto.

Neste ano de 2025, os Senadores da República aprovaram a PEC02/2016, que insere na Constituição Federal o direito ao saneamento básico, nivelando com outros direitos sociais, tais como educação, saúde, trabalho, lazer, moradia, alimentação, previdência social e segurança (Brasil, 2025c). Esta Proposta de Emenda à Constituição ainda está pendente de votação pela câmara dos deputados (Brasil, 2025d).

Conforme a redação da Portaria GM/MS nº 888/2021, em seu artigo 5º - das definições, o sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA) é uma “instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição”. Em contraponto, uma solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC), é uma “modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição”. A rede de distribuição, define-se como “parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável até as ligações prediais”. Não estão descritos literalmente quais são os acessórios do sistema de abastecimento, mas analisando a portaria como um todo, subentende-se que os sistemas de abastecimento compreendem as estruturas para tratamento da água após a captação e antes da distribuição propriamente dita (Brasil, 2021a).

As fontes de água objeto deste estudo, apesar de possuírem tubulações que distribuem a água até as ligações das moradias e escolas da área rural do município, não possuem a estrutura para tratamento da água. Tampouco estas fontes de água constam como pontos de captação no Sisagua (Brasil, 2025e). Dessa forma, optamos por denominá-las como soluções alternativas de abastecimento de água (SAAA), pois não podem ser consideradas um sistema de abastecimento completo.

A segurança hídrica é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo a quantidade e a qualidade da água disponível, além de elementos externos como demandas sociais, alterações climáticas e mudanças no uso do solo (Santos, Reis e

Mendiondo, 2020). A ausência de acesso à água e ao saneamento resulta na violação de outros direitos, como saúde e educação, destacando a interdependência e a indivisibilidade dos direitos humanos (Neves-Silva; Martins; Heller, 2019).

O fornecimento de água é indispensável para garantir uma vida digna nas áreas rurais (Neves-Silva; Lopes; Heller, 2020). De uma forma mais abrangente, o acesso à água também engloba a disponibilidade de informações adequadas sobre o fornecimento de água potável, permitindo que as pessoas identifiquem possíveis problemas com a água à qual têm acesso (Mirandola, 2005). Considerando todo o exposto, é fundamental que se analise a qualidade da água distribuída à população rural.

2.3 DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR

As doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA), são enfermidades que se manifestam a partir da ingestão de água e/ou alimentos contaminados com agentes químicos ou biológicos (Paraná, 2024). As DTHA podem ser ocasionadas por mais de 250 agentes patogênicos, dentre os quais, bactérias e suas toxinas, vírus, parasitos intestinais e agentes químicos (Brasil, 2021b). Estes agentes podem contaminar a água e os alimentos durante o seu processo de produção agrícola/industrial, ou mesmo durante o preparo da refeição (Tauxe *et al.*, 2010), por isso, a importância no monitoramento da qualidade da água e dos alimentos.

Quando duas ou mais pessoas adquirem DTHA pelo consumo de água ou um alimento em comum, é caracterizado um surto de DTHA (Forsythe, 2013, p. 580). No Brasil, os surtos de DTHA são notificados para os serviços de vigilância epidemiológica locais (Brasil, 2016), que fazem o registro no sistema informatizado chamado Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN).

Dentre os agentes etiológicos mais identificados em surtos de DTHA, os microrganismos *Escherichia coli* e *Salmonella* spp., presentes em 38,4% e 9,6% dos surtos respectivamente (Brasil, 2024), são bactérias que comumente podem ser associadas com surtos de transmissão hídrica.

Quando se verificam os agentes etiológicos em surtos de DTHA no Brasil entre 2014 e 2023, o único parasito citado dentre os nove agentes mais identificados é *Trypanosoma cruzi* (Brasil, 2024). Isso se deve, muito provavelmente, à característica aguda de sua infecção quando adquirida através da ingestão de

alimentos (Sampaio *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2018; Yoshida, 2009), enquanto outros parasitos transmitidos por alimentos podem não apresentar quadro sintomatológico num primeiro momento, ter um período de incubação mais longo (Golomazou *et al.*, 2024), ou manifestar infecções caracterizadas por quadros clínicos crônicos (Almeria; Dubey, 2021; Brooker; Bethony; Hotez, 2004), o que dificulta sua identificação em surtos alimentares.

No Brasil, a legislação define que os alimentos não devem conter microrganismos patogênicos em quantidades que causem danos à saúde (Brasil, 2022a), tampouco matérias estranhas indicativas de riscos à saúde, tais como parasitos associados a agravos à saúde, em qualquer fase de desenvolvimento (Brasil, 2022b).

Para água potável, são determinados os parâmetros bacteriológicos, com detecção de coliformes totais como indicadores da eficiência do tratamento da água e de *Escherichia coli* como indicador de contaminação fecal (Brasil, 2021a). Já no caso da água envasada, além dos indicadores mencionados, também se faz necessária a detecção de *Enterococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, esporos de clostrídios sulfito redutores e esporos de *Clostridium perfringens* (Brasil, 2005, 2022c)

Por esse motivo, é importante implementar medidas rigorosas de controle de qualidade nos processos de produção e distribuição de alimentos, tratamento e distribuição de água, além de promover a educação continuada sobre boas práticas de higiene e segurança alimentar.

2.4 PARASITÓSES TRANSMITIDAS POR ÁGUA E ALIMENTOS

As doenças parasitárias transmitidas por água e alimentos estão no rol das doenças tropicais negligenciadas, pois, apesar de serem preveníveis e tratáveis em sua maioria, estas doenças comumente atingem as classes mais baixas da população, que residem em locais com pouco ou nenhum saneamento (Badri *et al.*, 2022; Eslahi *et al.*, 2022).

Em se tratando da transmissão parasitária, usualmente, basta a ingestão de uma a dez unidades do estágio infectante para causar uma infecção em humanos (Dixon, 2021; Shingare *et al.*, 2019; Vanathy *et al.*, 2017).

Este fato aumenta muito o risco de infecção através de vegetais crus, uma vez que as práticas de processamento pós-colheita não asseguram a completa remoção dos parasitos e nem a sua eficaz inativação (Gabriël *et al.*, 2023).

Para prevenir a contaminação de vegetais por parasitos, diversas medidas de higiene podem ser implementadas. Isso inclui a utilização de água de alta qualidade na irrigação, o aprimoramento das embalagens e a otimização das condições de distribuição (Nasser, 2022).

Em 2012 foi realizada uma classificação global de parasitos transmitidos por alimentos utilizando uma ferramenta de classificação multicritério, que ponderou os critérios com base nas pontuações e pesos definidos pelos especialistas que participaram da reunião (WHO, FAO, 2014).

O QUADRO 2, na próxima página, apresenta, em ordem decrescente, os vinte e quatro parasitos que mais pontuaram nesta classificação, os quais são prioritários para estudos sobre a presença de parasitos em alimentos.

A implementação de boas práticas agrícolas é igualmente crucial na redução da contaminação de produtos frescos, especialmente em países em desenvolvimento (Dixon, 2016; Golomazou *et al.*, 2024). Além disso, fatores de risco, como a escassez de acesso à água potável, o consumo de vegetais crus e a criação de animais junto às áreas de produção agrícola desempenham um papel relevante na transmissão de doenças parasitárias (Khan *et al.*, 2022).

A qualidade da água empregada na higienização, assim como o método utilizado, influencia significativamente o grau de contaminação por parasitos em vegetais (Osafo *et al.*, 2022). Uma revisão sistemática evidenciou que o método mais eficaz envolve técnicas combinadas, como a utilização de solução clorada (para inativação de vírus e bactérias) adicionada de escovação ou de enxágue rigoroso, de modo a permitir a remoção mecânica dos parasitos (Maia *et al.*, 2022). Outro estudo demonstrou que a utilização de hipoclorito de cálcio parece ter algum resultado promissor para uso pela indústria de vegetais minimamente processados (Hajipour *et al.*, 2021), no entanto trata-se de um composto químico com forte efeito corrosivo.

QUADRO 2. CLASSIFICAÇÃO GLOBAL DE PARASITOS TRANSMITIDOS POR ALIMENTOS, EM ORDEM DECRESCENTE DE IMPORTÂNCIA, SEGUNDO CRITÉRIOS DOS ESPECIALISTAS E OS PRINCIPAIS VEÍCULOS ALIMENTARES.

ESPÉCIE DE PARASITO	VEÍCULO ALIMENTAR
<i>Taenia solium</i>	Carne suína, vegetais frescos (cisticercose)
<i>Echinococcus granulosus</i>	Vegetais frescos
<i>Echinococcus multilocularis</i>	Vegetais frescos
<i>Toxoplasma gondii</i>	Carne de pequenos ruminantes, carne suína, carne de caça, vegetais frescos, frutos do mar, laticínios
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Vegetais frescos, suco de frutas, leite
<i>Entamoeba histolytica</i>	Vegetais frescos
<i>Trichinella spiralis</i>	Carne suína, equina e de caça
<i>Opisthorchiidae</i>	Peixes de água doce
<i>Ascaris</i> spp.	Vegetais frescos
<i>Trypanosoma cruzi</i>	Suco de frutas
<i>Giardia duodenalis</i>	Vegetais frescos, moluscos bivalves
<i>Fasciola</i> spp.	Vegetais frescos (plantas aquáticas)
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Vegetais frescos, frutos silvestres
<i>Paragonimus</i> spp.	Crustáceos de água doce
<i>Trichuris trichiura</i>	Vegetais frescos
<i>Trichinella</i> spp.	Carne de caça, carne suína
<i>Anisakidae</i>	Peixes marinhos, crustáceos e cefalópodes
<i>Balantioides coli</i>	Vegetais frescos
<i>Taenia saginata</i>	Carne bovina
<i>Toxocara</i> spp.	Vegetais frescos
<i>Sarcocystis</i> spp.	Carnes bovina e suína
<i>Heterophyidae</i>	Peixes de água doce e salobra
<i>Diphyllobothriidae</i>	Peixes marinhos e de água doce
<i>Spirometra</i> spp.	Carne de rã e de cobra

FONTE: Adaptada de WHO/FAO, 2014.

É importante encontrar soluções mais seguras que possam fazer a remoção dos parasitos, tais como a utilização de glicina associada à própolis, que teve desempenho superior na redução de carga bacteriana e de fungos totais em logs, bem como de ovos de helmintos em comparação a outros tratamentos, incluindo o hipoclorito de sódio (Silveira *et al.*, 2023).

Outro tratamento que merece destaque é o ultravioleta (UV), por não deixar resíduos. Uma revisão sistemática indicou o UV como um bom método para inativar estádios infectantes de parasitos em geral, embora necessite mais estudos sobre sua

eficácia conforme a espécie de parasito, fluência aplicada e tempo de contato (Hazell; Braun; Templeton, 2019).

A maior prevalência de contaminação por helmintos ocorre em regiões caracterizadas por elevados índices de umidade relativa, maior incidência pluviométrica e temperaturas médias mais elevadas (Eslahi *et al.*, 2022).

No Brasil existem diferentes estudos sobre a presença de parasitos em vegetais, utilizando métodos variados de análise (TABELA 1). É possível observar a disparidade nos achados de prevalência, como Vidigal e Landivar (2018), que encontraram 77,5% de cistos de *Balantidium coli*, atualmente classificado como *Balantioides coli*, nas amostras de saladas em Santa Catarina, enquanto Maldonade *et al* (2019) e Duarte *et al* (2023) encontraram 2,4% no Pará e 5,1% em Brasília-DF, respectivamente.

TABELA 1 – PREVALÊNCIA DE PARASITOS ENCONTRADOS EM HORTALIÇAS CONSUMIDAS EM DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL – COMPARAÇÃO DE ESTUDOS CIENTÍFICOS NA ÚLTIMA DÉCADA.

autores (ano publicação)	localização	N	alimentos pesquisados	método utilizado	N positivos (%)	parasitos encontrados (continua)
(Tiyo <i>et al.</i> , 2016)	Maringá	128	alface lisa, alface crespa, cebolinha, salsa, couve verde, rúcula, agrião e chicória	RID	1 (0,8%)	<i>Giardia duodenalis</i>
				PCR	16 (12,5%)	<i>Giardia duodenalis</i>
(Ferreira <i>et al.</i> , 2018)	Londrina e cidades próximas	42	alface, rúcula, chicória, cebolinha, alface roxa, espinafre e acelga	PCR	3 (7,1%)	<i>Toxoplasma gondii</i>
					2 (4,8%)	<i>Cryptosporidium</i> spp.
					11 (26,2%)	<i>Giardia intestinalis</i>
(Machado <i>et al.</i> , 2018)	Brasil	144	alface crespa, alface de folhas soltas, alface roxa, cebolinha, coentro, couve, manjerição, rúcula, salsa, alface americana, chicória, e broto de feijão	sedimentação e microscopia	presença	<i>Entamoeba</i> sp., <i>Entamoeba coli</i> , <i>Endolimax nana</i> , <i>Entamoeba histolytica</i> , <i>E. dispar</i> , <i>Balantidium coli</i> , <i>Nematódeos</i> , <i>ancilostomídeos</i> , <i>Ascaris</i> sp., <i>Hymenolepis nana</i> , <i>Strongyloides</i> sp., <i>Toxocara</i> sp., <i>Trichuris</i> sp., <i>Enterobius</i> sp.
(Vidigal; Landivar, 2018)	São Miguel do Oeste	40	saladas	sedimentação, microscopia	31 (77,5%)	<i>Balantidium coli</i>
					9 (22,5%)	<i>Giardia</i> spp.
					9 (22,5%)	<i>Ascaris lumbricoides</i>
					4 (10%)	<i>Entamoeba</i> spp.
					1 (2,5%)	larvas de <i>S. stercoralis</i>

(Maldonade <i>et al.</i> , 2019)	Brasília	157	Alface americana, agrião, alface crespa, alface lisa, alface vermelha, manjerição, coentro, cebolinha, salsa, rúcula, broto de alface, couve, broto de feijão, espinafre, hortelã e folhas mistas.	sedimentação e microscopia	32 (20,4%)	<i>Entamoeba</i> sp
					10 (6,4%)	<i>E. histolytica/dispar</i>
					8 (5,1%)	<i>Balantidium coli</i>
					26 (16,6%)	nematódeos
					10 (6,4%)	ancilostomatídeos
					3 (1,9%)	<i>Ascaris</i> spp.
					8 (5,1%)	<i>Strongyloides</i> sp
1 (0,6%)	<i>Trichuris</i> spp.					
(Nascimento <i>et al.</i> , 2020)	Belém	54	alface, couve, chicória, hortelã, coentro, manjerição, salsa, cebolinha e alfavaca	sedimentação e microscopia	presença	ancilostomatídeo, <i>Diphylobothrium</i> spp., <i>Trichuris</i> sp, <i>Toxocara</i> spp., <i>Ascaris</i> sp, <i>H. nana</i> , <i>H. diminuta</i> , <i>Strongyloides</i> sp, <i>Entamoeba</i> sp, <i>Giardia</i> sp, <i>Isospora</i> sp, <i>Balantidium</i> sp, <i>Paramecium</i> sp
(Pinto-Ferreira <i>et al.</i> , 2020)	Londrina	30	alface crespa	sedimentação, floculação e PCR	1 (3,3%)	<i>Toxoplasma gondii</i>
(Rocha <i>et al.</i> , 2022)	Aparecida de Goiânia	60	alface e couve	sedimentação e microscopia	10 (16,7%)	ancilostomatídeo
					5 (8,3%)	<i>Ascaris</i> spp.
					4 (6,7%)	<i>H. nana</i>
					1 (1,6%)	<i>Dipylidium caninum</i>
					3 (0,5%)	<i>Taeniidae</i>
					4 (6,7%)	<i>Toxocara</i> spp.
					1 (1,6%)	<i>Cystoisospora canis</i>
					3 (0,5%)	<i>Cystoisospora</i> spp.
					8 (13,3%)	<i>Eimeriidae</i>
1 (1,6%)	oocisto com múltiplos cistos					
1 (1,6%)	cisto não identificado					
(Duarte <i>et al.</i> , 2023)	Santarém	42	alface, couve e cheiro verde	sedimentação e microscopia	10 (23,8%)	<i>Entamoeba histolytica</i>
					4 (9,5%)	<i>Entamoeba coli</i>
					6 (14,3%)	<i>Endolimax nana</i>
					1 (2,4%)	<i>Balantidium coli</i>
					1 (2,4%)	<i>Ascaris lumbricoides</i>
					1 (2,4%)	<i>Enterobius vermiculares</i>
(Miasato Pimont <i>et al.</i> , 2023)	Londrina-PR	18	alface, chicória, repolho, endívia	sedimentação, Hoffmann, Willis e Faust	1 (5,5%)	<i>Ascaris</i> spp.

FONTE: a autora, 2025, artigos selecionados de bases de dados Scopus, Pubmed e Web of Science, utilizando os seguintes descritores: “vegetable”, “contamination”, “detection”, “protozoa”, “helminth”, combinados de diferentes formas com operador booleano “and”.

LEGENDA: N – número total de amostras analisadas no estudo; N positivos (%) – número de amostras que resultaram positivo, com a porcentagem entre parênteses; RID – reação de imunofluorescência direta; PCR – reação em cadeia da polimerase.

É fundamental ressaltar que a água de abastecimento deve atender aos padrões de potabilidade, garantindo a segurança dos consumidores. A normativa atual prevê somente monitoramento de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* na água de abastecimento para consumo humano quando não há monitoramento de esporos de bactérias aeróbias e se a média geométrica móvel dos últimos doze meses de monitoramento for maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100mL (Brasil, 2021a). O monitoramento de esporos tem se mostrado um método mais econômico em relação ao monitoramento dos protozoários citados, e é também adequado para avaliar a qualidade da água (Berger *et al.*, 2018).

Os poucos estudos brasileiros de contaminação por protozoários em águas de abastecimento advindas de nascentes e poços artesianos se concentram nos estados de São Paulo e Paraná (TABELA 2). Até o momento, não existem dados quanto as espécies de *Cryptosporidium* spp., e assembleias de *Giardia duodenalis*, tampouco a presença de *Toxoplasma gondii* neste tipo de amostra hídrica.

TABELA 2 - ESTUDOS QUE AVALIARAM A CONTAMINAÇÃO POR PARASITOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA, DE NASCENTES OU TRATADA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO NO BRASIL.

autores (ano publicação)	localização	N	origem da água pesquisada	método utilizado	Parasitas pesquisados	Resultados -N positivos (%)
Gamba <i>et al.</i> , 2000	Itaquaquecetuba-SP	10	poços artesianos	RID/Merifluor/Meridian	<i>Cryptosporidium</i> spp.	8 (80%)
Piranha <i>et al.</i> , 2006	São José do Rio Preto-SP	60	poços artesianos	não informado	<i>Cryptosporidium</i> spp.	não detectado
Tiyo <i>et al.</i> , 2015	Maringá-PR	80	poços artesianos	filtração em membrana, RID	<i>Cryptosporidium</i> spp.	não detectado
		4	mina d'água	filtração em membrana, RID	<i>Giardia</i> spp.	não detectado
Fiorvanti <i>et al.</i> , 2020	escolas de Atibaia-SP	40	poços e reservatórios	filtração em membrana, PCR	<i>Cryptosporidium</i> spp.	2 (50%)
					<i>Giardia</i> spp.	não detectado
Scherer <i>et al.</i> , (2022)	Foz do Iguaçu - PR	12	água tratada (antes da distribuição)	filtração em membrana, RID e PCR	<i>Cryptosporidium</i> spp.	1 (1,5%)
					<i>Giardia</i> spp.	5 (12,5%)
Breternitz <i>et al</i> (2024), adaptado	Santa Isabel – SP	23	Poço raso da escola primária	IMS, RID, PCR	<i>Cryptosporidium</i> spp.	1 (8,3%)
					<i>Giardia</i> spp.	1 (8,3%)
					<i>Cryptosporidium</i> spp.	não detectado
Breternitz <i>et al</i> (2024), adaptado	Santa Isabel – SP	23	Bebedouro da mesma escola	IMS, RID, PCR	<i>Giardia</i> spp.	1 (2,8%)
					<i>Cryptosporidium</i> spp.	3 (13%)
					<i>Giardia</i> spp.	6 (26%)
Breternitz <i>et al</i> (2024), adaptado	Santa Isabel – SP	23	Poço raso da área de pesca	IMS, RID, PCR	<i>Cryptosporidium</i> spp.	5 (21,7%)
					<i>Giardia</i> spp.	8 (34,8%)
					<i>Cryptosporidium</i> spp.	13 (56,5%)
					<i>Giardia</i> spp.	11 (47,8%)

FONTE: a autora, 2025, artigos selecionados de bases de dados Scopus, Pubmed e Web of Science utilizando os seguintes descritores: “groundwater”, “contamination”, “detection”, “protozoa”, combinados de diferentes formas com operador booleano “and”.

LEGENDA: N – número total de amostras analisadas no estudo; N positivos (%) – número de amostras que resultaram positivo, com a porcentagem entre parênteses; PCR - reação em cadeia da polimerase; IMS – separação imunomagnética; RID – reação de imunofluorescência direta; CMEI – Centro Municipal de Educação Infantil.

2.4.1 *Cryptosporidium* spp., e Criptosporidiose

Cryptosporidium é o protozoário que causa a criptosporidiose, doença oportunista caracterizada por uma gastroenterite aguda, em humanos e animais (Chalmers *et al.*, 2020, CDC, 2024).

Pertencente ao filo apicomplexa, *Cryptosporidium* spp., é caracterizado pela ausência do apicoplasto e difere de outras espécies apicomplexas quanto a motilidade e mecanismos de invasão (Ryan *et al.*, 2016).

Enquanto outras espécies apicomplexa desenvolveram estratégias para sobreviver e replicar-se em ambiente intracitoplasmático, todos os estádios evolutivos do protozoário são protegidos por um vacúolo parasitóforo em ambiente extracitoplasmático, nas microvilosidades dos enterócitos intestinais (Salomaki *et al.*, 2021).

Antes classificado como Coccidiomorpha, vários estudos microscópicos, moleculares, genômicos e bioquímicos demonstraram que *Cryptosporidium* está mais próximo das gregarinas, transferindo-o para a classe Gregarinomorpha, subclasse Cryptogregarina (Ryan *et al.*, 2016).

Através de análises filogenéticas detalhadas, foi reconstruída a história evolutiva das gregarinas. As descobertas apoiam a ideia de que *Cryptosporidium* é a primeira linhagem divergente dos apicomplexanos, implicando na compreensão dos eventos evolutivos dentro do filo e sugerindo que *Cryptosporidium* não deve ser considerado parte da Gregarinomorpha. As características únicas do *Cryptosporidium* exigem uma reavaliação de sua colocação taxonômica dentro do Filo Apicomplexa, o que poderia levar a classificações mais precisas e melhores *insights* sobre sua biologia e patogenicidade (Salomaki *et al.*, 2021).

Atualmente são consideradas como válidas 49 espécies de *Cryptosporidium*, sendo *C. parvum* e *C. hominis*, as responsáveis pela maioria dos casos em humanos (Barbosa *et al.*, 2023; Egan *et al.*, 2024).

O ciclo de vida de *Cryptosporidium* envolve a produção de oocistos, que são eliminados nas fezes de hospedeiros infectados e podem contaminar a água e alimentos (Chalmers *et al.*, 2020). Esses oocistos são altamente resistentes ao ambiente e podem sobreviver por longos períodos em água, solo e superfícies (Ryan; Hijjawi; Xiao, 2018). Segundo o CDC (2024), quando ingeridos por um hospedeiro suscetível, os oocistos liberam quatro esporozoítos que invadem as células epiteliais

do trato gastrointestinal, onde se diferenciam em trofozoítos que se multiplicam por fissão binária, formando merontes de primeira geração, que liberam merozoítos. Os merozoítos formam merontes de segunda geração que se diferenciam em microgametócitos e macrogametócitos, os quais se fundem gerando zigotos que irão formar dois tipos de oocistos: de parede fina, que farão a autoinfecção interna, e de parede espessa, os quais serão eliminados nas fezes. Observou-se um ciclo biológico direto em *Cryptosporidium parvum*, sem passagem por estágio intermediário distinto, com gametas masculinos e femininos se originando diretamente dos merontes tipo I (English *et al.*, 2022). Além disso, evidências indicam que os oocistos do *Cryptosporidium* podem completar o ciclo biológico sem se encapsular na célula hospedeira, utilizando células presentes em biofilmes, através de reprodução por sizígia. Isso pode funcionar como um reservatório de longo prazo para *Cryptosporidium*, afetando a detecção na amostragem de água de rotina (Ryan *et al.*, 2016).

A transmissão de *Cryptosporidium* ocorre principalmente pela ingestão de água ou alimentos contaminados com fezes de animais de produção, domésticos ou pessoas infectadas (Khan; Witola, 2023). A água é uma fonte comum de contaminação, especialmente em áreas onde o tratamento adequado não é realizado, incluindo a água recreacional. Quando contaminada e ingerida acidentalmente, essa água pode provocar surtos de diversas magnitudes (Bourli *et al.*, 2023).

Cryptosporidium está envolvido mundialmente em surtos associados a águas recreacionais, especialmente em piscinas nos Estados Unidos, onde já é considerada a principal via de aquisição da protozoose no país (Bourli *et al.*, 2023; Ma *et al.*, 2022). No Brasil, a contaminação por *Cryptosporidium* spp., em águas recreacionais tratadas foi reportada pela primeira vez no ano de 2020, em piscinas abertas e submetidas a processo de desinfecção química por cloração apenas (Pineda *et al.*, 2020). Já no caso de águas recreacionais brutas (água do mar e de estuário), os relatos de contaminação pelo protozoário estão concentrados especialmente no estado de São Paulo e Santa Catarina (Cristiane Pinto *et al.*, 2020; Guiguet Leal *et al.*, 2008; Leal Diego *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2012, 2013), e mais recentemente, no Paraná, no estudo mais longo conduzido no país de monitoramento em áreas costeiras (Leal *et al.*, 2024). Entretanto, ainda não há registros de surtos causados por esse protozoário em águas recreacionais no Brasil (Bourli *et al.*, 2023; Ma *et al.*, 2022).

De fato, a pesquisa desse protozoário em amostras ambientais por técnicas moleculares ainda é pouco explorada no país, e inexistente na maior parte dos estados que contam com extensa faixa litorânea. Estudos longos de monitoramento não são comumente realizados. Recentemente, a qualidade da água do mar e dos afluentes (rios e canais) que desaguam em diferentes praias do estado do Paraná foi monitorada por um período de dois anos, evidenciando a presença do protozoário, pela primeira vez no país por técnicas moleculares (Leal *et al.*, 2024).

A qualidade de diferentes tipos de águas também é rotineiramente monitorada no mundo com a utilização de moluscos bivalves que atuam como bioindicadores de contaminação fecal, por serem filtradores, além de apresentarem ampla relevância em saúde pública, por serem comumente ingeridos crus ou malcozidos (Budu-Amoako *et al.*, 2011; Leal *et al.*, 2018).

No Brasil, o primeiro relato da contaminação de moluscos bivalves por *Cryptosporidium* spp., foi reportado há mais de 15 anos, em ostras e vôngoles, com expressiva concentração de oocistos por animal (Guiguet Leal *et al.*, 2008). A contaminação por patógenos costeiros é um problema de Saúde Única que exige uma abordagem sistêmica e integrada, considerando fatores humanos, animais e ambientais (Kim; Rueda; Shapiro, 2024).

Como oocistos de *Cryptosporidium* spp., são principalmente transmitidos através da água, as águas superficiais tem sido mais estudadas, pois são facilmente contaminadas por patógenos. No entanto, diversos estudos indicam taxa de detecção do parasito em aproximadamente 10% das amostras de água subterrânea e de 20% dos poços de água subterrânea, representando um risco potencial à saúde dos usuários destas fontes de água (Chique *et al.*, 2020).

No que tange a qualidade de vegetais destinados ao consumo humano, a água utilizada para a irrigação pode se comportar como veículo da contaminação durante o cultivo, higienização e processamento de alimentos (Chalmers *et al.*, 2020). Em uma revisão sistemática e meta análise, *Cryptosporidium* spp. foi identificado como o protozoário mais frequente em vegetais, com uma prevalência de 11%, sendo que esta prevalência pode ser maior em territórios que apresentem temperaturas médias entre 10°C e 20°C, umidade relativa superior a 75% e precipitação anual superior a 1500 mm (Badri *et al.*, 2022).

As temperaturas de conservação dos alimentos sob refrigeração parecem não afetar a viabilidade dos oocistos na sua superfície (Hohweyer *et al.*, 2016). A ingestão

de apenas um oocisto pode resultar em infecção (Chalmers *et al.*, 2020). Além disso, o contato direto com animais infectados ou pessoas também pode levar à infecção (CDC, 2024). O hospedeiro pode liberar oocistos por até 60 dias após o término dos sintomas, por consequência, os manipuladores de alimentos podem ser potenciais disseminadores do protozoário, mesmo depois de um tempo sem apresentar diarreia (Ryan; Hijjawi; Xiao, 2018).

Os sintomas da criptosporidiose geralmente começam entre 2 a 10 dias após a infecção e podem durar de 1 a 2 semanas. O sintoma mais comum é a diarreia aquosa, que pode levar a desidratação. Também pode ser acompanhada de cólicas abdominais, náuseas, vômitos e perda de apetite. *Cryptosporidium* spp. desequilibra a homeostase entre o sistema imunológico e a microbiota intestinal, o que pode facilitar o aparecimento da síndrome do intestino irritável, embora ainda sejam necessários estudos mais consistentes com cepas de *Cryptosporidium* spp. específicas para humanos que confirmem essa ligação (Alsaady, 2024).

O protozoário pode acometer tanto indivíduos imunocomprometidos como indivíduos imunocompetentes (Nakashima *et al.*, 2022). Em pessoas com sistemas imunológicos saudáveis, a doença geralmente se resolve sem tratamento. No entanto, pacientes HIV positivos com contagens de células T CD4+ abaixo de 200/mm³ são mais suscetíveis à doença, podendo o parasito migrar para sítios extraintestinais, como o pulmão e pâncreas. A Terapia Antirretroviral Altamente Ativa (HAART) precoce é crucial para esses pacientes, pois restaura as contagens de células T CD4+ e reduz a replicação viral, aumentando significativamente as chances de tratar a doença com sucesso e diminuindo a gravidade da criptosporidiose. Por outro lado, indivíduos imunocomprometidos, como aqueles com imunodeficiência primária, receptores de transplante de órgãos em terapia imunossupressora e pacientes com câncer em quimioterapia, permanecem em alto risco de desenvolver criptosporidiose grave (Khan; Witola, 2023).

No momento, não há vacinas ou terapias eficazes disponíveis para tratar a criptosporidiose. A nitazoxanida é o único medicamento aprovado pela FDA para uso pediátrico, mas sua eficácia é limitada em pacientes com sistema imunológico saudável e não funciona para aqueles com imunidade comprometida (Khan; Witola, 2023; Relat; O'connor, 2020).

A prevenção da criptosporidiose envolve práticas de higiene rigorosas, como lavar as mãos frequentemente com água e sabão, especialmente após usar o

banheiro, após trocar fraldas e antes de preparar alimentos. É importante evitar a ingestão de água não tratada, lavar bem frutas e vegetais antes do consumo, evitar consumir alimentos crus ou mal cozidos e evitar nadar em piscinas ou outras áreas recreativas aquáticas se estiver com diarreia (CDC, 2024).

2.4.2 *Giardia* spp., e giardiose

Giardia é um protozoário flagelado não invasivo que causa giardiose em humanos e em animais, acometendo o trato intestinal superior (Dixon, 2021). Através da ingestão das formas infectantes de cistos, são liberados os trofozoítos, que colonizam o epitélio intestinal ocasionando uma doença diarreica multifatorial (Einarsson; Ma'ayeh; Svärd, 2016). Os trofozoítos excretam produtos parasitários e substâncias citopáticas que podem alterar a conformação e tamanho das microvilosidades e levam os enterócitos à apoptose, além de provocar resposta inflamatória e alérgica, mediada por mastócitos, ocorrendo liberação de histamina o que resulta em má absorção, liberação de eletrólitos e diarreia (Certad *et al.*, 2017).

Os trofozoítos conseguem evitar a resposta imunológica do hospedeiro devido a um mecanismo de variação antigênica, mecanismo este que também desafia o desenvolvimento de vacinas eficazes (Dixon, 2021). Eles se multiplicam por fissão binária longitudinal e durante a passagem pelo intestino se transformam em cistos (CDC, 2024), que são eliminados em grande número nas fezes e podem sobreviver por meses na água ou em áreas frias e úmidas (Dixon, 2021), como solo e lodo.

Existem nove espécies de *Giardia*: *G. microti*, *G. cricetidarum* e *G. muris*, que infectam roedores, *G. ardeae* e *G. psittaci*, que acometem pássaros, *G. agilis* que infecta anfíbios, *G. peramelis* que afeta marsupiais, *G. varani*, que acomete lagartos e *G. duodenalis* que infecta os mamíferos em geral e, entre eles, os humanos (Ryan *et al.*, 2021; Santin, 2020).

A espécie *Giardia duodenalis*, também descrita como *Giardia lamblia* ou *Giardia intestinalis*, é reconhecida como a principal causa de diarreia em humanos, afetando aproximadamente 280 milhões de pessoas anualmente (Einarsson; Ma'ayeh; Svärd, 2016). Esta espécie forma um grupo genético composto por oito assembleias descritas com letras do alfabeto romano de A à H. As assembleias A e B acometem humanos e outros animais mamíferos. Mundialmente, a assembleia B é mais comum em humanos que a assembleia A (Einarsson; Ma'ayeh; Svärd, 2016), no

entanto, na América do Sul e no Oriente Médio, a assembleia A é mais prevalente em infecções humanas (Ryan *et al.*, 2021). Assembleias C e D estão mais ligadas a espécies de canídeos (Barbosa *et al.*, 2023). Embora a assembleia E seja geralmente associada a ungulados, no Brasil ela foi identificada também em humanos (Fantinatti *et al.*, 2016). A assembleia F infecta felinos, a assembleia G, roedores e a assembleia H, pinípedes (Ryan; Zahedi, 2019). Há, porém, descrições de casos de giardiose humana identificada com as assembleias C, E e F (Cacciò; Lalle; Svärd, 2018)

A transmissão se dá via fecal-oral, incluindo contato direto de indivíduo com indivíduo através de fezes contendo cistos ou contato indireto, através da ingestão de alimentos crus ou mal higienizados, tais como vegetais, mariscos e produtos lácteos, e água, seja ela tratada, bruta ou recreacional, contaminados por cistos (Leal *et al.*, 2018; Leal Diego *et al.*, 2013; Ryan *et al.*, 2019).

A epidemiologia molecular e ambiental no Brasil é melhor compreendida quando comparada a *Cryptosporidium* spp., embora, ainda seja incipiente ou inexistente na maior parte dos estados brasileiros (Fantinatti *et al.*, 2020).

Alguns grupos mais vulneráveis à giardiose incluem bebês, crianças em creches, profissionais de cuidados infantis, pessoas em contato próximo com infectados, indivíduos institucionalizados, consumidores de água contaminada, viajantes para áreas endêmicas, e pessoas com fibrose cística, hipocloridria ou que praticam sexo oral-anal (Cacciò; Lalle; Svärd, 2018; Alexander *et al.*, 2019).

Em áreas endêmicas, a grande maioria de pessoas infectadas se mantém assintomáticas (Lalle; Hanevik, 2018) ou desenvolvem sintomas leves que se resolvem sem tratamento (Ryan *et al.*, 2019). No entanto, crianças com desnutrição têm maior vulnerabilidade a infecções e podem enfrentar sintomas persistentes, além de sofrer consequências a longo prazo para a saúde (Certad *et al.*, 2017). Além disso, há relatos de desenvolvimento de alergias ou intolerâncias alimentares, síndrome do intestino irritável e síndrome da fadiga crônica após infecções por *Giardia* (Bartelt; Platts-Mills, 2016; Litleskare *et al.*, 2015).

Enquanto não há vacina comercialmente disponível para humanos contra *Giardia*, existe boa variedade de medicamentos. Porém os efeitos colaterais são um problema, além de que a eficácia desses medicamentos varia consideravelmente, e há relatos de resistência (Arrighi *et al.*, 2023; Ryan *et al.*, 2019; Ryan *et al.*, 2021). Diante disso, a giardiose sintomática é comumente tratada para reduzir os sintomas,

minimizar a transmissão do protozoário a outros hospedeiros e prevenir complicações (Dixon, 2021).

Giardia duodenalis é um dos principais protozoários associados às doenças transmitidas pela água e alimentos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS (2015), houve 28,2 milhões de casos relacionados à ingestão de alimentos contaminados, resultando em 26.270 anos de vida ajustados por incapacidade (DALYs). Em 2014, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO) e a OMS classificaram *G. duodenalis* na 11ª posição entre os 24 parasitos de origem alimentar mais preocupantes (WHO, FAO, 2014).

A giardiose é reconhecida como uma doença negligenciada pela OMS desde 2004, prevalente especialmente em áreas com saneamento inadequado e tratamento de água insuficiente (WHO, FAO, 2014). As taxas de infecção são significativamente mais altas em países de baixa e média renda, variando de 8,0 a 30,0%, em contraste com os países de alta renda, onde variam de 0,4 a 7,5% (Cai *et al.*, 2021).

2.4.3 *Toxoplasma gondii* e Toxoplasmose

A toxoplasmose é uma doença causada pelo protozoário parasito intracelular obrigatório *Toxoplasma gondii* (Wang *et al.*, 2017).

Os felinos, especialmente os gatos domésticos, são os hospedeiros principais do *T. gondii*, enquanto os hospedeiros intermediários podem ser quaisquer animais de sangue quente, incluindo seres humanos (Chalmers *et al.*, 2020; Gabriël *et al.*, 2023). Estudos mais recentes sugerem infecção pelo protozoário em animais ectotérmicos, como tartarugas marinhas (Petris *et al.*, 2025; Silva *et al.*, 2020a).

O ciclo sexuado (enteroepitelial) ocorre apenas nos membros da família Felidae, considerados hospedeiros definitivos. Os felinos geralmente se infectam através da ingestão de cistos (bradizoítos) presentes nos tecidos musculares e neurais de sua caça. Já nos enterócitos dos felinos, os bradizoítos se dividem, originando os merozoítos, os quais irão se diferenciar formando os gametócitos (para a reprodução sexuada), onde haverá a produção de um zigoto, que por esporogonia, produzem oocistos não esporulados, que são eliminados pelas fezes dos animais (CDC, 2024).

Os oocistos excretados pelos felinos no ambiente são muito resistentes (Dubey *et al.*, 2020), permanecendo viáveis por até 18 meses em condições desfavoráveis e estáveis a muitos desinfetantes químicos (Martorelli Di Genova *et al.*, 2019). No entanto, os oocistos excretados pelos felinos não são imediatamente infectantes, pois ainda não estão esporulados. Eles se tornam infectantes em um a cinco dias, dependendo das condições do ambiente (Rousseau *et al.*, 2018).

Recentemente, desvendou-se o porquê de o ciclo sexuado ocorrer somente nos membros da família Felidae. O ácido linoleico é essencial para a reprodução sexuada do *T. gondii*, e a ausência da enzima delta-6-dessaturase nos gatos resulta no acúmulo desse ácido graxo, favorecendo o ciclo de vida do parasito. Por outro lado, a inibição da delta-6-dessaturase em outros hospedeiros pode simular essa condição, permitindo a reprodução sexuada também nesses animais (Martorelli Di Genova *et al.*, 2019).

Toxoplasma gondii é transmitido de três formas: através da ingestão de oocistos presentes no solo, água, moluscos e vegetais contaminados, de carnes cruas ou mal-cozidas de animais infectados que contenham cistos com bradizoítos de *T. gondii* em seus tecidos, ou por transmissão transplacentária de taquizoítos durante a primo-infecção de gestantes (Almeria; Dubey, 2021; Zhu *et al.*, 2023).

Em 2020, foi registrado o primeiro relato mundial sobre a detecção de oocistos de *T. gondii* em água de piscinas (Pineda *et al.*, 2020), reportado no Brasil, o que sugere que a água recreacional tratada também pode estar envolvida na infecção pelo protozoário.

Um modelo bayesiano de avaliação quantitativa de risco foi desenvolvido para estimar o risco relativo associado à exposição à *T. gondii* via ingestão de bradizoítos (cistos) e oocistos de alimentos comuns no Brasil. Verificou-se que a contaminação por oocistos em frutas e verduras contribuiu significativamente mais para a estimativa geral de infecções por *T. gondii* do que alimentos contaminados com bradizoítos, tais como carne bovina, suína e de aves (Zhu *et al.*, 2023).

É possível inferir se a infecção foi originada por oocistos ambientais a partir das proteínas recombinantes TgERP e CCp5A utilizadas como marcadores sorológicos através de testes de ELISA que detectam anticorpos IgG e IgA contra esporozoítos em amostras de pacientes (Shapiro *et al.*, 2019), o que permite uma pesquisa epidemiológica mais acurada sobre o protozoário.

Em indivíduos imunocompetentes, as infecções por *T. gondii* (toxoplasmose adquirida ou pós-natal) geralmente são assintomáticas, entretanto, também podem apresentar variabilidade de manifestações clínicas, como febre, linfadenomegalia, especialmente em cadeia de gânglios cervicais e prostração, bem como acometimento ocular, com coriorretinite podendo levar à cegueira, resultando na formação de cistos latentes em diversos tecidos e órgãos (Pereira; Franco; Leal, 2010; Dubey *et al.*, 2012). Entretanto, complicações severas podem ocorrer, especialmente em bebês infectados durante a gestação e em indivíduos imunocomprometidos, onde parcela expressiva pode desenvolver encefalite, com risco de óbito (Rousseau *et al.*, 2018).

Embora o tratamento materno não impeça completamente a transmissão clínica da toxoplasmose congênita, ele desempenha um papel crucial na redução da gravidade da doença nos bebês afetados (Strang *et al.*, 2020)

Existem três genótipos *multilocus* principais de *T. gondii*: tipos I, II e III. Contudo já foram descritos 287 genótipos em todo o mundo, e destes derivam a gravidade da doença, para além das infecções em imunocomprometidos (Chávez-Ruvalcaba *et al.*, 2021).

A toxoplasmose é distribuída mundialmente, com taxas de soropositividade variando amplamente entre os países (Chávez-Ruvalcaba *et al.*, 2021). O Brasil relata taxas de infecção bastante elevadas, com até 50% das crianças do ensino fundamental e 50-80% das mulheres em idade fértil apresentando anticorpos contra *T. gondii* (Dubey *et al.*, 2012).

Para reduzir o risco de infecções por *T. gondii*, é essencial focar em três áreas: diminuir a quantidade de oocistos liberados por felinos no ambiente, prevenir a contaminação de água, solo e alimentos, e remover ou inativar oocistos em alimentos e água. As recomendações incluem manter gatos domésticos dentro de casa, alimentá-los com ração específica, coletar e descartar corretamente as fezes, usar água filtrada ou engarrafada em regiões endêmicas, cozinhar bem frutos do mar e lavar frutas e vegetais com água potável. Além disso, modificar hábitos como evitar ingestão de carnes cruas ou malcozidas e realização do pré-natal, compulsório em alguns países (Ferreira Da Silva *et al.*, 2025; Shapiro *et al.*, 2019).

Há evidências de que a educação sanitária seja parcialmente responsável por uma redução na prevalência de infecção por *T. gondii* em vários países, pois melhora a compreensão da higiene de alimentos e água (Smith *et al.*, 2021). Dado que a

incidência de toxoplasmose ligada à transmissão por oocistos no ambiente é mais comum em comunidades com baixo poder aquisitivo (Shapiro *et al.*, 2019), um esforço global genuíno para combater a pobreza e garantir água segura e potável para todos ajudaria significativamente a diminuir a incidência da doença (Smith *et al.*, 2021)

2.4.4 *Toxocara* spp., e toxocarose

Resultado da transmissão zoonótica dos nematoides *Toxocara canis* e *T. cati* de cães e gatos, respectivamente (Hotez; Wilkins, 2009), a doença humana ocorre com a ingestão acidental de ovos infectantes ou de hospedeiros paratênicos portadores da larva infectante (Marie; Petri, 2022).

Depois de ingeridas as formas infectantes, uma vez que ambas as espécies de parasitos não conseguem completar seu ciclo biológico em humanos, as larvas migratórias L3 dão origem às síndromes de Larva *Migrans* Visceral (LMV), Larva *Migrans* Ocular (LMO), quadros clínicos assintomáticos ou de neurotoxocaríase (Abedi *et al.*, 2021; Ma *et al.*, 2018).

No ciclo direto, os cães ou gatos infectados, que são os hospedeiros principais, eliminam ovos nas fezes. No ambiente, os ovos passam por embrionamento e produzem larvas, onde ocorrem duas mudas até a fase larvária infectante (L3 – larva filarióide). Ao serem ingeridas pelos hospedeiros definitivos, as larvas de terceiro estágio eclodem e migram pela mucosa intestinal para a circulação sanguínea, chegando aos pulmões, migrando para a traqueia e sendo deglutidas, alcançando o trato gastrointestinal, onde se desenvolvem em vermes adultos. Neste ambiente, caso haja a presença de machos e fêmeas, ocorre a cópula, onde a fêmea fica grávida e grande quantidade de ovos são eliminados pelas fezes do hospedeiro (Ma *et al.*, 2018; CDC, 2019).

No ciclo indireto, os ovos infecciosos são ingeridos por outras espécies, os chamados hospedeiros paratênicos e, após eclosão, as larvas migram para vários tecidos e encistam. O ciclo se completa através da ingestão do hospedeiro paratênico pelo hospedeiro natural (Hotez; Wilkins, 2009; CDC, 2019).

Os humanos são hospedeiros acidentais, e ingerem os ovos através de alotriofagia ou de vegetais contaminados. Também pode ocorrer a infecção através da ingestão de carne ou vísceras mal cozidas de hospedeiros paratênicos infectados (CDC, 2019). Os vegetais podem ser contaminados através do comportamento felino

de enterrar suas fezes em solo arejado, tendo as hortas como um dos locais de preferência (Bartosova; Koudela; Slana, 2021).

Após a ingestão dos ovos pelos hospedeiros acidentais, as larvas infectantes eclodem, penetram a mucosa intestinal e migram para vários órgãos e tecidos tais como fígado, pulmões, olhos, sistema nervoso central, entre outros. A larva não consegue se desenvolver para formas adultas, mas mantém-se viva por muito tempo, determinando infecção assintomática ou causando, com maior frequência, uma das duas síndromes descritas anteriormente: LMV ou LMO (CDC, 2019).

Como não chega a desenvolver parasitos adultos, a infecção é autolimitada. No entanto, a migração danifica os tecidos e provoca uma importante e agressiva resposta imunológica no hospedeiro acidental, com hipereosinofilia (Hotez; Wilkins, 2009).

A LMV ocorre mais em crianças e pode ser assintomática ou apresentar sintomas conforme a migração da larva, tais como linfadenopatia, hepatite granulomatosa, miocardite nodular, nefrite, etc. Já a LMO ocorre em crianças maiores, e pode originar deficiência ocular e até mesmo, cegueira (Ma *et al.*, 2018).

O diagnóstico é realizado através de sorologia, principalmente pelo método de ELISA (Abedi *et al.*, 2021) e o tratamento se baseia em anti-helmínticos para a forma aguda da doença e para diminuir os sintomas clínicos, bem como o uso de anti-inflamatórios para aliviar os sintomas diminuindo a resposta imunológica (Ma *et al.*, 2018).

As crianças constituem grupos de risco associadas à infecção por *Toxocara* spp., pelo fato de frequentarem caixas de areia e parquinhos infantis que podem estar contaminados pelas fezes de cães e gatos (Hotez; Wilkins, 2009). Segundo uma revisão sistemática e meta análise, a estimativa global da presença de ovos de *Toxocara* spp., em espaços públicos é de aproximadamente 21%, variando conforme a localização geográfica e as condições de umidade relativa (Fakhri *et al.*, 2018).

2.4.5 *Ancilostomatídeos*

A infecção por ancilostomatídeos é classificada como uma das helmintoses transmitidas pelo solo de maior impacto, acometendo predominantemente indivíduos de regiões rurais e tropicais/subtropicais (Hotez *et al.*, 2004).

Os ancilostomatídeos são nematódeos pertencentes à família Ancylostomatidae. As principais espécies que infectam humanos são:

1. *Necator americanus*: A espécie predominante globalmente, especialmente nas Américas, África Subsaariana, Sudeste Asiático, China e Indonésia (Loukas; Prociv, 2001).
2. *Ancylostoma duodenale*: Predominante no Oriente Médio, Norte da África e Índia (Loukas; Prociv, 2001)
3. *Ancylostoma ceylanicum*: Uma espécie zoonótica adaptada a humanos, gatos e cães, encontrada no Sudeste Asiático e no Pacífico (Stracke; Jex; Traub, 2020).

Os vermes adultos vivem no intestino delgado e são hematófagos, usando dentes (*Ancylostoma* spp.) ou placas cortantes (*Necator americanus*) para se fixar à mucosa duodenal e ingerir sangue do hospedeiro (Brooker; Bethony; Hotez, 2004).

O ciclo de vida dos ancilostomatídeos é direto. A infecção humana é adquirida por meio das larvas infectantes de terceiro estágio (L3), que têm de 500 a 700µm de comprimento e vivem no solo contaminado (CDC, 2025).

A principal via de transmissão se dá quando as larvas L3 penetram a pele. Após a penetração, as L3 ativadas invadem a circulação e são levadas ao lado direito do coração e, em seguida, para a vasculatura pulmonar. As larvas saem dos capilares pulmonares, ascendem pelos brônquios. Nos pulmões, a larva L3 passará por uma muda, diretamente dependente de grande concentração de oxigenação, transformando-se em uma larva de quarto estágio (L4). Essas larvas irão se deslocar até a traqueia, sendo posteriormente deglutidas ou eliminadas com a expectoração (Fujiwara, 2016, CDC, 2025).

As larvas L4 deglutidas, atingem o intestino delgado, onde ocorre mais uma etapa de diferenciação tornando-se uma larva de quinto estágio ou adulto jovem, que posteriormente se diferenciam em vermes adultos com os órgãos reprodutores já maduros. No intestino delgado, os vermes adultos se fixam, se alimentam e acasalam. As fêmeas produzem milhares de ovos diariamente, que são eliminados nas fezes. No ambiente, os ovos excretados pelas fezes dos hospedeiros, irão embrionar e formar uma larva rabditoide (L1), que eclode do ovo. No solo, duas mudas irão ocorrer até a formação de larvas filarioides infectantes (L3). Todo esse processo pode ocorrer dentro de até 5 dias, em condições adequadas de oxigenação, umidade e temperatura (Fujiwara, 2016, CDC, 2025).

A infecção por ingestão é uma rota de infecção confirmada para *A. duodenale* (Chapman *et al.*, 2021) e o consumo de alimentos contaminados com a fase de L3 pode ser uma forma de transmissão oral.

Ancylostoma duodenale também possui a capacidade única de sofrer desenvolvimento interrompido (hipobiose) nos tecidos humanos (Loukas; Prociv, 2001), o que permite a transmissão materno-infantil através das glândulas mamárias durante a lactação (Clements; Addis Alene, 2022).

A maioria dos casos de ancilostomose pode ser assintomática (Brooker; Bethony; Hotez, 2004). No entanto, a principal manifestação da infecção crônica é a anemia ferropriva, que é particularmente devastadora em crianças e mulheres em idade fértil/grávidas (Brooker; Bethony; Hotez, 2004; Brooker; Hotez; Bundy, 2008), ocasionando efeitos negativos no crescimento, capacidade cognitiva e produtividade dos acometidos (Hotez *et al.*, 2004).

Os vermes adultos secretam compostos antitrombóticos, entre anticoagulantes e inibidores de plaquetas, facilitando a ingestão de sangue pelo parasito, bem como compostos que interagem na modulação imunológica (Abuzeid *et al.*, 2020), permitindo a sobrevivência do parasito por longos períodos no hospedeiro.

A ingestão oral das larvas pode ocasionar náuseas, vômitos e irritação faríngea. Os sintomas associados à migração das larvas na pele incluem erupção cutânea pruriginosa. Enquanto os sintomas associados à migração no pulmão abrangem tosse, dispneia e rouquidão. Também são relatados sintomas gastrintestinais como dor abdominal, diarreia e flatulência, ocasionados pelas formas adultas. Em casos graves, pode ocorrer hemorragia gastrointestinal e melena (Chapman *et al.*, 2021; Wei *et al.*, 2017).

A eosinofilia no sangue periférico ocorre em 30% a 60% dos casos, com o pico coincidindo com o desenvolvimento dos vermes adultos no intestino (Wei *et al.*, 2017).

O diagnóstico é confirmado através de exame microscópico das fezes para detectar os ovos, porém os ovos de ancilostomatídeos são indistinguíveis sob observação microscópica (Clements; Addis Alene, 2022), sendo necessárias técnicas moleculares, como a Reação em Cadeia da Polimerase para identificar as espécies, ou através de cultura de larvas.

A detecção de eosinofilia persistente sem explicação também pode ser uma característica importante para a presença de infecção parasitária (Loukas; Prociv, 2001). Em casos de hemorragia gastrointestinal obscura manifesta, a Cápsula

Endoscópica e a Enteroscopia por Balão Duplo são exames preferenciais para avaliar o intestino delgado e identificar o parasito (Wei *et al.*, 2017).

O tratamento anti-helmíntico alivia os sintomas. Em casos de hemorragia, o tratamento inclui anti-helmíntico, transfusões de sangue e reposição de ferro (Wei *et al.*, 2017).

O uso de quimioterápico profilático, porém, demonstrou falha na redução da prevalência global de ancilostomose (Haldeman; Nolan; Ng'habi, 2020) e o desenvolvimento de vacinas contendo os antígenos Na-APR-1 e Na-GST-1 parecem promissores na redução da carga parasitária para prevenir a perda de sangue intestinal (Abuzeid *et al.*, 2020; Hotez *et al.*, 2016).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a avaliação da qualidade sanitária de vegetais destinados à alimentação e nutrição infantil, produzidos por uma cooperativa de produtores rurais, bem como da água de soluções alternativas de abastecimento de água utilizada pela população autóctone e para a dessedentação de animais das comunidades rurais de Rio Branco do Sul, Paraná.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar se vegetais folhosos de cultivo convencional e orgânico produzidos no município apresentam contaminação por helmintos parasitos.
- Identificar se há a presença de protozoários patogênicos (*Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp., *Toxoplasma gondii*), nos diferentes cultivos de hortaliças.
- Avaliar a qualidade microbiológica e parasitológica das águas subterrâneas da área rural do município.
- Elaborar, com base nas evidências encontradas, material para uso pela Prefeitura Municipal de Rio Branco do Sul em suas ações educativas com a população.

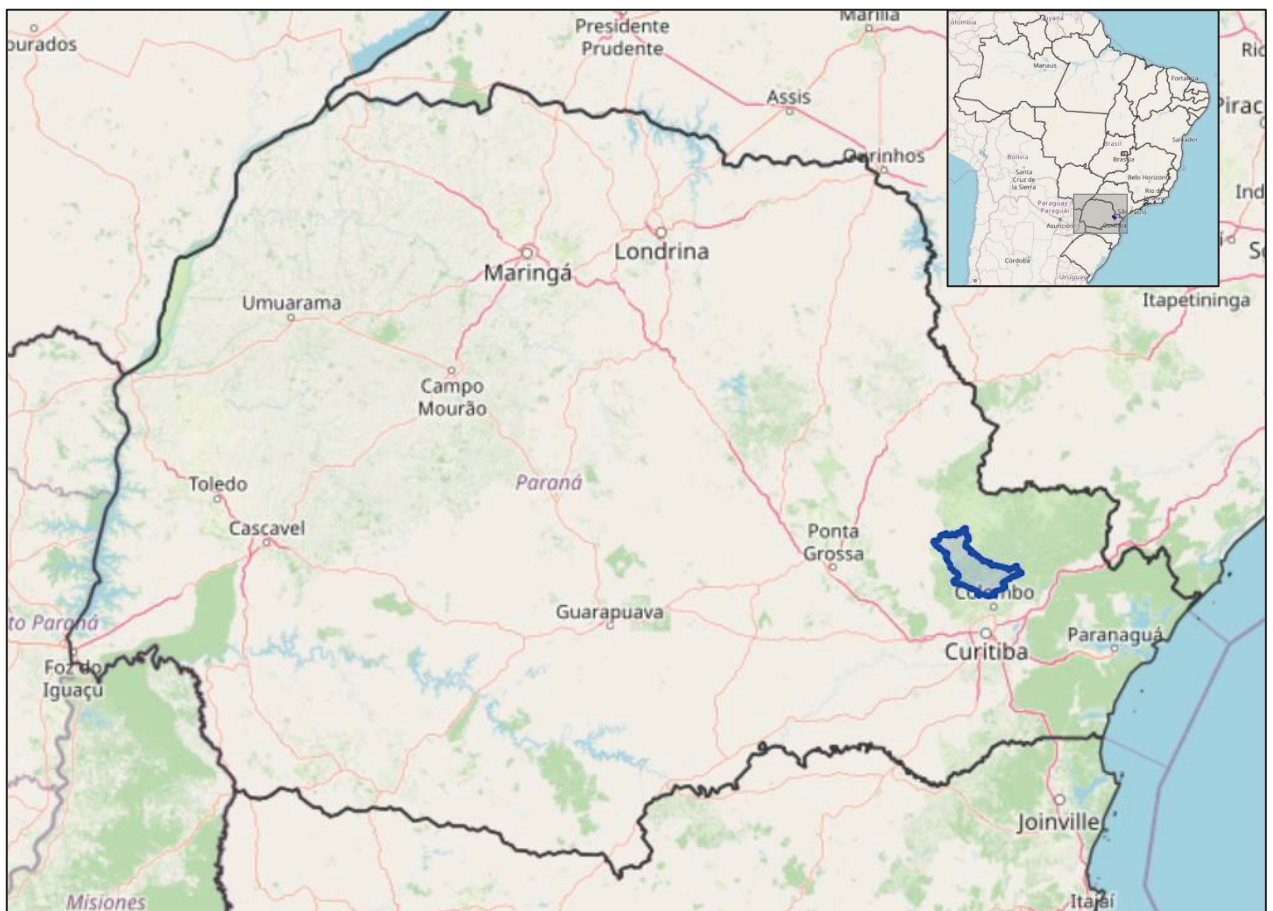
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E PONTOS DE AMOSTRAGEM

A pesquisa foi realizada em parceria com a Prefeitura Municipal de Rio Branco do Sul/PR, município que conta com uma população estimada de 40,3 mil habitantes (IBGE, 2023; 2025).

O município se localiza na Região Metropolitana de Curitiba, a aproximadamente 30km da capital. Faz divisa com os municípios de Castro, Cerro Azul, Bocaiúva do Sul, Colombo, Almirante Tamandaré e Itaperuçu e tem a maior parte de sua área territorial em zona rural (FIGURA 1).

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO DO SUL, NO PARANÁ, SUL DO BRASIL.



FONTE: a autora, com software GIS Cloud (GIS Cloud, 2025).

O município está classificado em 5091º das 5570 cidades brasileiras segundo o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR, 2023), com uma pontuação geral de 39,21 – considerado como muito baixo na escala IDSC – e, apresentando baixo desempenho nos objetivos de erradicar a fome e de possuir água potável e saneamento (FIGURA 2), objetivos estes que tem implicação direta com a soberania e segurança alimentar e nutricional, bem como com a segurança hídrica.

FIGURA 2 - AVALIAÇÃO ATUALIZADA DE RIO BRANCO DO SUL QUANTO AOS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – ODS.



FONTE: IDSC-BR (2023).

Com renda per capita de R\$ 31.198,98, Rio Branco do Sul tem somente 54% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2023).

A área rural do município conta com dois colégios e dezesseis escolas, que estão distribuídas pelos quatro setores do município, os quais são providos por soluções alternativas de abastecimento de água, alimentadas por poços artesianos e minas de água (QUADRO 3).

QUADRO 3 ESTABELECIMENTOS DE ENSINO NA ÁREA RURAL DE RIO BRANCO DO SUL DE ACORDO COM A LOCALIDADE E FONTE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.

Setor	Localidade	Fonte	Estabelecimento de ensino
1	Campina dos Pintos	Poço artesiano	E. M. do Campo Joaquim Cavalli
1	Mina de Ferro	Mina d'água	E. M. do Campo Luiz Segundo Fiorese
1	Oristela	Mina d'água	E. M. do Campo Durval Teixeira
1	Pernambuco	Poço artesiano	E. M. do Campo Valfrido Lazarini
2	Florestal	Mina d'água	E. M. do Campo Benedita Faria Pioli
2	Pinhal	Poço artesiano	E. M. do Campo José de Anchieta
2	Santa Cruz	Poço artesiano	E. M. do Campo Professor José Ribeiro de Cristo e Colégio Estadual Percy Teixeira de Faria
3	Pinta	Poço artesiano	E. M. do Campo Maria da Luz Ramos da Silva
3	Santana	Mina d'água	E. M. do Campo Altevir Cecílio de Souza
3	Cantagalo	Poço artesiano	não tem escola
4	Açungui	Poço artesiano	E. M. do Campo Abrahão Miguel Elias e Colégio Estadual José Elias
4	Areias Rosário	Poço artesiano	E. M. do Campo Zerze Machado de Bonfim
4	Barra do Jacaré	Poço artesiano	E. M. do Campo Guilherme Cordeiro dos Santos
4	Corriolinha	Mina d'água	E. M. do Campo Idalécio Machado
4	Ribeirinha	Poço artesiano	E. M. do Campo Antônio Costa Sobrinho
4	Ribeirinha da Piedade	Mina d'água	E. M. do Campo Sezinando Pereira
4	Três Barras	Poço artesiano	E. M. do Campo Salvador Mariano dos Santos

FONTE: adaptado, (PMRBS, 2023)

LEGENDA: E.M. – Escola Municipal.

Estes estabelecimentos de ensino são abastecidos por uma Cooperativa composta em sua maioria por produtores rurais do próprio município. A Cooperativa conta com quarenta produtores, dos quais dezesseis fornecem hortaliças à alimentação escolar (QUADRO 4).

A maior parte dos produtores que fornecem verduras para a alimentação escolar está em Campina dos Pintos, localidade que fica próximo do centro urbano de Rio Branco do Sul.

QUADRO 4 - PRINCIPAIS HORTALIÇAS PRODUZIDAS E FORNECIDAS PELOS PRODUTORES COOPERADOS PARA A ALIMENTAÇÃO ESCOLAR.

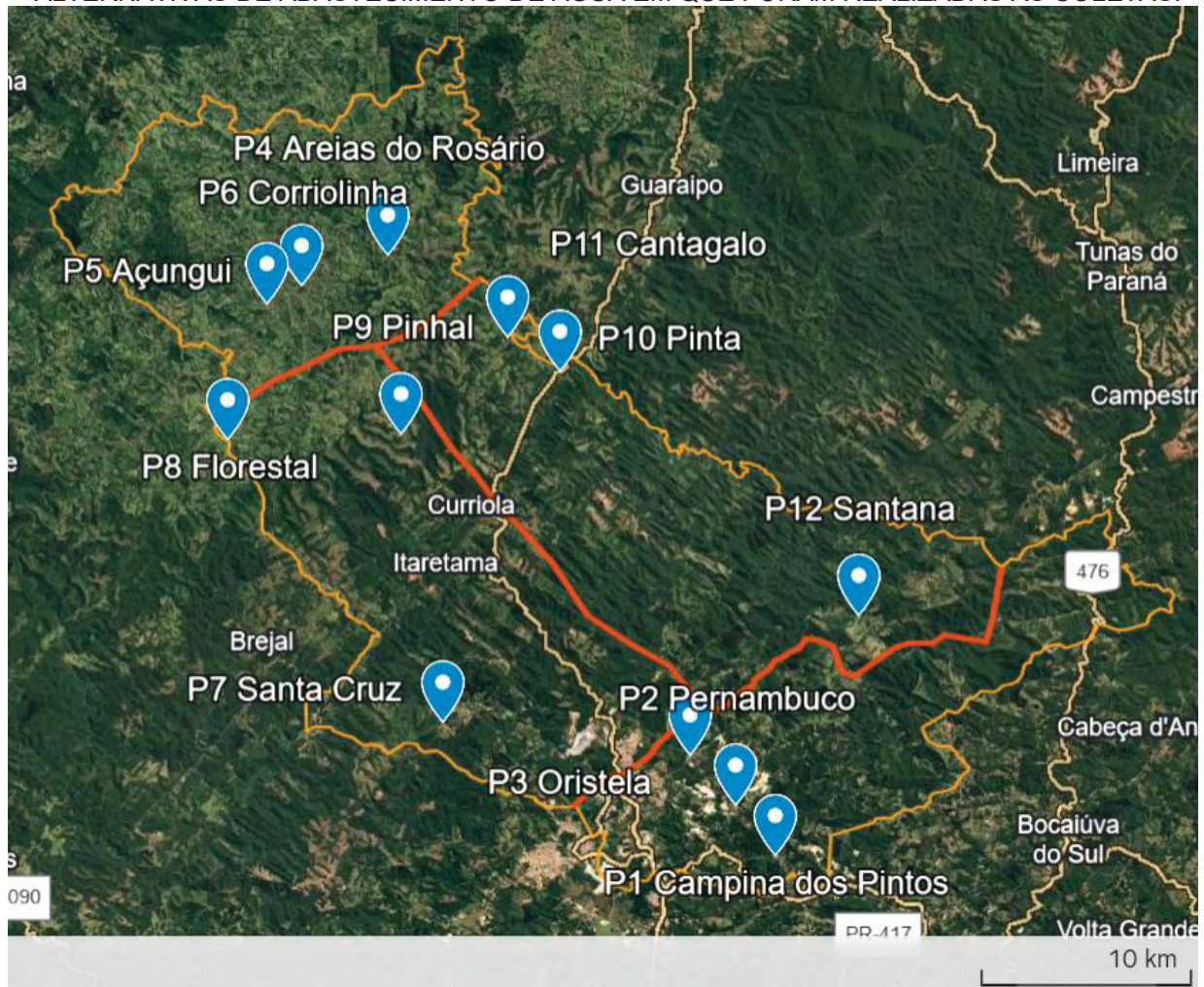
Produtor	Produtos Cultivados	Localidade
A	alface crespa, alface lisa, repolho verde	Tigre
B	alface crespa, alface lisa, repolho verde	Tigre
C	alface americana, salsinha	Campina dos Pintos
D	couve manteiga	Campina dos Pintos
E	alface crespa, alface lisa, repolho verde, repolho roxo, brócolis, couve manteiga	Campina dos Pintos
F	alface crespa, alface lisa, couve manteiga, repolho verde, acelga, escarola	Campina dos Pintos
G	repolho verde, repolho roxo, brócolis, cebolinha verde	Campina dos Pintos
H	repolho	Campina dos Pintos
I	salsinha	Campina dos Pintos
J	alface crespa, alface lisa, repolho	Campina dos Pintos
K	alface crespa, alface lisa, repolho verde, brócolis	Campina dos Pintos
L	repolho verde	Campina dos Pintos
M	alface americana	Campina dos Pintos
N	couve manteiga	Campina dos Pintos
O	alface crespa, alface lisa	Campina dos Pintos
P	repolho	Campina dos Pintos

FONTE: a autora, 2025.

Foram coletadas amostras de hortaliças na cooperativa mencionada de agosto de 2023 a setembro de 2024, totalizando 140 amostras. O número amostral foi determinado por conveniência, considerando a frequência de entrega das hortaliças às escolas no período da pesquisa, e conforme a sazonalidade de cada espécie de hortaliça. Compõem as amostras os seguintes vegetais: alface crespa, alface lisa, alface americana, repolho verde, repolho roxo, couve manteiga, acelga, escarola, espinafre, folha de brócolis, salsinha e cebolinha.

Para a análise de água das soluções alternativas de abastecimento de água, o município foi dividido em quatro setores (QUADRO 3) sendo coletadas amostras de três localidades de cada setor, considerando o tamanho da população atendida e as escolas da região, totalizando 12 pontos (FIGURA 3).

FIGURA 3 - DIVISÃO DO MUNICÍPIO POR SETORES, COM A LOCALIDADE DAS SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM QUE FORAM REALIZADAS AS COLETAS.



FONTE: autora, 2025.

Foram coletadas amostras em três pontos de cada vez, de modo a otimizar o espaço no veículo e o deslocamento para o laboratório de Parasitologia Ambiental. Assim, no dia da coleta, um veículo de passeio era carregado com quatro caixas com gelo reutilizável: uma para as coletas de água para as análises microbiológicas, e três para os frascos de coleta para análise da presença de protozoários.

Do laboratório, percorria-se a distância de 36 km até a sede da Secretaria Municipal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SMAPA), onde se fazia a troca do veículo de passeio por um utilitário, e conforme a situação das estradas, em sua maioria de terra, utilizava-se um veículo com tração 4x4. Da sede da SMAPA até cada ponto de coleta, a distância variou de 3 km a 35 km, então as coletas do dia eram realizadas todas no mesmo setor, para que fosse possível o retorno para processamento em laboratório ainda no mesmo dia.

No total, foram coletadas 24 amostras para análises microbiológicas e 24 amostras para as análises da presença de protozoários. No primeiro momento, entre setembro e outubro de 2024, foram coletadas 12 amostras de cada ponto para cada análise, sendo três pontos de coleta do mesmo setor a cada ida para Rio Branco do Sul. A segunda campanha de coleta de cada ponto se deu entre março e abril de 2025, também coletando três pontos de cada setor por vez.

Na TABELA 3 consta a localização de cada fonte para a solução alternativa coletiva no sistema de posicionamento global – GPS e as informações da rede de distribuição dos poços artesianos e minas d'água que foram pesquisados. O detalhamento adicional de cada ponto de coleta e situações observadas está descrito nas FIGURAS 4 a 8. A água das soluções alternativas de abastecimento não é tratada, nem filtrada, mas tão somente distribuída à comunidade por rede encanada.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS DAS SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA AVALIADOS NO PRESENTE ESTUDO.

Sistema de Abastecimento de Água	Ponto de coleta	Localização do ponto de coleta	Profundidade	Ano de perfuração	Quantidade de famílias abastecidas
Campina dos Pintos	P1	-49.246504 -25.218852	100m	1985	90
Pernambuco	P2	-49.264882 -25.197684	80m	2022	80
Oristela	P3	-49.285724 -25.176929	mina d'água		40
Areias do Rosário	P4	-49.42477 -24.968405	136m	2022	70
Açungui	P5	-49.480689 -24.988637	130m	1992	60
Corroiolinha	P6	-49.464627 -24.981067	mina d'água		60
Santa Cruz	P7	-49.399372 -25.163387	40m	2024	40
Florestal	P8	-49.49873 -25.045592	mina d'água		3
Pinhal	P9	-49.418667 -25.043203	110m	1985	70
Pinta	P10	-49.345418 -25.017025	100m	2005	60
Cantagalo	P11	-49.369577 -25.002668	115m	2022	40
Santana	P12	-49.208006 -25.118889	mina d'água		30
Total de famílias atendidas					643

FONTE: a autora, 2024.

FIGURA 4. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTOS 1, 2 E 3.



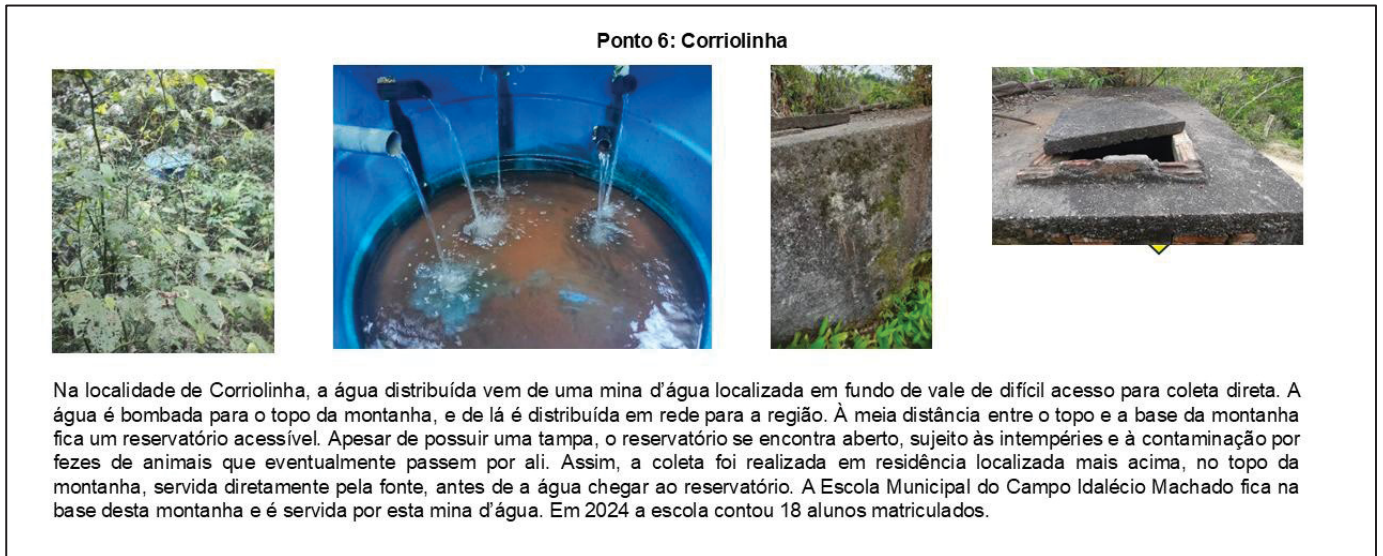
FONTE: a autora, 2025.

FIGURA 5. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTOS 4 E 5.



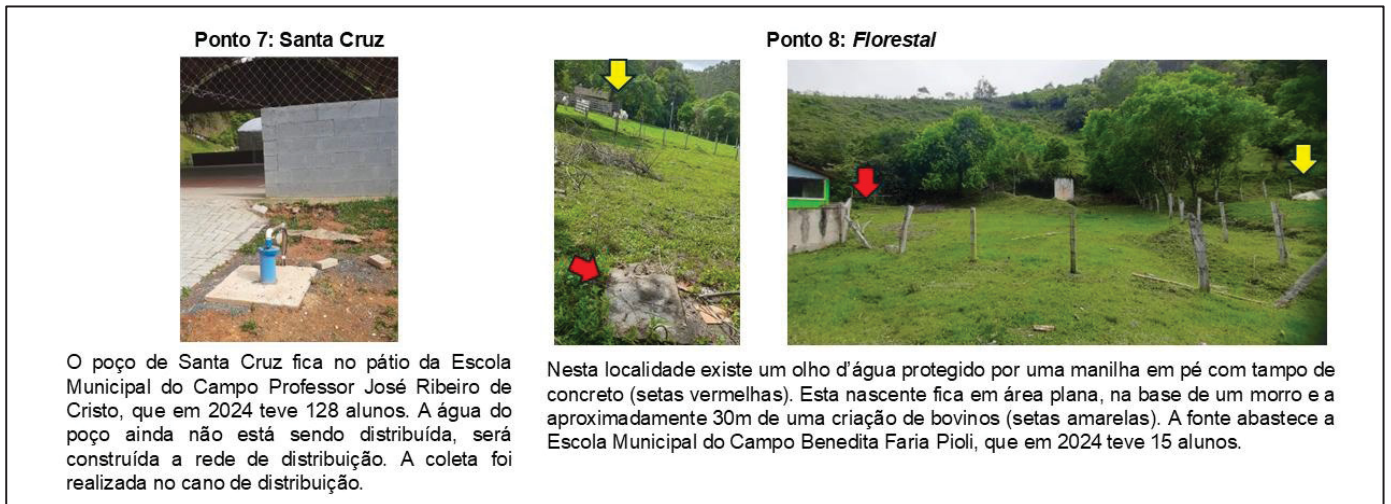
FONTE: a autora, 2025.

FIGURA 6. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTO 6.







FONTE: a autora, 2025.

FIGURA 7. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTOS 7 E 8.



FONTE: a autora, 2025.

FIGURA 8. DESCRIÇÃO DE CADA PONTO DE COLETA, ESTRUTURA E SITUAÇÃO OBSERVADA NO MOMENTO DAS COLETAS: PONTOS 9, 10, 11 E 12.

Ponto 9: Pinhal	Ponto 10: Pinta	Ponto 11: Cantagalo	Ponto 12: Santana
			
<p>Em Pinhal, o poço artesiano fica à margem da estrada, e abastece a Escola Municipal do Campo José de Anchieta, que teve 37 alunos em 2024. O ponto de coleta foi a torneira do cemitério.</p>	<p>Pinta possui um poço artesiano que atende a Escola Municipal do Campo Maria da Luz Ramos da Silva. Em 2024, esta escola contou com 53 alunos. A coleta foi realizada diretamente da conexão do poço.</p>	<p>O poço artesiano do Cantagalo está localizado no pátio de uma casa e está cercado, embora haja acesso de cães ao local. Foi na torneira externa desta casa que foi feita a coleta. Com uma rede de distribuição de 3500m, ainda não há escola construída nesta localidade. Este ponto foi escolhido, porém, devido à quantidade de famílias que ele serve neste setor do município.</p>	<p>Em Santana há uma mina d'água localizada em terreno particular, mas que tem o acesso cedido à Escola Municipal do Campo Altevir Cecília de Souza, que teve 13 alunos matriculados no ano de 2024. Não houve acesso à mina, mas dos fundos da escola é possível visualizar a caixa d'água para onde a água da mina é bombeada antes da distribuição (seta amarela). A coleta foi realizada na torneira da escola.</p>

FONTE: a autora, 2025.

4.2 ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE HORTALIÇAS

As análises foram realizadas em duas etapas: 70 amostras para a pesquisa da presença de helmintos e 70 amostras para a detecção de protozoários patogênicos (*Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp., *Toxoplasma gondii*).

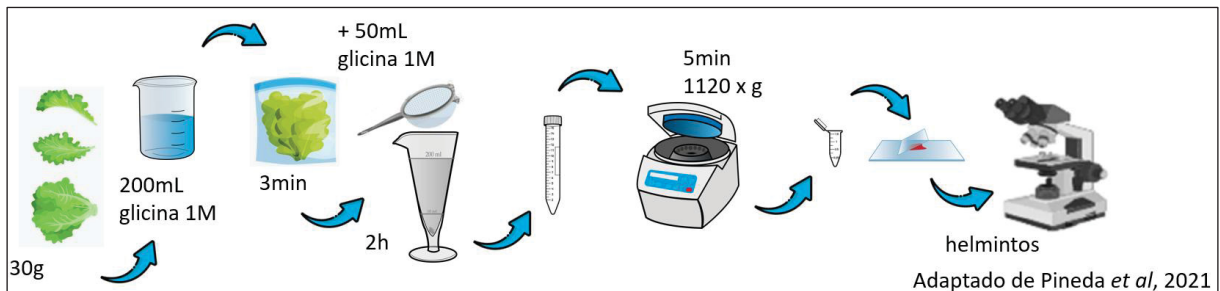
4.2.1 Pesquisa de helmintos

As amostras de hortaliças foram processadas através de metodologia validada inter laboratorialmente (Pineda *et al.*, 2021), com pequena modificação do protocolo original. Foram colocados 30 g de cada amostra em saco plástico com 200 mL de solução de glicina 1M pH 5,5, onde permaneceram em repouso por 15 minutos. Então, foi agitada manualmente por três minutos e posteriormente filtrada em peneiras milimétricas para um cálice de sedimentação. O saco plástico foi enxaguado com mais 50 mL da mesma solução e agitado por um minuto. O líquido resultante foi vertido no cálice de sedimentação, sendo mantido em repouso por duas horas.

Posteriormente, o sobrenadante foi desprezado e aproximadamente 10 mL do sedimento foi transferido para tubos de centrifugação de 15 mL. O fundo do cálice de sedimentação foi lavado com 5 mL de água destilada e adicionado ao mesmo tubo.

As amostras foram então centrifugadas por cinco minutos a 1120 x g. O sobrenadante foi descartado e todo o pellet resultante foi analisado em microscópio ótico em ampliação de 400x com corante de contraste (Lugol), para busca de ovos de helmintos. A FIGURA 9 mostra um esquema simplificado da metodologia utilizada para a pesquisa de helmintos.

FIGURA 9 - ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DAS HORTALIÇAS PARA ANÁLISE PARASITOLÓGICA DA PRESENÇA DE HELMINTOS.



Fonte: a autora, 2024

4.2.2 Pesquisa de protozoários

Para a pesquisa de protozoários, o procedimento de pesagem e lavagem da amostra com solução de glicina 1M pH 5,5, descrito acima foi realizado em três réplicas (30 g cada, totalizando 90 g/amostra), resultando em 750 mL da solução para cada amostra. Porém, em lugar da sedimentação, a solução de glicina resultante foi filtrada com bomba de vácuo em membrana de ésteres de celulose com porosidade nominal de 3,0 μm (diâmetro de 47 mm, Millipore®) para concentração de cistos *Giardia* spp., e oocistos de *Cryptosporidium* spp., e *Toxoplasma gondii*.

Antes, porém, da filtração em membrana, foi aferida a turbidez da solução de glicina após lavagem das amostras em três réplicas, uma vez que esta solução seria filtrada em membrana. Quando a turbidez estava acima de 20 uT, a solução era filtrada em papel filtro antes de passar pela filtração em membrana.

O material da membrana foi então eluído através de raspagem com alça plástica por 10 minutos e lavagem com solução de *Tween* 80 (1%) por 10 minutos, sendo transferido para tubos de centrifugação de 50 mL (FIGURA 10). Os tubos foram centrifugados por 15 minutos a 2000 x g. O líquido sobrenadante foi descartado, e foi adicionado água destilada para completar os 50 mL do tubo e nova centrifugação foi

realizada nas mesmas condições. Desprezado o sobrenadante, uma alíquota de 250 μL do *pellet* formado foi utilizada para a extração de DNA.

FIGURA 10 - ELUIÇÃO DA MEMBRANA ATRAVÉS DE RASPAGEM E LAVAGEM COM TWEEN 80 (0,1%).



FONTE: a autora, 2024.

4.2.2.1 Ensaio moleculares.

As extrações de DNA das amostras para detecção dos parasitos foram realizadas com o kit Zymo Research DNA Miniprep® segundo o protocolo proposto pelo fabricante, a partir de 250 μL do sedimento obtido no procedimento de concentração das amostras para pesquisa de protozoários, acima descrito.

Todas as amostras de DNA extraídas tiveram suas concentrações mensuradas em espectrofotômetro de microvolumes (Nanodrop Thermo Fisher Scientific®) e foram utilizadas para as reações de PCR na concentração de até 100 $\text{ng}/\mu\text{L}$.

Em todas as reações foram utilizados controles positivos dos protozoários, cedidos pelo Instituto Adolfo Lutz, e como controle negativo foi utilizada água ultrapura.

As reações de PCR convencional (cPCR) foram realizadas utilizando um kit comercial (GoTaq®Green Master Mix - Promega). Cada 12,5 µL do “mix” contendo 1 unidade de Taq DNA polimerase em 10 mM Tris-HCl, pH 8.5; 50 mM KCl; 1.5 mM MgCl₂ e 200 mM de cada um dos deoxinucleotídeos trifosfatados (dATP, dGTP, dCTP, dTTP). As amplificações foram realizadas utilizando o termociclador Veriti® Thermal Cycler (Applied Biosystems®).

Os produtos amplificados foram separados por eletroforese em um sistema eletroforético horizontal em gel de agarose a 1,2% tampão TBE 1x (45 mM de Tris-Borato e 1 mM de-EDTA, pH 8.0), contendo brometo de etídio a 0,5 g/mL. Em todos os géis foram adicionados o marcador de peso molecular com fragmentos múltiplos de 100 pb e as corridas foram realizadas a 100 Volts por 1h (fonte PS 1006, Apelex, França). As amostras foram visualizadas e fotografadas em um transiluminador Gene Genius (Programa Gel Capture Pro, versão 4.5.3) de ultravioleta a um comprimento de onda de 302 nm.

4.2.2.2 cPCR para *Cryptosporidium* spp.

A detecção de *Cryptosporidium* spp., foi realizada por PCR convencional (cPCR) conforme protocolo padronizado por Marciano *et al.* (2022) utilizando-se iniciadores moleculares denominados CryIAL1(F)/CryIAL2(F)/CryIAL3(R), descritos no QUADRO 5, que amplificam a região do gene da proteína da parede do oocisto de *Cryptosporidium* spp. (gene COWP) gerando dois produtos de 703 e 531 pb, reação que foi denominada de *semi nested* em tubo único. Foram utilizados 5 µL do DNA alvo e 10 pmol de cada iniciador molecular, em um volume final de 25 µL.

QUADRO 5 - DESCRIÇÃO DOS INICIADORES MOLECULARES UTILIZADOS PARA REAÇÕES DE PCR

Protozoário	Iniciadores moleculares (Sequência 5' - 3')	Tamanho do fragmento
<i>Cryptosporidium</i> spp.	CryIAL1(F) – TACCTACGTATGTTGAAACTCCG CryIAL2(F) – AGGATACGAAATATCAGGAAAGC CryIAL3(R) – TGTATATCCTGGTGGGCAGACC	703 e 531
<i>Giardia</i> spp.	G7(F) – GTCGTCTCGAAGATCCAGGGCGGCCTC G376 (F) - AAGCCCGACGACCTCACCCGCACTGC G759(R) – CCATAACGACGCCATCGCGGCTCTCAGGAA	754 e 384
<i>Toxoplasma gondii</i>	REP 529 (F) – GAGACACCGGAATGCGATCT REP 529 (R) - TTCGTCCAAGCCTCCGACT Sonda (marcada com FAM): TCGTGGTGTATGGCGGAGAGAATTGA	112

As amplificações foram realizadas da seguinte maneira: foi adicionada uma etapa inicial composta de 20 ciclos para que ocorresse o anelamento dos iniciadores

CryIAL1(F) e CryIAL3(R) em temperatura de 61°C. Após esta etapa, seguiu-se um intervalo de 4°C por 2 minutos e foram adicionados 35 ciclos a 54°C para anelamento dos iniciadores CryIAL2(F) e CryIAL3(R) (QUADRO 6).

QUADRO 6. CONDIÇÕES DE AMPLIFICAÇÃO PARA A DETECÇÃO DE *Cryptosporidium* spp. POR PCR *semi nested* EM TUBO ÚNICO.

1º Ciclo	94°C/3min	20X (94°C/30s; 61°C/30s; 72°C/30s)	72°C/2min	4°C/2min
2º Ciclo		35X (94°C/30s; 54°C/30s; 72°C/45s)	72°C/5min	4°C/ ∞

4.2.2.3 cPCR para *Giardia* spp.

A cPCR para determinação de *Giardia* spp., foi realizada por *nested*-PCR conforme descrita por Cacciò e Ryan (2008). Os iniciadores moleculares G7(F) (0,1µL), G376(F) (0,5µL) e o G759(R) (0,5µL), descritos no QUADRO 5, foram utilizados para amplificação do gene *beta-giardina*, gerando dois produtos de 754 e 384 pb. A primeira etapa de amplificação foi conduzida com 5 µL de DNA alvo e 10 pmol de cada iniciador molecular, em um volume final de 25 µL. Na segunda etapa, empregaram-se 5 µL do produto amplificado na primeira etapa e 10 pmol de cada iniciador molecular, mantendo-se igualmente o volume final de 25 µL. O programa de amplificação utilizado nas duas etapas foi o mesmo, e está descrito no QUADRO 7.

QUADRO 7. CONDIÇÕES DE AMPLIFICAÇÃO PARA A DETECÇÃO DE *Giardia* spp. POR *nested* PCR.

94°C/5min	35X (94°C/30s; 58°C/30s; 72°C/45s)	72°C/5min	4°C/ ∞
-----------	------------------------------------	-----------	--------

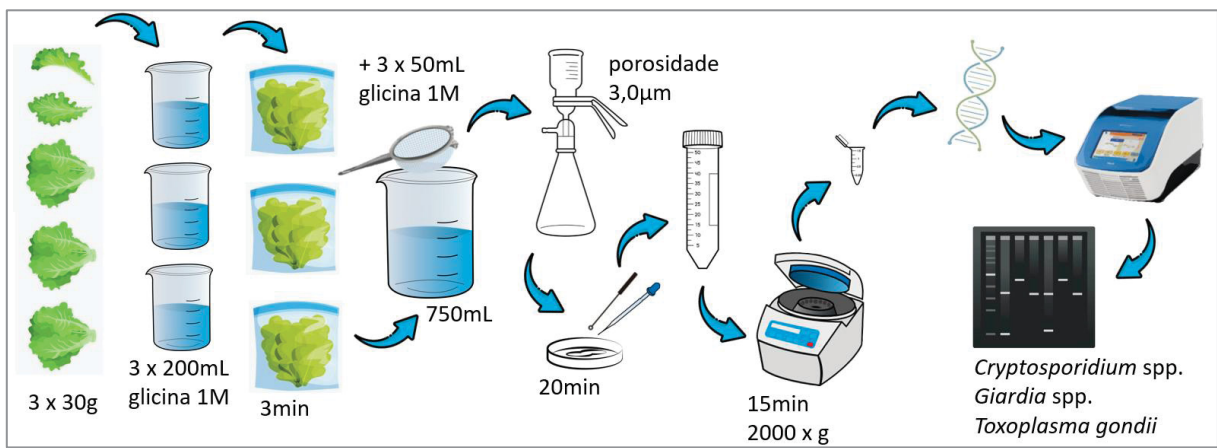
4.2.2.4 Reação de PCR em tempo real (qPCR) para *Toxoplasma gondii*.

As reações foram realizadas utilizando-se o par de iniciadores moleculares para o gene *REP-529*, mostrados no QUADRO 5, que amplifica uma sequência de 112 pb, altamente repetitiva de *REP-529* (GenBank AF487550), conforme descrito por (Belaz; *et al.*, 2015) no equipamento QuantiStudio 5 Real Time PCR System (Applied Biosystems). Para a qPCR, foi utilizado o volume de 0,5 µL de cada iniciador molecular (concentração 18 µM) e 0,25 µL de sonda (concentração 5 µM), em uma reação com volume final de 20 µL, contendo 3 µL do DNA extraído e 10 µL de 2X TaqMan Universal PCR Master Mix.

As ampliações ocorreram em um ciclo inicial de 50°C por 2 minutos, um ciclo a 95 °C por 10 minutos e em seguida foram realizados 40 ciclos a 95°C por 15 segundos e a 60°C por 1 minuto. Posteriormente, foi resfriado a 4°C.

A FIGURA 11 traz a metodologia esquematizada para a pesquisa dos protozoários *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. e *Toxoplasma gondii*.

FIGURA 11 - ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DAS HORTALIÇAS PARA ANÁLISE PARASITOLÓGICA DA PRESENÇA DOS PROTOZOÁRIOS *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. e *Toxoplasma gondii*.



FONTE: a autora, 2024.

4.3 ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As coletas foram realizadas o mais próximo possível da solução alternativa de abastecimento. As exceções são as minas d'água Corriolinha (que tem um reservatório que junta a água de várias nascentes para bombear para cima da montanha), e Santana (que possui uma caixa d'água ainda dentro do imóvel particular, antes de distribuir para a escola).

Para cada fonte foram coletadas duas amostras: 20L de água em galões de polietileno descontaminados previamente tratados com solução surfactante de *Tween* 80 (0,1%) para análise da presença de protozoários patogênicos (*Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp., *Toxoplasma gondii*) e 400mL em sacos *Whirl pack* (Nasco®), para a detecção de contaminação por bactérias indicadoras (heterotróficas, *Enterococcus* spp., coliformes totais, *Escherichia coli*) e *Pseudomonas aeruginosa*.

4.3.1 Pesquisa de protozoários

Para a análise da presença de protozoários, 20 L de água foram filtrados à vácuo em membrana de ésteres de celulose com porosidade nominal de 3.0 μm (diâmetro de 47mm, Millipore®).

O material da membrana foi então eluído através de raspagem com alça plástica por 10 minutos e lavagem com solução de Tween 80 (0,1%) por 10 minutos, sendo transferido para tubos de centrifugação de 50ml (FIGURA 9). Os tubos foram centrifugados por 15 minutos a 1500 x *g* conforme Scherer *et al.* (2022). O líquido sobrenadante foi descartado, e foi adicionada água destilada para completar os 50 mL do tubo e nova centrifugação foi realizada nas mesmas condições. Desprezado o sobrenadante, uma alíquota de 250 μL do sedimento formado foi utilizada para a extração de DNA e detecção de *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp., *Toxoplasma gondii* e uma alíquota de 20 μL a 50 μL foi utilizada para fazer a lâmina de imunofluorescência direta para detecção de *Cryptosporidium* spp., e *Giardia* spp. A quantidade total do sedimento formado foi anotada de modo a possibilitar a quantificação de cistos e oocistos caso venham a ser encontrados na técnica da imunofluorescência direta.

Para definição da alíquota a ser utilizada para a lâmina de imunofluorescência, foi considerada a inspeção visual do microtubo após repouso de 24h: se a quantidade de sedimento era grande, ou o líquido sobrenadante era escuro, era utilizada uma alíquota de 20 μL . Já quando o líquido sobrenadante era mais límpido e translúcido, com pouca sedimentação após o repouso de 24h, era utilizada uma alíquota de 50 μL . Isto foi feito para que fosse possível visualizar os poços da lâmina de imunofluorescência ao microscópio sem que os sedimentos atrapalhassem a leitura da presença dos protozoários pesquisados.

Os ensaios moleculares ocorreram conforme descrito nos itens 4.2.2.1 a 4.2.2.4.

4.3.1.1 Reação de Imunofluorescência Direta

As alíquotas de 20 μL a 50 μL foram examinadas através de ensaio de imunofluorescência direta com anticorpos monoclonais anti-*Cryptosporidium* e anti-*Giardia* conjugados com isotiocianato de fluoresceína (FITC, kit Merifluor®) e a

incorporação do corante vital DAPI, 4,6-diamidino-2-fenilindol (Sigma®), no material nuclear dos protozoários.

Depois de vortexar a amostra, alíquotas do sedimento foram depositadas no poço da lâmina. Depois da secagem, foi aplicado metanol absoluto. Em seguida, depois de seco, foi instilada uma gota do reagente de detecção com os anticorpos monoclonais marcados com fluoresceína, e uma gota do contra corante, os quais foram misturados gentilmente sem escarificar o poço. As lâminas foram então incubadas por trinta minutos em câmara úmida protegida da luz.

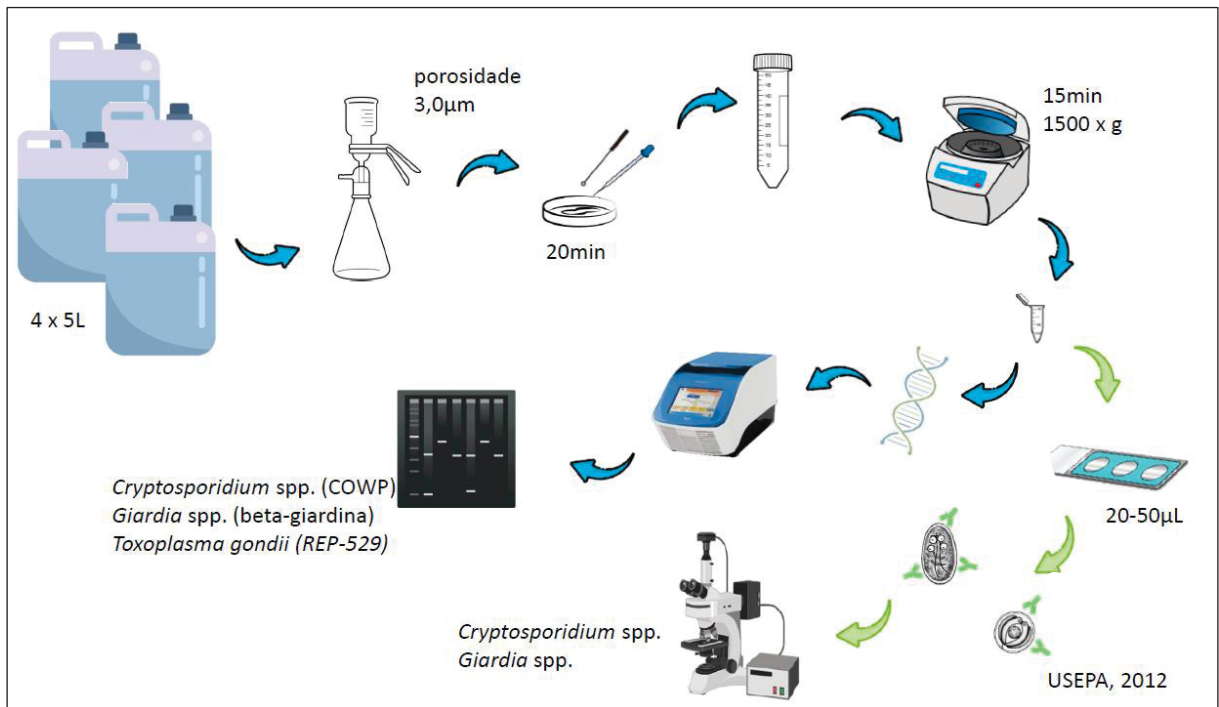
Passado esse tempo, cada poço foi lavado com solução tampão, retirando o excesso de anticorpo. Na sequência, foi instilado 50 µL de solução de DAPI e deixado por dez minutos em câmara escura. A solução foi então removida e lavada com 50 µL de solução tampão. Posteriormente, as lâminas foram colocadas em recipiente dessecador e protegido da luz por uma hora. Ao final deste tempo, foi adicionado meio de montagem e colocada a lamínula.

As lâminas foram lidas em microscópio de imunofluorescência, e a confirmação da morfologia dos protozoários foi realizada simultaneamente à leitura do FITC e utilizando filtros específicos para DAPI, e por microscopia de contraste de interferência diferencial (DIC) através da adoção de critérios estipulados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2012).

A partir da contagem dos cistos e/ou oocistos foi calculada a estimativa do número de cistos e/ou oocistos presentes por litro de água examinada de acordo com Franco; Rocha-Eberhardt; Cantúcio Neto (2001).

A FIGURA 12 traz um esquema simplificado para a metodologia utilizada no processamento da água para análise parasitológica.

FIGURA 12 - ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DA ÁGUA PARA ANÁLISE PARASITOLÓGICA.



FONTE: a autora, 2024.

4.3.2 Detecção de bactérias indicadoras de contaminação ambiental e fecal

As análises microbiológicas foram realizadas em parceria com o Laboratório Central do estado (LACEN) unidade de Fronteira de Foz do Iguaçu, Paraná, através dos testes de SimPlate para HPC (Idexx®), para determinação da quantidade de bactérias heterotróficas, Enterolert (Idexx®), para pesquisa de *Enterococcus* spp., Colilert (Idexx®), para pesquisa de coliformes totais e *Escherichia coli*, e Pseudalert (Idexx®), para pesquisa de *Pseudomonas aeruginosa* conforme *Standard Methods for the Evaluation of Water and Wastewater* (APHA, 2017).

Para a quantificação de bactérias heterotróficas, foi utilizado 1 mL, o qual foi colocado na placa SimPlate e onde foi adicionado 9 mL do meio do teste. A amostra foi agitada e teve o excesso vertido sendo incubada a 35°C por 48h, quando então foi efetuada a leitura sob lâmpada ultravioleta. A leitura se deu por contagem dos pontos fluorescentes e consulta à tabela de número mais provável (NMP) fornecida pelo fabricante.

Para a quantificação de *Enterococcus* spp., foi utilizado 100 mL, o qual foi colocado em recipiente de plástico estéril e onde foi adicionado um blister do meio de Enterolert. A amostra foi agitada até a diluição do meio sendo transferida para o

recipiente Quanti-Tray (Idexx®), o qual foi selado e incubado a 41°C por 24h, quando então foi efetuada a leitura sob lâmpada ultravioleta. A leitura se deu por contagem dos poços fluorescentes e consulta à tabela de número mais provável (NMP) fornecida pelo fabricante.

Para a quantificação de coliformes totais e de *Escherichia coli*, foi utilizado 100 mL, o qual foi colocado em recipiente de plástico estéril e onde foi adicionado um blister do meio de Colilert. A amostra foi agitada até que o meio fosse diluído e foi transferida para o recipiente Quanti-Tray, o qual foi selado e incubado a 35°C por 24h, quando então foi efetuada a leitura.

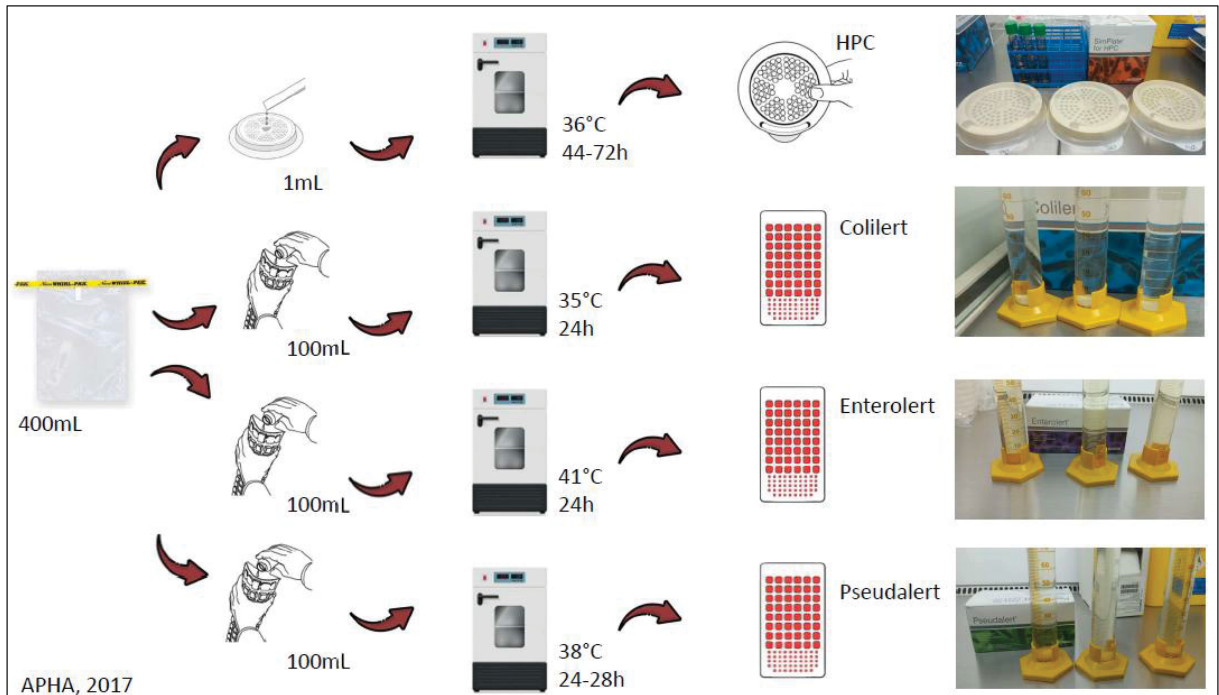
A leitura para quantificação de coliformes totais se deu por contagem dos poços amarelos e consulta à tabela de número mais provável (NMP) fornecida pelo fabricante. Para leitura de quantificação de *E. coli*, foi colocado o Quanti-Tray sob luz fluorescente e contados os poços fluorescentes, que foram consultados na tabela de NMP fornecida pelo fabricante.

Para a quantificação de *Pseudomonas aeruginosa*, foi utilizado 100mL, o qual foi colocado em recipiente de plástico estéril e onde foi adicionado um blister do meio de Pseudalert. A amostra foi agitada até que o meio tivesse diluído e foi transferida para o recipiente Quanti-Tray (Idexx®), o qual foi selado e incubado a 38°C por 24 a 28h, quando então foi efetuada a leitura sob lâmpada ultravioleta.

A leitura se deu por contagem dos poços fluorescentes e consulta à tabela de número mais provável (NMP) fornecida pelo fabricante.

O esquema das análises microbiológicas pode ser verificado na FIGURA 13.

FIGURA 13. ESQUEMA SIMPLIFICADO PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DA ÁGUA PARA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.



FONTE: a autora, 2024.

4.3.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas em parceria com o Laboratório Central do estado (LACEN) unidade de Fronteira de Foz do Iguaçu, Paraná.

Para análise da turbidez da água, foi realizado o método nefelométrico, em turbidímetro de bancada (Hatch®), com determinação em uT, conforme Standard Methods for the Evaluation of Water and Wastewater, 2130B (APHA, 2024a).

Para a análise da concentração de fluoreto, foi utilizado o método do eletrodo íon-seletivo, com equipamento Orion 4 Star (Thermo Scientific®), com determinação em mg/L, conforme Standard Methods for the Evaluation of Water and Wastewater, 4500-F-C (APHA, 2024b).

5 RESULTADOS

5.1 CONTAMINAÇÃO POR PARASITOS EM DIFERENTES CULTIVOS DE VEGETAIS

Das 70 amostras analisadas em microscopia ótica (pesquisa de helmintos), somente quatro não apresentaram qualquer contaminante, nem mesmo insetos (TABELA 4).

A presença de larvas foi o achado mais recorrente entre os resultados positivos. Diversas amostras apresentaram múltiplas larvas, incluindo formas rhabditoides e filarioides de nematódeos.

A amostra A45 (cebolinha) foi considerada especialmente crítica, com 88 larvas não identificadas e 74 rhabditoides, além de ovos similares aos de ancilostomatídeos terem sido identificados. Outras amostras com alta concentração de larvas incluem A47 (cebolinha), A39 (repolho verde) e A25 (couve), todas com mais de 20 estruturas parasitárias identificadas.

Ovos de helmintos foram detectados em 12,85% do total de amostras analisadas de diferentes cultivos de vegetais. Dentre as amostras positivas, a contaminação por ovos de ancilostomatídeos foi a mais frequente, correspondendo a 88,9% dos achados, frente a ovos de *Toxocara* sp., detectados em 11,1% das amostras contaminadas (TABELA 4).

As hortaliças com o maior número de ovos detectados foram acelga e alface americana, enquanto a maior frequência de detecção de ovos de helmintos foi verificada para cebolinha e escarola.

A presença de artrópodes inteiros e fragmentados foi amplamente registrada (TABELA 4), com destaque para repolho verde, couve manteiga e alface crespa onde 52 (74,3%) amostras continham artrópodes inteiros e 57 (81,4%), fragmentos de artrópodes. Os fragmentos de artrópodes foram encontrados em grande quantidade em amostras como A38 (repolho verde, com 79 fragmentos), A30 (repolho roxo, com 68) e A39 (repolho verde, com 44).

TABELA 4. CONTAMINAÇÃO POR OVOS E LARVAS DE HELMINTOS E PRESENÇA DE ARTRÓPODES NAS AMOSTRAS POSITIVAS DE DIFERENTES CULTIVOS DE VEGETAIS ORGÂNICOS OU DE CULTIVO CONVENCIONAL PRODUZIDOS EM RIO BRANCO DO SUL.

Amostra	Vegetais	microscopia óptica (continua)		
		helmintos	artrópodes inteiros	fragmentos de artrópodes
A1	Acelga		3	
A3	Folha de Brócolis	ovo similar ancilostomatídeo		
A4	Alface crespa		6	1
A5	Alface americana	2 ovos <i>Toxocara</i> spp.		
A6	Alface americana		1	4
A8	Couve manteiga			4
A9	Acelga	12 ovos similares ancilostomatídeo	4	
A11	Cebolinha	1 larva rabditoide, 3 larvas menores		2
A12	Salsinha	3 larvas rabditoides	4 artrópodes, 1 lesma	
A13	Alface crespa	1 larva rabditoide	3	18
A14	Folha de Brócolis	1 larva rabditoide	7	9
A16	Escarola	3 larvas	1 artrópode, 1 larva de inseto	15
A17	Folha de Brócolis		12 artrópodes	28
A18	Acelga		2	2
A19	Repolho verde	2 larvas	2 artrópodes	26
A20	Repolho verde	1 larva		2
A21	Repolho verde		1	2
A22	Repolho verde	2 larva	2	4
A23	Repolho verde	4 larva		7
A24	Repolho roxo	1 larva		
A25	Couve	6 larvas	12	7
A26	Repolho verde			1
A27	Repolho verde		1	1
A28	Alface crespa			6
A29	Couve		4	7
A30	Repolho roxo		2	68
A31	Alface americana	1 larva	3	2
A32	Repolho verde		3	19
A33	Alface crespa roxa	4 larvas	2	2
A34	Espinafre	3 larvas	2	

A35	Couve manteiga		3	12 (continuação)
A36	Couve manteiga		3	7
A37	Repolho verde	1 larva rabditoide	1	36
A38	Repolho verde			79
A39	Repolho verde	5 larvas, 2 rabditoide	8	44
A40	Couve manteiga		9	3
A41	Couve manteiga		16	4
A42	Couve manteiga		5	8
A43	Couve manteiga	1 rabditoide	6	11
A44	Alface crespa		6	15
A45	Cebolinha	1 ovo similar ancilostomatídeo + 88 larvas + 74 rabditoides	3	3
A46	Alface crespa		8	8
A47	Cebolinha	2 ovos similares ancilostomatídeos + 22 larvas + 2 rabditoides	1	1
A48	Folha de Brócolis		2	9
A49	Folha de Brócolis		5	23
A50	Alface crespa		7	7
A51	Acelga			5
A52	Cebolinha		2	1
A53	Escarola	1 ovo similar ancilostomatídeo + 2 larvas	6	4
A54	Couve		1	21
A55	Alface crespa		11	8
A56	Escarola	1 ovo similar ancilostomatídeo + 4 larvas (2 rabditoide e 1 filarioide)	3	11
A57	Salsinha	1 larva	1	7
A58	Cebolinha	1 ovo similar ancilostomatídeo		1
A59	Alface crespa		6	7
A60	Repolho verde			1
A61	Cebolinha		1	2
A62	Couve manteiga	1 larva		5
A63	Repolho verde		1	
A64	Repolho verde		3	9
A65	Escarola	1 ovo similar ancilostomatídeo + 1 larva	1	2
A66	Alface crespa		7	26
A67	Cebolinha		1	1

A68	Alface crespa		1	15 (conclusão)
A69	Couve manteiga		5	
A70	Alface crespa	5 larvas, 2 rabditoides	1	6

FONTE: a autora, 2024.

A pesquisa de protozoários intestinais e de *T. gondii* foi realizada em 70 amostras de diferentes hortaliças. A contaminação por *Giardia* spp., ou *Cryptosporidium* spp., foi evidenciada, através de ensaios moleculares, em 16 amostras (22,9% das amostras). Dentre as amostras positivas, 50,0% apresentaram contaminação por *Giardia* spp., 43,75% por *Cryptosporidium* spp., e 6,25% por ambos os protozoários (TABELA 5, FIGURAS 14 e 15).

TABELA 5 - RESULTADO DA ANÁLISE PARASITOLÓGICA PARA PROTOZOÁRIOS NAS AMOSTRAS POSITIVAS DE HORTALIÇAS.

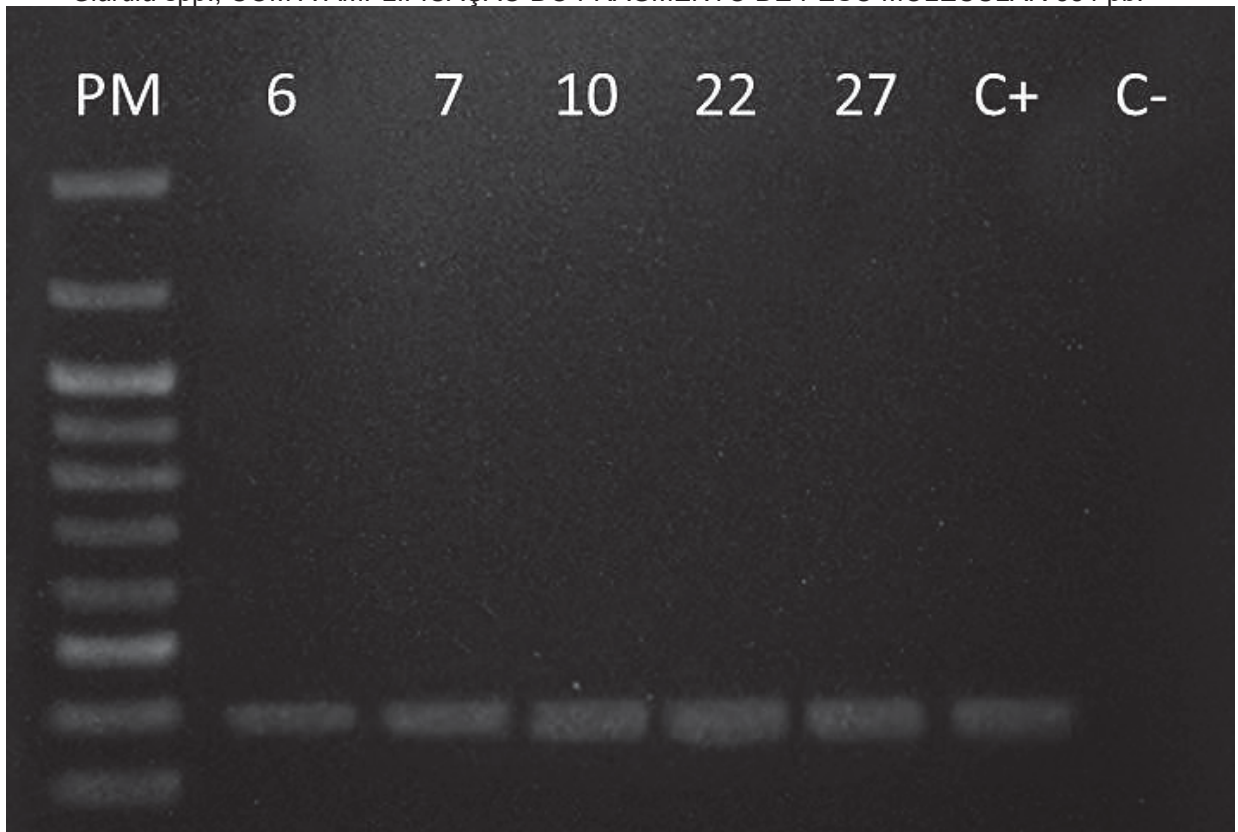
Amostra	Vegetal	presença de protozoários
A2	Repolho roxo	<i>Giardia</i> spp.
A6	Alface americana	<i>Giardia</i> spp.
A7	Alface crespa	<i>Giardia</i> spp.
A10	Repolho verde	<i>Giardia</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp.
A16	Escarola	<i>Giardia</i> spp.
A18	Acelga	<i>Cryptosporidium</i> spp.
A22	Repolho verde	<i>Giardia</i> spp.
A27	Repolho verde	<i>Giardia</i> spp.
A29	Couve	<i>Cryptosporidium</i> spp.
A31	Alface americana	<i>Giardia</i> spp.
A38	Repolho verde	<i>Giardia</i> spp.
A47	Cebolinha	<i>Cryptosporidium</i> spp.
A48	Folha de Brócolis	<i>Cryptosporidium</i> spp.
A51	Acelga	<i>Cryptosporidium</i> spp.
A63	Repolho verde	<i>Cryptosporidium</i> spp.
A68	Alface crespa	<i>Cryptosporidium</i> spp.

FONTE: a autora, 2024.

A hortaliça mais contaminada por *Giardia* spp., foi o repolho verde, ao passo que a acelga e o repolho verde apresentaram maior contaminação por *Cryptosporidium* spp.

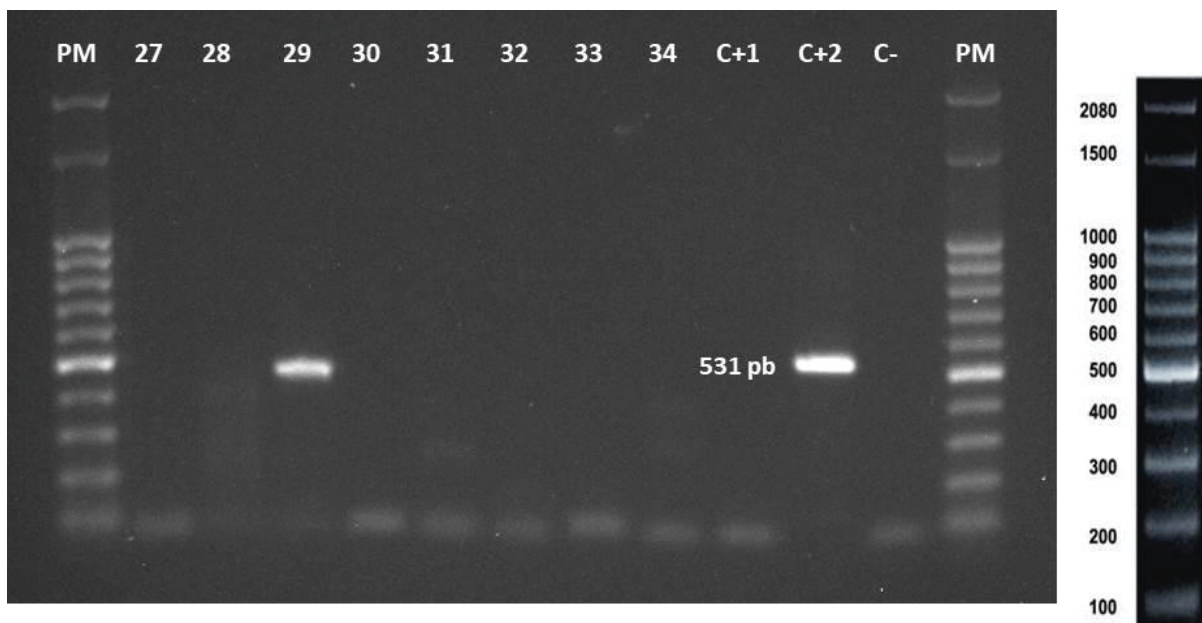
A contaminação por *T. gondii* não foi evidenciada em nenhuma amostra de vegetal.

FIGURA 14 – GEL DE ELETROFORESE DE AMOSTRAS DE HORTALIÇAS POSITIVAS PARA *Giardia* spp., COM A AMPLIFICAÇÃO DO FRAGMENTO DE PESO MOLECULAR 384 pb.



LEGENDA: PM: peso molecular, C+: controle positivo, C-: controle negativo. Amostras positivas: A6 (alface americana), A7(Alface crespa), A10 (repolho verde), A22 (repolho verde) e A27 (repolho verde).

FIGURA 15 - GEL DE ELETROFORESE DE AMOSTRAS DE HORTALIÇAS POSITIVAS PARA *Cryptosporidium* spp., COM A AMPLIFICAÇÃO DO FRAGMENTO DE PESO MOLECULAR 531 pb.



LEGENDA: PM: peso molecular, C+1, C+2: controles positivos, C-: controle negativo, pb: pares de base. Amostra positiva: A29 (couve).

Do total de amostras analisadas para a pesquisa de protozoários e helmintos (n = 140) 82 eram de cultivo orgânico e 58 de cultivo tradicional. Os resultados das análises parasitológicas das hortaliças, conforme o tipo de cultivo, estão contemplados nas TABELAS 6 e 7.

TABELA 6 - RESULTADO DA PESQUISA PARASITOLÓGICA POR MICROSCOPIA CONFORME O TIPO DE CULTIVO DAS HORTALIÇAS.

	cultivo orgânico % (n)	cultivo convencional % (n)	Total % (n)
microscopia óptica			
ovos de ancilostomatídeos	14,6 (6/41)	6,9 (2/29)	11,4 (8/70)
<i>Toxocara</i> spp.	2,4 (1/41)	0	1,4 (1/70)
larvas	36,6 (15/41)	34,4 (10/29)	35,7 (25/70)
artrópodes	85,3 (35/41)	58,6 (17/29)	74,3 (52/70)

FONTE: a autora, 2024.

LEGENDA: n – número de amostras positivas/número total de amostras

TABELA 7 - RESULTADO DA PESQUISA PARASITOLÓGICA DE PROTOZOÁRIOS CONFORME O TIPO DE CULTIVO DAS HORTALIÇAS.

	cultivo orgânico % (n)	cultivo convencional % (n)	Total % (n)
PCR			
<i>Cryptosporidium</i> spp.	12,2 (5/41)	10,3 (3/29)	11,4 (8/70)
<i>Giardia</i> spp.	7,3 (3/41)	20,7 (6/29)	12,8 (9/70)
<i>Toxoplasma gondii</i>	0	0	0

FONTE: a autora, 2024.

LEGENDA: n – número de amostras positivas/número total de amostras

5.2 SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Foram analisadas duas amostras de cada SAAA, sendo a primeira campanha de coleta realizada na primavera (setembro e outubro de 2024) e a segunda, no outono (março e abril de 2025). A TABELA 8 mostra os resultados das análises microbiológicas para diferentes bactérias indicadoras de contaminação fecal e ambiental (*P. aeruginosa*).

A presença de coliformes totais foi observada em níveis elevados em diversas amostras, especialmente na segunda campanha de coleta. Das 23 amostras analisadas, 20 (86,9%) delas se enquadraram fora do padrão de potabilidade, uma vez que resultaram positivas para coliformes totais. Somente as primeiras amostras do P2, P9 e P10, poços artesianos, estavam dentro do padrão de água potável

preconizado. São especialmente significativos os resultados desses três poços artesianos que, embora tenham sido classificados como potáveis na primeira análise, apresentaram parâmetros tão desfavoráveis na segunda campanha de coletas, com contagens elevadas de coliformes totais (TABELA 8). Amostras dos pontos P6, P7, P8, P9 e P10 apresentaram valores superiores a 1.000 NMP/mL em ao menos uma das coletas. A persistência desses níveis entre coletas indica contaminação contínua ou ausência de medidas corretivas eficazes.

Escherichia coli foi detectada em dez das 23 amostras analisadas (TABELA 8), sendo encontrada nos pontos de coleta P2, P5, P6, P7, P8 e P10. A contagem mais alta detectada foi de 151,5 NMP/mL, na primeira coleta de amostra do ponto P8.

A pesquisa de *Enterococcus* sp., utilizada neste estudo como um indicador complementar de contaminação fecal, também evidencia uma situação preocupante visto que amostras consideradas com excelente padrão de potabilidade, quando considerados os resultados para *E. coli*, e, portanto, estando próprias para o consumo humano, apontaram riscos relacionados ao seu consumo (TABELA 8). Este fato foi observado nos pontos de poços artesianos P1, P4, P9, P10 e P11 e, na mina de água do P12.

Para *Pseudomonas aeruginosa*, das 23 análises realizadas, 9 (39,1%) resultaram positivas para a espécie (TABELA 8) sendo que para o P7 (poço artesiano) e P12 (mina de água), contagens extremamente elevadas foram aferidas, 2.419,6 NMP/100mL e 1.203,3 NMP/100mL, respectivamente.

TABELA 8 - CONTAMINAÇÃO MICROBIANA, PRESENÇA DE FLÚOR E MONITORAMENTO DA TURBIDEZ EM AMOSTRAS DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE RIO BRANCO DO SUL.

AMOSTRA	Contagem de Bactérias Heterotróficas (NMP/mL)		Coliformes totais (NMP/100mL)		Escherichia coli (NMP/100mL)		Pseudomonas aeruginosa (NMP/100mL)		Enterococcus (NMP/100mL)		Flúor (mg/L)		Turbidez (uT)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
P1*	29,9	4,3	18,9	65	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	21	0,148	0,101	0,780	0,630
P2*	20,9	>73,8	<1,0	689,3	<1,0	2	<1,0	<1,0	<1,0	435,2	0,103	0,0756	0,500	1,020
P3**	26,6	NR	14,6	NR	<1,0	NR	<1,0	NR	<1,0	NR	0,863	0,0902	0,770	1,380
P4*	47,0	>73,8	68,3	17,7	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	34,1	0,328	0,354	0,540	0,190
P5*	>73,8	>73,8	82,0	343,6	2,0	12,2	9,7	35,9	3,1	416	0,620	0,661	0,500	1,370
P6**	>73,8	>73,8	2.419,6	231,8	12,0	9,6	<1,0	24,9	114,5	328,2	0,130	0,281	1,300	0,110
P7*	>73,8	>73,8	648,8	1.119,9	3,1	13,4	2.419,6	<1,0	1.986,3	238,2	0,125	0,115	3,850	5,250
P8**	>73,8	>73,8	2.419,6	2.419,6	151,5	2,0	172,0	45,5	2.419,6	1.986,3	0,158	0,163	5,900	3,910
P9*	<1,0	>73,8	<1,0	1.986,3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	290,9	0,214	0,242	0,700	0,180
P10*	>73,8	>73,8	<1,0	1.413,6	<1,0	47,1	<1,0	8,4	129,10	1.966,3	0,329	0,274	9,030	6,330
P11*	19,5	11,6	48,2	224,7	<1,0	<1,0	<1,0	5,2	46	4,1	0,39	0,257	0,750	0,240
P12**	8,3	55,5	83,3	866,4	<1,0	<1,0	<1,0	1.203,3	<1,0	161,5	0,169	0,211	0,110	1,340

FONTE: a autora, 2025.

LEGENDA: * poço artesiano, ** mina d'água, NMP – número mais provável, uT – unidade de turbidez, NR – não realizado
VALORES DE REFERÊNCIA: Portaria MS 888/2021. Não há parâmetros para a água bruta. Na saída do tratamento: ausência/100mL de coliformes totais. Nos sistemas de distribuição e consumo com menos de 20 mil habitantes: somente uma amostra ao mês pode ser positiva para coliformes totais. Deve ser garantida ausência/100mL de *Escherichia coli* em todas as amostras.

O ponto de amostragem P8, mina d'água, apresentou valores extremos para ambos os parâmetros (*Pseudomonas aeruginosa* e *Enterococcus*), com destaque para *Enterococcus* (2.419,6 NMP/mL na primeira coleta e 1.986,3 NMP/100mL na segunda).

A pesquisa de bactérias heterotróficas, consideradas como um indicador geral da qualidade microbiológica da água, foi aferida em todos os 12 pontos monitorados, em pelo menos uma campanha de coleta (TABELA 8).

Em relação ao flúor, as amostras apresentaram concentrações de fluoreto dentro do limite recomendado pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (Brasil, 2021a), que estabelece Valor Máximo Permitido (VMP) de 1,5 mg/L.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 permite diferentes padrões de turbidez, conforme a origem da água e o tratamento que recebe, mas define que o valor máximo permitido (VMP), quando não atende aos parâmetros exigidos, não passe de 5,0 uT (Brasil, 2021a). P7 e P8 apresentaram ao menos uma análise com valor acima de 5,0 uT. Enquanto P10 apresentou altos níveis de turbidez nas duas coletas.

Em relação à contaminação por protozoários patogênicos, as águas de poços e minas de água foram consideradas com boa qualidade parasitológica (TABELA 9).

TABELA 9 - CONTAMINAÇÃO POR PROTOZOÁRIOS PATOGÊNICOS EM AMOSTRAS DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE RIO BRANCO DO SUL.

AMOSTRA	SAAA	PCR		RID	
		C1	C2	C1	C2
P1	Poço artesiano	NA	NA	ND	ND
P2	Poço artesiano	NA	NA	ND	ND
P3	Mina d'água	NA	NA	ND	ND
P4	Poço artesiano	NA	NA	ND	ND
P5	Poço artesiano	NA	NA	ND	ND
P6	Mina d'água	NA	NA	ND	ND
P7	Poço artesiano	NA	NA	ND	ND
P8	Mina d'água	<i>Cryptosporidium</i> spp.	NA	ND	ND
P9	Poço artesiano	NA	NA	ND	ND
P10	Poço artesiano	NA	NA	ND	ND
P11	Poço artesiano	NA	NA	ND	ND
P12	Mina d'água	NA	NA	ND	ND

FONTE: a autora, 2024.

LEGENDA: SAAA – solução alternativa de abastecimento de água, PCR – reação em cadeia da polimerase, RID – reação de imunofluorescência direta, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11 e P12 – pontos de coleta, C1 – primeira campanha de coleta, C2 – segunda campanha de coleta, NA – não amplificado, ND – não detectado.

Nenhuma amostra apresentou contaminação por *Toxoplasma gondii*. Cistos de *Giardia* spp., e oocistos de *Cryptosporidium* spp., também não foram detectados mediante visualização por reação de imunofluorescência direta. Entretanto, o DNA de *Cryptosporidium* spp., foi detectado em uma amostra do P8 na primeira campanha de coleta (TABELA 9), onde concomitantemente, aferiu-se a maior concentração de *E. coli* de todo o período de análises (TABELA 8).

6 DISCUSSÃO

Garantir a qualidade da alimentação escolar é uma exigência legal e ética prevista no PNAE, cuja diretriz central é promover uma alimentação saudável, baseada em alimentos naturais ou minimamente processados (Brasil, 2009a). Essa responsabilidade torna-se ainda mais crítica quando se trata de crianças até cinco anos, grupo etário mais vulnerável às doenças de veiculação hídrica e alimentar. Segundo a Organização Mundial da Saúde, as doenças diarreicas estão entre as principais causas de morbimortalidade infantil, com cerca de 525 mil óbitos anuais em crianças menores de cinco anos. Em 2024, o Brasil registrou um recorde de mais de 8 milhões de casos de doenças diarreicas agudas, enquanto em 2023 foram contabilizados mais de 5,5 mil óbitos por doenças diarreicas agudas, conforme dados da vigilância epidemiológica (Brasil, 2025f).

As evidências apontam que a incidência de doenças de veiculação hídrica na primeira e segunda infância estão correlacionadas à falta de saneamento (abastecimento de água tratada), onde 36% das crianças com idade entre 0 e 6 anos são afastadas de suas atividades diárias normais por aproximadamente 4 dias devido a estas doenças (Instituto Trata Brasil, 2024).

Entre 2013 e 2023, o Brasil registrou 923 óbitos decorrentes de infecções por cestódeos, 377 por outros helmintos, 743 por toxoplasmose, 113 óbitos por doenças parasitárias ocasionadas por outros protozoários e 737 óbitos pelas demais doenças de origem parasitária (Brasil, 2025g). Ainda, em 2024, 163.838 pessoas necessitaram ser internadas por doenças de transmissão fecal-oral e 739 por helmintíases ou teníases, impactando ao SUS um custo de 77,42 milhões de reais (Instituto Trata Brasil, 2025).

Em municípios como Rio Branco do Sul, onde parte da população rural é abastecida com água não tratada e o restante se utiliza de soluções alternativas individuais de abastecimento, bem como água de superfície para irrigação da lavoura e consumo, os riscos de exposição a doenças gastrointestinais, entre elas aquelas provocadas por parasitos, são potencializados.

Ressalta-se que em 2022, foram registradas 69,2 internações por diarreia para cada 100 mil habitantes, mortalidade infantil de 1,98 óbitos/mil nascidos vivos, e, entre os anos de 2011 e 2022, foram registradas 249 mortes por doenças infecciosas e parasitárias em Rio Branco do Sul (Estatística, 2023). Os indicadores mais recentes

referentes ao período de 2024, mostram que 3.008 casos de doenças diarreicas agudas foram reportados no referido município (DDA Brasil, 2025), o que denota que afecções intestinais são constantemente reportadas, reforçando a importância de monitorar a qualidade microbiológica e parasitológica dos alimentos e da água destinados não só à alimentação escolar, mas a toda esta população.

Neste contexto, os resultados do presente estudo, onde ampla gama de parasitos foram pesquisados e identificados em diferentes matrizes alimentares e hídricas, em conjunto com as análises microbiológicas, corroboram os riscos inerentes – previamente demonstrados pelos dados governamentais disponíveis – quanto à transmissão de doenças gastrointestinais, onde os parasitos não podem ser negligenciados como possíveis causas desses agravos. Além disso, com as informações obtidas neste estudo, estratégias de mitigação e intervenção pelas autoridades competentes do município, podem ser adotadas para a proteção da saúde pública e diminuição dos casos de gastroenterite.

Apesar da notificação de internações por diarreia e de óbitos por doenças infecciosas e parasitárias, a elucidação do agente etiológico causador de surtos de veiculação alimentar ainda é deficiente no país: segundo o Informe de 2024 sobre surtos de DTHA, entre 2014 e 2023 ocorreram no Brasil 6.874 surtos, dos quais somente 2.112 foram conclusivos quanto ao alimento causador. A água foi o agente veiculador que mais causou surtos, alcançando 28,8% deste total. As hortaliças também aparecem como agentes causadores de surtos, com 2,6% do total de surtos conclusivos quanto ao alimento determinante (Brasil, 2024).

A inserção da pesquisa de parasitos junto à vigilância sanitária de vegetais é relevante, pois ovos de helmintos e cistos e oocistos de protozoários não são comumente inativados por soluções cloradas, como aquelas indicadas em protocolos estabelecidos pelo Ministério da Saúde, bem como apresentam manutenção da capacidade infectante por longos períodos, além de ocasionarem infecção mediante ingestão de pequenas quantidades de formas parasitárias (Brasil, 2022d; Chalmers *et al.*, 2020).

Parasitoses transmitidas por alimentos sempre foram consideradas negligenciadas em comparação com infecções bacterianas por essa via, entretanto, observa-se a emergência em escala mundial de casos e expansão de surtos por parasitoses veiculadas por alimentos (Robertson, 2025). Apesar disso, iniciativas como a da WHO/FAO (2014) acerca da criação de um *ranking* dos principais parasitos

transmitidos por alimentos são relevantes para os setores de vigilância sanitária e epidemiológica global, apesar de adaptações serem necessárias, como por exemplo, a inserção de variações regionais quanto alguns tipo de alimentos mais ou menos consumidos, além da possibilidade de inserção de outros agentes parasitários.

No contexto nacional, a revisão e atualização das normas para a garantia da qualidade sanitária de alimentos deve ser considerada como um avanço, especialmente a Resolução da ANVISA – RDC N° 623, de 9 de março de 2022, que dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos e os princípios gerais para o seu estabelecimento em seu artigo 3º, inciso IX alínea E, e artigo 9º, inciso III – onde parasitos: helmintos e protozoários, devem estar ausentes em qualquer fase de desenvolvimento (Brasil, 2022b).

Apesar dos avanços, tanto no contexto nacional quanto internacional, ainda há desafios nas etapas analíticas de detecção de parasitos em vegetais e há necessidade de estabelecer uma normativa – ISO de um protocolo padrão, especialmente para a pesquisa de helmintos em vegetais. Este fato é relevante quando se considera que no referido *ranking* supramencionado, os helmintos ocupam, as três primeiras posições (WHO, FAO 2014) e, quando se considera que para alguns protozoários intestinais, já existe uma normativa – ISO de uma técnica padrão, nomeadamente para a pesquisa de cistos de *Giardia* spp., e oocistos de *Cryptosporidium* spp., em vegetais folhosos e frutos silvestres (ISO 18744:2016).

No presente estudo, a técnica utilizada para a pesquisa de helmintos em vegetais já foi previamente padronizada (Matosinhos et al., 2016) e validada interlaboratorialmente por diferentes laboratórios de distintas regiões do país, situados nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Pineda et al., 2021).

A técnica se baseia na lavagem vigorosa de hortaliças com solução extratora composta por um aminoácido não essencial, a glicina (também utilizada na ISO para protozoários), que apresenta capacidade surfactante, atuando como um eluente (Cook et al., 2007; Matosinhos et al., 2016; Pineda et al., 2021), seguida de concentração por gravidade, concentração por centrifugação e leitura de todo o sedimento da amostra. Com a utilização da metodologia validada, os ovos de helmintos mais frequentemente detectados no presente estudo foram os similares à família Ancylostomatidae, seguido de ovos de *Toxocara* sp., o que sinaliza para a

contaminação por fezes humanas ou de animais em diferentes tipos de cultivos na etapa final que precede a comercialização.

Os ovos das famílias Rhabditidae, Rhabdiasidae, Strongyloididae, Ancylostomidae, Strongylidae e Trichostrongylidae são morfologicamente indistinguíveis, sendo necessário considerar os hospedeiros que circulam na região (Taylor *et al.*, 2016). Assim, optou-se por chamar de ovos similares a ancilostomatídeos pelo fato de que a região de Campina dos Pintos ser majoritariamente de cultivo, sem criação intensiva de animais de produção, ou grande porte, havendo maior circulação de canídeos e felídeos. Dentre as famílias citadas, somente parasitos das famílias Strongyloididae e Ancylostomidae são veiculados por estas espécies, sendo que, no caso da família Strongyloididae, quando liberados ovos, estes geralmente são já larvados.

Dentre os achados, a presença de ovos de *Toxocara* spp., é preocupante, visto que apesar do parasito não completar seu ciclo biológico em seres humanos, quadros clínicos graves podem ocorrer, decorrentes da larva *migrans* visceral ou ocular, especialmente para crianças em idade escolar. Há ampla variação da prevalência de toxocaríase pediátrica entre as regiões geográficas mundiais, ainda que a distribuição do *Toxocara* spp., seja global. Segundo revisão sistemática e metanálise, pode-se dizer que a prevalência no continente americano é de 31%, quando analisados os estudos de prevalência de *Toxocara* spp., em pacientes pediátricos (Abedi *et al.*, 2021).

Ressalta-se que ovos similares aos de ancilostomatídeos foram detectados tanto em hortaliças orgânicas quanto naquelas de cultivo convencional, ao passo que ovos de *Toxocara* sp., apenas em cultivo orgânico. Entretanto, para alguns protozoários, a maior taxa de contaminação foi aferida nos cultivos convencionais, onde a adição de pesticidas e agrotóxicos é comumente administrada às hortaliças, o que sinaliza que hortaliças de cultivo convencional, além de expor os consumidores a perigos químicos, não conferem maior proteção do ponto de vista parasitológico.

A presença de parasitos no cultivo orgânico pode estar relacionada ao uso de fertilizantes naturais não tratados adequadamente, como esterco, enquanto a maior positividade para *Giardia* no cultivo convencional pode refletir falhas na qualidade da água de irrigação e, para ambos os cultivos, a contaminação pode ser oriunda da presença de animais domésticos ou silvestres nas cercanias das plantações. Embora estudos indiquem considerável contaminação por helmintos nos resíduos sólidos

domiciliares (Silva *et al.*, 2020b), o sistema de compostagem pode reduzir significativamente a carga neste tipo de resíduo (Freitas *et al.*, 2020), o que demonstra a necessidade de uma boa compostagem prévia à adubação de lavouras com produção orgânica. A presença de ovos de helmintos também pode estar diretamente relacionada ao manejo de esterco animal não tratado adequadamente na compostagem.

A presença de larvas foi relativamente semelhante entre os dois tipos de cultivo, com 36,6% nas amostras orgânicas e 34,4% nas convencionais. De fato, a maior parte dos nematódeos é considerada de vida livre (Hugot; Baujard; Morand, 2001) e a contaminação pode estar mais relacionada a fatores ambientais, como umidade e manejo pós-colheita, características favoráveis à espécies de vida livre, do que ao sistema de produção em si (cultivo orgânico ou convencional). No entanto, a presença de artrópodes foi significativamente maior nas hortaliças orgânicas (85,3%) em comparação às convencionais (58,6%), o que pode refletir a menor utilização de pesticidas no cultivo orgânico, favorecendo a sobrevivência desses organismos. A presença de artrópodes em hortaliças torna-se relevante na medida em que esses organismos podem atuar como vetores mecânicos, transportando ovos ou larvas de parasitos entre superfícies e ambientes, sem participarem diretamente do ciclo biológico desses agentes (González-Ramírez *et al.*, 2022)

A circulação de parasitos na região estudada pode ser considerada frequente. Em estudo anterior conduzido de 2019 a 2020, um número similar de amostras de alface (n=80) de cultivo orgânico, produzidas na mesma localidade, porém adquiridas em feiras-livres de orgânicos da capital do Paraná, foram analisadas pela mesma técnica empregada no presente estudo para a pesquisa de helmintos (Silveira *et al.*, 2025). A contaminação por parasitos foi identificada em 16,25% das amostras, sendo ovos de ancilostomatídeos detectados em maior frequência e em ordem decrescente, *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, e *Hymenolepis nana*, frente ao achados do presente estudo, com prevalência geral de 12,85% para helmintos.

Quando comparado ao cenário de alguns estudos conduzidos de contaminação de vegetais por parasitos em outras localidades do país (Machado *et al.*, 2018; Vidigal e Landivar, 2018; Maldonade *et al.*, 2019; Nascimento *et al.*, 2020; Rocha *et al.*, 2022; Duarte *et al.*, 2023), o presente estudo demonstra menor taxa de frequência de detecção e menor variabilidade de parasitos, apesar de maior variabilidade ter sido identificada na mesma localidade anteriormente.

Contudo, no presente estudo, um diferencial importante consistiu na pesquisa de ampla gama de parasitos, incluindo os protozoários com técnicas que apresentam maior sensibilidade de detecção em vegetais como as ferramentas de biologia molecular. Um percentual expressivo de amostras (n=16/70), correspondendo a quase 23% do total analisado, apresentou contaminação por *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., ou ambos os protozoários, mediante evidencia da presença do DNA dos protozoários. A giardiose é considerada endêmica no Brasil, com alguns estados com taxas de prevalências em populações humanas acima de 30,0%, entre eles, o estado do Paraná (Coelho *et al.*, 2017).

Em adição, a contaminação por *Giardia* spp., em alimentos é considerada subnotificada no contexto mundial (Ryan *et al.*, 2019). Além disso, as populações em idade pediátrica são particularmente mais propensas à aquisição da parasitose onde os efeitos mais severos também são comumente mais observados nesse grupo populacional, com déficits importantes no desenvolvimento físico e cognitivo (Certad *et al.*, 2017), incorrendo também na má absorção de lipídeos e vitaminas lipossolúveis (Alkmim *et al.*, 2021).

Dentre as amostras que foram positivas para protozoários, 43,75% apresentaram contaminação por *Cryptosporidium* spp., o que representa uma situação preocupante, visto que o protozoário apresenta caráter oportunista (Chalmers *et al.*, 2020) podendo, em grupos populacionais mais vulneráveis ou mais expostos, como as crianças, incorrer em óbito (Kotloff *et al.*, 2013). Além disso, dentre todos os agentes etiológicos responsáveis por ocasionar gastroenterite, *Cryptosporidium* spp., ocupa a segunda posição no mundo, sendo suplantado apenas pelo rotavírus (Kotloff *et al.*, 2013, Khan, Shaik, Grigg, 2018).

Apesar da relevância dos achados, e possibilidade de realizar diversas inferências no tocante à ampla circulação de protozoários na área rural estudada, bem como de aspectos de epidemiologia ambiental acerca da criptosporidiose e giardiose, os resultados desse estudo devem ser avaliados com cautela. Poucos estudos no país se utilizam de ferramentas moleculares, especialmente a qPCR (PCR quantitativa), para a detecção de parasitos em vegetais, onde a documentação é feita mais frequentemente por microscopia óptica (Machado *et al.*, 2018; Vidigal e Landivar, 2018; Maldonade *et al.*, 2019; Nascimento *et al.*, 2020; Rocha *et al.*, 2022; Duarte *et al.*, 2023).

Ainda que técnicas sensíveis foram utilizadas no presente estudo, com dois tipos de metodologias moleculares aplicadas para a detecção de protozoários, a etapa subsequente a ser realizada a partir dos isolados de *Giardia* spp., e *Cryptosporidium* spp., o sequenciamento de DNA, poderá responder se há ou não um risco de infecção, por poder discriminar as espécies de *Cryptosporidium*, bem como confirmar as assembleias de *G. duodenalis*. Além disso, com alguns isolados sequenciados, será possível traçar a rota original de contaminação, mediante a rastreabilidade das fontes de contaminação fecal, isto é, se oriundas de humanos ou animais.

Em alguns casos do presente estudo, a microscopia óptica já fornece informações e evidências diretas de que o cultivo deve ser protegido do acesso de cães e gatos, mediante a detecção de ovos de *Toxocara* sp.

Desta forma, sugere-se que mais de uma técnica, como as aplicadas no presente estudo sejam utilizadas em conjunto para a detecção de diferentes parasitos, visto que apesar da sensibilidade de técnicas com enfoque na detecção do material genético, apenas a detecção do DNA pode limitar e representar um baixo risco de infecção, sendo necessário evidenciar os ovos, cistos e oocistos de parasitos (Ryan *et al.*, 2019).

De todo modo, considera-se que a abordagem aplicada para a detecção de protozoários foi bem sucedida, visto que a etapa de lavagem e concentração de protozoários é considerada crítica, para a etapa subsequente de amplificação de DNA (Wohlsen *et al.*, 2004, Coelho *et al.*, 2017, Chique *et al.*, 2020). A estratégia de processar réplicas (subamostras) para cada lote de vegetal, compondo 90 gramas de vegetais/amostra, permitiu a identificação de material genético de dois dos três protozoários pesquisados. Ao mesmo tempo, a menor gramagem utilizada para pesquisa de helmintos, se justifica pela necessidade de visualizar um sedimento total, que não passa por nenhum processo de purificação, onde o mesmo torna-se um pouco mais obscurecido – a depender do tipo de vegetal, sendo essa quantidade a validada e que permite a detecção de ovos de helmintos em valores acima de 50,0% em ensaios de contaminação artificial (Matosinhos *et al.*, 2016; Pineda *et al.*, 2021).

Para a pesquisa de protozoários, ensaios piloto foram realizados após o processamento dos 90g de vegetais para a detecção de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* por reação de imunofluorescência direta (RID) com anticorpos monoclonais. A leitura das amostras foi dificultada pela ampla presença de algas ou elementos de vegetais, que são rompidos naturalmente, devido ao pH da solução de

glicina ser considerado baixo (5,5) (Cook *et al.*, 2007), além de exibirem autofluorescência natural. Dessa forma, optou-se por utilizar técnicas de biologia molecular para a detecção de protozoários. Estudos futuros devem ser realizados com etapas que precedem a RID para a visualização de (oo)cistos, com etapa de separação imunomagnética, que conferem maior sensibilidade de detecção dos protozoários, removendo sujidades e facilitando a leitura da amostra, apesar de seu alto custo.

A ausência de *Toxoplasma gondii*, não detectado em nenhum cultivo de vegetal é um dado positivo, embora outros estudos moleculares tenham encontrado prevalências de até 7,1% (Ferreira *et al.*, 2018). A identificação por microscopia é limitada e incapaz de discriminar oocistos de *T. gondii*, devido à semelhança morfológica com outros apicomplexas como *Hammondia* e *Neospora* (Shapiro *et al.*, 2019). Deste modo, recomenda-se a utilização da técnica de qPCR, aplicada no presente estudo, que utiliza uma sonda específica para a detecção e quantificação do protozoário em amostras ambientais.

A distribuição dos contaminantes entre os diferentes tipos de hortaliças revela que a alface crespa, a couve manteiga e o repolho verde estão entre os vegetais com maior número de amostras positivas. Para além das práticas agrícolas e sanitárias adotadas pelo produtor, isso pode estar relacionado à estrutura desses vegetais, que favorece a retenção de partículas e organismos entre as folhas. A cebolinha e a acelga também apresentaram resultados expressivos, indicando que vegetais de menor porte ou com folhas mais finas não estão livres de riscos.

A contaminação por parasitos em verduras se torna importante à medida que vem aumentando o percentual da população vegetariana e vegana. Em 2024, 7% da população brasileira afirmou ser vegana (Datafolha, 2024).

Considera-se interessante e importante a iniciativa de produtores rurais em criar uma Cooperativa com grande aporte de produtores rurais com a finalidade exclusiva de produção para o abastecimento da merenda escolar e melhoria da nutrição de crianças, entretanto, fica clara a necessidade de implantação de melhorias na higienização dos vegetais destinados ao abastecimento de escolas, bem como de iniciativas diretamente dependentes do poder público, como a instauração de saneamento ambiental. Além disso, a adoção de boas práticas agrícolas assim como o uso de água potável na irrigação, o tratamento adequado de fertilizantes orgânicos e a higienização rigorosa dos vegetais antes do consumo podem ser considerados

pontos críticos de controle para a segurança dos alimentos e dos consumidores, notavelmente, as crianças.

Em termos de produção agrícola, é crucial monitorar a água de irrigação das hortaliças, que uma vez contaminadas podem disseminar para a produção. Neste sentido, um estudo com produtores orgânicos, justamente na área de Campina dos Pintos (onde se encontra a maioria dos produtores que compõem a cooperativa que fornece as hortaliças à alimentação escolar), detectou *Giardia* e *Cryptosporidium* em água bruta de rio que alimenta o sistema de irrigação, bem como na água de lavagem dos vegetais previamente à distribuição e comercialização (Silveira *et al.*, 2025).

Para mitigar de forma expressiva o risco de contaminação por parasitos é imprescindível a aplicação de medidas de gestão nas propriedades, o que requer treinamento abrangente aos produtores (Golomazou *et al.*, 2024). A qualidade da água de irrigação é importante para diminuir a disseminação de patógenos por meio de vegetais (Dardona *et al.*, 2023; Miasato Pimont *et al.*, 2023).

A higienização com hipoclorito de cálcio a 200 ppm por 30 minutos, seguida de lavagem em lavadora automatizada, mostrou eficácia superior a 99% na eliminação de contaminantes em estudo internacional (Hajipour *et al.*, 2021). Essa prática pode ser adotada por produtores e manipuladores de alimentos destinados à alimentação escolar. Além disso, é essencial capacitar merendeiras e demais profissionais envolvidos na manipulação das hortaliças.

No município de Rio Branco do Sul, o acesso à rede de abastecimento de água ainda é um desafio significativo na zona rural. Em 2023, apenas 4,85% da população rural era atendida pela rede, em contraste com 94,83% da população urbana (Brasil, 2025h). O percentual da população rural abastecida em Rio Branco do Sul está abaixo da média nacional, que é de 24,24% (Brasil, 2025h).

O monitoramento da qualidade e potabilidade da água de abastecimento, conforme os dados disponíveis no SISAGUA, refere-se unicamente ao sistema da área urbana de Rio Branco do Sul, abastecido pela Sanepar (Brasil, 2025e), ignorando as soluções alternativas de abastecimento de água, o que contraria a Portaria GM/MS nº 888, que indica que a água para consumo humano deve passar por controle e vigilância, incluindo capacitação, monitoramento via SISAGUA, análise de riscos e comunicação à população (Brasil, 2021a).

A escassez de dados quanto à epidemiologia ambiental e, especialmente, molecular de protozoários patogênicos em águas subterrâneas no Brasil ocorre, muito

provavelmente, devido à pequena quantidade de pessoas assistidas por cada nascente ou poço artesiano, além do alto custo de análises com técnicas vanguardistas, tais como separação imunomagnética, imunofluorescência direta e reação em cadeia da polimerase. No Brasil, estima-se que a cada 10 moradias rurais, seis estejam em privação de rede de água tratada (Instituto Trata Brasil, 2023).

Em relação às SAAA da área rural de Rio Branco do Sul, embora tenham suas perfurações realizadas pela Sanepar, a distribuição e tratamento fica a cargo do poder público municipal, que acaba focando mais na distribuição/ acesso desta água do que na qualidade, deixando de realizar a etapa de tratamento, descumprindo o artigo 24 do Anexo XX da Portaria GM/MS nº 888 (Brasil, 2021a). Esse aspecto não pode ser ignorado, uma vez que é obrigatório, após o tratamento, que haja uma concentração mínima de fluoreto entre 0,6 e 0,9 mg/L na água distribuída, para prevenção da cárie dentária (Brasil, 2017). Amostras como P3 (0,863 mg/L na primeira coleta) e P5 (0,620 e 0,661 mg/L) apresentam valores desejáveis de fluoreto. Ainda que nenhuma das amostras ultrapasse o valor máximo permitido, que é de 1,5mg/L, 21 (91,3%), as amostras possuem concentração de fluoreto abaixo do preconizado para prevenção de cáries. A variabilidade entre coletas sugere flutuações que devem ser monitoradas para evitar riscos à saúde, bem como a necessidade de fluoretação.

A contaminação da água está diretamente associada à ocorrência de surtos. Dos 2.112 surtos ocorridos no Brasil entre 2014 e 2023, cujos alimentos causadores tenham sido identificados, 609 (28,8%) foram causados pela água (Brasil, 2024). No mesmo período, 856 (12,5%) dos 6.847 surtos com local de ocorrência conhecidos, foram em escolas ou creches (Brasil, 2024). Estudos que detectaram contaminação por protozoários (Scherer *et al.*, 2022) e bactérias (Waideman *et al.*, 2020), na água de torneiras desses ambientes reforçam a importância da veiculação hídrica como fator relevante para esses surtos.

Embora apenas 1.644 dos surtos analisados entre 2014 e 2023 tenham tido o agente etiológico identificado (Brasil, 2024), há evidências de que os protozoários *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. são mais comumente detectados em surtos relacionados à água (Bourli *et al.*, 2023; Efstratiou; Ongerth; Karanis, 2017; Omarova *et al.*, 2018; Zahedi; Ryan, 2020).

Em comparação com outros estudos, os achados de prevalência na água são variados entre as pesquisas realizadas mesmo quando comparamos entre a mesma origem de água. Por exemplo, na água de poço artesiano em São José do Rio Preto,

SP, foi pesquisada a presença de oocistos de *Cryptosporidium* spp. em 60 amostras, não sendo detectados em nenhuma delas (Piranha *et al.*, 2006), enquanto em Itaquaquecetuba, oito das dez amostras de poço artesiano resultaram positivas (Gamba *et al.*, 2000). Isso pode ser influenciado tanto pela localização dos poços artesianos, que refletem as características ambientais e epidemiológicas de cada localidade, quanto pelo método de análise utilizado na pesquisa.

A ausência de contaminação por oocistos de *Toxoplasma gondii* também nas amostras de água analisadas neste estudo é um resultado positivo, pois indica uma menor probabilidade de contaminação e transmissão da toxoplasmose por estas fontes. No entanto, a não detecção nas amostras analisadas não exclui a possibilidade da presença do oocisto de *T. gondii* no ambiente. Um estudo realizado em 2015, no município de Campos dos Goytacazes-RJ, identificou soroprevalência em galinhas da região, indicando suscetibilidade da água subterrânea à contaminação por oocistos, ainda que o protozoário viável não tenha sido isolado nas amostras de água (Vieira *et al.*, 2015).

Em 2010, a Agência Americana de Proteção Ambiental (USEPA, 2010) sugeriu o uso da quantificação de esporos de aeróbios totais como indicador da potabilidade de águas subterrâneas, além dos coliformes totais, pois ambos indicam o risco relativo de contaminação por infiltração, embora o primeiro indique uma via mais longa que o segundo parâmetro, justamente por se tratar da forma esporulada, que transformará em forma vegetativa quando encontrar situação favorável. Efetivamente, Berger *et al.* (2018) sustentaram estatisticamente que a redução de esporos em águas subterrâneas pode ser usada como uma medida substituta de filtração natural com eficiência para *Cryptosporidium*.

Na atualização da norma brasileira, foi previsto monitoramento da eficiência da remoção da Estação de Tratamento de Água com a quantificação semanal de esporos de bactérias aeróbias por um ano a partir da constatação de contaminação por *E. coli* quando a média geográfica móvel dos últimos 12 meses for maior ou igual a 1.000 *E. coli*/100mL. No entanto, o padrão de potabilidade de água não prevê análises microbiológicas relacionadas a contagem de bactérias heterotróficas, presença de *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterococcus* (Brasil, 2021a), que foram pesquisadas neste estudo, tornando essas análises mais restritivas às preconizadas pela legislação vigente.

Pseudomonas aeruginosa é uma bactéria heterotrófica que geralmente indica deterioração da qualidade da água (Percival *et al.*, 2004). Os critérios microbiológicos de potabilidade da água na Argentina incluem a ausência desta espécie em 100mL de água, ou presença <1,8 NMP/100mL, conforme a metodologia de referência utilizada (Argentina, 2024). Enquanto no Brasil, a contagem de *Pseudomonas aeruginosa* é prevista somente para água engarrafada e determina que seja ausente em 250mL (Brasil, 2022c). Não obstante, sua detecção nas águas de abastecimento para consumo humano se torna importante uma vez que se trata de bactéria de caráter oportunista, resistente a diversos antimicrobianos e a espécie ainda tem potencial de fazer biofilme (Elfadadny *et al.*, 2024). A presença de biofilmes nas redes de distribuição de água representa um risco significativo, sobretudo pelo seu potencial de agregar oocistos de *Cryptosporidium* spp., os quais podem se acumular ao longo do tempo e ser liberados em massa no momento do desprendimento do biofilme (Lefebvre *et al.*, 2021; Ryan *et al.*, 2016). Das 23 amostras de água analisadas, nove (39%) apresentaram contaminação de *P. aeruginosa*. Isso demonstra a fragilidade das fontes e pode impactar na qualidade da água distribuída, uma vez que a água não é tratada e pode haver formação de biofilmes ao longo da rede de distribuição existente.

Embora a análise de *Enterococcus* seja mais comum em regulamentos de qualidade para águas recreativas, alguns países incorporam este monitoramento como indicador da contaminação fecal no controle da água potável (Austrália, 2011, Canadá, 2020, Comissão Europeia, 2020). Os dados referentes à presença de *Enterococcus* nas amostras analisadas revelam um quadro preocupante em diversas fontes, especialmente na segunda campanha de coleta (C2, TABELA 8).

É relevante notar que em algumas amostras, como P1, P2, P4, P9 e P12, os valores de *Enterococcus* foram baixos ou ausentes na primeira coleta, mas aumentaram significativamente na segunda campanha de coletas como no caso de P1 (de <1,0 para 21 NMP/mL) e P2 (de <1,0 para 435,2 NMP/mL), evidenciando uma deterioração da qualidade microbiológica. Outros exemplos críticos incluem P5 (3,1 e 416 NMP/mL), P7 (1.986,3 e 238,2 NMP/mL) e P10 (129,10 e 1.966,3 NMP/mL), ambos de poços artesianos, sugerindo que mesmo fontes teoricamente protegidas podem estar vulneráveis à infiltração de esgoto ou resíduos orgânicos.

A presença simultânea de *Enterococcus* sp., e *P. aeruginosa* em níveis elevados, bem como a presença de *Cryptosporidium* spp., na água subterrânea do P8 sugere falhas estruturais na proteção da fonte hídrica e risco potencial à saúde dos

consumidores. A presença de altos níveis de *Enterococcus* simultânea à presença de coliformes totais e *Escherichia coli* reforça o diagnóstico de contaminação fecal o que representa risco direto à saúde pública e demanda ações imediatas de controle e remediação.

De fato, trata-se de uma mina d'água protegida por uma manilha em pé com tampa de concreto, mas localizada no sopé de um morro e a uma distância de aproximadamente 30 m de uma criação de bovinos, o que favorece a contaminação por água de chuvas e enxurradas. Embora o rebanho não seja muito grande e os bovinos não estejam confinados, o potencial de contaminação da fonte é relevante. Ainda que não tenha sido encontrado oocisto de *Cryptosporidium* spp., através da reação de imunofluorescência direta, considerada o padrão ouro para identificação do protozoário em água (USEPA, 2012), o fato de ter sido encontrada a presença de DNA já se torna preocupante, uma vez que esta água não passa por filtração ou qualquer outro tratamento.

A detecção de *Escherichia coli* em algumas amostras é particularmente preocupante, pois representa contaminação fecal recente. Destaca-se a presença de contaminação pela bactéria em 43,5% das amostras, consideradas impróprias para o consumo humano (Brasil, 2022c). A amostra do P8, oriunda de mina d'água, apresentou 151,5 NMP/mL na primeira coleta, evidenciando risco sanitário elevado. Outras amostras com presença significativa incluem P5, P6, P7 e P10, sendo P6 proveniente de mina d'água e as demais, de poços artesianos, o que sugere vulnerabilidade desses sistemas à infiltração de contaminantes.

O índice Simplate – CBH, que estima a carga bacteriana total, também revelou valores expressivos. Nos Estados Unidos, faz-se a contagem de bactérias heterotróficas para medir a quantidade de bactérias comuns na água, indicando o quão controlado está o sistema de abastecimento de água (EPA, 2025). O ideal é que tenha uma contagem menor que 500/mL. Neste estudo, não é possível afirmar exatamente quantas amostras encontram-se dentro deste padrão devido a uma limitação do kit utilizado para esta contagem de bactérias heterotróficas, que fornece contagens de até 73,8 MPN/mL (IDEXX, 2024). Ou seja, podem existir valores que cheguem acima de 500NMP/1mL, porém o resultado irá descrever somente >73,8 NMP/mL.

Neste contexto, 13 (56,5%) das 23 amostras analisadas resultaram na contagem máxima do kit, o que não significa necessariamente que estejam acima do

padrão preconizado. Amostras como P5, P6, P7, P8 e P10 apresentaram valores superiores a 73,8 NMP/mL em ambas as coletas, indicando intensa atividade microbiológica, o que foi confirmado nas análises de coliformes totais e *Enterococcus*, que apresentaram altas contagens, bem como nas análises de *E. coli* e *P. aeruginosa*, que apesar de apresentar contagem menor em relação às demais, também foram positivas. A persistência desses níveis sugere que as fontes estão sujeitas a contaminação ambiental constante, possivelmente por escoamento superficial ou ausência de vedação adequada.

A discrepância entre os resultados das campanhas de coletas, especialmente em amostras como P2, P9 e P10, que inicialmente apresentaram água potável, evidencia a instabilidade da qualidade hídrica e a necessidade de vigilância constante.

Ao comparar os tipos de abastecimento, observa-se que tanto poços artesianos quanto minas d'água apresentaram amostras com contaminação microbiológica significativa. No entanto, as minas d'água (P3, P6, P8, P12), tendem a apresentar maior variabilidade e picos extremos nos parâmetros microbiológicos. Isso pode estar relacionado à maior exposição superficial e menor proteção geológica, o que reforça a necessidade de medidas de proteção física e monitoramento contínuo.

É crucial discutir a importância da cloração da água para controlar vírus e bactérias, bem como iniciar rotineiramente a etapa de desinfecção. Ainda assim, a filtração é fundamental para a remoção de protozoários. Para este fim, a filtração com areia associada a ZVI (*Zero Valent Iron*) parece ser promissora (Yeager *et al.*, 2024). Apesar disso, não há evidências de sua eficácia na eliminação de bactérias, o que reforça a necessidade de tratamento após a filtração da água, caso este método seja adotado.

Para além da presença de microrganismos com potencial de infecção na água, é fundamental monitorar bactérias patogênicas multirresistentes, especialmente aquelas que abrigam genes de resistência a antibióticos. Estudos recentes identificaram gêneros como *Acinetobacter*, *Leptothrix*, *Escherichia* e *Mycobacterium* como principais hospedeiros desses genes, com destaque para cepas clinicamente relevantes como *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa* (Chen *et al.*, 2025). A transferência horizontal de genes e a composição das comunidades microbianas têm papel decisivo na disseminação dos genes de resistência a antibióticos em fontes de água potável, inclusive tratada (Chen *et al.*, 2025). A presença de elementos genéticos móveis e perfis de multirresistência em bactérias

heterotróficas e fecais, resistentes a classes como β -lactâmicos, macrolídeos e sulfonamidas, reforça a necessidade de vigilância microbiológica contínua (Federigi *et al.*, 2024). Em Foz do Iguaçu-PR, foi observada detecção frequente de bactérias multirresistentes tanto em água bruta quanto em água tratada e na saída da torneira de escolas municipais de educação infantil, com destaque para *Pseudomonas aeruginosa*, seguida por *Escherichia coli* e *Enterococcus* spp., representando uma ameaça significativa tanto para a população autóctone quanto para visitantes (Scherer *et al.*, 2022). Em outro estudo, conduzido em 45 escolas estaduais de Curitiba-PR, revelou que 35,5% das instituições não atendiam aos padrões de potabilidade da água. Embora *Escherichia coli* não tenha sido detectada, 6,6% das amostras mostraram presença de *Enterococcus*, utilizados como indicadores complementares de contaminação fecal. As cepas isoladas demonstraram resistência a seis dos nove antibióticos testados, com sensibilidade intermediária à estreptomicina (Waideman *et al.*, 2020). Esses achados evidenciam o papel potencial da água como via ambiental na propagação da resistência antimicrobiana, com implicações diretas para a saúde pública.

Dada a vasta extensão territorial do país, caracterizada por distintos níveis de umidade relativa, precipitação anual e temperatura, torna-se inviável generalizar os achados para todas as regiões. Dessa forma, é necessária a realização de estudos adicionais que permitam compreender com maior precisão o cenário de contaminação da água de abastecimento e das hortaliças destinadas à alimentação escolar, especialmente quanto à presença de parasitos, onde os dados são mais escassos ou a pesquisa, na maior parte dos estados do país, ainda é incipiente. Nesse contexto, destaca-se a atuação da Rede Brasileira de Parasitoses Intestinais (REBRAPI), criada no corrente ano, com o objetivo de promover a união de pesquisadores, profissionais da saúde e público em geral interessados no tema. Além disso, outras metas da criação da rede são a facilitação do intercâmbio de conhecimento, bem como promover a visibilidade das parasitoses intestinais e atuar para a erradicação das principais parasitoses intestinais de relevância no Brasil (Rede Brasileira de Parasitoses Intestinais, 2025). Destaca-se que através da atuação de profissionais que trabalham na rede, foi incluída na Portaria SAES/MS N° 2.812, de 10 de junho de 2025, procedimentos relativos a Atividades Educativas em Vigilância em Saúde, com a finalidade de prevenção e controle de helmintoses intestinais em escolas (Brasil, 2025i). Neste contexto, os resultados desse estudo se enquadram nas lacunas do

conhecimento e nos ideais da REBRAPI, onde a troca de saberes e a divulgação científica dos resultados dessa pesquisa poderão ser discutidos na rede.

Análises de risco são necessárias para avaliar a probabilidade e as consequências de infecções parasitárias. A condução de análises de risco é essencial para avaliar tanto a probabilidade quanto as consequências de infecções parasitárias.

Uma abordagem ainda a ser explorada em Rio Branco do Sul, seria a realização de exames coproparasitológicos abrangentes na população rural, especialmente em crianças em idade escolar, com o objetivo de avaliar a situação epidemiológica local em relação aos achados obtidos nas análises ambientais realizadas.

O manual “Colaboração entre o setor de água, saneamento e higiene (water, sanitation and hygiene – WASH) e o setor da saúde: guia prático para programas de doenças tropicais negligenciadas” elaborado pela OMS pode auxiliar a Prefeitura Municipal de Rio Branco do Sul no desenvolvimento de programas que implementem as políticas públicas de SAN e de segurança hídrica voltadas a eliminar as doenças tropicais negligenciadas (Organização Pan-Americana Da Saúde, 2024). É indicada a melhoria no saneamento básico doméstico, com uso de banheiros e descarte seguro de fezes de crianças, o tratamento da água distribuída à população (tanto urbana quanto rural), higiene alimentar e higiene pessoal.

A realização da cloração ainda é apontada como o sistema de desinfecção mais eficiente e acessível (Obayomi *et al.*, 2024), porém não elimina cistos e oocistos de protozoários. Assim, principalmente no caso das minas d’água, se faz necessária uma ação adicional para garantir a potabilidade da água distribuída na área rural de Rio Branco do Sul. A filtração lenta parece ser uma opção com bom custo/benefício.

Um estudo de 2012 propôs a utilização de estações de filtração lenta para tratamento de água de pequenas comunidades rurais (Nascimento; Pelegrini; Brito, 2012), empregando brita, areia e mantas sintéticas não tecidas com gramatura de 400g/m². Para analisar sua eficiência, foi construído um filtro lento em escala laboratorial, o qual se mostrou efetivo para os parâmetros analisados, com uma taxa de filtração de 3m³/m²*dia. Considerando que o consumo médio *per capita* em Rio Branco do Sul é de 133,22 L/habitante/dia (Brasil, 2025h), um filtro semelhante conseguiria abastecer 22 pessoas por dia. Este estudo, no entanto, não pesquisou a efetividade da remoção de cistos e oocistos de protozoários.

Em estudo mais recente, Torres *et al.* (2025) propõem a construção de uma estação de tratamento de água que se inicie com um ionizador de cobre, seguido de filtração lenta e, posteriormente, de filtração com radiação ultravioleta, empregando equipamentos comumente utilizados para o tratamento de água de piscinas. A ideia parece promissora, embora ainda falte um estudo mais completo da viabilidade para comunidades em área rural, considerando os custos de construção e manutenção da estação de tratamento.

Como etapa final deste estudo, realizou-se uma reunião com os representantes da Prefeitura Municipal de Rio Branco do Sul, na qual foram apresentados os resultados da pesquisa (APÊNDICE 1) acompanhados de recomendações de medidas a serem adotadas com o objetivo de mitigar o risco de surtos e infecções parasitárias na população atendida, mediante elaboração de dois folders, um direcionado às merendeiras e outro para os produtores rurais (APÊNDICES 2 e 3).

Será solicitada a inclusão dos resultados deste estudo no Vigiágua, Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, que é coordenado pelo Ministério da Saúde, e monitora continuamente a água distribuída no Brasil para garantir que esteja em quantidade suficiente e dentro dos padrões de potabilidade (Brasil, 2025j). O propósito, é de ampliar a transparência sobre a qualidade da água distribuída na área rural de Rio Branco do Sul, e apoiar a população na adoção de medidas de prevenção e controle de riscos sanitários. Enquanto o poder público se mobiliza para instalar sistemas de tratamento nas SAAA, recomenda-se que a população rural, incluindo escolas, utilize filtros domésticos e realize a fervura da água destinada ao consumo.

7 CONCLUSÕES.

1. A análise de águas subterrâneas e hortaliças destinadas à alimentação infantil, para o consumo da população autóctone e comercializadas para outras regiões do estado do Paraná, pode representar um risco de aquisição de parasitoses visto que são ingeridas cruas ou sem tratamento padronizado de água, demonstrando a necessidade de implementação de estratégias integradas de intervenção em saúde pública. Nesse sentido, torna-se imprescindível a adoção de programas de educação em saúde, bem como de boas práticas agrícolas de produtores vinculados à Cooperativa, além de profissionais responsáveis pela manipulação de alimentos em ambientes escolares. Paralelamente, a adoção de práticas rigorosas de higienização das hortaliças deve ser sistematicamente incentivada, de modo a reduzir a probabilidade de ocorrência de parasitoses de maior gravidade, cuja repercussão sobre a saúde infantil pode comprometer o desenvolvimento físico e cognitivo dessa população.

2. A avaliação da qualidade sanitária das Soluções Alternativas de Abastecimento de Água (SAAA) investigadas revelou que, em grande parte, não atendem aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, configurando um relevante risco à saúde coletiva. A elevada incidência de indicadores de contaminação fecal evidencia a necessidade de medidas imediatas por parte das autoridades competentes, incluindo a proteção física das fontes e a adoção de processos adequados de tratamento e desinfecção da água destinada ao consumo. Paralelamente, torna-se fundamental promover ações educativas voltadas à comunidade, com ênfase na conscientização acerca dos perigos associados ao uso de água contaminada e na difusão de práticas seguras de manejo, como a fervura antes da ingestão.

3. A manutenção contínua do monitoramento dessas fontes é indispensável para fornecer subsídios técnicos à formulação de políticas públicas eficazes, capazes de assegurar o direito à água potável e segura às populações rurais de Rio Branco do Sul, bem como de outras localidades brasileiras que enfrentam condições semelhantes de vulnerabilidade.

4. A elaboração de materiais didáticos como folderes produzidos no presente estudo, direcionados aos dois tipos de público-alvo (manipuladores de alimentos e produtores rurais), bem como o esclarecimento e discussão dos resultados junto aos

representantes da Secretaria Municipal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do município pode atuar como fator relevante para diminuição dos riscos de contaminação microbiológica e parasitológica da água e vegetais da região, caso as medidas de manejo discutidas sejam adotadas, juntamente aos aspectos trabalhados de educação em saúde.

REFERÊNCIAS

- Abedi, B.; Akbari, M.; Khodashenas, S.; Tabibzadeh, A. *et al.* The global prevalence of *Toxocara* spp. in pediatrics: a systematic review and meta-analysis. **Clinical and Experimental Pediatrics**, 64, n. 11, p. 575-581, 2021.
- Abuzeid, A. M. I.; Zhou, X.; Huang, Y.; Li, G. Twenty-five-year research progress in hookworm excretory/secretory products. **Parasites & Vectors**, 13, n. 1, 2020.
- Alexander, K. C. L.; Amy, A. M. L.; Alex, H. C. W.; Consolato, M. S. *et al.* Giardiasis: An Overview. **Recent Patents on Inflammation & Allergy Drug Discovery**, 13, n. 2, p. 134-143, 2019.
- Alkmim, A. C. M. A., Talma, F. T. G., Trajano, P.L.B. *et al.* Giardiase: epidemiologia, manifestações clínicas e diagnóstico. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR*, v. 36, n. 1, p. 101-105, set./nov. 2021.
- Almeria, S.; Dubey, J. P. Foodborne transmission of *Toxoplasma gondii* infection in the last decade. An overview. **Res Vet Sci**, 135, p. 371-385, Mar 2021.
- Alsaady, I. M. *Cryptosporidium* and irritable bowel syndrome. **Tropical Parasitology**, 14, n. 1, 2024.
- ANA. Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. Resolução ANA nº 192, de 8 de maio de 2024. Aprova a Norma de Referência nº 8/2024, que dispõe sobre metas progressivas de universalização de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, indicadores de acesso e sistema de avaliação.
- APHA/AWWA/WEF 2017 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th edn. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.
- APHA, 2024a – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods Committee *et al.* 2130 turbidity. In: STANDARD Methods For the Examination of Water and Wastewater. 24th edn. APHA Press Washington, DC, USA: 2024.
- APHA, 2024b – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods Committee *et al.* 4500-f– fluoride. In: STANDARD Methods For the Examination of Water and Wastewater. 24th edn. APHA Press Washington, DC, USA: 2024.
- Argentina. **Código Alimentario Argentino. Capítulo XII: bebidas hídricas, agua y agua gasificada, 2024.** Disponível em: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_xii_aguas_atualiz_2024-04.pdf Acesso em: 14 out. 2025.
- Arrighi, F.; Granese, A.; Chimenti, P.; Guglielmi, P. Novel therapeutic opportunities for *Toxoplasma gondii*, *Trichomonas vaginalis*, and *Giardia intestinalis* infections. **Expert Opinion on Therapeutic Patents**, 33, n. 3, p. 211-245, 2023/03/04 2023.

Australia, NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH COUNCIL (NHMRC). **Australian Drinking Water Guidelines. Part 5: Microorganisms: Microbial indicators: Intestinal enterococci, 2011.** Disponível em: <https://guidelines.nhmrc.gov.au/australian-drinking-water-guidelines/part-5/microorganisms/microbial-indicators/intestinal-enterococci> Acesso em: 15 out. 2025.

Badri, M.; Olfatifar, M.; Karim, M. R.; Modirian, E. *et al.* Global prevalence of intestinal protozoan contamination in vegetables and fruits: A systematic review and meta-analysis. **Food Control**, 133, p. 108656, 2022/03/01/ 2022.

Barbosa, A. D.; Egan, S.; Feng, Y.; Xiao, L. *et al.* *Cryptosporidium* and *Giardia* in cats and dogs: What is the real zoonotic risk? **Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases**, 4, p. 100158, 2023/01/01/ 2023.

Bartelt, L. A.; Platts-Mills, J. A. *Giardia*: a pathogen or commensal for children in high-prevalence settings? **Current Opinion in Infectious Diseases**, 29, n. 5, p. 502-507, 2016.

Bartosova, B.; Koudela, B.; Slana, I. Detection of *Cyclospora cayentanensis*, *Echinococcus multilocularis*, *Toxocara* spp. and microsporidia in fresh produce using molecular methods: – A review. **Food and Waterborne Parasitology**, 23, p. e00124, 2021/06/01/ 2021.

Belaz, S.; Gangneux, J. P.; Dupretz, P.; Guiguen, C. *et al.* A 10-year retrospective comparison of two target sequences, REP-529 and B1, for *Toxoplasma gondii* detection by quantitative PCR. **J Clin Microbiol**, 53, n. 4, p. 1294-1300, Apr 2015.

Berger, P.; Messner, M.; Crosby, J.; Renwick, D. *et al.* On the use of total aerobic spore bacteria to make treatment decisions due to *Cryptosporidium* risk at public water system wells. **International Journal Of Hygiene And Environmental Health**, 221, n. 4, p. 704-711, 2018-05-01 2018.

Bezerra, M. S.; Jacob, M. C. M.; Ferreira, M. A. F.; Vale, D. *et al.* Insegurança alimentar e nutricional no Brasil e sua correlação com indicadores de vulnerabilidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25, 2020.

Bourli, P.; Eslahi, A. V.; Tzoraki, O.; Karanis, P. Waterborne transmission of protozoan parasites: a review of worldwide outbreaks – an update 2017–2022. **Journal of Water and Health**, 21, n. 10, p. 1421-1447, 2023.

Bourée, P. Parasitoses intestinales infantiles. **Journal de Pédiatrie et de Puériculture**, 26, n. 5, p. 268-278, 2013/10/01/ 2013.

Brasil, Câmara dos Deputados. Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. São Paulo: Saraiva; 1988.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Decreto nº 591 de 06 de julho de 1992. Atos Internacionais. Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais. Promulgação.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Decreto nº 807 de 22 de abril de 1993. Institui o Conselho Nacional de Segurança Alimentar CONSEA e dá outras providências.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 8913 de 12 de julho de 1994. Dispõe sobre a municipalização da merenda escolar.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Decreto nº 1366 de 12 de janeiro de 1995. Dispõe sobre o Programa Comunidade Solidária e dá outras providências.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, Brasília, Distrito Federal, Brasil

Brasil. Medida Provisória n.º 1.979-19 de 02 de junho de 2000. Dispõe sobre o repasse de recursos financeiros do Programa Nacional de Alimentação Escolar, institui o Programa Dinheiro Direto na Escola, e dá outras providências.

Brasil, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Resolução CD/FNDE nº 38 de 23 de agosto de 2004. Estabelece critérios para execução do PNAE.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o “regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural”.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 11.346 de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL, 2009a, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Resolução CD/FNDE nº 38 de 16 de julho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

Brasil, 2009b. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 11947 de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 12.864, de 24 de setembro de 2013. Altera o caput do art. 3º da Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, incluindo a atividade física como fator determinante e condicionante da saúde.

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Política e plano municipal de saneamento básico: convênio Funasa/Assemae -Funasa / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 2. ed. –Brasília:Funasa, 2014.

Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 204 de 17 de fevereiro de 2016. *Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências.* Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 out. 2017. Anexo XXI.

Brasil, Presidência da República, Secretaria-Geral. Medida Provisória nº 870 de 01 de janeiro de 2019. Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios.

Brasil. Presidência da República. Secretaria Geral. Lei 14.026 de 15 de Julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Brasil, 2021a. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade

Brasil, 2021b. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Imunizações e Doenças Transmissíveis. *Vigilância epidemiológica das doenças de transmissão hídrica e alimentar : manual de treinamento* / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. – Brasília : Ministério da Saúde, 2021. 196 p.

Brasil, 2022a. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº724, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação.

Brasil, 2022b. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº623, de 9 de março de 2022. Dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade.

Brasil, 2022c. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN nº161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos.

Brasil, 2022d. Ministério da Saúde. **Como escolher, higienizar e armazenar frutas, verduras e legumes.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-que-ro-me-alimentar-melhor/noticias/2022/como-escolher-higienizar-e-armazenar-frutas-verduras-e-legumes>. Acesso em: 11/11/2025

Brasil, 2024. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. Informe – 2024. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/situacao-epidemiologica/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2024.pdf> Acesso em 08 dez. 2024.

Brasil, 2025a. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº6374, de 18 de março de 2025. Altera o Anexo 1 do Anexo V da Portaria de Consolidação GM/MS nº 4, de 28 de setembro 2017, para incluir a esporotricose humana na Lista Nacional de Notificação Compulsória de Doenças, Agravos e Eventos de Saúde Pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional.

Brasil, 2025b. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Siságua. Brasília: Ministério da Saúde, 2025. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/sisagua-populacao-abastecida>. Acesso em: 07/09/2025.

Brasil, 2025c. Senado Federal. Senado insere na Constituição o direito ao saneamento básico. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2025/04/08/senado-insere-na-constituicao-o-direito-ao-saneamento-basico>. Acesso em: 17 set. 2025.

Brasil, 2025d. Câmara dos Deputados. PEC 20/2025 (Fase 1 - CD) (Nº Anterior: PEC 2/2016). Brasília, 2025. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2503919> Acesso em: 17 set. 2025.

Brasil, 2025e. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Dados abertos. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/busca?termo=sisagua>. Acesso em: 17 set. 2025.

Brasil, 2025f. **Ministério da Saúde. Situação Epidemiológica.** Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dda/situacao-epidemiologica> Acesso em: 17 out. 2025.

Brasil, 2025g. Ministério da Saúde. DATASUS - Mortalidade desde 1996 pela CID-10. [s.d.]. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/mortalidade-desde-1996-pela-cid-10>. Acesso em: 15 set. 2025.

Brasil, 2025h. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Painel de Indicadores – módulo água. Disponível em: <https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/dashboard?modulo=agua>. Acesso em: 17 set. 2025.

Brasil, 2025i. Ministério Da Saúde. Portaria SAES/MS Nº 2.812, de 10 de junho de 2025. Inclui, na Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais do SUS, procedimentos relativos à Atividades Educativas em Vigilância em Saúde. Disponível em: <https://www.mtdsistemas.com.br/suporte/publico/portarias/281210062025.pdf> Acesso em: 14 nov. 2025.

Brasil, 2025j. Ministério da Saúde. Vigiaqua (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano). Brasília, DF: Ministério da Saúde. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidiqi/demas/situacao-de-saude/vigiaqua> Acesso em: 12 nov 2025.

Breternitz, B. S.; Dropa, M.; Martone-Rocha, S.; Ferraro, P. S. P. *et al.* Safe drinking water: to what extent are shallow wells reliable? **Journal of Water and Health**, 22, n. 11, p. 2184-2193, 2024-11-01 2024.

Brooker, S.; Bethony, J.; Hotez, P. J. Human Hookworm Infection in the 21st Century. *In: Elsevier*, 2004. p. 197-288.

Brooker, S.; Hotez, P. J.; Bundy, D. A. P. Hookworm-Related Anaemia among Pregnant Women: A Systematic Review. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 2, n. 9, p. e291, 2008.

Brouwer, A. F.; Masters, N. B.; Eisenberg, J. N. S. Quantitative Microbial Risk Assessment and Infectious Disease Transmission Modeling of Waterborne Enteric Pathogens. **Current Environmental Health Reports**, 5, n. 2, p. 293-304, 2018/06/01 2018.

Budu-Amoako, E.; Greenwood, S. J.; Dixon, B. R.; Barkema, H. W. *et al.* Foodborne Illness Associated with *Cryptosporidium* and *Giardia* from Livestock. **Journal of Food Protection**, 74, n. 11, p. 1944-1955, 2011/11/01/ 2011.

Buss, P. M.; Pellegrini Filho, A. A saúde e seus determinantes sociais. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, 17, 2007.

Cacciò, S. M.; Lalle, M.; Svärd, S. G. Host specificity in the *Giardia duodenalis* species complex. **Infection, Genetics and Evolution**, 66, p. 335-345, 2018/12/01/ 2018.

Cacciò, S. M.; Ryan, U. Molecular epidemiology of giardiasis. **Molecular and Biochemical Parasitology**, 160, n. 2, p. 75-80, 2008/08/01/ 2008.

Cai, W.; Ryan, U.; Xiao, L.; Feng, Y. Zoonotic giardiasis: an update. **Parasitology Research**, 120, n. 12, p. 4199-4218, 2021.

Canada. Health Canada. **Guidance on the Use of Enterococci as an Indicator in Canadian Drinking Water Supplies**. Ottawa: Health Canada, 2020. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidance-use-enterococci-indicator-canadian-drinking-water-supplies.html> Acesso em: 14 out. 2025.

Castro, J. **Geografia da Fome**. Rio de Janeiro: Edições Antares, 1984. 348 p.

CDC. U.S. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, Division of Parasitic Diseases and Malaria. Toxocariasis. 2019. Disponível em: <https://www.cdc.gov/dpdx/toxocariasis/index.html> Acesso em: 14 dez. 2024.

CDC. U.S. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, Division of Parasitic Diseases and Malaria. Cryptosporidiosis, 2024 Disponível em: <https://www.cdc.gov/dpdx/cryptosporidiosis/index.html?form=MG0AV3> Acesso em: 12 jan. 2025.

CDC. U.S. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, Division of Parasitic Diseases and Malaria. Hookworm (Intestinal). Disponível em: <https://www.cdc.gov/dpdx/hookworm/index.html> Acesso em: 15 set. 2025.

Certad, G.; Viscogliosi, E.; Chabé, M.; Cacciò, S. M. Pathogenic Mechanisms of *Cryptosporidium* and *Giardia*. **Trends in Parasitology**, 33, n. 7, p. 561-576, 2017/07/01/ 2017.

Chalmers, R. M.; Robertson, L. J.; Dorny, P.; Jordan, S. *et al.* Parasite detection in food: Current status and future needs for validation. **Trends in Food Science & Technology**, 99, p. 337-350, 2020/05/01/ 2020.

Chapman, P. R.; Giacomini, P.; Loukas, A.; McCarthy, J. S. Experimental human hookworm infection: a narrative historical review. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, 15, n. 12, p. e0009908, 2021.

Chen, J.; Lin, Y.; Guo, Y.; Zhang, Y. *et al.* Metagenomic insights of antibiotic resistome in drinking water sources: Priority monitoring of high-risk ARGs and multidrug-resistant pathogens. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, 13, n. 5, p. 117912, 2025/10/01/ 2025.

Chique, C.; Hynds, P. D.; Andrade, L.; Burke, L. *et al.* *Cryptosporidium* spp. in groundwater supplies intended for human consumption – A descriptive review of global prevalence, risk factors and knowledge gaps. **Water Research**, 176, p. 115726, 2020/06/01/ 2020.

Chávez-Ruvalcaba, F.; Chávez-Ruvalcaba, M. I.; Moran Santibañez, K.; Muñoz-Carrillo, J. L. *et al.* Foodborne Parasitic Diseases in the Neotropics – a review. **Helminthologia**, 58, n. 2, p. 119-133, 2021.

Clements, A. C. A.; Addis Alene, K. Global distribution of human hookworm species and differences in their morbidity effects: a systematic review. **The Lancet Microbe**, 3, n. 1, p. e72-e79, 2022.

Coelho, C. H.; Durigan, M.; Leal, D. A. G.; Schneider, A. D. B. *et al.* Giardiasis as a neglected disease in Brazil: Systematic review of 20 years of publications. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, 11, n. 10, p. e0006005, 2017.

Comissão europeia. **Diretiva UE 2020/2184 do Parlamento Europeu e do Conselho**, de 16 de dezembro de 2020, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano (reformulação). Jornal Oficial da União Europeia, L 435, 23 dez. 2020. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32020L2184> Acesso em: 26 set. 2025.

Cook, N.; Nichols, R. A.; Wilkinson, N.; Paton, C. A. *et al.* Development of a method for detection of *Giardia duodenalis* cysts on lettuce and for simultaneous analysis of salad products for the presence of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts. **Appl Environ Microbiol**, 73, n. 22, p. 7388-7391, Nov 2007.

Corrêa, A. M. S. Insegurança alimentar medida a partir da percepção das pessoas. **Estudos Avançados**, 21, 2007.

Cristiane Pinto, K.; De Souza Lauretto, M.; Navarro González, M. I. J.; Sato, M. I. Z. *et al.* Assessment of health risks from recreational exposure to *Giardia* and *Cryptosporidium* in coastal bathing waters. **Environmental Science and Pollution Research**, 27, n. 18, p. 23129-23140, 2020.

Dardona, Z.; Amane, M.; Dardona, A.; Albayoumi, M. *et al.* Nutritional Significance and Parasitic Contamination of Vegetables: A Comprehensive Review. **European Journal of Nutrition & Food Safety**, 15, n. 11, p. 9-29, 10/27 2023.

Datafolha. **Veganos**. [S.l.: s.n.], 2024. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1STJ9zEY3M-8nl8GaCZVsrkMtUlxavSJz/view>. Acesso em: 24 out. 2025.

DDA Brasil. **Monitoramento das DDA: 2 - Monitoramento Brasil 2025** [conjunto de dados]. Tableau Public. Disponível em: <https://public.tableau.com/app/profile/dda.brasil/viz/MonitoramentodasDDA/2-MonitoramentoBrasil2025> Acesso em: 18 out. 2025.

De Moura, L.; Bahia-Oliveira, L. M. G.; Wada, M.; Jones, J. *et al.* Waterborne Toxoplasmosis, Brazil, from Field to Gene. **Emerging Infectious Disease journal**, 12, n. 2, p. 326, 2006.

Dixon, B. R. Parasitic illnesses associated with the consumption of fresh produce — an emerging issue in developed countries. **Current Opinion in Food Science**, 8, p. 104-109, 2016/04/01/ 2016.

Dixon, B. R. Giardia duodenalis in humans and animals – Transmission and disease. **Research in Veterinary Science**, 135, p. 283-289, 2021/03/01/ 2021.

Duarte, G.; Gonzaga, E.; Mota, E.; Aguiar, E. *et al.* Contaminação por enteroparasitas em hortaliças comercializadas nas feiras livres da cidade de Santarém, Pará, Brasil. **Conjecturas**, 23, p. 209-218, 02/06 2023.

Dubey, J. P.; Cerqueira-Cézar, C. K.; Murata, F. H. A.; Kwok, O. C. H. *et al.* All about toxoplasmosis in cats: the last decade. **Veterinary Parasitology**, 283, p. 109145, 2020/07/01/ 2020.

Dubey, J. P.; Lago, E. G.; Gennari, S. M.; Su, C. *et al.* Toxoplasmosis in humans and animals in Brazil: high prevalence, high burden of disease, and epidemiology. **Parasitology**, 139, n. 11, p. 1375-1424, 2012.

Efstratiou, A.; Ongerth, J. E.; Karanis, P. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2011–2016. **Water Research**, 114, p. 14-22, 2017/05/01/ 2017.

Egan, S.; Barbosa, A. D.; Feng, Y.; Xiao, L. *et al.* Rabbits as reservoirs: An updated perspective of the zoonotic risk from *Cryptosporidium* and *Giardia*. **Veterinary Parasitology**, 327, p. 110151, 2024/04/01/ 2024.

Einarsson, E.; Ma'ayeh, S.; Svärd, S. G. An up-date on *Giardia* and giardiasis. **Current Opinion in Microbiology**, 34, p. 47-52, 2016/12/01/ 2016.

Elfadadny, A.; Ragab, R. F.; Alharbi, M.; Badshah, F. *et al.* Antimicrobial resistance of *Pseudomonas aeruginosa*: navigating clinical impacts, current resistance trends, and innovations in breaking therapies. **Frontiers in Microbiology**, 15, 2024-04-05 2024.

English, E. D.; Guérin, A.; Tandel, J.; Striepen, B. Live imaging of the *Cryptosporidium parvum* life cycle reveals direct development of male and female gametes from type I meronts. **PLOS Biology**, 20, n. 4, p. e3001604, 2022.

EPA – United States Environmental Protection Agency. **National Primary Drinking Water Regulations**. Disponível em: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations#three>. Acesso em: 12 out. 2025.

Eslahi, A. V.; Olfatifar, M.; Karim, M. R.; Abuodeh, R. *et al.* Global incidence of helminthic contamination of vegetables, cucurbits and fruits: A systematic review and meta-analysis. **Food Control**, 133, p. 108582, 2022/03/01/ 2022.

Estatística, I. B. G. E. Indicador 3-9-2: Taxa de mortalidade atribuída a fontes de água inseguras, saneamento inseguro e falta de higiene. 2023.

Fakhri, Y.; Gasser, R. B.; Rostami, A.; Fan, C. K. *et al.* *Toxocara* eggs in public places worldwide - A systematic review and meta-analysis. **Environmental Pollution**, 242, p. 1467-1475, 2018/11/01/ 2018.

Fantinatti, M.; Bello, A. R.; Fernandes, O.; Da-Cruz, A. M. Identification of *Giardia lamblia* Assemblage E in Humans Points to a New Anthrozoönotic Cycle. **Journal of Infectious Diseases**, 214, n. 8, p. 1256-1259, 2016.

Fantinatti, M.; Gonçalves-Pinto, M.; Lopes-Oliveira, L. A. P.; Da-Cruz, A. M. Epidemiology of *Giardia duodenalis* assemblages in Brazil: there is still a long way to go. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 115, 2020.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP *et al.* The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. 2024.

Federigi, I.; Bonetta, S.; Tesauro, M.; De Giglio, O. *et al.* A systematic scoping review of antibiotic-resistance in drinking tap water. **Environmental Research**, 263, p. 120075, 2024/12/15/ 2024.

Ferreira Da Silva, A.; Luchesi, A.; Petris, A.; De Souza Almeida, A. M. *et al.* Brasília Letter: Proposal for Toxoplasmosis Control in Brazil with a Multidisciplinary Approach and a Pan-American Cooperation Perspective. **Arquivos de Ciências da Saúde**, 31, n. 01, p. 1-7, 2025-01-31 2025.

Ferreira, F. P.; Caldart, E. T.; Freire, R. L.; Mitsuka-Breganó, R. *et al.* The effect of water source and soil supplementation on parasite contamination in organic vegetable gardens. **Rev Bras Parasitol Vet**, 27, n. 3, p. 327-337, Jul-Sep 2018.

Fiorvanti, M. I. A.; Pereira, P. H. L.; Marciano, M. A. M.; Sanches, V. L. *et al.* Monitoramento e avaliação da qualidade da água de solução alternativa coletiva de abastecimento de escolas públicas do município de Itatiba, SP. **Vigilância Sanitária em Debate**, 8, n. 2, p. 122-133, 2020.

Forsythe, S. J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013 607p.

Franco, R. M. B.; Rocha-Eberhardt, R.; Cantusio Neto, R. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in raw water from the Atibaia river,

Campinas, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 43, 2001.

Freitas, A. F.; Leite, V. D.; Silva, M. M. P. D.; Gomes, R. B. *et al.* Tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos gerados em condomínio vertical como alternativa sustentável. **Research, Society and Development**, 9, n. 10, p. e8469109168, 2020-10-21 2020.

Fujiwara, Ricardo Toshio. Ancylostomatidae. In: NEVES, D. P. **Parasitologia humana**. 13. ed. São Paulo: Atheneu, 2016. p. 303-308.

Gabriël, S.; Dorny, P.; Saelens, G.; Dermauw, V. Foodborne Parasites and Their Complex Life Cycles Challenging Food Safety in Different Food Chains. **Foods**, v.12, n. 1, 2023 DOI: 10.3390/foods12010142.

Gamba, R. D.; Ciapina, E. M.; Espíndola, R. S.; Pacheco, A. *et al.* Detection of *Cryptosporidium* sp. oocysts in groundwater for human consumption in Itaquaquecetuba city, S. Paulo-Brazil. **Braz. J. Microbiol.**, 31, n. 2, p. 151, 2000.

GIS Cloud. GIS Cloud platform. GIS Cloud Company, 2025. 1. *software online* disponível em: giscloud.com

Golomazou, E.; Mamedova, S.; Eslahi, A. V.; Karanis, P. *Cryptosporidium* and agriculture: A review. **Science of The Total Environment**, 916, p. 170057, 2024/03/15/ 2024.

González-Ramírez, L. C.; Robalino-Flores, X.; De La Torre, E.; Parra-Mayorga, P. *et al.* Influence of Environmental Pollution and Living Conditions on Parasite Transmission among Indigenous Ecuadorians. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.19, n. 11, 2022 DOI: 10.3390/ijerph19116901.

Guiguet Leal, D. A.; Pereira, M. A.; Bueno Franco, R. M.; Branco, N. *et al.* First report of *Cryptosporidium* spp. oocysts in oysters (*Crassostrea rhizophorae*) and cockles (*Tivela mactroides*) in Brazil. **Journal of Water and Health**, 6, n. 4, p. 527-532, 2008.

Hajipour, N.; Soltani, M.; Ketzis, J.; Hassanzadeh, P. Zoonotic parasitic organisms on vegetables: Impact of production system characteristics on presence, prevalence on vegetables in northwestern Iran and washing methods for removal. **Food Microbiology**, 95, p. 103704, 2021/05/01/ 2021.

Haldeman, M. S.; Nolan, M. S.; Ng'habi, K. R. N. Human hookworm infection: Is effective control possible? A review of hookworm control efforts and future directions. **Acta Tropica**, 201, p. 105214, 2020/01/01/ 2020.

Hazell, L.; Braun, L.; Templeton, M. R. Ultraviolet sensitivity of WASH (water, sanitation, and hygiene) -related helminths: A systematic review. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, 13, n. 9, p. e0007777, 2019.

Hohweyer, J.; Cazeaux, C.; Travaill , E.; Languet, E. *et al.* Simultaneous detection of the protozoan parasites *Toxoplasma*, *Cryptosporidium* and *Giardia* in food matrices and their persistence on basil leaves. **Food Microbiology**, 57, p. 36-44, 2016/08/01/2016.

Hotez, P. J.; Beaumier, C. M.; Gillespie, P. M.; Strych, U. *et al.* Advancing a vaccine to prevent hookworm disease and anemia. **Vaccine**, 34, n. 26, p. 3001-3005, 2016/06/03/2016.

Hotez, P. J.; Brooker, S.; Bethony, J. M.; Bottazzi, M. E. *et al.* Hookworm Infection. **New England Journal of Medicine**, 351, n. 8, p. 799-807, 2004.

Hotez, P. J.; Wilkins, P. P. Toxocariasis: America's Most Common Neglected Infection of Poverty and a Helminthiasis of Global Importance? **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 3, n. 3, p. e400, 2009.

Hugot, J.-P.; Baujard, P.; Morand, S. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. **Nematology**, 3, n. 3, p. 199-208, 01 Jan. 2001 2001.

IBGE. **IBGE | Cidades@ | Paraná; | Rio Branco do Sul | Panorama**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/rio-branco-do-sul/panorama>. Acesso em: 15/11/2023.

IBGE. **Brasil Paraná Rio Branco do Sul Panorama**. 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/rio-branco-do-sul/panorama>. Acesso em: 07/09/2025.

IDEXX. **Water catalog 2024: pt-br**. [S.l.]: IDEXX, 2024. Catálogo. Disponível em: <https://www.idexx.com/files/water-catalog-2024-pt-br.pdf> . Acesso em: 14 out. 2025.

IDSC-BR. ** ndice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil**. 2023. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/profiles/4122206/>. Acesso em: 12/11/2023.

Instituto Trata Brasil. **A vida sem saneamento: para quem falta e onde mora essa popula o?**. [S.l.: s.n.], 2023. Relatório. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2023/11/VERSAO-FINAL-PRIVACAO-DO-SANEAMENTO.pdf> Acesso em: 22 out. 2025.

Instituto Trata Brasil. **Futuro em risco: Efeitos da falta de saneamento na vida de grávidas, crianças e adolescentes**. [S.l.: s.n.], 2024. Relatório. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/10/Futuro-em-risco-v.2024-10-08.pdf> Acesso em: 22 out. 2025.

Instituto Trata Brasil. **Saneamento e saúde: Como a falta de acesso a infraestrutura básica afeta as incidências de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil**. [S.l.: s.n.], 2025. Relatório. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/03/ESTUDO-COMPLETO-Saneamento-e-saude-Como-a-falta-de-acesso-a-infraestrutura-basica->

[afeta-as-incidencias-de-doencas-relacionadas-ao-saneamento-ambiental-inadequado-no-Brasil-TRATA-BRASIL.pdf](#) Acesso em: 22 out. 2025.

ISO – International Organization For Standardization. **ISO 18744: 2016 Microbiology of the Food Chain – Detection and Enumeration of *Cryptosporidium* and *Giardia* in Fresh Leafy Green Vegetables and Berry Fruits**. 2016. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/63252.html>. Acesso em: 22 ago. 2025.

Kepple, A. W.; Segall-Corrêa, A. M. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, 16, n. 1, p. 187-199, 2011.

Khan, S. M.; Witola, W. H. Past, current, and potential treatments for cryptosporidiosis in humans and farm animals: A comprehensive review. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, 13, 2023.

Khan, W.; Rahman, H.; Rafiq, N.; Kabir, M. *et al.* Risk factors associated with intestinal pathogenic parasites in schoolchildren. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 29, n. 4, p. 2782-2786, 2022/04/01/ 2022.

Khan, A.; Shaik, J. S.; Grigg, M. E. Genomics and molecular epidemiology of *Cryptosporidium* species. **Acta Tropica**, 184, p. 1-14, 2018/08/01/ 2018.

Kim, M.; Rueda, L.; Shapiro, K. Protozoa in bivalve shellfish: gaps and opportunities to better understand risk to consumers. **Current Opinion in Food Science**, 55, p. 101104, 2024/02/01/ 2024.

Kotloff, K. L. Nataro J. P., Blackwelder W. C., Nasrin D., *et al.* Burden and aetiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (the Global Enteric Multicenter Study, GEMS): a prospective, case-control study. **Lancet**, v. 382, n. 9888, p. 209-222, 20 jul. 2013. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60844-2.

Krenak, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Editora Schwarcz S.A., 2019.

Lalle, M.; Hanevik, K. Treatment-refractory giardiasis: challenges and solutions. **Infection and Drug Resistance**, Volume 11, p. 1921-1933, 2018.

Leal, D. A. G.; Goulart, J. A. G.; Bonatti, T. R.; Araújo, R. S. *et al.* A two-year monitoring of *Cryptosporidium* spp. oocysts and *Giardia* spp. cysts in freshwater and seawater: A complementary strategy for measuring sanitary patterns of recreational tropical coastal areas from Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, 70, p. 103356, 2024/02/01/ 2024.

Leal, D. A. G.; Souza, D. S. M.; Caumo, K. S.; Fongaro, G. *et al.* Genotypic characterization and assessment of infectivity of human waterborne pathogens recovered from oysters and estuarine waters in Brazil. **Water Research**, 137, p. 273-280, 2018/06/15/ 2018.

Leal Diego, A. G.; Dores Ramos, A. P.; Marques Souza, D. S.; Durigan, M. *et al.* Sanitary quality of edible bivalve mollusks in Southeastern Brazil using an UV based depuration system. **Ocean & Coastal Management**, 72, p. 93-100, 2013/02/01/ 2013.

Lefebvre, M.; Razakandrainibe, R.; Villena, I.; Favennec, L. *et al.* *Cryptosporidium*-Biofilm Interactions: a Review. **Applied and Environmental Microbiology**, 87, n. 3, p. e02483-02420, 2021.

Litleskare, S.; Wensaas, K.-A.; Eide, G. E.; Hanevik, K. *et al.* Perceived food intolerance and irritable bowel syndrome in a population 3 years after a giardiasis-outbreak: a historical cohort study. **BMC Gastroenterology**, 15, n. 1, 2015.

Loukas, A.; Prociw, P. Immune Responses in Hookworm Infections. **Clinical Microbiology Reviews**, 14, n. 4, p. 689-703, 2001.

Ma, G.; Holland, C. V.; Wang, T.; Hofmann, A. *et al.* Human toxocariasis. **The Lancet Infectious Diseases**, 18, n. 1, p. e14-e24, 2018/01/01/ 2018.

Ma, J.-Y.; Li, M.-Y.; Qi, Z.-Z.; Fu, M. *et al.* Waterborne protozoan outbreaks: An update on the global, regional, and national prevalence from 2017 to 2020 and sources of contamination. **Science of The Total Environment**, 806, p. 150562, 2022/02/01/ 2022.

Mac Kenzie, W. R.; Hoxie, N. J.; Proctor, M. E.; Gradus, M. S. *et al.* A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. **N Engl J Med**, 331, n. 3, p. 161-167, Jul 21 1994.

Machado, E. R.; Maldonade, I. R.; Riquette, R. F. R.; Mendes, V. S. *et al.* Frequency of Enteroparasites and Bacteria in the Leafy Vegetables Sold in Brazilian Public Wholesale Markets. **Journal of Food Protection**, 81, n. 4, p. 542-548, Apr 2018. Article.

Maia, C. M. D. M.; Damasceno, K. S. F. D. S. C.; Seabra, L. M. A. J.; Chaves, G. *et al.* Efficacy of sanitization protocols in removing parasites in vegetables: A protocol for a systematic review with meta-analysis. **PLOS ONE**, 17, n. 5, p. e0268258, 2022.

Maldonade, I. R.; Ginani, V. C.; Riquette, R. F. R.; Gurgel-Gonçalves, R. *et al.* Good manufacturing practices of minimally processed vegetables reduce contamination with pathogenic microorganisms. **Rev Inst Med Trop Sao Paulo**, 61, p. e14, Feb 14 2019.

Marciano, M. A. M.; Silva, R. A.; Barbosa, M. L.; Pinto, P. L. D. S. *et al.* Uso de metodologias laboratoriais para confirmação de surto de doença diarreica aguda causada por múltiplos patógenos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 81, p. 1-13, e37253, 12/19 2022.

Marie, C.; Petri, W. **Toxocaríase**. Manuais MSD edição para profissionais, 2022/09 2022. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/doencas-infecciosas/nematódeos-vermes-filiformes/toxocaríase>.

Marques, C. S.; Sousa, S.; Castro, A.; Ferreira, V. *et al.* Protozoa as the “Underdogs” for Microbiological Quality Evaluation of Fresh Vegetables. **Applied Sciences**, 12, n. 14, p. 7145, 2022.

Martorelli Di Genova, B.; Wilson, S. K.; Dubey, J. P.; Knoll, L. J. Intestinal delta-6-desaturase activity determines host range for *Toxoplasma* sexual reproduction. **PLOS Biology**, 17, n. 8, p. e3000364, 2019.

Matosinhos, F. C.; Valenzuela, V. C.; Silveira, J. A.; Rabelo, E. M. Standardization of a method for the detection of helminth eggs and larvae in lettuce. **Parasitology Research**, 115, n. 5, p. 1827-1834, 2016/05/01 2016.

Miasato Pimont, N.; Alves Santomauro, R.; De Abreu Pianta, C.; Menegon Castilho, P. *et al.* Investigação Parasitológica de Hortaliças e Microbiológica de Água de Irrigação Oriundas de Hortas Comunitárias em Londrina, Paraná. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, 27, n. 3, p. 303-307, 2023.

Minuzzi, C. E.; Fernandes, F. D. A.; Portella, L. P.; Bräunig, P. *et al.* Contaminated water confirmed as source of infection by bioassay in an outbreak of toxoplasmosis in South Brazil. **Transboundary and Emerging Diseases**, 68, n. 2, p. 767-772, 2021/03/01 2021.

Mirandola, Carlos Mauricio S., **Universalizing the Right to Water in Brazil: Liberalization, Regulation and Public Policies in Human Rights** (December 1, 2005). IDCID Working Paper No. 0001/2005, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2258019> Acesso em: 29 nov. 2024.

Moreira, N. A.; Bondelind, M. Safe drinking water and waterborne outbreaks. **J Water Health**, 15, n. 1, p. 83-96, Feb 2017.

Nahas, M. I. P.; Moura, A. S. A. D.; Carvalho, R. C. D.; Heller, L. Desigualdade e discriminação no acesso à água e ao esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 35, 2019.

Nakashima, F. T.; Fonseca, A. B. M.; Coelho, L. F. D. O.; Barbosa, A. D. S. *et al.* *Cryptosporidium* species in non-human animal species in Latin America: Systematic review and meta-analysis. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, 29, p. 100690, 2022/04/01/ 2022.

Nascimento, A. B.; De Melo Oliveira, S. R.; Rodrigues Chaves, E. C.; De Andrade Lima, S. B. *et al.* Análises parasitológicas de hortaliças comercializadas na feira livre do Ver-o-Peso, Belém – PA. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 41, p. e2135, 2020.

Nascimento, A. P.; Pelegrini, R. T.; Brito, N. N. Filtração lenta para o tratamento de águas para pequenas comunidades rurais. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, 4, n. 2, 08/31 2012.

Nasser, A. M. Transmission of *Cryptosporidium* by Fresh Vegetables. **Journal of Food Protection**, 85, n. 12, p. 1737-1744, 2022/12/01/ 2022.

Neves-Silva, P.; Lopes, J. A. D. O.; Heller, L. The right to water: Impact on the quality of life of rural workers in a settlement of the Landless Workers Movement, Brazil. **PLOS ONE**, 15, n. 7, p. e0236281, 2020.

Neves-Silva, P.; Martins, G. I.; Heller, L. Human rights' interdependence and indivisibility: a glance over the human rights to water and sanitation. **BMC International Health and Human Rights**, 19, n. 1, p. 14, 2019/03/08 2019.

Obayomi, O. V.; Olawoyin, D. C.; Oguntimehin, O.; Mustapha, L. S. *et al.* Exploring emerging water treatment technologies for the removal of microbial pathogens. **Current Research in Biotechnology**, 8, p. 100252, 2024/01/01/ 2024.

Omarova, A.; Tussupova, K.; Berndtsson, R.; Kalishev, M. *et al.* Protozoan Parasites in Drinking Water: A System Approach for Improved Water, Sanitation and Hygiene in Developing Countries. **Int J Environ Res Public Health**, 15, n. 3, Mar 12 2018.

ONU. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development | Department of Economic and Social Affairs**. 2023. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 15/11/2023.

Organização Pan-Americana Da Saúde. Colaboração entre o setor de WASH e o setor da saúde: guia prático para programas de doenças tropicais negligenciadas. Segunda edição. p. 136 p., 2024-10-22 2024. Publications.

Osafo, R.; Balali, G. I.; Amissah-Reynolds, P. K.; Gyapong, F. *et al.* Microbial and Parasitic Contamination of Vegetables in Developing Countries and Their Food Safety Guidelines. **Journal of Food Quality**, 2022, p. 4141914, 2022/09/27 2022.

Paraná. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. Diretoria de Atenção e Vigilância em Saúde. Divisão de Vigilância Sanitária de Alimentos. **Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar: DTHA**. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. 1. ed. Curitiba: SESA/DAV/CVIS/DVVSA, 2024

Peixinho, A. M. L. A trajetória do Programa Nacional de Alimentação Escolar no período de 2003-2010: relato do gestor nacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, 18, 2013.

Pellegrini Filho, A. Conferência Mundial sobre Determinantes Sociais da Saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, 27, n. 11, p. 2080-2082, 2011.

Percival, S.; Chalmers, R.; Embrey, M.; Hunter, P. *et al.* 9 - Other heterotrophic plate count bacteria: *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Staphylococcus*. In: Percival, S.; Chalmers, R., *et al* (Ed.). **Microbiology of Waterborne Diseases**. London: Academic Press, 2004. p. 125-143.

Pereira, K. S.; Franco, R. M.; Leal, D. A. Transmission of toxoplasmosis (*Toxoplasma gondii*) by foods. **Adv Food Nutr Res**, 60, p. 1-19, 2010.

Petris, A.; Greinert-Goulart, J.; Roratto, P.; Tiedt, B. *et al.* First report of *Toxoplasma gondii* in green turtles (*Chelonia mydas*): Implications for wildlife and ecosystem health. **Veterinary Parasitology- Regional Studies And Reports**, 62, 2025-07-01 2025. Article.

Pineda, C. O.; Leal, D. A. G.; De Lima, R.; Ribeiro, P. P. *et al.* Parasites in Fresh Produce: a Brazilian Inter-laboratory Evaluation of a Standardized Methodology for the Detection of *Ascaris* sp. in Leafy Vegetables. **Food Analytical Methods**, 14, n. 5, p. 989-996, 2021-01-06 2021. OriginalPaper.

Pineda, C. O.; Leal, D. A. G.; Fiuza, V. R. D. S.; Jose, J. *et al.* *Toxoplasma gondii* oocysts, *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in outdoor swimming pools in Brazil. **Zoonoses and Public Health**, 67, n. 7, p. 785-795, 2020.

Pinto-Ferreira, F.; Caldart, E. T.; Pasquali, A. K. S.; Mitsuka-Breganó, R. *et al.* Patterns of Transmission and Sources of Infection in Outbreaks of Human Toxoplasmosis. **Emerging Infectious Disease journal**, 25, n. 12, p. 2177, 2019.

Pinto-Ferreira, F.; Reis, J. B.; Paschoal, A. T. P.; Balbino, L. S. *et al.* Molecular diagnosis of the curly lettuce parasitic contamination from hydroponic cultivation from supermarkets. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 29, 2020.

Piranha, J. M.; Pacheco, A.; Gamba, R. C.; Mehnert, D. U. *et al.* Faecal Contamination (Viral and Bacteria) Detection in Groundwater used for Drinking Purposes in São Paulo, Brazil. **Geomicrobiology Journal**, 23, n. 5, p. 279-283, 2006/08/01 2006.

PMRBS, P. M. D. R. B. D. S.-. **Plano Municipal de Saneamento Básico Rio Branco do Sul 2021-2023.** 2023. Disponível em: <https://riobrancodosul.atende.net/atende.php?rot=1&aca=119&ajax=t&processo=viwFile&ajaxPrevent=1696614094668&file=30DE3382BBD20B555B32E6B4DAD8C389839DC07E&sistema=WPO&classe=UploadMidia>. Acesso em: 12/11/2023.

Puleston, R. L.; Mallaghan, C. M.; Modha, D. E.; Hunter, P. R. *et al.* The first recorded outbreak of cryptosporidiosis due to *Cryptosporidium cuniculus* (formerly rabbit genotype), following a water quality incident. **Journal of Water and Health**, 12, n. 1, p. 41-50, 2014-03-01 2014.

Rede Brasileira De Parasitoses Intestinais (REBRAPI). [Postagem explicativa de como surgiu a Rede Brasileira de Parasitoses Intestinais]. 1 mensagem do Instagram. 04 jun. 2025 Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DKfkPHKvX0p/?igsh=ZjRjN2FueWV3ZDNw> Acesso em 27 out 2025.

Relat, R. M. B.; O'connor, R. M. *Cryptosporidium*: host and parasite transcriptome in infection. **Current Opinion in Microbiology**, 58, p. 138-145, 2020/12/01/ 2020.

Robertson, I. J. Parasites in Food: From a Neglected Position to an Emerging Issue. In: Rodríguez-Lázaro, D. (Ed.). **Advances in Food and Nutrition Research**: Academic Press Inc., 2018. v. 86, p. 71-113.

Robertson, L. J. Transmission of parasites to people via food: how can we determine their impact and why do we need to know? **Food and Waterborne Parasitology**, 39, p. e00258, 2025/06/01/ 2025.

Rocha, L. F. N.; Rodrigues, S. S.; Santos, T. B.; Pereira, M. F. *et al.* Detection of enteroparasites in foliar vegetables commercialized in street- and supermarkets in Aparecida de Goiânia, Goiás, Brazil. **Brazilian journal of biology**, 82, p. 1-7, 2022.

Rousseau, A.; La Carbona, S.; Dumètre, A.; Robertson, L. J. *et al.* Assessing viability and infectivity of foodborne and waterborne stages (cysts/oocysts) of *Giardia duodenalis*, *Cryptosporidium* spp., and *Toxoplasma gondii*: A review of methods. **Parasite**, 25, 2018. Review.

Ryan, U.; Hijjawi, N.; Feng, Y.; Xiao, L. Giardia: an under-reported foodborne parasite. **International Journal for Parasitology**, 49, n. 1, p. 1-11, 2019/01/01/ 2019.

Ryan, U.; Hijjawi, N.; Xiao, L. Foodborne cryptosporidiosis. **International Journal for Parasitology**, 48, n. 1, p. 1-12, 2018/01/01/ 2018.

Ryan, U.; Paparini, A.; Monis, P.; Hijjawi, N. It's official – *Cryptosporidium* is a gregarine: What are the implications for the water industry? **Water Research**, 105, p. 305-313, 2016/11/15/ 2016.

Ryan, U.; Zahedi, A. Chapter Six - Molecular epidemiology of giardiasis from a veterinary perspective. *In*: Ortega-Pierres, M. G. (Ed.). **Advances in Parasitology**: Academic Press, 2019. v. 106, p. 209-254.

Ryan, U. M.; Feng, Y.; Fayer, R.; Xiao, L. Taxonomy and molecular epidemiology of *Cryptosporidium* and *Giardia* – a 50 year perspective (1971–2021). **International Journal for Parasitology**, 51, n. 13, p. 1099-1119, 2021/12/01/ 2021.

Salomaki, E. D.; Terpis, K. X.; Rueckert, S.; Kotyk, M. *et al.* Gregarine single-cell transcriptomics reveals differential mitochondrial remodeling and adaptation in apicomplexans. **BMC Biology**, 19, n. 1, 2021.

Sampaio, G. H. F.; Silva, A. N. B. D.; Brito, C. R. D. N.; Honorato, N. R. M. *et al.* Epidemiological profile of acute Chagas disease in individuals infected by oral transmission in northern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 53, 2020.

Santin, M. *Cryptosporidium* and *Giardia* in Ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, 36, n. 1, p. 223-238, 2020/03/01/ 2020.

Santos, V. R. C. D.; Meis, J. D.; Savino, W.; Andrade, J. A. A. *et al.* Acute Chagas disease in the state of Pará, Amazon Region: is it increasing? **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 113, n. 5, 2018.

Santos, A. C., Reis, A., Mendiondo, E.M. Segurança Hídrica no Brasil: situação atual, principais desafios e perspectivas futuras. **Revista DAE**, São Paulo, v.68, n.225, pp 167-179. set, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2020.060>

Scherer, G. S.; Leal, D. A. G.; Greinert Goulart, J. A.; Araújo, R. S. *et al.* Parasitological, microbiological, and antimicrobial resistance profiles of raw and drinking water in a tourist city in the tri-border region of South America. **Journal of Water and Health**, 20, n. 2, p. 385-395, 2022.

Shapiro, K.; Bahia-Oliveira, L.; Dixon, B.; Dumètre, A. *et al.* Environmental transmission of *Toxoplasma gondii*: Oocysts in water, soil and food. **Food and Waterborne Parasitology**, 15, p. e00049, 2019/06/01/ 2019.

Shingare, R. P.; Thawale, P. R.; Raghunathan, K.; Mishra, A. *et al.* Constructed wetland for wastewater reuse: Role and efficiency in removing enteric pathogens. **Journal of Environmental Management**, 246, p. 444-461, 2019/09/15/ 2019.

Shoultz, D. A.; Hostos, E. L. D.; Choy, R. K. M. Addressing *Cryptosporidium* Infection among Young Children in Low-Income Settings: The Crucial Role of New and Existing Drugs for Reducing Morbidity and Mortality | PLOS Neglected Tropical Diseases. 2023.

Silva, S. P. 1953 Texto para discussão. A trajetória histórica da segurança alimentar e nutricional na agenda política nacional: projetos, descontinuidades e consolidação / **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, Brasília: Rio de Janeiro: Ipea , 2014

Silva, C. M.; Silva, A. L. P.; Watanabe, K. F. C.; Chaves Bezerra, N. P. *et al.* First report of detection of *Toxoplasma gondii* DNA in oysters (*Crassostrea* sp.) in the state of Maranhão. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 29, n. 3, 2020-01-01 2020a.

Silva, M. M. P.; Gomes, R. B.; Araújo, E. C. D. S.; Gomes, I. *et al.* Prevalência de helmintos em resíduos sólidos orgânicos domiciliares; um risco à saúde ambiental e humana. **Brazilian Journal of Development**, 6, n. 5, p. 28689-28702, 2020-01-01 2020b.

Silveira, J. D.; Alfredo, N. D. A. C.; Beux, M. R.; Ferreira, S. M. R. *et al.* Evaluation of a propolis hydroalcoholic solution with glycine in the joint reduction of microorganisms and helminth eggs from leafy green vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, 26, p. e2023042-e2023042, 2023/10// 2023.

Silveira, J. D.; Dos Anjos, J. V.; Karbiak, L.; Souza, G. *et al.* Do cultivo à comercialização: avaliação da qualidade sanitária de diferentes estágios da cadeia produtiva de vegetais orgânicos no sul do Brasil: Vigil Sanit Debate, Rio de Janeiro, 2025, v.13: e02415 | Publicado em: 16/10/2025. **Vigilância Sanitária em Debate**, 13, p. 1-11, %10/%16 2025.

Smith, N. C.; Goulart, C.; Hayward, J. A.; Kupz, A. *et al.* Control of human toxoplasmosis. **International Journal for Parasitology**, 51, n. 2, p. 95-121, 2021/02/01/ 2021.

Souza, D. S. M.; Piazza, R. S.; Pilotto, M. R.; Nascimento, M. D. A. D. *et al.* Virus, protozoa and organic compounds decay in depurated oysters. **International Journal of Food Microbiology**, 167, n. 3, p. 337-345, 2013/11/01/ 2013.

Souza, D. S. M.; Ramos, A. P. D.; Nunes, F. F.; Moresco, V. *et al.* Evaluation of tropical water sources and mollusks in southern Brazil using microbiological, biochemical, and chemical parameters. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 76, p. 153-161, 2012/02/01/ 2012.

Stracke, K.; Jex, A. R.; Traub, R. J. Zoonotic Ancylostomiasis: An Update of a Continually Neglected Zoonosis. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 103, n. 1, p. 64-68, 08 Jul. 2020 2020.

Strang, A. G. G. F.; Ferrari, R. G.; Do Rosário, D. K.; Nishi, L. *et al.* The congenital toxoplasmosis burden in Brazil: Systematic review and meta-analysis. **Acta Tropica**, 211, p. 105608, 2020/11/01/ 2020.

Tauxe, R. V.; Doyle, M. P.; Kuchenmüller, T.; Schlundt, J. *et al.* Evolving public health approaches to the global challenge of foodborne infections. **International Journal of Food Microbiology**, 139, p. S16-S28, 2010/05/30/ 2010.

Taylor, M. A.; Coop, R. L.; Wall, R. *Veterinary parasitology*. 4. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2016. 392 p.

Tiyo, R.; De Souza, C. Z.; Arruda Piovesani, A. F.; Tiyo, B. T. *et al.* Predominance of *Giardia duodenalis* Assemblage All in Fresh Leafy Vegetables from a Market in Southern Brazil. **J Food Prot**, 79, n. 6, p. 1036-1039, Jun 2016.

Tiyo, R.; Souza, C. Z. D.; Nishi, L.; Brustolin, C. F. *et al.* Water from different sources used for the irrigation of vegetables to be marketed: research on *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp., and coliforms in Paraná, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 57, n. 4, p. 333-336, 2015.

Torres, N. N. S.; Borne, I.; Souza, S. A. S. D.; Frigo, J. P. *et al.* Alternative Water Treatment System Using Ionization and Ultraviolet Radiation for Isolated Communities. **Revista de Gestão - RGSA**, 19, n. 1, p. e010890, 01/21 2025.

USEPA. United States Environmental Protection Agency, 2010. **Long-Term 2Enhanced Surface Water Treatment Rule Toolbox Guidance Manual**. EPA8815-R-09-016, April 2010. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P1009JLI.txt> acesso em 28/09/2025.

USEPA. United States Environmental Protection Agency 2012 **Method 1623.1: Cryptosporidium and Giardia in Water by Filtration/IMS/FA**. Office of Water EPA-816-R-12-001, 1–66.

Vanathy, K.; Parija, S. C.; Mandal, J.; Hamide, A. *et al.* Cryptosporidiosis: A mini review. **Trop Parasitol**, 7, n. 2, p. 72-80, Jul-Dec 2017.

Vasconcelos, F. D. A. G. D. Combate à fome no Brasil: uma análise histórica de Vargas a Lula. **Revista de Nutrição**, 18, 2005.

Vasconcelos, F. D. A. G. D. Josué de Castro e a Geografia da Fome no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 24, 2008.

Vasconcelos, F. D. A. G. D.; Machado, M. L.; Medeiros, M. A. T. D.; Neves, J. A. *et al.* Public policies of food and nutrition in Brazil: From Lula to Temer. **Revista de Nutrição**, 32, 2019.

Vidigal, T. M. A.; Landivar, E. E. C. Presence of parasitic structures in lettuces served in self-service restaurants of São Miguel do Oeste, Santa Catarina State, Brazil. **Acta scientiarum. Biological sciences**, 40, n. 1, p. 35027, 2018.

Vieira, F. P.; Alves, M. G.; Martins, L. M.; Rangel, A. L. P.; Dubey, J. P.; Hill, D.; Bahia-Oliveira, L. M. G. Waterborne toxoplasmosis investigated and analysed under hydrogeological assessment: new data and perspectives for further research. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 110, n. 7, p. 929-935, nov. 2015.

Waideman, M. A.; Teixeira, V. P.; Uemura, E. H.; Stamford, T. M. *et al.* Enterococci used as complementary indicator of fecal contamination to assess water quality from public schools in the city of Curitiba, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, 23, 2020-01-01 2020.

Wang, Z.-D.; Liu, H.-H.; Ma, Z.-X.; Ma, H.-Y. *et al.* *Toxoplasma gondii* Infection in Immunocompromised Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Microbiology**, 8, 2017.

Wei, K.-Y.; Yan, Q.; Tang, B.; Yang, S.-M. *et al.* Hookworm Infection: A Neglected Cause of Overt Obscure Gastrointestinal Bleeding. **The Korean Journal of Parasitology**, 55, n. 4, p. 391-398, 2017.

WHO. **A Conceptual Framework for Action on the Social Determinants of Health**; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2010.

WHO, FAO. **Multicriteria-based ranking for risk management of food-borne parasites: report of a Joint FAO/WHO expert meeting, 3-7 September 2012, FAO Headquarters, Rome, Italy**. Rome: FAO, World Health Organization, 2014 2014. (Microbiological risk assessment series;23. 9789241564700 (WHO) 9789251081990 (print) (FAO) 9789251082003 (PDF) (FAO) 1726-5274.

Wohlsen T., Bates J, Gray B, Katouli M.2004.Evaluation of Five Membrane Filtration Methods for Recovery of Cryptosporidium and Giardia Isolates from Water Samples. **Appl Environ Microbiol**70:.<https://doi.org/10.1128/AEM.70.4.2318-2322.2004>

Worede EA, Malede A, Feleke H, Abere G, Demeke EA, Azanaw J. Prevalence of diarrheal diseases and associated factors among under five children in Africa: A meta-analysis. **PLoS One**. 2025;20(7):e0326501. Published 2025 Jul 3. doi:10.1371/journal.pone.0326501

Yeager, C.; Tucker, M.; Gutierrez, A.; O'brien, C. *et al.* Filters comprised of sand and Zero Valent Iron hold promise as tools to mitigate risk posed by *Cyclospora cayetanensis* oocysts. **Food and Waterborne Parasitology**, 37, p. e00243, 2024/12/01/ 2024.

Yoshida, N. Molecular mechanisms of *Trypanosoma cruzi* infection by oral route. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 104, n. suppl 1, p. 101-107, 2009.

Zahedi, A.; Ryan, U. *Cryptosporidium* – An update with an emphasis on foodborne and waterborne transmission. **Research in Veterinary Science**, 132, p. 500-512, 2020/10/01/ 2020.

Zhu, S.; Vanwormer, E.; Martínez-López, B.; Bahia-Oliveira, L. M. G. *et al.* Quantitative Risk Assessment of Oocyst Versus Bradyzoite Foodborne Transmission of *Toxoplasma gondii* in Brazil. **Pathogens**, 12, n. 7, p. 870, 2023-06-25 2023.

APÊNDICE 1: MODELO DOS LAUDOS EMITIDOS



LABORATÓRIO DE PARASITOLOGIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA BÁSICA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



LABORATÓRIO DE PARASITOLOGIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA BÁSICA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Produtor: _____

RESULTADOS DAS ANÁLISES PARASITOLÓGICAS		
Análises Realizadas	Data da Coleta:	Horário:
Pesquisa de <i>Giardia</i> spp.	Metodologia	Resultados
Pesquisa de <i>Cryptosporidium</i> spp.	PCR	
Pesquisa de <i>Toxoplasma gondii</i>	PCR	
Pesquisa de helmintos	Microscopia ótica	

PCR = Reação da Polimerase em Cadeia; ND=Não detectado.

Ponto de coleta: _____

RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS		
Análises Realizadas	Metodologia	Unidade
Pesquisa de Coliformes Totais	Collet®	UFC/100ml
Pesquisa de <i>Escherichia coli</i>	Collet®	UFC/100ml
Pesquisa de <i>Enterococcus</i> spp.	Enterolert®	UFC/100ml
Pesquisa de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Pseudalert®	UFC/100ml
Contagem de Bactérias Heterotróficas	Sumplate	UFC/ml

UFC – Número mais provável; UFC – unidades formadoras de colônia

RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Análises Realizadas	Metodologia	Unidade
Fítor	Quantificação Direta	mg/L
Turbidez	Quantificação Específica	uT

uT – unidades de turbidez

RESULTADOS DAS ANÁLISES PARASITOLÓGICAS		
Análises Realizadas	Metodologia	Unidade
Pesquisa de <i>Giardia</i> spp.	RID	Resultados (data da coleta)
Pesquisa de <i>Giardia</i> spp.	PCR	Resultados (data da coleta)
Pesquisa de <i>Cryptosporidium</i> spp.	RID	Resultados (data da coleta)
Pesquisa de <i>Cryptosporidium</i> spp.	PCR	Resultados (data da coleta)
Pesquisa de <i>Toxoplasma gondii</i>	PCR	Resultados (data da coleta)

RID – Reação de Imunofluorescência Direta; PCR = Reação da Polimerase em Cadeia; ND=Não detectado.

Elaborado por: Lucimara Batista Prox (Mestranda).
Revisado por: Dr. Diego Averaldo Guignet Leal.

Elaborado por: Lucimara Batista Prox (Mestranda).
Revisado por: Dr. Diego Averaldo Guignet Leal.

APÊNDICE 2: FOLHETO PARA MERENDEIRAS

- As larvas não conseguem completar seu ciclo de vida no corpo humano, mas migram para diversos órgãos. Isso pode causar a toxocaríase, com manifestações como **distúrbios oftálmicos e neurológicos**, além das síndromes de larva migrans visceral e ocular e reações alérgicas.

Larvas de Helmintos Transmitidos pelo Solo (HTS): *Ancilostomatídeos* (*Ancylostoma* spp. e *Necator americanus*).

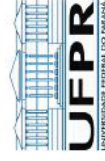
- Estes helmintos infectam milhões de pessoas globalmente.
- A infecção ocorre pela penetração ativa da larva em nossa pele ou mucosas, seja através do contato, no manejo da horta sem luvas, ou da ingestão de vegetais crus ou mal lavados, contaminados com suas larvas.
- A sobrevivência desses parasitos no solo é prolongada, influenciada por fatores como umidade e temperatura.



SUA ATENÇÃO FAZ A DIFERENÇA NA SAÚDE DE NOSSAS CRIANÇAS!!

Sua dedicação e adesão a estas práticas são pilares essenciais para oferecer uma alimentação segura e de qualidade, protegendo a saúde de nossas crianças. A higiene contínua é a principal estratégia de prevenção.

**SEGURANÇA ALIMENTAR
NA COZINHA ESCOLAR:
Protegendo a Saúde com
Higiene Essencial!**



O QUE PODE ESTAR PRESENTE EM NOSSOS VEGETAIS FRESCOS?

Os vegetais podem conter agentes microscópicos invisíveis a olho nu, que, se ingeridos, são capazes de causar doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHAs).

Giardia duodenalis e *Cryptosporidium* spp.

- Estes protozoários são reconhecidos por causar distúrbios gastrointestinais, como a **giardíase** e a **criptosporidiose**.
- Suas formas de resistência, **cistos** e **oocistos**, podem sobreviver por **longos períodos em ambientes externos**, como solo e água, sendo potenciais contaminantes nas produções agrícolas.
- São resistentes a desinfetantes comuns como o cloro.

Ovos de Helmintos: *Toxocara* spp.

- São ovos de nematódeos (vermes redondos) comumente encontrados em cães, gatos e raposas.
- Os ovos são duradouros e podem permanecer infectivos no ambiente por muito tempo.
- A ingestão de ovos de *Toxocara* spp. faz do humano um hospedeiro acidental.

O SEGREDO PARA VEGETAIS SEGUROS: APLIQUE A HIGIENIZAÇÃO CORRETA!

Adote este protocolo para garantir a segurança dos vegetais que você serve às crianças:

1. **SELEÇÃO PRELIMINAR:** Remova e descarte quaisquer folhas, partes ou unidades dos vegetais que apresentem deterioração ou danos físicos.



2. **LAVAGEM MECÂNICA EM ÁGUA CORRENTE:** Lave os vegetais folhosos (ex: alface, rúcula, agrião) folha por folha individualmente. Frutas e legumes (ex: tomates, pepinos) devem ser lavados um a um, esfregando-os de forma suave sob água corrente abundante. É a lavagem mecânica que vai garantir a ausência dos parasitos nos vegetais.



3. **IMERSÃO EM SOLUÇÃO CLORADA DESINFETANTE:** Após a lavagem inicial, coloque os vegetais de molho por 10 minutos em uma solução clorada. Essa etapa elimina vírus e bactérias.

Utilize um produto à base de cloro específico para alimentos, seguindo rigorosamente a diluição recomendada de 200 ppm (equivalente a 1 colher de sopa de água sanitária para cada 1 litro de água limpa).



4. **ENXÁGUE FINAL E CUIDADOS DE SECAGEM:** Após os 10 minutos de imersão, enxágue novamente os vegetais folhosos folha por folha e as frutas e legumes um a um em água corrente, garantindo a completa remoção de resíduos de cloro.

5. **PREPARO E ARMAZENAMENTO ADEQUADO:** Com as mãos e os utensílios devidamente higienizados, realize os cortes e o preparo dos alimentos. Mantenha os vegetais higienizados sob refrigeração adequada até o momento de servir, para evitar a proliferação de microrganismos.



APÊNDICE 3: FOLHETO PARA PRODUTORES

A ingestão de ovos de *Toxocara* spp. (vermes redondos de cães, gatos e raposas) faz do humano um hospedeiro acidental. As larvas, portanto, não conseguem completar seu ciclo de vida no corpo humano, mas migram para diversos órgãos. Isso pode causar a toxocaríase, com manifestações como distúrbios oftálmicos e neurológicos, além das síndromes de larva migrans visceral e ocular e reações alérgicas. Esses ovos são duradouros e podem permanecer infectivos no ambiente por muito tempo.

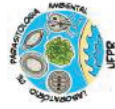
Helminthos transmitidos pelo solo (HTS), como os ancilostomatídeos (*Ancylostoma* spp. e *Necator americanus*), infectam milhões de pessoas. A infecção ocorre pela penetração ativa da larva em nossa pele ou mucosas, seja através do contato, como no manejo da horta sem luvas, ou da ingestão de vegetais crus ou mal lavados. A contaminação dos vegetais por parasitos pode acontecer em várias etapas, desde o cultivo até o consumo, reforçando a necessidade de higiene rigorosa.



Seu Compromisso Faz a Diferença!

Ao adotar estas boas práticas, você não apenas protege a saúde de seus consumidores, mas também valoriza sua produção, fortalece a segurança alimentar e contribui para o prestígio da sua propriedade e de toda a agricultura local. A vigilância e o controle de parasitos são responsabilidades de agências de saúde pública e de todos os elos da cadeia produtiva.

Invista na segurança, colha a confiança!



Proteja Sua Produção e a Saúde dos Consumidores!

Atenção produtor rural!

Sua produção de vegetais é essencial para a saúde e nutrição de muitas famílias. No entanto, ela também pode ser um veículo para parasitos que causam doenças graves em humanos. A detecção de parasitos é um alerta importante.

Parasitos intestinais, incluindo protozoários e helmintos, representam uma ameaça à saúde pública ao contaminar vegetais e frutas, especialmente aqueles consumidos crus. A ingestão acidental desses parasitos pode levar a diversas **Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs)**.

Entre os protozoários, destacam-se ***Giardia duodenalis*** e ***Cryptosporidium*** spp.. Eles causam giardíase e criptosporidiose, com sintomas gastrointestinais. Seus cistos e oocistos são notavelmente robustos e resistentes a desinfetantes comuns como o cloro, podendo persistir por longos períodos no solo e na água. Em vegetais folhosos, podem se infiltrar nos estômatos, tornando a lavagem simples ineficaz para sua remoção.

Boas Práticas Agrícolas (BPA): Sua Defesa Essencial

A implementação de boas práticas em todas as etapas da produção é crucial para garantir a segurança dos alimentos e proteger a saúde pública.

Qualidade da Água:

- Utilize água limpa e tratada.

Manejo de Fertilizantes:

- Se usar esterco, submeter à compostagem adequada para destruir os parasitos. Fertilizantes orgânicos mal preparados são um fator de risco.
- Evite contato direto dos fertilizantes com as partes comestíveis dos vegetais.

Controle de Animais e Pragas:

- Restrinja o acesso de animais às áreas de cultivo com cercas e portões.
- Promova a vermifugação regular de cães e gatos em sua propriedade para reduzir a contaminação ambiental por ovos de *Toxocara*.
- Mantenha a fazenda livre de roedores e outras pragas que possam carregar parasitos.

Higiene dos Trabalhadores:

- Capacite os trabalhadores sobre a importância da higiene pessoal, especialmente a lavagem correta e frequente das mãos com água e sabão antes e durante o manuseio dos vegetais.
- Pessoas com diarreia ou outras doenças gastrointestinais devem ser afastadas do manuseio de alimentos.
- Mantenha instalações sanitárias limpas e acessíveis para os trabalhadores no campo e nas áreas de processamento.

