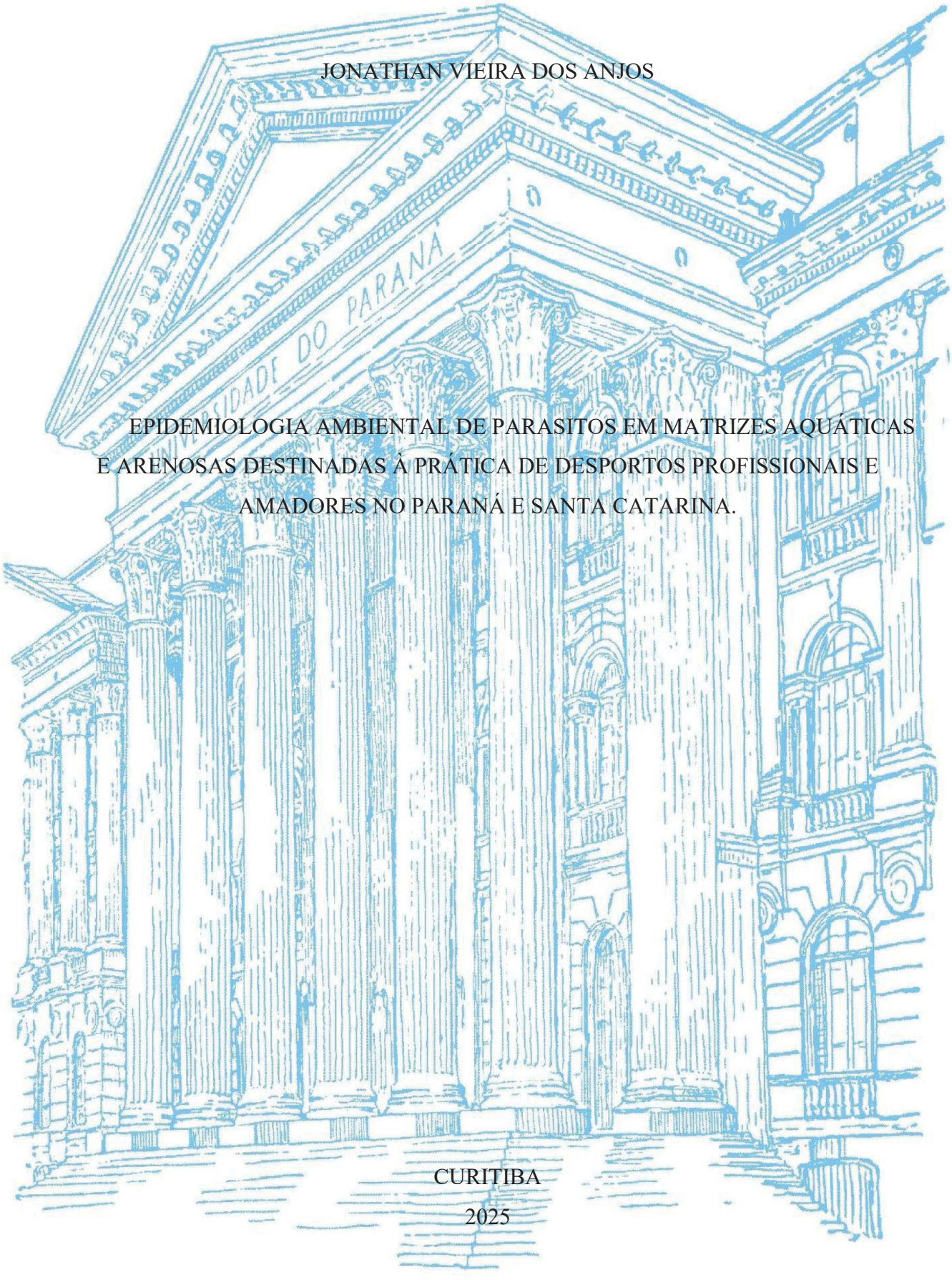
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JONATHAN VIEIRA DOS ANJOS



EPIDEMIOLOGIA AMBIENTAL DE PARASITOS EM MATRIZES AQUÁTICAS E ARENOSAS DESTINADAS À PRÁTICA DE DESPORTOS PROFISSIONAIS E AMADORES NO PARANÁ E SANTA CATARINA.

CURITIBA

2025

JONATHAN VIEIRA DOS ANJOS

EPIDEMIOLOGIA AMBIENTAL DE PARASITOS EM MATRIZES AQUÁTICAS E ARENOSAS DESTINADAS À PRÁTICA DE DESPORTOS PROFISSIONAIS E AMADORES NO PARANÁ E SANTA CATARINA.

Dissertação apresentada como requisito final à obtenção do título de Mestre em Microbiologia Parasitologia e Patologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Diego Averaldo Guiguet Leal
Coorientadora: Drª Maria Aparecida Moraes Marciano
Coorientadora: Prof.ª. Drª. Keite da Silva Nogueira

CURITIBA

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Anjos, Jonathan Vieira dos
Epidemiologia ambiental de parasitos em matrizes aquáticas e arenosas destinadas à prática de desportos profissionais e amadores no Paraná e Santa Catarina / Jonathan Vieira dos Anjos. – Curitiba, 2025.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.
Orientadora: Prof. Dr. Diego Averaldo Guiguet Leal .
Coorientadoras: Drª Maria Aparecida Moraes Marciano e Prof.ª. Drª. Keite da Silva Nogueira

1. Piscinas. 2. Areia. 3. Cryptosporidium. 4. Giardia. 5. Toxoplasma gondii. 6. Helminto. I. Leal, Diego Averaldo Guiguet. II. Marciano, Maria Aparecida Moraes. III. Nogueira, Keite da Silva, 1980-. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia. IV. Título.

Bibliotecária: Giana Mara Seniski Silva. CRB-9/1406

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MICROBIOLOGIA, PARASITOLOGIA E PATOLOGIA - 40001016044P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação MICROBIOLOGIA, PARASITOLOGIA E PATOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JONATHAN VIEIRA DOS ANJOS**, intitulada: **EPIDEMIOLOGIA AMBIENTAL DE PARASITOS EM MATRIZES AQUÁTICAS E ARENOSAS DESTINADAS À PRÁTICA DE DESPORTOS PROFISSIONAIS E AMADORES NO PARANÁ E SANTA CATARINA.**, sob orientação do Prof. Dr. DIEGO AVERALDO GUIGUET LEAL, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

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

Curitiba, 30 de Maio de 2025.

Assinatura Eletrônica
03/06/2025 10:52:36.0
DIEGO AVERALDO GUIGUET LEAL
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
03/06/2025 11:24:00.0
RICARDO TOSHIO FUJIWARA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS)

Assinatura Eletrônica
04/06/2025 16:18:38.0
IDA CHAPAVAL PIMENTEL
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Às mulheres da minha vida

Arlete, pelo dom da existência, todo amor, carinho e dedicação de uma vida. Essa vitória é sua.

Ariane, o amor da minha vida, pelo apoio incondicional, sobretudo nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo amor incondicional, pela paciência infinita e pelo apoio inabalável em cada etapa dessa jornada. Vocês são meu porto seguro, e essa conquista é fruto de cada sacrifício e incentivo que me deram.

Aos amigos, pelas risadas que aliviaram os dias mais difíceis, pelos conselhos sinceros e por sempre acreditarem em mim. Vocês tornaram essa caminhada menos solitária.

Se hoje chego até aqui, é porque nunca estive sozinho.

Ao meu querido Orientador Prof. Dr. Diego Averaldo Guiguet Leal, por toda paciência e compreensão durante esses dois anos. Especialmente por sua memorável orientação, ensinamentos e apaixonada dedicação. Você é meu exemplo!

Às coorientadoras Profa. Dra. Maria Aparecida Moraes Marciano e Profa. Dra. Keite da Silva Nogueira, pela contribuição para o desenvolvimento desse projeto.

Ao Prof. Dr. Andrey José de Andrade, por todos os cafés, conversas, ensinamentos compartilhados e motivação diária durante esse período.

À Universidade Federal de Santa Catarina, na pessoa da Profa. Dra. Juliane Araújo Greinert Goulart pela fundamental parceria e auxílio para execução desse projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos colegas e amigos, em especial à técnica Eliana Maura Leite, da equipe do Laboratório de Parasitologia Ambiental da UFPR, pela essencial ajuda e por todo tempo juntos.

Aos professores membros da banca examinadora, pela disponibilidade em avaliar o trabalho e comentários e sugestões para o aprimoramento do mesmo.

À Universidade Federal do Paraná, e a todos que acreditam e lutam por uma educação pública, gratuita, e de qualidade para todos.

Paz, força e coração
Vida, amor, libertação
Um desejo incontido nas cabeças
do terceiro mundo
Tudo isso virá se pudermos perceber
Que amar
Viver
Cantar
não será em vão

Dead fish

RESUMO

A prática de desportos é um fator essencial para a manutenção da saúde. Contudo, modalidades esportivas praticadas em ambiente aberto, onde o contato é frequente com a água e areia, eventualmente contaminadas, pode representar um risco para os esportistas, especialmente por parasitos que apresentam ampla resistência ambiental como cistos de *Giardia* spp., oocistos de *Cryptosporidium* spp., e *Toxoplasma gondii* e, ovos de helmintos. O presente estudo traz um panorama da qualidade desses ambientes, especialmente durante a prática de competições esportivas realizada em dois estados do sul do Brasil. Ao redor do mundo, as legislações que regem a balneabilidade de ambientes utilizados para recreação em águas brutas e águas tratadas como as piscinas, não contemplam a pesquisa de parasitos. Do mesmo modo, esse aspecto não é contemplado no Brasil. Ressalta-se que a avaliação da qualidade parasitológica e microbiológica de ambientes aquáticos e arenosos realizada durante a execução de competições esportivas oficiais, nunca foi realizada. O principal objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade sanitária de ambientes aquáticos e arenosos utilizados para a prática de diferentes modalidades esportivas por atletas profissionais, ou amadores no Estado do Paraná e Santa Catarina. Foram estabelecidas 16 áreas de práticas de esportes aquáticos e arenosos, como surf, Triathlon, travessias aquáticas, vôlei de piscina, tênis e futebol de areia, entre outros, de ambos os estados. No período de novembro de 2023 a dezembro de 2024, 50 amostras de diferentes matrizes hídricas (água do mar, água superficial e água de retrolavagem de piscinas) foram coletadas para pesquisa de protozoários patogênicos e bactérias indicadoras de contaminação fecal (BICF), e 95 amostras de areia para pesquisa de helmintos. As amostras hídricas foram analisadas pela técnica de filtração em membranas, seguida da purificação por separação imunomagnética e reação de imunofluorescência direta para a pesquisa de *Cryptosporidium* e *Giardia*. Todas as amostras foram submetidas à extração de DNA para realização de PCR e qPCR para detecção de ambos os protozoários intestinais e de *T. gondii*. A pesquisa de bactérias indicadoras de contaminação fecal (BICF) foi realizada por filtração em membranas, semeadura em meio cromogênico e contagem de colônias, seguido de identificação por MALDI-TOF. A detecção de helmintos em areia foi feita mediante homogeneização das amostras com Glicina 1M pH 5,5 ou Triton™ X - 100 (0,1%) de acordo com a composição granulométrica da areia, seguida de centrifugação ou centrífugo-flutuação, e posterior flutuação em sacarose d=1,24. A presença de ao menos um dos protozoários pesquisados foi detectada em 6 das 7 áreas aquáticas contempladas e analisadas no presente estudo, onde cistos de *Giardia* spp., foram detectados com maior frequência em águas salinas e doces, seguido da contaminação por *T. gondii*, detectado pela primeira vez em água do mar no Brasil, e em menor frequência, por *Cryptosporidium* spp. O monitoramento conjunto de duas BICF mostrou-se relevante para atestar a qualidade de ambientes aquáticos, especialmente para *Enterococcu*s sp., onde as principais espécies isoladas foram *E. faecalis/E. faecium* e em menor frequência, *E. gallinarum* e *E. hirae.* Quanto a contaminação de areias, 14,7% das amostras (n=14/95) apresentaram contaminação por ovos de helmintos ou larvas de nematódeos. Em conclusão, o presente estudo demonstra importante contaminação dos ambientes aquáticos e arenosos utilizados para recreação e prática de desportos em dois estados do sul do Brasil. A avaliação da qualidade das águas e dos ambientes arenosos é relevante para a garantia da segurança e saúde de atletas profissionais ou amadores. Através do controle da qualidade desses ambientes, é possível identificar a presença e origem de contaminantes nocivos à saúde, podendo atuar como estratégia de prevenção de aquisição de doenças parasitárias.

Palavras-Chave: Águas recreacionais brutas; Piscinas; Areia; *Cryptosporidium*; *Giardia*; *Toxoplasma gondii*; Helmintos transmitidos pelo solo.

ABSTRACT

Sports practice is an essential factor for maintaining health. However, sports practiced in outdoor environments, where there is frequent contact with water and sand, which may be contaminated, can pose a risk to athletes, especially due to parasites that have broad environmental resistance, such as *Giardia* spp., cysts, *Cryptosporidium* spp., oocysts, and *Toxoplasma gondii* and helminth eggs. The present study provides an overview of the quality of these environments, especially during sports competitions held in two southern states of Brazil. Around the world, legislation governing the bathing suitability of environments used for recreation in raw water and treated water, such as swimming pools, does not include parasite testing. Likewise, this aspect is not covered in Brazil. It is noteworthy that the evaluation of the parasitological and microbiological quality of aquatic and sandy environments carried out during official sports competitions has never been performed. The main objective of this study was to evaluate the sanitary quality of aquatic and sandy environments used for the practice of different sports modalities by professional or amateur athletes in the states of Paraná and Santa Catarina. Sixteen areas destined for the practice of aquatic and sandy sports, such as surfing, triathlon, water crossings, pool volleyball, tennis and beach soccer, among others, were established at both states. From November 2023 to December 2024, 50 samples of different water matrices (seawater, surface water and backwash pool water) were collected to search for pathogenic protozoa and fecal indicator bacteria (FIB), and 95 sand samples were collected to search for helminths. Water samples were analyzed by the membrane filtration technique, followed by purification by immunomagnetic separation and direct immunofluorescence reaction for the detection of *Cryptosporidium* and *Giardia*. All samples were subjected to DNA extraction followed by PCR and qPCR to detect both intestinal protozoa and *T. gondii*. FIB were screened by membrane filtration, chromogenic seeding and colony counting, followed by identification by MALDI-TOF. Helminths were detected in sand by homogenizing the samples with 1M Glycine pH 5.5 or Triton™ X - 100 (0.1%) according to the sand particle size composition, followed by centrifugation or centrifugal flotation, and subsequent flotation in sucrose d=1.24. The presence of at least one of the protozoa studied was detected in 6 of the 7 aquatic areas covered and analyzed in this study, where cysts of *Giardia* spp. were detected more frequently in saline and fresh waters, followed by contamination by *T. gondii*, detected for the first time in seawater in Brazil, and less frequently, by *Cryptosporidium* spp. The concomitant monitoring of two FIB proved to be relevant to attest the quality of aquatic environments, especially for *Enterococcus* sp., where the main isolated species were *E. faecalis*/*E. faecium* and to a less frequently, *E. gallinarum* and *E. hirae*. Regarding sand contamination, 14.7% of the samples (n=14/95) showed contamination by helminth eggs or nematode larvae. In conclusion, this study demonstrates significant contamination of aquatic and sandy environments used for recreation and sports in two southern states of Brazil. Assessing the quality of water and sandy environments is important to ensure the safety and health of professional and amateur athletes. By controlling the quality of these environments, it is possible to identify the presence and origin of contaminants that are harmful to health and can act as a strategy to prevent the acquisition of parasitic diseases.

Keywords: Raw recreational water; Swimming pools; Sand; *Cryptosporidium*; *Giardia*; *Toxoplasma gondii*; Soil-transmitted helminths.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Número máximo permitido de indicadores que regem a balneabilidade de áreas costeiras e estuarinas no Brasil e outras localidades do mundo de acordo com órgãos ambientais e de saúde pública 7

TABELA 2: Principais parâmetros recomendados por agências de saúde pública mundial e municipal (Curitiba) para garantia da qualidade e segurança sanitária de piscinas e ambientes similares 9

TABELA 3: Métodos de desinfecção mais utilizados em água e suas doses para inativação de cistos e oocistos de *Giardia*, *Cryptosporidium e Toxoplasma gondii*. 10

TABELA 4: Estimativa global de infecções por helmintos transmitidos pelo solo em crianças em idade escolar em 2023 30

TABELA 5: Descrição dos iniciadores moleculares utilizados para a detecção de protozoários em amostras hídricas 51

TABELA 6: Programa de amplificação da semi-nested PCR em tubo único para *Cryptosporidium* spp. 52

TABELA 7: Programa de amplificação da semi-nested PCR em tubo único para *Giardia* spp., com as respectivas temperaturas do 1º e 2º ciclos 52

TABELA 8: Laudo da análise granulométrica do solo de quatro amostras utilizadas no estudo 56

TABELA 9: Pontos de coleta e amostras hídricas em que se detectou a contaminação por protozoários patogênicos, durante a prática de diferentes modalidades esportivas realizadas nos estados de Santa Catarina e Paraná no período de dezembro de 2023 a maio de 2024 59

TABELA 10: Resultados microbiológicos de diferentes amostras hídricas destinadas à práticas esportivas diversas no estado do Paraná 62

TABELA 11: Avaliação de parâmetros físico-químicos de águas brutas e tratadas, quantidade de frequentadores e presença de animais no momento da coleta 66

TABELA 12: Pontos de coleta em que se detectou a contaminação por larvas de nematódeos e ovos de helmintos, em quadras de areia onde são praticadas diferentes modalidades de esportes, nos estados de Santa Catarina e Paraná, no período de novembro de 2023 a setembro de 2024, em diferentes amostras arenosas 67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Espécies de *Giardia*, e assembleias de *G. duodenalis* de acordo com os seus hospedeiros 25
FIGURA 2: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta das áreas 1, 2 e 3 37
FIGURA 3: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta na área 4 39
FIGURA 4: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta na área 6 41
FIGURA 5: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta nas áreas 7 e 8 42
FIGURA 6: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta nas áreas 13, 14, 15 e 16 44
FIGURA 7: Procedimento de coletas de diferentes amostras hídricas oriundas dos estados do Paraná e Santa Catarina, para avaliação da presença de protozoários ou bactérias indicadoras de contaminação fecal 46
FIGURA 8: Procedimento de coletas de diferentes amostras arenosas oriundas dos estados do Paraná e Santa Catarina, para avaliação da presença de ovos e larvas de helmintos 54
FIGURA 9: Estratégia de amostragem de coleta de areia de praias e quadras de parque ou fechadas 55
FIGURA 10: Detecção de protozoários patogênicos em águas brutas e tratadas durante o período do estudo 61
FIGURA 11: Detecção de *E. coli* e *Enterococcus* sp., em membrana filtrante sob diferentes concentrações de filtração 64

LISTA DE FLUXOGRAMAS

FLUXOGRAMA 1: Painel geral de delineamento do estudo – Paraná – período: novembro de 2023 a dezembro de 2024 34
FLUXOGRAMA 2: Painel geral de delineamento do estudo – Santa Catarina - período: janeiro a dezembro de 2024 35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Ocorrência e caracterização molecular de protozoários patogênicos e fatores epidemiológicos associados à contaminação de diferentes matrizes de águas recreacionais brutas no mundo 13

QUADRO 2: Ocorrência e caracterização molecular de protozoários patogênicos em águas tratadas de piscinas, fatores epidemiológicos e metodologias de desinfeção, em situações não relacionadas a surtos ao redor do mundo 19

LISTA DE SIGLAS

BICF – Bactérias indicadoras de contaminação fecal

CDC - *Centers for Disease Control and Prevention*

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DALYs - Anos de Vida Ajustados por Incapacidade

DAPI - 4,6-diamidino-2-phenylindole

DCNT - Doenças crônicas não transmissíveis

DIC - Microscopia de Contraste de Interferência Diferencial

DNA - Ácido Desoxirribonucleico

DTN – Doenças tropicais negligenciadas

EDTA - *Ethylenediamine Tetra acetic Acid*

EUA - Estados Unidos da América

FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

FDA - *Food and Drug Administration*

HIV/AIDS - Vírus Da Imunodeficiência Humana/Síndrome da Imunodeficiência Humana

HTS - Helmintos Transmitidos Pelo Solo

IMS - Separação Imunomagnética

ISO - *International Organization for Standardization*

LMC – Larva migrans cutânea

MALDI-TOF - *Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time of Flight Mass Spectrometry*

MPC1® – Concentrador magnético de partículas

MPC-S® - Pequeno concentrador magnético de partículas

OMS - Organização Mundial de Saúde

PCR - Reação em Cadeia da Polimerase

PR - Paraná

qPCR = Reação em Cadeia da Polimerase Quantitativo

RID - Reação de Imunofluorescência Direta

SC – Santa Catarina

UFC – Unidade Formadora de Colônia

UFPR - Universidade Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

M - Molar

pH - Potencial Hidrogeniônico

® - Marca registrada

L - Litro

mL - Mililitro

mM - Milímetro

µl - Microlitro

µm - Micrometro

°C - Graus Celsius

™ - Trademark Symbol

rpm - Rotações por minuto

nm - nanômetro

> - maior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

2 REVISÃO DE LITERATURA 3

2.1 Esportes e saúde 3

2.2 Caracterização e variabilidade de ambientes destinados à recreação e prática de esportes 4

2.3 Balneabilidade no brasil e no mundo – legislações vigentes 6

2.4 Qualidade de águas tratadas destinadas à recreação humana: legislações e estratégias de desinfecção 8

2.5 Protozooses de veiculação hídrica 11

2.6 *Toxoplasma gondii* 21

2.7 *Giardia* spp. 24

2.8 C*ryptosporidium* spp. 27

2.9 Helmintos transmitidos pelo solo 29

3 OBJETIVOS 32

3.1 Objetivo Geral 32

3.2 Objetivos Específicos 32

4 MATERIAL E MÉTODOS 33

4.1 Delineamento experimental: caracterização das áreas e pontos de amostragem 33

4.2 Coleta de amostras hídricas 45

4.2.1 Processamento das amostras para a detecção de protozoários patogênicos 47

4.2.1.1 Pesquisa de cistos de *Giardia* spp., e oocistos de *Cryptosporidium* spp. 47

4.2.1.1.1 Separação imunomagnética (IMS) 47

4.2.1.1.2 Visualização dos cistos e oocistos 48

4.2.1.2 Procedimento de concentração para a detecção de oocistos de *T. gondii* 49

4.2.1.3 Detecção de protozoários patogênicos por técnicas moleculares 50

4.2.1.3.1 Extração de DNA 50

4.2.1.3.1.1 Reações de PCR 50

4.2.1.3.1.2.1 cPCR para *Cryptosporidium* spp. 51

4.2.1.3.1.2.2 cPCR para *Giardia* spp. 52

4.2.1.3.1.2.3 Reação de PCR em tempo real (qPCR) para *Toxoplasma gondii*.....52
4.2.2 Detecção de bactérias indicadoras de contaminação fecal (BICF) em amostras hídricas 53
4.2.3 Monitoramento de parâmetros físico-químicos 54
4.3 Coleta de amostras de areia 54
4.3.1 Análise granulométrica 55
4.3.2.1 Processamento das amostras para a detecção de ovos e larvas de helmintos 56
4.3.2.1.1 Amostras de areia de praia 56
4.3.2.1.2 Amostras de areia de quadras 57
5 RESULTADOS 58
5.1 Detecção de protozoários patogênicos em amostras hídricas 58
5.1.1 Estado do Paraná 60
5.1.2 Estado de Santa Catarina 60
5.2 Detecção de bactérias indicadoras de contaminação fecal em água bruta e tratada 62
5.3 Parâmetros físico-químicos 65
5.4 Detecção de helmintos em amostras de areia 67
5.4.1 Estado do Paraná 68
5.4.2 Estado de Santa Catarina (Florianópolis) 68
6 DISCUSSÃO 69
7. CONCLUSÕES 84
8. REFERÊNCIAS 85

1. INTRODUÇÃO

A prática de desportos é essencial para a manutenção da saúde física, mental e melhoria da qualidade de vida, tanto ao ar livre como em ambientes fechados (EIGENSCHENK et al., 2019). Modalidades esportivas individuais ou coletivas, praticadas em contato com a natureza, auxiliam na redução da ansiedade e minimização do estresse (CHEN, 2022).

Contudo, o contato com a água doce, salobra, salina e areia impactadas por contaminação fecal é apontado como causa frequente de casos de doenças gastrointestinais, otológicas, oftalmológicas e cutâneas (WILSON et al., 2014; HALL et al., 2017; LEAL et al., 2018, ANNE et al., 2018; HLAVSA et al., 2018; HLAVSA et al., 2021).

A recreação de contato primário em ambientes aquáticos (imersão total do corpo) e consequentemente a ingestão acidental de águas brutas doces e salgadas, é considerada na atualidade como uma via relevante de surtos de veiculação hídrica por protozoários intestinais como *Cryptosporidium* spp., e *Giardia* spp., e, de modo emergente, em águas doces tratadas, como piscinas nos países desenvolvidos (HLAVSA et al., 2018, 2021; MA et al., 2022; BOURLI et al., 2023).

Apesar de ainda não haver a documentação de surtos de toxoplasmose associados à prática de esportes em piscinas, o risco potencial existe, visto que oocistos de *Toxoplasma gondii* foram detectados recentemente pela primeira vez no mundo em diferentes piscinas no Brasil (PINEDA et al., 2020).

Diante do exposto, é razoável apontar que a epidemiologia ambiental e molecular de protozooses intestinais e de protozoários com marcado tropismo para o sistema nervoso central, ainda é pouco conhecida ou até mesmo inexistente em ambientes aquáticos ou salinos destinados à prática esportiva na maioria dos estados brasileiros (COELHO et al., 2017; PINEDA et al., 2020; FANTINATTI et al., 2021; LEAL et al., 2024).

Ressalte-se ainda que a avaliação da qualidade da água onde ocorrem competições esportivas profissionais como travessias, Triathlon e surf, especialmente se ocorrerem fora do período de verão, não é costumeiramente realizada. Ainda, inexistem dados acerca da qualidade microbiológica e parasitológica da água, analisada exatamente no momento de realização de tais atividades.

Grandes eventos esportivos realizados no Brasil, como a Copa do mundo e as olimpíadas, trouxeram visibilidade para o país, entretanto, também destacaram aspectos negativos associados à contaminação de diferentes ambientes, como os arenosos, e preocupação internacional acerca dos riscos da visita ao país (WILSON et al., 2014). Este aspecto esteve

relacionado à visita prévia de turistas estrangeiros a esses eventos globais quadrienais, que adquiriram infecções cutâneas por ancilostomatídeos (agentes etiológicos de larva migrans cutânea), sendo este, o principal diagnóstico dentre ampla gama de doenças infecciosas, ao retornaram aos seus países de origem (KRZYWANSKI et al., 2021; KUNA et al., 2024).

O isolamento de helmintos em areias é dificultado devido à inexistência de uma metodologia amplamente aceita e validada para a sua detecção (COLLENDER et al., 2015; RIBEIRO, 2020). Além disso, não existem dados quanto a qualidade sanitária e os riscos inerentes à prática de esportes arenosos que estão em evidência e expansão no Brasil, como tênis de areia e vôlei de areia, tanto para o lazer, quanto para competições esportivas oficiais, especialmente em quadras fechadas.

Com o intuito de tentar preservar a saúde de atletas e banhistas, há diversas legislações que regem a balneabilidade em áreas costeiras ao redor do mundo, (WHO, 2003; USEPA, 2003; IMO 2002). No Brasil, a resolução nº 274 de 2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define os critérios microbiológicos de balneabilidade para águas marinhas e salobras. Ressalta-se que protozoários não são contemplados nessas resoluções, bem como não há uma preconização oficial para a pesquisa de helmintos em areias, cujas formas infectantes (cistos, oocistos, ovos e larvas) apresentam maior resistência e longevidade no ambiente quando comparado às bactérias. Desta forma, evidencia-se uma lacuna importante no que tange à saúde ambiental, podendo impactar diretamente na saúde dos atletas e frequentadores desses ambientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESPORTES E SAÚDE

Práticas esportivas impactam positivamente a vida dos indivíduos, ajudando-os a liberar o excesso de energia, reduzir a pressão psicológica e a saúde mental (CHEN, 2022).

A inatividade física representa um risco para o desenvolvimento de várias doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (cardiovasculares, diabetes, hipertensão, obesidade, depressão e osteoporose) (BOUCHARD et al., 1994; MYERS et al., 2004; WARBURTON et al., 2006 ESEFELD et al., 2023).

De fato, há uma relação dose-resposta entre a atividade física regular ou de alto nível de condicionamento físico, estando vinculadas a um risco diminuído de óbito precoce (ERIKSSEN, 2001; GREGG et al., 2003). Sendo assim, a prática de esportes, inclusive aqueles praticados ao ar livre, é benéfica e incentivada para o aumento da aptidão física e prevenção das DCNT (EIGENSCHENK et al., 2019; ESEFELD et al., 2023).

Tais práticas, seja no âmbito profissional ou recreacional, estão ligadas à diminuição da ocorrência de certos tipos de cânceres, especialmente de cólon e mama (THUNE e FURBERG, 2001; FICARRA et al., 2022). Homens e mulheres que se mantêm fisicamente ativos demonstram uma diminuição de 30%–40% no risco relativo de desenvolver câncer de cólon, enquanto mulheres ativas apresentam de 20%–30% de diminuição dessas taxas para o câncer de mama em comparação com indivíduos inativos (LEE, 2003; HU et al., 2024).

Os esportes aquáticos proporcionam benefícios associados ao aumento da força, flexibilidade, equilíbrio e controle da dor, apresentando efeitos menos danosos, por exemplo, à saúde óssea de indivíduos em fase de senescência, visto que a permanência em atividade correlaciona-se à menor incidência de queda e fraturas (GREGG et al., 2000; SUN et al., 2021 KHADIJAH et al., 2023).

O impacto dos esportes na saúde mental, têm fundamental importância na regulação emocional, resiliência, função cognitiva e tratamento de condições psicológicas, atuando como antidepressivo, por regular os neurotransmissores, a neuroplasticidade, o sistema imunológico e os níveis hormonais (ZHAO et al., 2024). Ainda, aprimora funções cerebrais relacionadas à memória e aprendizagem e combate o declínio cognitivo, além de trazer benefícios na melhoria do humor, manejo do estresse e ansiedade e desenvolvimento de habilidades sociais (MARTÍN-RODRÍGUEZ et al.,2024; NOETEL et al., 2024).

Essa correlação positiva entre o envolvimento esportivo e qualidade de vida também é apoiada por estudos focados em indivíduos com deficiência física (BOCHKEZANIAN et al., 2022), doenças neuromusculares (CARRARO et al., 2022) e limitações de mobilidade (CÔTÉ-LECLERC et al., 2022).

Destaca-se também que a prática moderada de esportes está associada à manutenção da homeostase e da imunidade, o que pode ser benéfico para os praticantes, frente a uma eventual exposição a patógenos presentes no ambiente (SCHWELLNUS et al., 2016).

Entretanto, sabe-se que a resiliência imunológica aos diferentes treinamentos difere entre atletas de elite e aqueles de menor rendimento (praticantes de esportes por recreação), sendo os primeiros, aparentemente mais susceptíveis à diferentes infecções a curto prazo (WESTMATTELMANN et al., 2021).

Exercícios de intensidade moderada provocam leucocitose com um perfil sutil de citocinas anti-inflamatórias e melhoria imune. Acima de um determinado limite de intensidade, a liberação de Interleucina-6 mediada por lactato induz um estado pró-inflamatório que se segue a um estado inflamatório reduzido, promovendo a adaptação imunológica e o aprimoramento cardiometabólico a longo prazo (BASKERVILLE et al., 2024).

2.2 CARACTERIZAÇÃO E VARIABILIDADE DE AMBIENTES DESTINADOS À RECREAÇÃO E PRÁTICA DE ESPORTES

Diferentes ambientes hídricos são comumente utilizados para a prática de diversas modalidades esportivas no mundo. No Brasil, as águas do território nacional são classificadas segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, sendo divididas em classes. Essas classificações são definidas pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 357, de 17 de março de 2005.

As águas doces podem ser classificadas em: I – Classe especial, águas destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. II – **Classe 1**, águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; **c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000**; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras

Indígenas. III – **Classe 2**, águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas**; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000**; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca. IV – **Classe 3**, águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; **d) à recreação de contato secundário**; e e) à dessedentação de animais. V – Classe 4, águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Águas salinas são classificadas em: I – Classe especial, águas destinadas: a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. II – **Classe 1**, águas que podem ser destinadas: **a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000**; b) à proteção das comunidades aquáticas; e c) à aquicultura e à atividade de pesca. III – **Classe 2**, águas que podem ser destinadas: a) à pesca amadora; e **b) à recreação de contato secundário**. IV – Classe 3, águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Águas tratadas como piscinas, também são frequentemente utilizadas para fins esportivos ou recreacionais, podendo ser abastecidas com água doce (superficial ou subterrânea), marinha ou termal (ou seja, de fontes termais naturais). Elas podem ser domésticas (privadas), semipúblicas (por exemplo, hotel, escola, academia, complexo habitacional, **parque aquático**) ou públicas (por exemplo, municipais), e podem ser supervisionadas ou não supervisionadas. Piscinas podem estar localizadas em ambientes internos, ao ar livre ou ambos; elas podem ser aquecidas ou não aquecidas. O meio mais comum de tratamento e desinfecção é a cloração, mas outras estratégias podem ser utilizadas como a ozonização, luz ultravioleta, bromo, entre outros (WHO, 2006).

E por fim, do ponto de vista recreativo, as praias apresentam um enorme potencial para o desenvolvimento de atividades e esportes. Ademais, banhistas e nadadores passam uma porcentagem significativamente maior de tempo na faixa de areia. As praias representam o sedimento não consolidado que fica na junção entre água (oceanos, lagos e rios) e terra e geralmente são compostas de areia, lama ou seixos (WHO 2003).

2.3 BALNEABILIDADE NO BRASIL E NO MUNDO – LEGISLAÇÕES VIGENTES

A vigilância constante de regiões litorâneas tem como objetivo garantir a segurança dos banhistas e nadadores. No Brasil e em várias nações e entidades globais, a avaliação da balneabilidade é realizada por meio da contagem de bactérias indicadoras de contaminação fecal (BICF) para determinar se a água é própria ou imprópria para banho (BRASIL, 2000; IMO, 2002; WHO, 2003; USEPA, 2003).

Os indicadores de contaminação fecal mais amplamente utilizados para mensurar a qualidade das águas costeiras no mundo são as bactérias do grupo dos enterococos (AWWA, 1990; BRASIL, 2000; EU, 2006).

Contudo, os parâmetros, a concentração e limites máximos permitidos de bactérias indicadoras variam entre os países e organizações (Tabela 1).

No Brasil, a resolução nº 274 de 2.000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define os critérios de balneabilidade para águas marinhas e salobras (Tabela 1).

A areia é importante ferramenta na qualidade e gestão da orla, sendo recomendada a realização de avaliações que permitam compreender a evolução e qualidade das praias, reconhecendo seu importante papel em relação à saúde pública (OMS, 2003).

No país não há nenhuma legislação nacional vigente abrangendo ambientes arenosos, somente uma recomendação do CONAMA aos órgãos ambientais acerca da avaliação da qualidade parasitológica e microbiológica da areia de praias para futuras padronizações de acordo com a Resolução nº 274 / 2000 - artigo 8º (BRASIL, 2000).

Tabela 1: Número máximo permitido de indicadores que regem a balneabilidade no Brasil e outras localidades do mundo de acordo com órgãos ambientais e de saúde pública.

ORGANIZAÇÃO / PAÍS	DIRETRIZ	*E. coli*	ENTEROCOCOS	COLIFORMES TERMOTOLERANTES
WHO	Safe Recreational Water Environments - 2003	-	≤ 40 até > 500 / 100 ml	-
IMO	IMO - 2002	-	35 - 100 / 100 ml	-
USEPA / EUA	Recreational Water Quality Criteria - 2012	≤126 / 100 ml	≤35 / 100 ml	-
CANADÁ	Guidelines for Canadian Recreational Water Quality - 2024	≤ 235 ufc / 100 ml	≤ 70 ufc / 100 ml	
NOVA ZELÂDIA	National Policy Statement for Freshwater Management - 2024	< 540 / 100 ml	-	-
AUSTRÁLIA	ANZECC & ARMCANZ - Water Quality Guidelines - 2000	-	< 35 / 100 ml	< 150 / 100 ml
EU	Bathing Water Directive (2006/7/EC)	250 até 1000 / 100 ml	100 até 400 / 100 ml	-
CONAMA / BRASIL	Resolução nº 274/2000	200 até 800 / 100 mL	25 até 100 / 100 mL	250 até 1.000 / 100 mL

Legenda: **WHO** – World Health Organization; - enterococos por número mais provável em 100 mL em um percentil de 95% das amostras, onde a classificação da qualidade das áreas recreacionais varia da seguinte forma: A = ≤ 40 (muito boa); B = 41-200 (boa); C = 201-500 (satisfatória); D = > 500 NMP / 100 mL (insatisfatória).
IMO - International Maritime Organization- número estimado de enterococos em um percentil de 95% das amostras, por número mais provável em 100 mL, sendo classificado como: satisfatória = 35 / 100 mL e insatisfatória = 100 NMP / 100 mL.
USEPA / EUA – United States Environmental Protection Agency - Estados Unidos da América; - média geométrica da concentração de enterococos não deve ultrapassar 35 NMP / 100 mL sendo que devem ser analisadas no mínimo 5 amostras. - Média geométrica da concentração de *E. coli* não deve ultrapassar 126 NMP / 100 mL sendo que devem ser analisadas no mínimo 5 amostras.
ANZECC/ARMCANZ - Australian and New Zealand Environment and Conservation Council & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand - O conteúdo bacteriano médio em amostras de águas doces ou marinhas coletadas durante a temporada de banhos não deve exceder: 150 coliformes fecais/100 mL (mínimo de cinco amostras coletadas em intervalos regulares não excedendo um mês, com quatro em cada cinco amostras contendo menos de 600 organismos/100 mL); 35 enterococos/100 mL (número máximo em qualquer amostra: 60–100 organismos/100 mL).
NOVA ZELÂNDIA - National Policy Statement for Freshwater Management - Durante a temporada de amostragem semanal para *E. coli* – resultado superior a 260/100 ml, monitoramento deve ser feito com mais frequência. Amostras que excedem 540/100 ml são consideradas locais impróprios para banho.
EU – European Union; - Enumeração de *E. coli* por unidade formadora de colônia (UFC) por 100 mL em um percentil de 95% das amostras, sendo classificados da seguinte forma: excelente = 250 / 100 mL; boa = 500 / 100 mL. Enterococos (UFC): excelente = 100 / 100 mL; boa = 200 / 100 mL. Classificação da qualidade da água como satisfatória em um percentil de 90% das amostras para *E. coli* = 500 / 100 mL e enterococos = 185 UFC / 100 mL.
CONAMA / Brasil – Conselho Nacional do Meio Ambiente – são classificados quando 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores forem obtidos os seguintes valores: Excelente = no máximo 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mL; muito boa = valores até 500 coliformes fecais (termotolerantes), 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mL e satisfatória = valores no máximo de 1.000 coliformes fecais ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mL, Impróprio (§ 4ºb) = Superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mL.

2.4 QUALIDADE DE ÁGUAS TRATADAS DESTINADAS À RECREAÇÃO HUMANA: LEGISLAÇÕES E ESTRATÉGIAS DE DESINFECÇÃO

Há risco de contaminação microbiana significativa e desenvolvimento de doenças em piscinas tratadas. Amostras de água de piscinas públicas devem ser monitoradas em intervalos apropriados para parâmetros microbianos, para obter informações acerca da eficiência das medidas de manejo e tratamento (WHO, 2006).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, diversos parâmetros físico-químicos podem ser usados para avaliar a qualidade desses ambientes como cloro residual livre, alcalinidade, que pode interferir no ajuste do pH; dureza, que é relacionada a saúde estrutural da piscina e seus componentes; turbidez - altos níveis de turbidez indicam deterioração da qualidade da água - e riscos para a saúde.

Entretanto, a qualidade e segurança desses ambientes é comumente aferida pela pesquisa de BICF e ambientais, tais como: contagem de bactérias heterotróficas (37ºC por 24h) – fornecem informações/panorama da população geral bacteriana; *Pseudomonas aeruginosa* - pode indicar falhas nos sistemas de desinfecção, filtros ou canos de água; *Legionella* spp - utilizadas principalmente para banheiras de hidromassagem; *Staphylococcus aureus* - sua rotina de monitoramento não é recomendada, mas pode ser utilizado como ferramenta auxiliar quando há suspeitas de problemas de saúde relacionados à qualidade da água das piscinas. Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* - são amplamente utilizados como indicadores de contaminação fecal e devem ser medidos em todas as piscinas públicas bem como, banheiras de hidromassagem, Jacuzzi, ofurô e spas naturais (Tabela 2) (WHO, 2006).

O município de Curitiba conta com a Resolução SMS nº 40 de 04 de dezembro de 2012, que é uma norma técnica da Secretaria Municipal da Saúde de Curitiba que estabelece as regras para o licenciamento e funcionamento de piscinas públicas e privadas na cidade (Tabela 2). Essa resolução obedece e complementa os parâmetros da ABNT 10818 - 2016, e contempla a análise de cloro residual livre, pH, alcalinidade, dureza e turbidez, além de diversas BICF / ambientais (CURITIBA, 2012).

Tabela 2: Principais parâmetros recomendados por Agência de saúde Pública Mundial e municipal (Curitiba) para garantia da qualidade e segurança sanitária de piscinas e ambientes similares.

ANÁLISE	PARÂMETRO	VALORES RECOMENDADOS (WHO – 2006)	VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (CURITIBA – 2012)
MICROBIOLÓGICA	Coliformes termotolerantes/*E. coli*	1/100ml	Ausência/100ml
	Bactérias heterotróficas	UFC* 200/ml	UFC 500/ml
	Pseudomonas aeruginosa	<1/100ml	Ausência/100ml
	Candida albicans	-	Ausência/1mL
	Staphylococcus aureus	100/100ml	Ausência/100ml
FÍSICO-QUÍMICA	Cloro Residual Livre	1 mg/L	0,8 a 3,0 mg/L
	pH	7,2 a 7,8	7,2 a 7,8
	Alcalinidade	-	80 a 120 mg/L $CaCO_3$***
	Dureza	-	500 mg/L $CaCO_3$
	Turbidez	0,5 NTU**	5 NTU

Legenda: WHO – Organização Mundial da Saúde.
*Unidades formadoras de colônia; ** Unidade Nefelométrica de Turbidez; *** Carbonato de cálcio.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a desinfecção é parte do processo de tratamento pelo qual microrganismos patogênicos são inativados por meios químicos (por exemplo, cloração) ou físicos (por exemplo, radiação UV). Vários fatores são cruciais para escolha do método de desinfecção, tais como: Segurança (desinfetantes químicos são residuais e podem apresentar toxicidade, dependendo da concentração); Tipo e tamanho da piscina (desinfetantes podem ter menos efetividade sendo perdidos ou degradados em piscinas de grande porte em ambientes externos pela evaporação da água); Carga de banho (relacionado a quantidade de usuários e a frequência em que a piscina é utilizada).

A cloração é o método de desinfecção de água de piscina mais amplamente usado, geralmente na forma de gás cloro, um sal de hipoclorito (sódio, cálcio, lítio) ou isocianuratos clorados. Embora o gás cloro possa ser usado com segurança e eficácia, ele tem o potencial de causar sérios impactos à saúde. O grau de dissociação depende do pH e da temperatura. A dissociação é mínima em níveis de pH abaixo de 6. Em níveis de pH entre 6,5 e 8,5, ocorre uma mudança de ácido hipocloroso não dissociado para dissociação quase completa. O ácido hipocloroso é um desinfetante muito mais forte do que o íon hipoclorito, agindo como um desinfetante forte, rápido e oxidante, enquanto em um pH acima de 8,5, tem sua eficiência drasticamente reduzida (Hansen et al., 2013). Por esse motivo, o valor do pH deve ser mantido relativamente baixo e dentro de limites definidos 7.2–7.8. Juntos, o ácido hipocloroso e o íon hipoclorito são chamados de cloro livre. O teste usual para cloro detecta cloro livre e total e é

utilizado para determinar a eficácia da desinfecção (WHO, 2006; JARROLL et al., 1981; GRANGER e RICHARDSON, 2022).

A ozonização é o método de desinfecção mais poderoso disponível atualmente para tratamento de águas de piscinas. Contudo, é inadequado para o uso como desinfetante residual, pois vaporiza facilmente, é tóxico e é mais pesado que o ar, levando a desconforto e efeitos adversos à saúde. A ozonização é, portanto, seguida por dezonização e adição de um desinfetante residual (desinfetantes à base de cloro ou bromo) (FIRUZI e tal., 2020; WHO, 2006).

O processo de radiação UV, assim como o ozônio purifica a água circulante, sem deixar um desinfetante residual. A desinfecção é obtida por irradiação UV em comprimentos de onda entre 200 e 300 nm (WHO, 2006). Para que o processo seja eficiente, a água deve ser pré-tratada para remover a matéria particulada causadora de turbidez que impede a penetração da radiação UV ou absorve a energia UV (BAVCON et al., 2023). Assim como na ozonização, também é necessário usar um desinfetante à base de cloro ou bromo para fornecer um desinfetante residual na piscina (CARTER e JOLL, 2017; ADEYEMO et al., 2019;).

Ressalta-se que cistos de *Giardia* spp., e oocistos de *Cryptosporidium* e *T. gondii* são altamente resistentes à cloração de piscinas bem como à concentração de cloro residual livre, necessitando de concentrações impraticáveis para inativá-los (Tabela 3).

Tabela 3: Métodos de desinfecção mais utilizados em água e suas doses para inativação de cistos e oocistos de *Giardia*, *Cryptosporidium e Toxoplasma gondii*.

Protozoário	**Cloração**	**Ozonização**	**Radiação UV**
Giardia	1,5 mg/l por 10 min (pH 7, temperatura 25ºC) para 99,9% de inativação	0,6 mg/l por 1 min (pH 7, temperatura 25ºC) para 90% de inativação	5 mJ/cm^2 para 99% de inativação
Cryptosporidium	30 mg/l por 240 min (pH 7, temperatura 25 °C) para 99% de inativação	5 mg/l por 1 min (em pH 7 e temperatura 25ºC) para 99,9% de inativação	10 mJ/cm^2 para 99,9% de inativação
Toxoplasma gondii	100mg/l por 24 horas Ineficaz	6 mg/l por 12 minutos ineficaz	40 mJ/cm^2 para 99,9% de inativação

Legenda: mg/l – miligramas por litro
mJ/cm^2 – milijoules por centímetro quadrado
Fonte: WHO, 2006; WAINWRIGHT et al., 2007a. 2007b; DUMÈTRE et al., 2008.

2.5 PROTOZOOSES DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Cerca de 2,2 bilhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso seguro a serviços de água potável, 4,2 bilhões de pessoas estão privadas de serviços de saneamento geridos de forma segura e, 3 bilhões carecem de instalações básicas para lavagem das mãos (WHO 2020). Doenças gastrointestinais de veiculação hídrica são consideradas de maior impacto em saúde pública, tendo considerável morbidade e sendo responsáveis por mais de 2,2 milhões de mortes por ano (WHO 2022).

Nas últimas décadas, observa-se a expansão de surtos de veiculação hídrica tendo como agentes etiológicos os protozoários patogênicos (KARANIS et al., 2007, BOURLI et al., 2023). Tais enfermidades acometem, sobretudo, indivíduos residentes de países em desenvolvimento, com precários níveis de saneamento básico (COELHO et al., 2017 e ROSADO et al., 2017). Contudo, há diversos relatos de surtos de veiculação hídrica em países desenvolvidos, apesar de possuírem elevadas taxas de saneamento e infraestrutura altamente avançadas (MA et al., 2022).

No período de 2017 a 2020, 251 surtos de protozooses foram transmitidos pela água, majoritariamente em países desenvolvidos (EUA, Reino Unido e Nova Zelândia). Desse total, 192 surtos foram associados a *Cryptosporidium,* 48 surtos a *Giardia* e 7 a *Toxoplasma gondii* e outros. A grande maioria dos surtos foi detectado em águas tratadas utilizadas para esportes e recreação (piscinas, parques aquáticos) (MA et al., 2022).

Os Estados Unidos da América é o principal país a documentar surtos pela via hídrica. De fato, a notificação para ambos os patógenos são obrigatórios no país e, a vigilância epidemiológica trabalha em conjunto com a vigilância sanitária e ambiental, o que propicia maior esclarecimento e elucidação dos surtos, devido provavelmente à capacidade de diagnóstico e vigilância eficiente, evidenciando uma provável subnotificação em países em desenvolvimento. (CDC 2019).

Amebas de vida livre, principalmente do gênero *Acanthamoeba* também constituem um grupo emergente de patógenos transmitidos pela água, podendo causar sérias doenças como a ceratite amebiana e a encefalite amebiana granulomatosa (LORENZO-MORALES et al., 2015). De fato, a epidemiologia ambiental e molecular dessa espécie em águas brutas costeiras ainda é pouco explorada, tendo sido isolada inicialmente nas Ilhas Canárias, Espanha (LORENZO-MORALES et al., 2005). No Brasil, os genótipos T3 e T4 de *Acanthamoeba* foram isolados pela primeira vez em um ambiente de estuário e de ostras depuradas para o consumo humano em São Paulo, frequentemente associados às principais patologias supramencionadas

(LEAL et al., 2018). Tendo uma taxa de mortalidade de 95%, *Naegleria fowleri* é o principal agente etiológico implicado na meningoencefalite amebiana primária, desenvolvendo-se em ambientes quentes, acima de 30ºC, sendo especialmente implicada em ambientes de esportes e recreação (RÎPĂ et al., 2025).

A contaminação por *Giardia* e *Cryptosporidium* em áreas costeiras (praias, estuários e balneários) e águas doces brutas (Rios, lagos, represas e praias fluviais) já foi evidenciada em quase todos os continentes do globo (quadro 1), entretanto, dados epidemiológicos ainda são escassos na América Latina e no continente Africano (KARANIS et al., 2007; ROSADO-GARCÍA et al., 2017; COELHO et al., 2017; SQUIRE E RYAN 2017, LEAL et al., 2024). Há especial escassez de dados quanto ao isolamento de *T. gondii* em água do mar.

A grande longevidade, resistência a intempéries e fatores abióticos, como temperatura e salinidade dos (oo)cistos no ambiente, garantem a manutenção da capacidade por longos períodos – de alguns meses a um ano (FAYER et al., 1998; TAMBURRINI E POZIO, 1999).

Além disso, apresentam baixa dose infectante: alguns estudos indicam que em média apenas 10 cistos e oocistos são necessários para ocasionar a infecção e desenvolvimento de sintomas (RENDTORFF et al., 1954 VISVESVARA et al., 1988; CHAPPELL et al., 2006).

Quadro 1: Ocorrência e caracterização molecular de protozoários patogênicos e fatores epidemiológicos associados à contaminação de diferentes matrizes de águas recreacionais brutas no mundo.

(continua)

Tipo de amostra	**Localização**	**Metodologia De Concentração /Detecção**	**Amostragem/resultados**	**Detecção/ caracterização Molecular**	**Prática de esportes amadores**	**Fonte(s) de contaminação suspeita(s)**	**Referência**
Água do mar	Praias de Waikiki, Havaí **(EUA).**	Filtros de cartucho - Imunofluorescência indireta	29 amostras; *Crypto*: 14,0 % (4 amostras positivas); *Giardia*: 21,0 % (6 amostras)	NR	Natação recreacional	Transbordamento de esgoto; escoamento superficial; banhistas; despejo de fezes por barcos.	JOHNSON et al, 1995.
Água do mar	Estuário Georges River Sydney **(Austrália).**	Floculação em carbonato de cálcio - IFA	6 pontos amostrados / 10 ocasiões; *Crypto* e *Giardia* detectados em todos os pontos	NR	Natação/banho recreacional	Transbordamento de esgoto; escoamento superficial (associado com altos períodos de precipitação).	FERGUSON et al, 1996.
Água doce bruta	Rio Lam Tsuen e o Rio Shing Mun de Hong Kong **(China).**	Gradiente percoll/sacarose - IFA	91 Amostras, 7 pontos, 2 rios; *Giardia* detectado em todos os pontos, Crypto detectado em 6/7 pontos	NR	Recreação/ Podem ser utilizados para competições de remo	Esgoto tratado, esgoto bruto	HO e TAM, 1998
Água salobra	Estuário Charlotte Harbor, Flórida **(EUA).**	Filtração em membrana; IFA	8 pontos amostrados *Cryptosporidium*: uma amostra positiva; *Giardia*: 3 amostras positivas.	NR	Atividades recreativas	Escoamento superficial	LIPP et al, 2001b

(continua)

Tipo de amostra	Localização	Metodologia De Concentração /Detecção	Amostragem/resultados	Detecção/ caracterização Molecular	Prática de esportes amadores	Fonte(s) de contaminação suspeita(s)	Referência
Água do mar	Mersin sul da **(Turquia).**	Kinyouin modificado	35 Amostras; *Cryptosporidium*: 1 amostra positiva;	NR	NM	NR	CEBER et al, 2005.
Água do mar	Estuários da costa da Galícia **(Espanha).**	IMS e IFA	7 pontos amostrados; *Cryptosporidium*: detectado em 5 pontos; *Giardia* detectada 6 pontos	NR	NM	Efluente de esgoto; escoamento superficial	GÓMEZ-COUSO et al, 2005, 2006a.
Água do mar	Estuário de Oosterschelde **(Holanda).**	Filtro de cartucho Envirocheck; IMS e IFA	2 pontos amostrados (2 vezes); *Cryptosporidium* e *Giardia*: detectados em 1 ponto em 2 períodos	NR	NM	Efluente de esgoto; escoamento superficial	SCHETS et al, 2007
Água doce/salobra	Estuário do Rio Sena **(França).**	Filtro de cartucho Envirocheck - IFA	8 amostras; 4 positivas para *Giardia* e 6 positivas para *Crypto*.	NR	Atividades recreativas	Despejo de efluentes brutos e tratados	TOURON et al, 2007
Água doce/salgada	Área costeira após ocorrência de Tsunami. **(Tailândia)**	Filtro de cartucho Envirocheck, Filtração em membrana, Flutuação em sacarose IMS e IFA	118 amostras em 2005; 12,7% amostras positivas para *Crypto*, 7,6% amostras positivas para *Giardia*; 42 amostras em 2008; 11,9% positivas para *Crypto*, 7,1% positivas para *Giardia*	NR	NM	Alagamento. Fezes de seres humanos e animais -Tsunami na região em 2004.	SRISUPHANUNT et al, 2010.
Água do mar	Praia de Chesapeake Bay, Maryland **(EUA).**	Filtração em membrana; FISH	Dias da semana (n = 33 amostras); *Cryptosporidium* e *Giardia*: 2 amostras positivas; Finais de semana (n = 27 amostras); *Cryptosporidium*: 13 positivas; *Giardia*: 10 positivas	NR	Atividades Recreativas	Maior movimento de banhistas nos finais de semana; Ressuspensão do sedimento da praia; Contaminação fecal	GRACZYK et al, 2007

(continua)

Tipo de amostra	Localização	Metodologia De Concentração /Detecção	Amostragem/resultados	Detecção/ caracterização Molecular	Prática de esportes amadores	Fonte(s) de contaminação suspeita(s)	Referência
Água do mar	Praias de Sinaloa **(México).**	Filtro de cartucho Envirocheck ,IMS e IFA	32 amostras analisadas, 2 praias; Praia de Altata; *Crypto*: 71,0 % das amostras positivas; *Giardia*: 57,0 %. Praia de Mazatlan: *Crypto*: 83,0 % de positividade; *Giardia*: 72,0 %.	NR	Natação/Recreação	Efluentes brutos	MAGANA-ORDORICA et al, 2010.
Água do mar	Quatro regiões marinhas de Florianópolis **(Brasil).**	Filtração em membrana, IMS IFA, PCR	Uma amostragem cada – regiões de cultivo de ostras. *Crypto*: 1 Amostra; *Giardia*: 1 amostra	*G. duodenalis* Assembleia A - β-giardina/GDH	NM	Contaminação por efluente doméstico	SOUZA et al, 2012
Água doce	Praias fluviais de Portugal	Filtração em membrana IDEXX; IMS e IFA	74 Amostras, 19 pontos; Crypto 82% de amostras positivas *Giardia* 85% de amostras positivas	NR	Atividades recreativas	Discarte de efluentes	JÚLIO et al., 2012
Água do mar	Amostras de água do mar negro (**Turquia**).	IFA e PCR	*Crypto* 128 amostras de dois locais; 61.4% local A; 60.3% local B. *Giardia* não analisado	*C. parvum, C. hominis e C. meleagridis*; S-adenosilmetionina sintetase (SAM)/ SSUrRNA	NM	Contaminação por esgoto doméstico; animais	KOLOREN et al., 2013
Água salobra	Estuário de Cananéia, São Paulo (**Brasil**)	Filtração por membrana; IMS, IFA e PCR	*Giardia* detectada em todos os pontos amostrados; *Cryptosporidium* spp., detectado em um ponto.	*G. duodenalis* (β-giardina)	Atividades recreacionais, prática de caiaque	Contaminação por esgoto doméstico; animais.	LEAL et al., 2013.
Água do mar	Quatro praias da costa central da (**Venezuela)**	Filtração por Filtamax, IMS, IFA e PCR	26 amostras; *Cryptosporidium*: 14% das amostras positivas. *Giardia duodenalis*: 35% das amostras	*G. duodenalis*, Gene tpi	Natação recreacional	Contaminação por esgotos	BETANCOURT et al., 2014
Água salobra	Estuário nordeste Melbourne (**Austrália**)	IMS e IFA	74 amostras: *Giardia:* 19% positivas *Crypto:* 13% positivas	NR	Recreação aquática	Contaminação por derramamento de esgoto	HENRY et al., 2016

(continua)

Tipo de amostra	Localização	Metodologia De Concentração /Detecção	Amostragem/resultados	Detecção/ caracterização Molecular	Prática de esportes amadores	Fonte(s) de contaminação suspeita(s)	Referência
Água doce	Água doce Lago, Rio e represa Seul **(Coreia do Sul)**	Filtração em membrana. IMS, IFA e PCR	50 Amostras: Crypto 22% amostras positivas *Giardia* 32% amostras positivas	NR	Recreação aquática	Descarte inadequado de resíduos	BAHK et al., 2018
Água doce	Tianjin Parque aquático, Tianjin **(China)**	Filtração/Flotação; IFA e PCR	52 Amostras; Crypto 82,7% amostras positivas; *Giardia* 98,1% amostras positivas	*C. parvum* , *C. andersoni* , *C. hominis* , *C. meleagridis* , *C. fragile* e *C. ubiquitum,* rRNA SSU 435*; Giardia duodenalis A, B e D,* rRNA SSU 292	Atividades recreativas	Escoamento superficial de zoológico próximo, contaminação fecal.	XIAO et al., 2018
Água do mar	Estuário de Cananéia, São Paulo (**Brasil**)	Filtração em membrana; IMS, IFA e PCR.	*Giardia:* 4 pontos de amostragem do estuário. Monitoramento mensal durante um ano. Detecção em todos os pontos amostrados.	*G. duodenalis* Subassembleia AII *G. duodenalis* Assembleia C triose fosfato isomerase *(tpi*)	Atividades recreacionais, prática de caiaque	Contaminação por esgoto doméstico Contaminação por fezes de cães.	LEAL et al., 2018
Água do mar	12 praias São Paulo **(Brasil).**	Filtro de cartucho Envirocheck, IMS e IFA	203 amostras: *Giardia* 43% amostras positivas *Crypto* 13% amostras positivas	NR	Natação recreativa/profissional	Esgoto doméstico.	PINTO et al., 2020
Água doce	Rio Pardo, Estado de São Paulo **(Brasil)**	Filtração por Filtamax, IMS e IFA	36 Amostras; *Crypto* 13.9% amostras positivas *Giardia* 41.7% amostras positivas	NR	Natação/Atividades recreacionais	Esgoto bruto, efluentes de estações de tratamento de esgoto, fontes difusas	FREGONESI et al., 2022
Água doce	Lago Hanna e barragem Wali-Tangi Quetta **(Paquistão)**	Filtração em membrana/Flutuação em sacarose; Microscopia óptica/ Lugol, Ziehl Neelsen modificado	8 Amostras; *Crypto* 25% amostras positiva *Giardia* 50% amostras positivas	NR	Atividades recreacionais	Esgoto doméstico	LUQMAN et al., 2022

(conclusão)

Tipo de amostra	Localização	Metodologia De Concentração /Detecção	Amostragem/resultados	Detecção/ caracterização Molecular	Prática de esportes amadores	Fonte(s) de contaminação suspeita(s)	Referência
Água doce/Água do mar	Rio Jacó Provincia de Puntarenas **(Costa Rica)**	Filtração em membrana; IMS	78 Amostras, divididas em estação seca e chuvosa; *Giardia* 82.,5%; *Crypto* 7.69% estação seca; *Giardia* 79.49%; *Crypto* 5.13% estação chuvosa	NR	Atividades recreativas (prática de surf e natação)	Esgoto doméstico	GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ et al., 2023
Água doce	Aotearoa **(New Zealand)**	IMS e IFA	199 amostras de 41 locais *Giardia* 59.8% de amostras positivas *Cryptosporidium* 44.2% de amostras positivas	NR	Atividades recreacionais	Esgoto doméstico.	COOKSON et al., 2024
Água do mar	Araromi **(Nigeria)**	Centrifugação; Microscopia óptica/ lugol, Ziehl Neelsen modificado	12 amostras *Giardia* e *Crypto* detectado em todas as amostras	NR	Atividades recreativas (natação, surfe, esportes aquáticos, mergulho)	Poluição fecal	OGUNDARE et al., 2024
Água doce/salobra	Estuário Río de la Plata Buenos Aires **(Argentina)**	Filtração em membrana; Microscopia óptica, lugol, Ziehl Neelsen /qPCR	21 Amostras de 2 pontos 72.7% *Crypto*; *Giardia* 64.6% ponto A; 70% *Crypto*; *Giardia* 40% ponto B	NR	Atividades recreacionais (windsurf, kitesurf, wakeboard)	Esgoto tratado e não tratado	DÍAZ et al., 2024
Água doce	Província de Salta **(Argentina)**	Filtração em módulo Polyflux 24R; microscopia óptica, lugol	3 pontos; *Giardia* detectado em 1 ponto; *Crypto* não pesquisado	NR	Atividades recreacionais	Contaminação fecal, presença de animais domésticos e bovinos	SANGUINO-JORQUERA et al., 2024
Água do mar, água doce	Praias e rios afluentes do estado do Paraná **(Brasil)**	Filtração em membrana; IFA e PCR.	144 Amostras, 72 águas doces, 72 águas salgadas; Pelo menos um protozoário patogênico foi detectado em 58,3% das amostras	*Cryptosporidium* spp, 18S *rRNA; Giardia* spp. triose fosfato isomerase *(tpi)*	Atividades recreacionais	Descarte de esgoto doméstico tratado/não tratado, presença de animais domésticos e silvestres	LEAL et al., 2024

Legenda: NR: Não realizado; NM: Não mensurado. Fonte: Adaptado, modificado e atualizado de Leal, 2013.

Entre 2015 e 2019, foram relatados nos Estados Unidos, 208 surtos relacionados a águas tratadas (piscinas) entre os quais, 75% dos surtos com etiologia confirmada, sendo 76 (49%) causados por *Cryptosporidium* (HLAVSA et al., 2021). Um surto é assim denominado pela ocorrência de doenças semelhantes em duas ou mais pessoas cujas vias são epidemiologicamente vinculadas a um local, tempo de exposição e condição sanitária do ambiente (WHO, 2006).

Outro estudo global ampliou este tipo de análise até o ano de 2022, sendo relatados 416 surtos no mundo atribuídos a protozoários transmitidos pela água, onde *Cryptosporidium* spp., foi responsável por 77,4% (322), enquanto *Giardia* spp., foi a causa de 17,1% (71). *Toxoplasma gondii* e *Naegleria fowleri* foram as causas primárias em 1,4% (6) e 1% (4) dos surtos, respectivamente. Destaca-se nesse estudo, que 313 (75,2%) dos surtos foram atribuídos a águas recreacionais e/ou piscinas, sendo *Cryptosporidium* spp., o agente mais frequente nessas matrizes de água tratada, seguido de *Giardia* spp., (BOURLI et al., 2023).

Com dados crescentes de novos surtos, torna-se evidente que ambientes de água tratada, utilizados para prática de desportos, vêm se tornando importante rota de transmissão para aquisição de protozooses. A contaminação desses ambientes é ocasionada principalmente por acidentes fecais, mas também pode ocorrer por má gestão, ou desinfecção ineficiente (KARANIS et al., 2007; MA et al., 2022; BOURLI et al., 2023).

Os registros mundiais apontam a documentação e constante atualização de surtos, majoritariamente nos países desenvolvidos, entretanto, a detecção e o monitoramento de situações esporádicas (contaminações não vinculadas a situações de surtos) já foram evidenciados em países emergentes, como o Brasil e a China (quadro 2).

Quadro 2: Ocorrência e caracterização molecular de protozoários patogênicos em águas tratadas de piscinas, fatores epidemiológicos e metodologias de desinfeção, em situações não relacionadas a surtos ao redor do mundo.

(continua)

Localização	**Método de desinfecção**	**Metodologia de concentração/detecção**	**Amostragem/Resultados**	**Detecção/Caracterização molecular**	**Fonte(s) de contaminação suspeita(s)**	**Referência**
Piscinas abertas de Paris **(França)**	Cloração	Filtro Envirocheck/Flutuação percoll/sacarose; IFA	48 Amostras; *Crypto* detectado em 1 amostra	NR	NE	FOURNIER et al., 2002
Complexo de piscinas abertas **Holanda**	Cloração	Retrolavagem, Filtro Envirocheck; IMS e IFA	153 Amostras; *Crypto* 4,6% de amostras positivas; *Giardia* 5,9% de amostras positivas	NR	Acidente fecal, mau funcionamento dos filtros	SCHETS et al., 2004
Piscinas abertas e fechadas Região Noroeste da **(Grécia)**	Cloração	Filtro de polipropileno; IFA	462 Amostras (8 anos de análises) *Crypto* e *Giardia* não detectados	NR	Material fecal residual nos corpos dos nadadores	PAPADOPOULOU et al., 2008
Piscinas abertas, parques aquáticos de Flandres **(Bélgica)**	Cloração	Filtração em Filta-max Xpress IMS, IFA e PCR	56 amostras de piscina; *Crypto* e *Giardia* positivos em 3 de 37 piscinas	*C. andersoni*, 18S rDNA; *G. duodenalis* Assembleias AI, AII, BIII e BIV, β-giardina, tpi	Acidente fecal, contaminação externa (piscinas ao ar livre)	EHSAN et al., 2015
Piscinas abertas de Pequim **(China)**	Cloração	Filtração em membrana/Flutuação percoll/sacarose; IFA	60 amostras, 35 piscinas; Crypto 16,7% de positividade; *Giardia* 15% de positividade	*C. hominis, C. parvum,* rRNA SSU 435*;* *G. duodenalis* Assembleia A e B, rRNA SSU 292	Transmissão antroponótica	XIAO et al., 2018
Piscinas públicas abertas de Guangzhou **(China)**	Cloração	Filtração em membrana; IMS e IFA	39 Amostras; *Crypto* e *Giardia* 12.8% amostras positivas	NR	Falta de boas práticas, desinfecção ineficiente	WEI et al., 2018

(conclusão)

Localização	Método de desinfecção	Metodologia de concentração/detecção	Amostragem/Resultados	Detecção/Caracterização molecular	Fonte(s) de contaminação suspeita(s)	Referência
Piscinas fechadas aquecidas Província de Barcelona **(Espanha)**	Cloração/UV	Floculação carbonato de cálcio; IMS e Ziehl-Neelsen	32 Amostras *Crypto* 18,8% de positividade; *Giardia* não analisado	NR	Acidente fecal	GRACENEA et al., 2018
Piscinas públicas abertas da Região Metropolitana de Atlanta **(EUA)**	Cloração	Retrolavagem; PCR	127 piscinas; *Giardia* e *Crypto* 1% de amostras positivas	*G. duodenalis; Cryptosporidium spp,* 18S rRNA	Acidente fecal	MURPHY et al., 2018
Piscinas públicas abertas na Cidade de Campinas, São Paulo **(Brasil)**	Cloração	Filtração em membrana; IMS, IFA, PCR e Epifluorescência em luz UV	57 Amostras de 21 piscinas *Crypto* 9.5% Amostras positivas *Giardia* 19% Amostras positivas *Toxoplasma* 14,2% Amostras positivas	*G. duodenalis* Assembleia A, β-giardina; *Toxoplasma gondii,* REP529.	Acidente fecal, local aberto, Presença de animais (gatos), animais mortos na piscina, fraldas na borda das piscinas e presença de cães junto aos donos.	PINEDA et al., 2020

Legenda: NR – Não realizado. NE – Não Especificado.

2.6 *Toxoplasma gondii*

A toxoplasmose tendo como agente etiológico o *Toxoplasma gondii,* é uma das doenças parasitárias mais comuns do ser humano e de outros animais de sangue quente (hospedeiros intermediários) e, de ampla variedade de membros da família Felidae (hospedeiros definitivos), sendo considerado um protozoário intracelular obrigatório (DUBEY e BEATTIE, 1988; SHAPIRO et al., 2019).

A descoberta do *T. gondii* completou um centenário em 2008, entretanto, a ciência e diferentes grupos de pesquisa no mundo jamais havia conseguido provar o porquê de somente felinos serem considerados hospedeiros definitivos (onde ocorre o ciclo enteroepitelial), com alternância de merogonia, gametogonia e esporogonia, culminando com expressiva eliminação de oocistos, que esporulam dentro de 1 e 5 dias no ambiente (DUBEY e BETTIE, 1988, DUBEY, 2010).

Recentemente, esse fato foi desvendado; isso se deve à característica de não possuírem a atividade da enzima delta-6-desaturase em seu intestino delgado, responsável pelo metabolismo do ácido linoleico, o que resulta em um acúmulo sistêmico desse ácido no seu organismo, que é essencial para o desenvolvimento do protozoário (MARTORELLI DI GENOVA et al., 2019). Neste estudo, modelos murinos tiveram a ação dessa enzima inativada e foram suplementados com o referido ácido, sendo assim evidenciada a quebra da barreira de espécies, onde os murinos eliminaram oocistos nas fezes, com capacidade de esporular e tornarem-se infectantes, porém, pouco resistentes ao cloro e H_2SO_4 (2%) (MARTORELLI DI GENOVA et al., 2019).

Existem três estádios infecciosos no ciclo de vida do *T. gondii*: esporozoítos contidos em oocistos esporulados, taquizoítos e bradizoítos contidos em cistos teciduais. Os seres humanos podem adquirir a infecção principalmente por uma das seguintes vias: horizontalmente pela ingestão de oocistos infecciosos (por contato com solo, águas e verduras contaminadas ingeridas cruas), horizontalmente pela ingestão de cistos teciduais contidos em carne crua ou mal cozida ou vísceras primárias de hospedeiros intermediários, ou verticalmente pela transmissão transplacentária de taquizoítos (DUBEY, 2004; PEREIRA et al., 2010).

O estágio de oocisto esporulado é uma fonte relevante de infecção para humanos e outros hospedeiros intermediários, visto que uma vez no ambiente, são estáveis por 18 meses em condições desfavoráveis e, muito resistentes a desinfetantes químicos (LÓPEZ UREÑA et al., 2022). Apesar de não apresentarem amplo espectro de hospedeiros definitivos, a doença é cosmopolita e a soroprevalência é elevada (HALONEN e WEISS, 2013; YAN et al., 2016).

Classicamente, a ingestão de cistos teciduais com bradizoítos em carnes cruas ou mal cozidas, especialmente de carneiro e porco, sempre foi considerada a principal via de aquisição da parasitose (TENTER et al., 2000; WEISS e KIM, 2000; PEREIRA et al., 2010).

Entretanto, no Brasil, em estudo recente, nota-se uma tendência de aumento do número de casos e novas infecções originadas pela ingestão de oocistos de *T. gondii*, pela ingestão de frutas e verduras contaminadas, e especialmente pelos crescentes surtos de veiculação hídrica, sendo significativamente maior do que mediante o consumo de alimentos contaminados com bradizoítos (carne bovina, suína, aves) (ZHU et al., 2023).

De fato, estudos modernos com enfoque em imunodiagnóstico para a detecção de imunoglobulina G contra a proteína relacionada a embriogênese dos esporozoítos de *T. gondii* (TgERP), pode evidenciar a contaminação específica por oocistos, sendo uma ferramenta epidemiológica importante para ajudar a elucidar qual estádio evolutivo foi responsável pela infecção de humanos e, para o estabelecimento de estratégias de intervenção (MILNE et al., 2020). Em adição, existem evidências que humanos quando infectados por oocistos, apresentam quadros clínicos mais graves do que quando adquirem a infecção através de cistos teciduais (PEREIRA et al., 2010).

Independente da via de aquisição da parasitose, os hortifrutis crus juntamente aos produtos cárneos, representam importante via de infecção e disseminação da parasitose, sendo a toxoplasmose, elencada em quarto lugar geral (primeira entre as protozooses), em um ranking mundial multicritério da FAO/OMS entre as principais doenças parasitárias veiculadas por alimentos (FAO/WHO, 2014).

Os genes mais utilizados para identificação de *Toxoplasma*, são o REP-529 e o gene B1, podendo tanto ser aplicados no isolamento de amostras ambientais, como em amostras clínicas. Entretanto, para amostras ambientais, REP-529 demonstra ser um pouco superior para a detecção do protozoário (BELAZ et al., 2015; PINEDA et al., 2020).

A transmissão da toxoplasmose por veiculação hídrica apresenta enorme relevância em saúde pública, tendo sido identificada no Canadá, Índia, Panamá, entre outros, contudo, o Brasil é atualmente o país que mais reporta surtos por essa via, onde os surtos de maiores proporções e número de casos ocorreram e, onde o protozoário apresenta maior variabilidade genética (SHAPIRO et al., 2019).

Uma cepa atípica de *Toxoplasma gondii*, transmitida através da água contaminada de um reservatório municipal, foi responsável por um surto em 2001 na cidade de Santa Isabel do Ivaí, Paraná, Brasil. Nesse caso específico, houve envolvimento ocular significativo, com 11,5% dos indivíduos infectados apresentando reações inflamatórias intraoculares ou

retinocoroidite necrosante, com os pacientes manifestando sequelas oculares anos após o surto (DE MOURA et al., 2006; VAUDAUX et al., 2010).

Em 2018, na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, um comprometimento na rede de abastecimento de água potável gerou um surto significativo de toxoplasmose, considerado o maior já registrado no mundo. No total, 1116 casos foram reportados, sendo 35 em gestantes, resultando em dois óbitos fetais e dois abortos (PONTE et al., 2019; MINUZZI et al., 2020).

No Brasil foram reportados 20 registros da presença de protozoários patogênicos em amostras hídricas, não relacionadas a situações de surtos, dentre estes registros, seis (30%) se referem a contaminação por oocistos de *Toxoplasma gondii*, (ROSADO-GARCIA *et al*., 2017).

Considerando esse cenário complexo quanto à transmissibilidade por diversas amostras hídricas, recentemente uma nova possibilidade de infecção e aquisição da toxoplasmose foi descrita, pela primeira vez no mundo, mediante a possibilidade de ingestão acidental de água recreacional tratada, visto que oocistos do protozoário foram identificados em piscinas cloradas abertas e públicas do Brasil (PINEDA et al., 2020).

A doença pode apresentar um amplo rol de manifestações clínicas: embora, muitas vezes seja assintomática em indivíduos imunocompetentes, é capaz de provocar quadros graves e adquirir caráter oportunista em indivíduos imunodeficientes, além de apresentar alto risco para gestantes, quando adquirida durante a primo-infecção (LIU et al., 2015; CDC, 2024).

A toxoplasmose pós-natal, em fase aguda da infecção pode apresentar-se sintomática em 10 a 20 % dos indivíduos imunocompetentes com presença de febre, linfadenopatia cervical e/ou doença semelhante à gripe (CDC, 2024). Ainda, nesse grupo, pode haver comprometimento ocular, enquanto em bebês gravemente acometidos pela toxoplasmose congênita, podem apresentar a tétrade completa de sinais: coroidite de retina, hidrocefalia, convulsões e calcificação intracerebral, sendo a doença ocular a sequela mais comum (WANG et al., 2017).

A infecção por *T. gondii* pode ser fatal em indivíduos imunocomprometidos, como pacientes convivendo com HIV/AIDS, pacientes com câncer e receptores de transplantes de órgãos, afetando principalmente o sistema nervoso central (encefalite toxoplásmica) (BARRATT et al. 2010; WANG et al. 2017).

Visando promover avanços no controle e na prevenção da toxoplasmose no Brasil e nas Américas, recentemente foi promulgada a Carta de Brasília, com perspectiva de uma cooperação Pan-Americana, onde diversos profissionais assinaram o documento estabelecendo diretrizes e, entre as principais propostas estão: Integração multidisciplinar; abordagem em

saúde única – integrando ações humanas, animais e ambientais; triagem pré-natal e neonatal universal; avanço em pesquisas e desenvolvimento; melhora na vigilância e controle – unificação das agências nacionais para investigação de surtos; investimento em programas educacionais e prevenção primária; rede Pan-Americana de pesquisa e cooperação (SILVA et al., 2025).

2.7 *Giardia* spp.

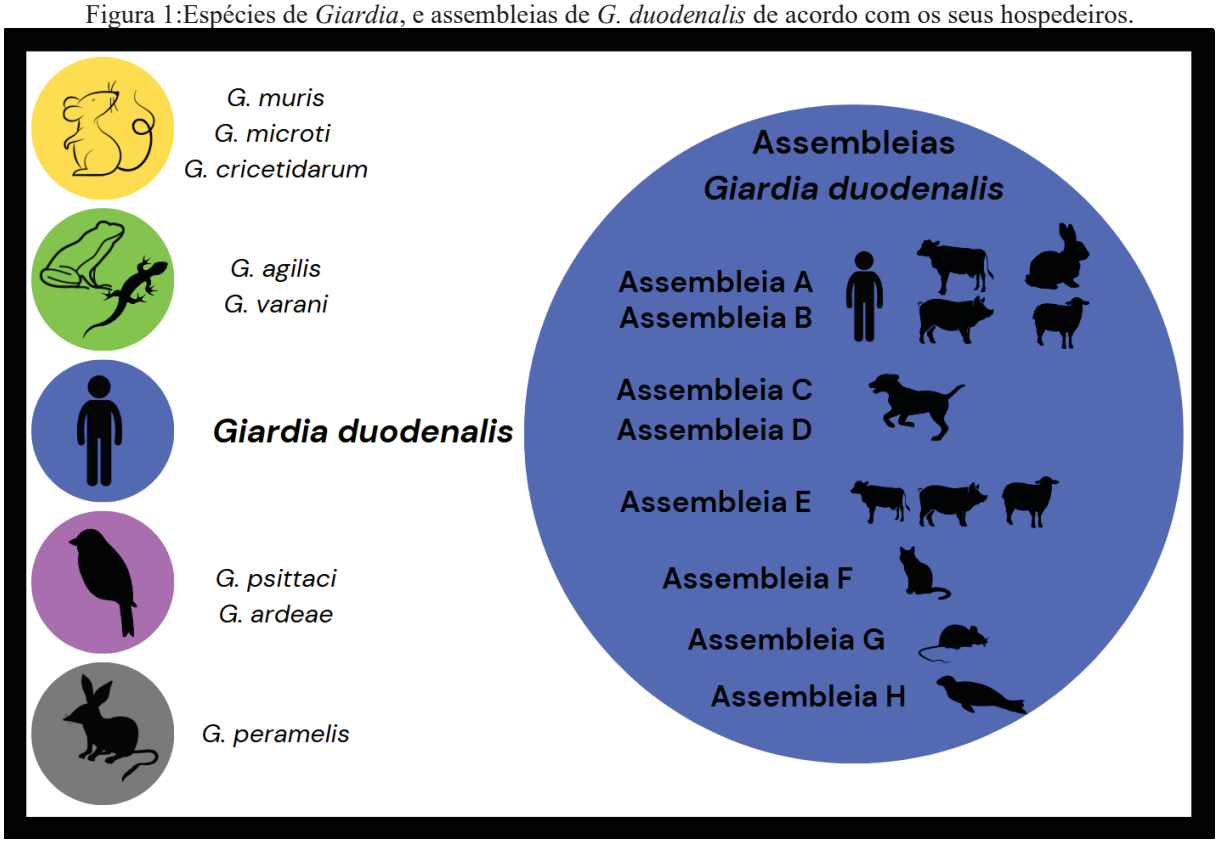
A giardiose é causada pelo protozoário *Giardia duodenalis* (sinonímia *lamblia, intestinalis*), única espécie que apresenta potencial infectante para humanos (RYAN et al., 2021; AYED et al., 2024). São flagelados encontrados em uma ampla gama de vertebrados, pertencem à família Hexamitidae, ordem Diplomonadida, e Filo Sarcomastigophora. *G. duodenalis* apresenta distribuição cosmopolita, sendo o parasito causador de gastroenterite mais comumente detectado em fezes humanas apresentando diferentes vias de transmissibilidade (LEUNG et al., 2019).

Atualmente, são consideradas como válidas nove espécies do protozoário (Figura 1) que habitam o trato intestinal de praticamente todas as classes de vertebrados (RYAN et al., 2021). *G. duodenalis* é considerada um complexo de espécies, subdividida em oito genótipos ou assembleias: A e B capazes de infectar humanos e outros mamíferos; C e D cães; assembleia E gado e demais herbívoros; F gatos, G roedores, e finalmente assembleia H, com predileção para infecção de animais marinhos (COELHO et al., 2017).

Nas duas últimas décadas, com o advento das técnicas moleculares, foi evidenciado a variabilidade genética dentro das assembleias A e B, sendo subdivididas em subassembleias: AI, AII , AIII, BIII e BIV. Dentre essas, AI e AIII apresentam predileção à infecção de animais não humanos, enquanto AII, BIII e BIV são consideradas variantes com características zoonóticas (ADAM, 2021; HATAM-NAHAVANDI et al., 2024).

Ainda, AII e BIV também apresentam potencial antroponótico, sendo este tipo de contato/transmissão mais comuns para essas subassembleias (FENG e XIAO, 2011, RYAN et al., 2021; HIJJAWI et al., 2022).

Figura 1:Espécies de *Giardia*, e assembleias de *G. duodenalis* de acordo com os seus hospedeiros.



Fonte: O autor, 2025.

Os genes mais utilizados para a tipagem de *G. duodenalis* são aqueles que codificam as proteínas Triose Fosfato Isomerase (*tpi*), Glutamato Desidrogenase (*gdh*), Beta Giardina (βg) e o gene 18s (COELHO et al., 2017; RYAN et al., 2019; FANTINATTI et al., 2021).

No Brasil, os conjuntos A, B, C, E e F já foram identificados em isolados de amostras de fezes humanas em nove estados, sendo A e B classicamente associada a infecção em humanos. Apesar de sua grande extensão e ampla biodiversidade, a caracterização genotípica das espécies de *Giardia*, ainda é pouco explorada no país (PACHECO et al., 2020; FANTINATTI et al., 2021).

Em um estudo realizado no estado do Paraná em 2022, Silva e colaboradores identificaram *Giardia duodenalis* assembleia F (predominante em felinos) em amostras de fezes humanas e de cães, reiterando o amplo conhecimento acerca do potencial zoonótico desse protozoário.

A detecção de protozoários patogênicos, entre eles *Giardia* spp., em águas costeiras ainda é pouco explorada no Brasil (COELHO et al., 2017, LEAL et al., 2024). Além disso, devido à sua característica filtrante, moluscos podem ser utilizados como bioindicadores, para atestar a qualidade da água desses ambientes. Em um estudo no estado de São Paulo – Brasil, foram analisadas ostras na etapa de cultivo e após depuração com luz ultravioleta para o

consumo humano, bem como diferentes pontos do estuário onde encontravam-se os animais. A subassembleia AII de *G. duodenalis* foi identificada na água e ostras, demonstrando que a principal fonte de contaminação advinha de esgoto doméstico, o que pode representar um risco, especialmente por serem ingeridos crus (LEAL et al., 2018).

O ciclo biológico do protozoário é relativamente simples, apresentando duas formas evolutivas, o cisto forma infectante e altamente resistente a intempéries ambientais e o trofozoíto que é a forma proliferativa. Logo após a ingestão, os cistos são estimulados a excistar, na presença do meio ácido do estômago e pela presença de bile e tripsina no duodeno; em seguida os trofozoítos se fixam às células epiteliais intestinais, usando seu disco adesivo (CERTAD et al., 2017).

Após o período de incubação (em média uma a duas semanas) uma ampla gama de sintomas é evidenciada, devido a sinalizações específicas que desencadeiam caspases que ativam a apoptose celular, levando a perda de junções intercelulares que causam uma disfunção da barreira entre o lúmen intestinal e as células epiteliais; entre os principais sintomas, figuram: diarreia, distensão abdominal, dor epigástrica, náuseas e vômito. Infecções assintomáticas também podem ocorrer (ALLAIN e BURET, 2020).

A giardiose também pode provocar manifestações e complicações extra intestinais, que pode acometer até 30% dos pacientes infectados, como artrite reativa, alergias cutâneas e até mesmo patologias oculares (CANTEY et al., 2011). Ainda, após o devido tratamento, parcela expressiva de indivíduos pode manifestar síndromes pós-infecciosas — como a síndrome do intestino irritável e da fadiga crônica (ALLAIN e BURET, 2020).

Estudos apontam que a giardiose têm elevada prevalência em crianças, e está diretamente associada ao atraso no desenvolvimento físico e cognitivo infantil; essa alta susceptibilidade se deve principalmente a imaturidade do seu sistema imunológico e aos hábitos de higiene rudimentares (PACHECO et al., 2020).

A incidência da parasitose pode estar intimamente relacionada ao nível socioeconômico dos indivíduos, contato com animais parasitados e principalmente devido às condições precárias de saneamento ambiental (RYAN et al., 2019). Em países em desenvolvimento, a prevalência de giardiose humana é de aproximadamente 20% (4–43%), em comparação com 5% (3–7%) em países desenvolvidos.

Ressalta-se que a giardiose é considerada uma doença negligenciada no Brasil, apesar de ser endêmica, e a prevalência de *Giardia duodenalis*, poder atingir níveis acima de 30% em alguns estados do país, como o Paraná (COELHO et al., 2017).

2.8 *Cryptosporidium* spp.

Atualmente, são consideradas como válidas 49 espécies e mais de 120 genótipos diferentes de *Cryptosporidium*. Recentemente, o agente etiológico da criptosporidiose, passou por uma série de reclassificações, sendo distanciado dos coccídios e agrupado com as gregarinas, parasitos de vertebrados e especialmente de invertebrados (RYAN et al., 2021; TŮMOVÁ et al., 2023).

As principais espécies imputadas na criptosporidiose humana são *C. hominis* e *C. parvum*, sendo responsáveis por 90% das infecções. *C. hominis* apresenta carácter antroponótico e *C. parvum* tendo características zoonóticas e infectando 155 espécies de mamíferos (FAYER et al., 2004a; CHALMERS et al., 2019). O principal gene utilizado para o isolamento do protozoário em amostras clínicas e ambientais, é o gene que codifica a subunidade 18S rRNA, presente em todas as espécies.

Já o GP60 (glicoproteína) e o COWP (proteína da parede do oocisto de *Cryptosporidium*) são comumente utilizados para determinação e subtipificação das espécies e das famílias do protozoário, especialmente *C. parvum, C. hominis* e *C. meleagridis* (FENG et al., 2018; LI et al., 2024).

Com características cosmopolitas, o *Cryptosporidium* spp., é um dos patógenos intestinais mais difundidos no mundo e, globalmente, a criptosporidiose apresenta uma prevalência combinada de 7,6% (DONG et al., 2020).

Entretanto, a doença é mais comum em países em desenvolvimento, causando mais de 50 milhões de episódios de diarreia e 48.000 mortes e, mais de 4,2 milhões de anos de vida perdidos ajustados por incapacidade (DALYs), anualmente entre crianças menores de 5 anos, especialmente na África Subsaariana (KHALIL et al., 2018). Apresenta alta prevalência em pessoas infectadas com HIV, variando de 5,6% a 25,7% na África; de 3,7% a 45,0% na Ásia; de 5,6% a 41,6% na América do Sul e de 2,6% a 15,1% na Europa (WANG et al., 2018).

A infecção ocorre por via fecal-oral, principalmente pela ingestão de oocistos esporulados presentes em água ou alimentos contaminados (RYAN et al., 2018; INNES et al., 2020). Os esporozoítos (n=4) excistam e infectam os enterócitos intestinais, em localização peculiar, ambiente intracelular com localização extracitoplasmática (microvilosidades intestinais), onde todas as fases de desenvolvimento do protozoário dentro da célula, são envolvidas e protegidas com um vacúolo parasitóforo (WALZER et al., 2024). Duas fases de reprodução assexuada ocorrem (merogonias I e II), sendo os merozoítos de segunda geração, diferenciados em micro e macrogametócitos. Estes, realizam reprodução sexuada, resultando

na produção de um zigoto diploide, que se diferencia em oocistos imediatamente infectantes (MONIS e THOMPSON, 2003).

Cryptosporidium spp., diferente muito de coccídios clássicos, por apresentar uma organela alimentar, ausência de esporocistos e localização epicelular (RYAN et al., 2021). Além, disso, é o único a produzir dois tipos de oocistos, sendo os de parede fina responsáveis por autoinfecção interna e os de parede grossa, eliminados pelas fezes (HIJJAWI et al., 2001, CDC, 2019).

Após um período de incubação de em média de 7 dias (variando de 2 a 10 dias), indivíduos imunocompetentes apresentam diarreia autolimitada, geralmente tendo remissão dos sintomas em 2 a 3 semanas. (CDC, 2019).

Cryptosporidium causa danos aos enterócitos de humanos e outros mamíferos, ocasionando o rompimento das junções estreitas do epitélio intestinal, afetando a função da barreira intestinal. Além disso, compromete o desenvolvimento das vilosidades, provoca achatamento das criptas e diminui a capacidade de absorção da superfície intestinal, resultando em desnutrição, desidratação e diarreia (KLEIN et al., 2008).

A criptosporidiose apresenta caráter oportunista acometendo indivíduos imunocomprometidos, como pacientes convivendo com HIV/AIDS, especialmente àqueles que não aderem à terapia antiretroviral, transplantados, hemodiálise, em tratamento quimioterápico, leucêmicos, crianças até 5 anos e idosos onde a doença pode apresentar graves sintomas crônicos, como má absorção, diarreia crônica e até risco de morte (FAYER, 1997; CHALMERS e DAVIES, 2010).

A severidade da doença tem relação com o status imunológico de cada hospedeiro, onde indivíduos com a contagem de linfócitos T CD4 abaixo de 100 células /mm^3 apresentam sintomas mais graves, podendo ocorrer a migração do protozoário para sítios extraintestinais, como dutos biliares, fígado, pulmão e pâncreas, ocasionando pancreatite (WANG et al., 2018).

Casos de infeções por *Cryptosporidium* spp. já foram reportadas em mais de 70 países e os surtos de criptosporidiose via água e alimentos são frequentemente descritos: no período compreendido de 2009 a 2017, 444 surtos de criptosporidiose foram reportados, resultando em 7465 casos, 287 hospitalizações, e uma morte, somente nos EUA. Desse total, 35% dos casos foram relacionados à exposição a fontes de água recreacional tratada, como piscinas e parques aquáticos, outros devido a contato com animais de criação como o gado e, contato com fraldas de indivíduos parasitados (GHARPURE et al. 2019).

Um dos principais surtos de origem hídrica ocorreu em 1993 em Milwaukee, Wisconsin, Estados Unidos, onde uma pequena fração de oocistos passou pelo tratamento

convencional de água, sendo distribuída para grande parte da população, resultando em mais de 400.000 infecções e 69 mortes, alterando toda a legislação de tratamento de água no país, e consequentemente, no mundo (WILLIAM et al., 1995).

Vários fatores poderiam explicar a frequente implicação do *Cryptosporidium* spp., em surtos, entre eles, a baixa dose infectante tem grande relevância - a ingestão de apenas 10 oocistos pode desencadear uma infecção e gerar sintomas (CHAPPELL et al., 2006). A alta carga parasitária eliminada nas fezes também é um fator considerável, impactando diretamente a contaminação de água e alimentos: um indivíduo infectado pode expelir de 10^6 a 10^7 oocistos para o ambiente (THOMPSON e ASH, 2016).

A grande resistência a intempéries climáticas é um fator considerável, em condições frias e úmidas, o oocisto pode permanecer viável por até 6 meses, em água do mar, em pH e temperaturas diferentes pode sobreviver de 35 dias a um ano (TAMBURRINI e POZIO, 1999; FAYER, 2004a).

Outro fator imprescindível consiste na ampla resistência a desinfetantes, visto que os oocistos são altamente resistentes ao cloro e seus derivados, sobrevivendo à concentração usual aplicada pelos sistemas produtores de água, bem como nas concentrações encontradas em piscinas (NASSER, 2016; CHALMERS et al., 2019).

Existem grandes desafios no combate e controle da criptosporidiose, visto que não há tratamento totalmente eficaz, tampouco vacina. O único medicamento aprovado pela agência americana FDA (*Food and Drug Administration*) é a nitazoxanida, especialmente para uso pediátrico (crianças acima de 1 ano), que demonstra eficácia moderada em pacientes imunocompetentes, porém, é ineficaz em crianças em estado de desnutrição e indivíduos imunocomprometidos (FOX e SARAVOLATZ, 2005; NOOR et al., 2025).

2.9 HELMINTOS TRANSMITIDOS PELO SOLO

Em todo o mundo, estima-se que 1.5 bilhão de pessoas estejam infectadas por helmintos intestinais, ou 24% da população mundial (WHO, 2023). Dados indicam que no globo, mais de 876 milhões de crianças necessitam de terapia antiparasitária (Tabela 4), sendo este, o principal grupo de risco, desenvolvendo déficits nutricionais, devida a intensa ação espoliativa e anemia (HAKIZIMANA et al., 2023; WHO, 2023).

Os helmintos transmitidos pelo solo (HTS) são adquiridos através de transmissão passiva mediante ingestão de ovos larvados, ou pela penetração ativa de larvas filarióides na pele (BETHONY et al., 2006)

Tabela 4: Estimativa global de infecções por helmintos transmitidos pelo solo em crianças em idade escolar em 2023.

Região	Número estimado
África	233,222,218
Américas	25,473,238
Mediterrâneo Oriental	61,768,26
Europa	5,888,825
Sudeste Asiático	483,098,551
Pacífico Ocidental	66,749,513
Global	876,200,371

Fonte: WHO, 2023.

Os HTS são um grande grupo composto por nematoides parasitos; quando adultos, esses vermes podem viver anos no trato gastrointestinal humano. Oriundos do descarte inadequado de resíduos e poluição fecal do solo, e dependentes das condições climáticas (temperatura, oxigenação etc.), os ovos desses parasitos passam por embrionamento, permanecendo viáveis por vários meses ou até anos (MAYA et al., 2010; CAMPBELL et al., 2016).

As principais espécies de HTS que parasitam humanos são *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e ancilostomatídeos (*Necator americanus, Ancylostoma duodenale* e *Ancylostoma ceylanicum*), *Strongyloides stercoralis*, além dos helmintos zoonóticos (*Ancylostoma caninum* e *Ancylostoma braziliense*), responsáveis por infecções cutâneas (larva migrans cutânea), bem como parasitismo acidental por *Toxocara* sp., agentes de larvas migrans visceral e ocular (BETHONY et al., 2006; LEUNG et al., 2017).

Endêmicos em pelo menos 120 países, estima-se que os helmintos transmitidos pelo solo sejam responsáveis por mais de 5 milhões de anos de vida ajustados por incapacidade DALYS e, substancial perda de produtividade (ÁSBJÖRNSDÓTTIR et al., 2017).

Apesar das doenças serem cosmopolitas, apresentam maior prevalência em regiões tropicais e subtropicais, áreas predominantemente pobres e subdesenvolvidas e que possuem saneamento precário (África Subsaariana, China, América do Sul e Ásia), sendo listados pela Organização Mundial da Saúde como doenças tropicais negligenciadas (DTN) (WHO, 2025).

Altas cargas parasitárias e poliparasitismo, desencadeiam transtornos nutricionais como anemia, má absorção de nutrientes, podendo levar a inflamação crônica, gastroenterite e obstrução intestinal, afetando significativamente o crescimento e desenvolvimento das crianças, refletindo em déficit físico e cognitivo (WARDIYAH et al., 2023).

A Organização mundial da Saúde atua para combater e mitigar os efeitos dos helmintos transmitidos pelo solo, através de quimioterapia preventiva periódica em massa, distribuindo medicamentos em áreas endêmicas, tendo como foco crianças em idade pré-

escolar, mulheres em idade reprodutiva e adultos em ocupações de risco. Existem metas globais para que até 2030 se diminua a morbidade por HTS em crianças e garantir o acesso universal a saneamento e higiene básica (WHO, 2025).

A espécie *Ascaris lumbricoides* possui ampla disseminação e número de acometidos - cerca de 820 milhões de pessoas parasitadas e, aproximadamente 10,5 milhões de DALYs, em pelo menos 103 dos 218 países do mundo (WHO, 2020).

A infecção se dá por rota fecal-oral, onde as larvas perfazem o ciclo de Looss com passagem pelo pulmão, causando um desconforto respiratório referido como síndrome de Löeffler, podendo evoluir para pneumonia e dispneia. Em indivíduos com alta carga parasitária (vermes adultos) pode ocasionar sérios problemas devido a migrações erráticas e eliminação por diversos orifícios, bem como óbitos, por obstrução intestinal (MALETIN et al., 2009; DOLD e HOLLAND, 2012).

Possuindo quatro camadas, uma camada uterina externa de polissacarídeos e proteínas, uma camada vitelina de lipoproteínas, uma camada quitinosa e uma camada lipídica interna, os ovos de *Ascaris* sp., são altamente resistentes a intempéries ambientais, e sua elevada produção (200 mil ovos por fêmea/dia) contribui para sua ampla disseminação no ambiente (SENECAL et al., 2020).

Predominante em regiões rurais, tropicais e subtropicais, os ancilostomatídeos são HTS hematófagos que afetam 600 milhões de pessoas em todo mundo. A infecção se dá pela penetração ativa na pele, pela larva presente no solo contaminado com fezes, após várias mudas larvais. Esses helmintos também migram para o pulmão em seus estágios larvais, realizando uma muda, sendo posteriormente deglutidas, originando vermes adultos que se aderem a mucosa do intestino delgado (PRIETO-PÉREZ et al., 2016).

Dentre os HTS de maior relevância, estão o *Ancylostoma braziliense* e o *Ancylostoma caninum*, parasitos zoonóticos adquiridos por solos contaminados por fezes de animais parasitados, que tem os humanos como hospedeiros acidentais, ocasionado a infecção denominada de Larva Migrans Cutânea (LMC).

Essa doença é considerada uma infecção zoonótica resultante da penetração e migração de larvas filarióides que não completam seu ciclo de vida, permanecendo na epiderme. Caracteriza-se por lesão pruriginosa e urticariforme migratória (LEUNG et al., 2017). Durante a prática de esportes diretamente no solo, em locais onde a qualidade sanitária é desconhecida, os atletas ficam expostos a esses parasitos, podendo desenvolver a LMC, o que reflete diretamente na saúde e bem estar dos mesmos (KRZYWANSKI et al., 2021; KUNA et al., 2024).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade sanitária de ambientes aquáticos e arenosos, utilizados por atletas profissionais ou amadores, para a prática de diferentes modalidades esportivas no estado do Paraná e Santa Catarina.

3.2. Objetivos específicos

- Verificar se diferentes ambientes hídricos como água bruta doce, água do mar e água doce tratada apresentam contaminação por oocistos de *Cryptosporidium* spp., cistos de *Giardia* spp., e oocistos de *Toxoplasma gondii*.
- Inferir se há contaminação, bem como diferenças nos padrões de distribuição de ovos e larvas de helmintos em areias de quadras abertas e fechadas.
- Executar a análise da pesquisa de protozoários e helmintos, exatamente no momento da realização de competições esportivas oficiais destinadas à atletas profissionais.
- Traçar um perfil comparativo de epidemiologia ambiental de parasitos em áreas costeiras de dois estados do sul do Brasil.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS E PONTOS DE AMOSTRAGEM

Para a avaliação da pesquisa de protozoários e helmintos, elencou-se dois grandes segmentos de amostras - matrizes hídricas e arenosas – oriundas de dois estados do sul do Brasil, Paraná e Santa Catarina.

O primeiro critério mais relevante para a escolha dos locais de monitoramento foi se nesse local ocorriam competições esportivas oficiais destinadas à prática de desportos para atletas profissionais. O segundo, a variabilidade de modalidades esportivas praticadas em determinado ambiente. E por fim, o terceiro, ampliava o número de localidades arenosas ou aquáticas comumente frequentadas por atletas amadores.

Desta forma, 16 áreas de amostragem foram eleitas, compondo um total de 29 pontos, sendo: 6 áreas e 17 pontos de coleta no estado do Paraná (Fluxograma 1), - pesquisa de protozoários, helmintos e bactérias - cobrindo a capital (Curitiba), região metropolitana e litorânea e, 10 áreas com 12 pontos de coleta no estado de Santa Catarina (Fluxograma 2) - pesquisa de protozoários e helmintos - todos localizados na capital (Florianópolis).

Águas superficiais doces brutas e águas recreacionais tratadas (piscinas) foram coletadas somente no estado do Paraná. Para as piscinas, 7 parques aquáticos de Curitiba e região metropolitana foram contatados por contato telefônico e e-mail. Um parque aquático aceitou participar do estudo e forneceu autorização para a entrada nas instalações.

Ao todo, 50 amostras de diferentes matrizes de água foram coletadas para aferição da qualidade parasitológica e microbiológica em ambos os estados.

Quadras de areia abertas foram analisadas em ambos os estados (Fluxogramas 1 e 2), inclusive diversas delas utilizadas para competições esportivas internacionais. Porém, quadras privadas /particulares e fechadas, foram analisadas somente em Florianópolis, SC. Nenhuma das 20 quadras onde se praticam esportes arenosos e que foram previamente contactadas autorizou a realização das análises em Curitiba. Ao todo, 95 amostras de areia de ambos os estados foram coletadas para a pesquisa de helmintos

As coletas e análises de amostras hídricas e arenosas foram realizadas entre novembro de 2023 a dezembro de 2024. As amostras oriundas de Florianópolis foram coletadas em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina, sendo enviadas por correio em condições refrigeradas para Curitiba para posterior processamento.

Fluxograma 1 – Painel geral de delineamento do estudo – Paraná - Período: novembro de 2023 a dezembro de 2024

Prática(s) desportiva(s) Locais abertos (*outdoors*)	Pontos de amostragem	Número de amostras	Parasitos/bactérias
Área 1: Praia Mansa (Caiobá)			
Campeonato de triathlon/travessia em mar aberto*	P1: Água do Mar	6	***C, G, Tg (n=3)*** ***IBFC(n=3)***
Vôlei de praia/tênis de praia	P2: Areia de Praia	3	***H***
Vôlei de praia/tênis de praia	P3: Areia de Praia	3	***H***
Vôlei de praia/tênis de praia	P4: Areia de Praia	3	***H***
Campeonato Mundial de Tênis de praia*	P5: Areia de Praia	1	***H***
Campeonato Mundial de Tênis de praia*	P6: Areia de Praia	1	***H***
Campeonato Mundial de Tênis de praia*	P7: Areia de Praia	1	***H***
Campeonato Mundial de Tênis de praia*	P8: Areia de Praia	1	***H***
Campeonato Mundial de Tênis de praia*	P9: Areia de Praia	1	***H***
Área 2: Praia Central (Guaratuba)			
Campeonato de triathlon/travessia em mar aberto*	P10: Água do Mar	4	***C, G, Tg (n=2)*** ***IBFC(n=2)***
Área 3: Balneário Gaivotas (Matinhos)			
Campeonato de Surf*	P11: Água do Mar	4	***C, G, Tg (n=2)*** ***IBFC(n=2)***
Área 4: Represa do Passaúna (Curitiba)			
Caiaque/Stand Up Paddle/Natação	P12: Água superficial bruta	10	***C, G, Tg (n=5)*** ***IBFC(n=5)***
Vôlei/Futebol de areia	P13: Areia de Quadra	13	***H***
Área 5: Parque Aquático - Cidade da Região Metropolitana de Curitiba			
Vôlei de piscina (Biribol)	P14: Água de piscina tratada	12	***C, G, Tg (n=6)*** ***IBFC(n=6)***
Triátlon*	P15: Água de piscina tratada	6	***C, G, Tg (n=3)*** ***IBFC(n=3)***
Área 6: Universidade (Curitiba)			
Vôlei de praia	P16: Areia de Quadra	14	***H***
Vôlei de praia	P17: Areia de Quadra	14	***H***

**Localidades com competições esportivas destinadas a atletas profissionais

ESTADO DO PARANÁ

AMOSTRAS HÍDRICAS BRUTAS E TRATADAS.

- Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* (***C***) e cistos de *Giardia* (***G***). Concentração por filtração em membranas (3µm, 47mm), volume de 10L (água bruta) e 5L de água de retrolavagem de filtros de piscina (água tratada). Eluição com Tween 80 (0,1%). Purificação por separação imunomagnética. Visualização por reação de imunofluorescência direta + PCR e sequenciamento.
- Pesquisa de *Toxoplasma gondii (Tg)*. Utilização do líquido de descarte da separação imunomagnética para análise por PCR.
- Pesquisa de Indicadores Bacteriológicos de Contaminação Fecal (**IBFC**), *E. coli*, e *Enterococcus* sp., concentração em membrana, volume de 1L de água coletado em frasco estéril, isolamento por meio de cultura e caracterização por MALDI-TOF.

AMOSTRAS DE AREIA.

- Pesquisa de ovos de helmintos (**H**). As amostras foram processadas pela técnica de centrifugação e centrífugo-flutuação, utilizando solução de dissociação de Glicina 1M pH 5,5 e Triton™ X - 100 (0,1%) de acordo com a origem da amostra, e posterior flutuação em sacarose d=1,24 g/cm^3

Fluxograma 2 - Painel geral de delineamento do estudo – Santa Catarina - Período: janeiro a dezembro de 2024

Prática(s) desportiva(s) Locais abertos (outdoors)	Pontos de amostragem	Número de amostras	Parasitos
Área 7: Praia de Beira mar Norte (Florianópolis)			
Windsurf/Kitesurf/Recreação	P18: Água do Mar	4	***C, G, Tg***
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P19: Areia de Praia	3	***H***
Área 8: Praia de Jurerê Internacional (Florianópolis)			
Windsurf/Kitesurf/Recreação	P20: Água do Mar	4	***C, G, Tg***
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P21: Areia de Praia	3	***H***
Quadra(s) desportiva(s) Locais fechados (*indoors*)	**Pontos de amostragem**	**Número de amostras**	**Parasitos**
Área 9: Quadra Particular (Florianópolis)			
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P22: Areia de Praia	5	***H***
Área 10: Quadra Particular (Florianópolis)			
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P23: Areia de Praia	5	***H***
Área 11: Quadra Particular (Florianópolis)			
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P24: Areia de Praia	5	***H***
Área 12: Quadra Particular (Florianópolis)			
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P25: Areia de Praia	5	***H***
Quadra(s) desportiva(s) Locais abertos (out*doors*)	**Pontos de amostragem**	**Número de amostras**	**Parasitos**
Área 13: Quadra aberta pública – Beira Mar Norte - (Florianópolis)			
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P26: Areia de Praia	4	***H***
Área 14: Quadra aberta pública – Lagoa da Conceição - (Florianópolis)			
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P27: Areia de Praia	4	***H***
Área 15: Quadra aberta pública – Canasvieiras - (Florianópolis)			
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P28: Areia de Praia	3	***H***
Área 16: Quadra aberta pública – Jurerê - (Florianópolis)			
Vôlei de praia/ Tênis de praia	P29: Areia de Praia	3	***H***

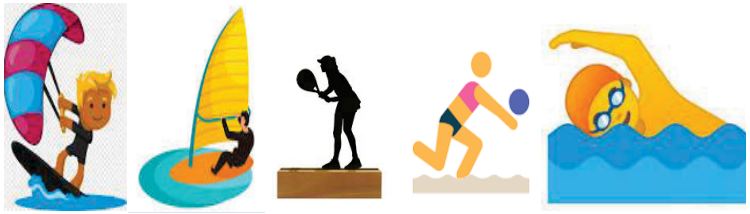
ESTADO DE SANTA CATARINA

AMOSTRAS HÍDRICAS BRUTAS.

- Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* (***C***) e cistos de *Giardia* (***G***). Concentração por filtração em membranas (3µm, 47mm), volume de 10L (água bruta) e 5L de água de retrolavagem de filtros de piscina (água tratada). Eluição com Tween 80 (0,1%). Purificação por separação imunomagnética. Visualização por reação de imunofluorescência direta + PCR e sequenciamento.
- Pesquisa de oocistos de *Toxoplasma gondii (Tg)*. Utilização do líquido de descarte da separação imunomagnética para análise por PCR.

AMOSTRAS DE AREIA.

- Pesquisa de ovos de helmintos (**H**). As amostras foram processadas pela técnica de centrifugação e centrífugo-flutuação, utilizando solução de dissociação de Glicina 1M pH 5,5 e Triton™ X - 100 (0,1%) de acordo com a origem da amostra, e posterior flutuação em sacarose d=1,24 g/cm^3



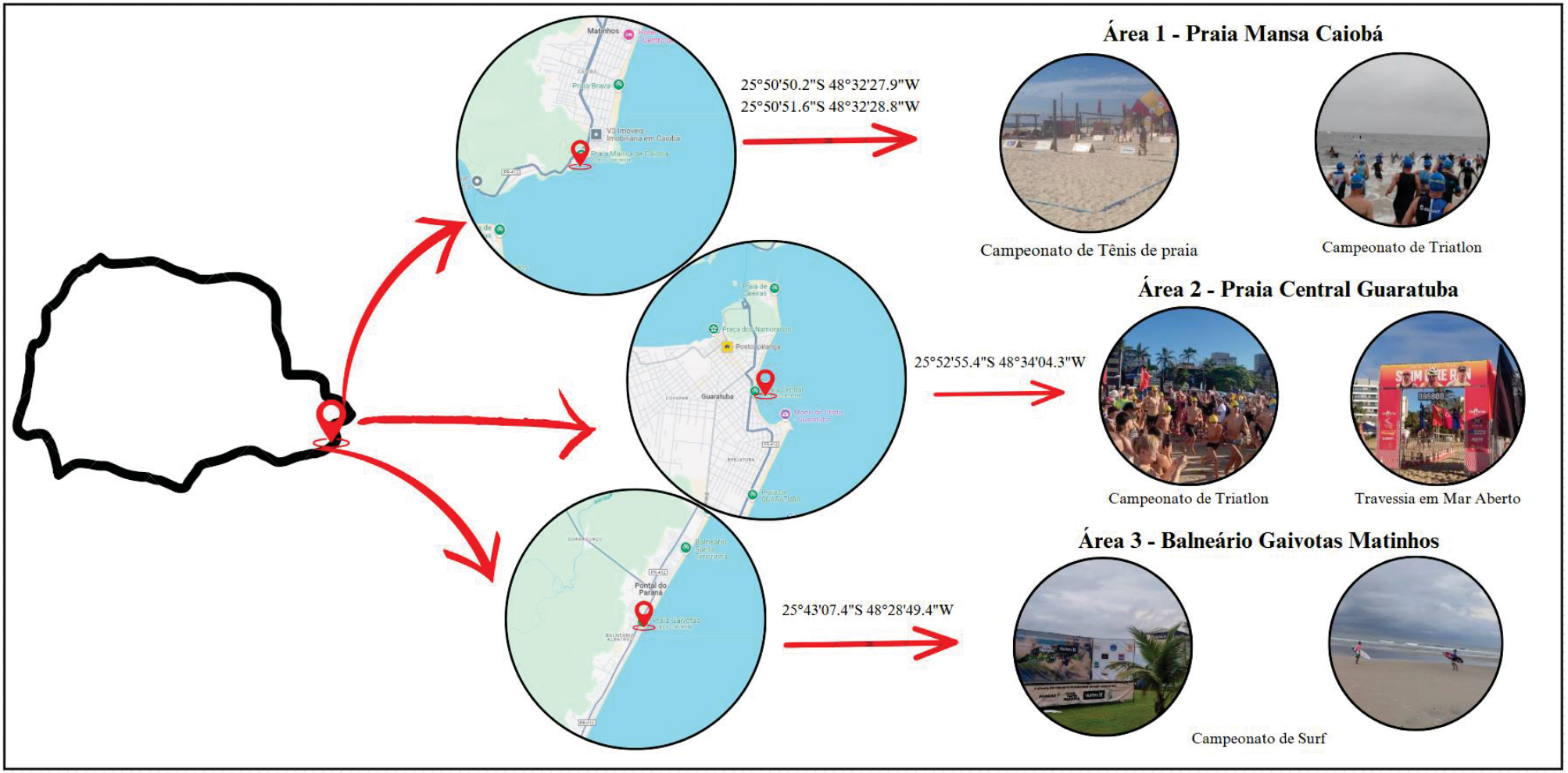
O local designado como Área 1 (Figura 2), compreende o litoral do Paraná, denominado de Praia Mansa de Caiobá. Foi realizada a coleta de água do mar (n=3 campanhas) tendo por objetivo a pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium*, cistos de *Giardia*, detecção molecular de *Toxoplasma gondii,* e BICF.

Ao todo, para essa mesma área, 14 campanhas de coletas foram realizadas, em 8 pontos de areia de praia, coletadas em arenas fixas e montadas exclusivamente para competições, tendo por objetivo a pesquisa de ovos de helmintos. No período do estudo ocorreram diversos eventos aquáticos e terrestres, tais como provas de Triathlon, Travessia em mar aberto e campeonato de tênis de praia internacional, tendo em média, 700 competidores em diversas categorias.

O local designado como Área 2 (Figura 2), compreende o litoral do Paraná, Praia Central de Guaratuba. Neste ponto, duas campanhas de coleta de água do mar foram realizadas, durante eventos aquáticos, como campeonato de Triathlon e Travessia em mar aberto, tendo centenas de atletas participantes.

A Área 3 (Figura 2), localiza-se no litoral do Paraná, Balneário de Gaivotas, Matinhos. Foi realizada a coleta de água do mar (n=2 campanhas), realizadas durante competições de Surf, com a participação de centenas de atletas.

Figura 2: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta das Área 1, 2 e 3.



FONTE: O autor (2024)

A Área 4 compreende um parque da cidade de Curitiba (Figura 3), onde foi feita a coleta de água doce superficial bruta (n= 5 campanhas), correspondente ao período de maior utilização dessa área por atletas (novembro de 2023 a abril de 2024). Concomitantemente, a qualidade da areia de uma quadra utilizada para a prática de futebol e vôlei de areia, foi monitorada mensalmente, por um ano.

O parque / represa do Passaúna é caracterizado como uma Área de Proteção Ambiental – APA, desde 1980. Encontra-se localizado a aproximadamente 12 quilômetros do centro de Curitiba e conta com uma área de 173.518 metros quadrados.

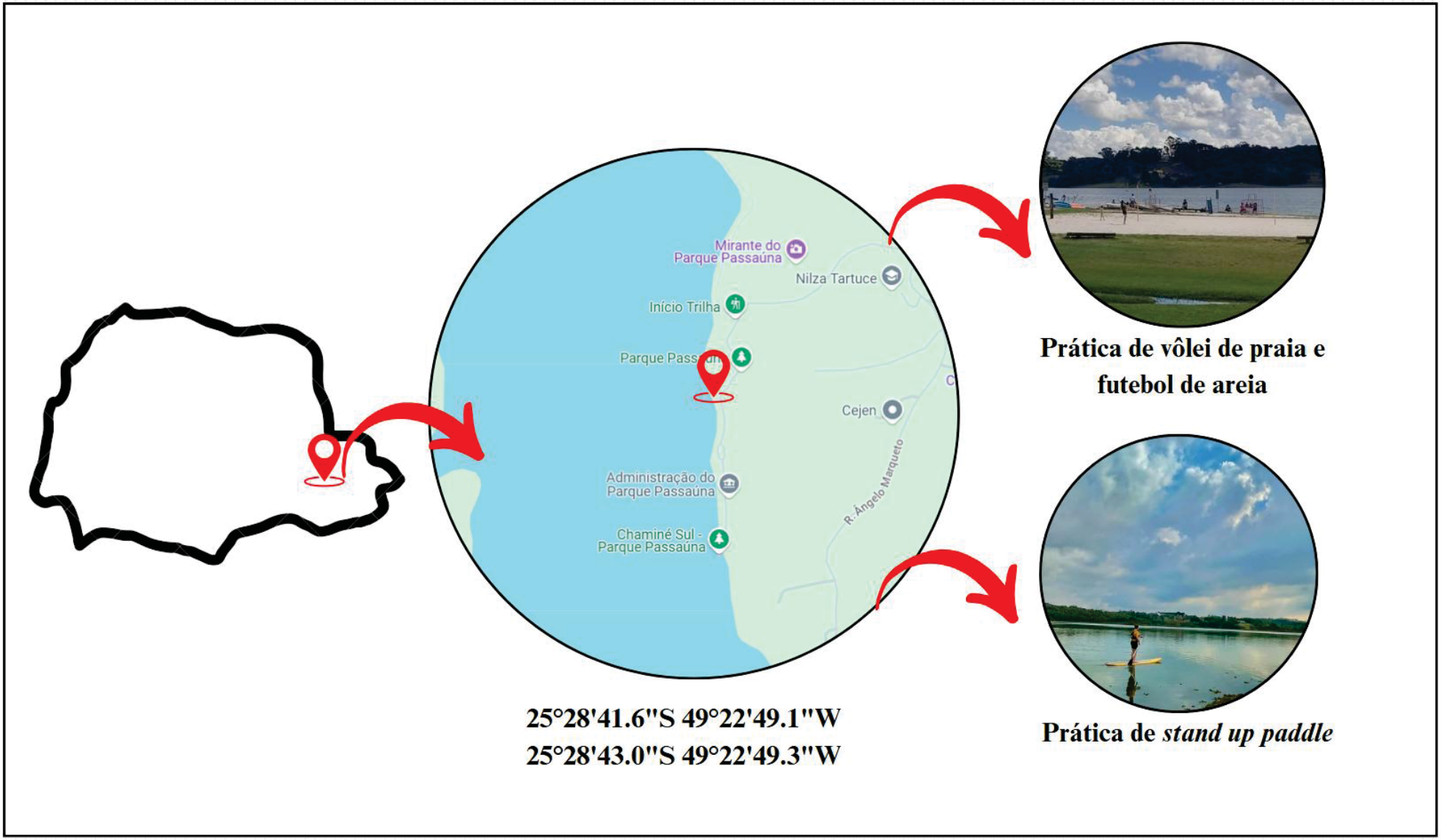
Apresenta uma represa com uma área de 6.500.000 metros quadrados, que é gerida pelo estado do Paraná e integra o sistema de abastecimento de água para a população de Curitiba, além de ser cenário de diversas práticas esportivas, tais como natação, canoagem, Stand-Up Paddle, vôlei de praia, futebol de areia, entre outros (Curitiba, 2024).

A Área 5 consiste em um parque aquático particular na Região Metropolitana de Curitiba, onde foi feita a coleta de água de retrolavagem dos filtros de piscinas tratadas e das águas das piscinas.

O Parque aquático conta com 240 mil metros quadrados, onde foram definidos 2 pontos de coleta, totalizando 9 campanhas de coletas, em uma piscina de ondas utilizada para práticas esportivas como natação, Triathlon e duas piscinas de prática de biribol (vôlei de piscina).

Durante a alta temporada, nos meses compreendidos entre dezembro e fevereiro, o parque tem um fluxo que pode chegar a 3 mil frequentadores por dia. Por razões de confidencialidade, em termo assinado junto ao proprietário do parque, não está evidenciado nome nem localização.

Figura 3: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta na Área 4.



FONTE: O autor (2024)

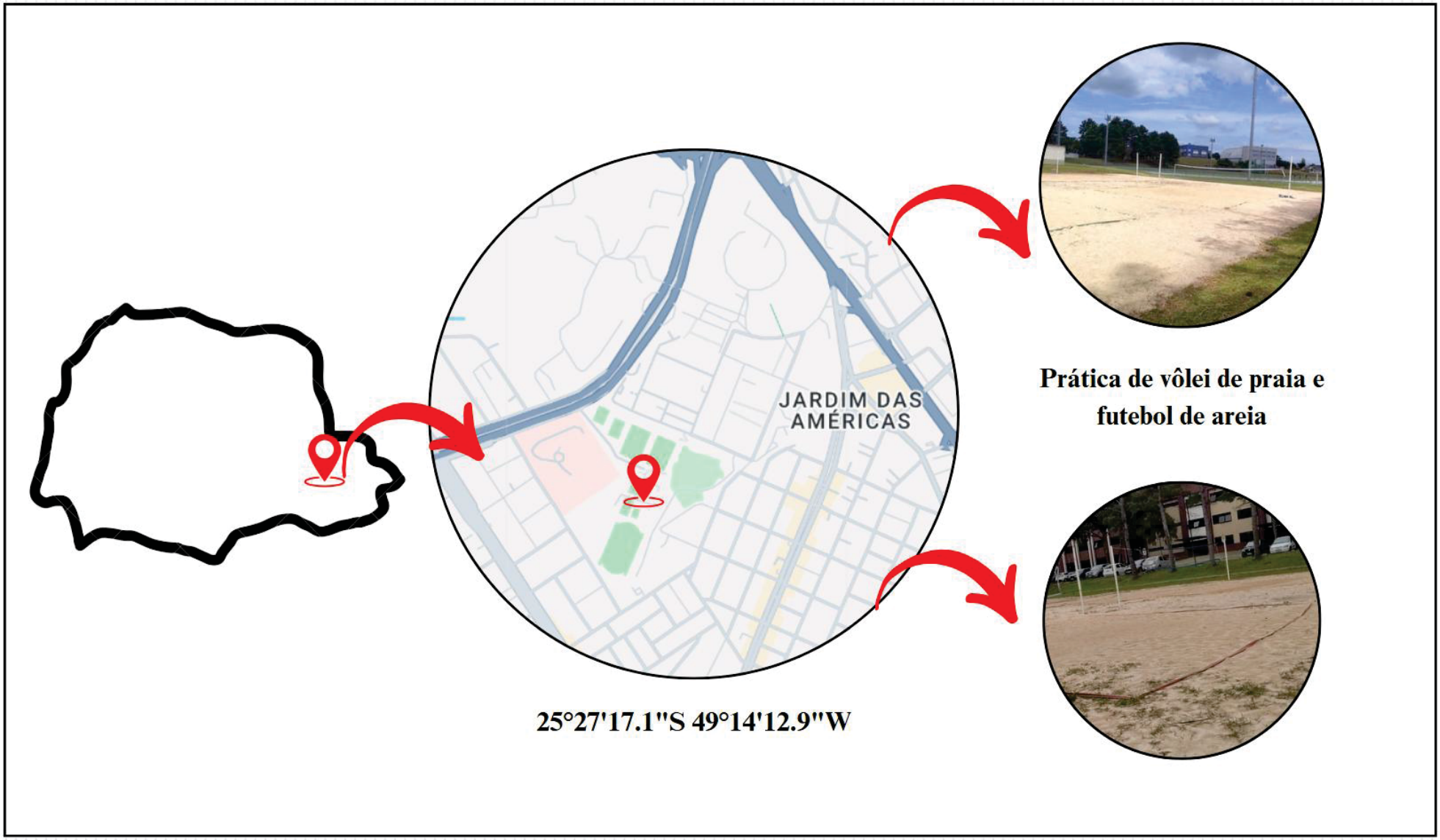
A Área 6 consiste nas quadras anexas do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Paraná (Figura 4), onde foram feitas coletas de areia de quadra no período compreendido de dezembro de 2023 a dezembro de 2024 (Fluxograma 1).

No local, são ministradas aulas para os acadêmicos da universidade, e as quadras também são abertas para o público da comunidade para lazer. Eventualmente, recebe competições, contando com muitos frequentadores, sendo utilizadas para prática de vôlei de praia e futebol de areia.

O local designado como Área 7, compreende o litoral de Santa Catarina, Praia de Beira Mar Norte (Figura 5), na cidade de Florianópolis. Foi realizada a coleta de água do mar em 4 campanhas de coleta, tendo por objetivo a pesquisa de protozoários patogênicos. Além disso, na mesma área, foram feitas 3 campanhas para a coleta de areia de praia, em um ponto, para a pesquisa de ovos de helmintos (Fluxograma 2)

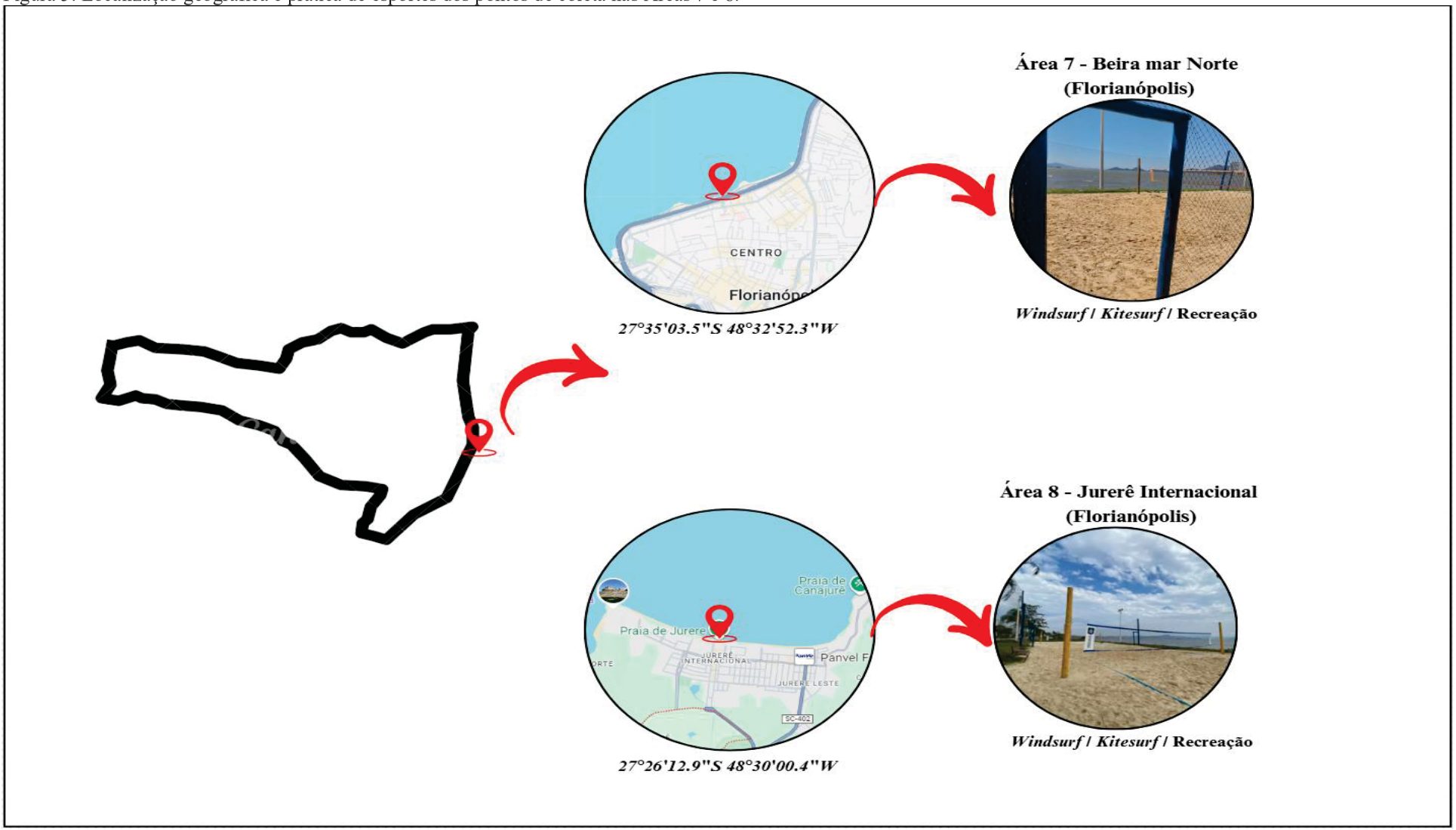
A área 8 compreende o litoral de Santa Catarina, Praia de Jurerê Internacional, na cidade de Florianópolis (Figura 5). Foi realizada a coleta de água do mar (n=4) e de areia da praia (n = 3).

Figura 4: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta na Área 6.



FONTE: O autor (2024)

Figura 5: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta nas Áreas 7 e 8.

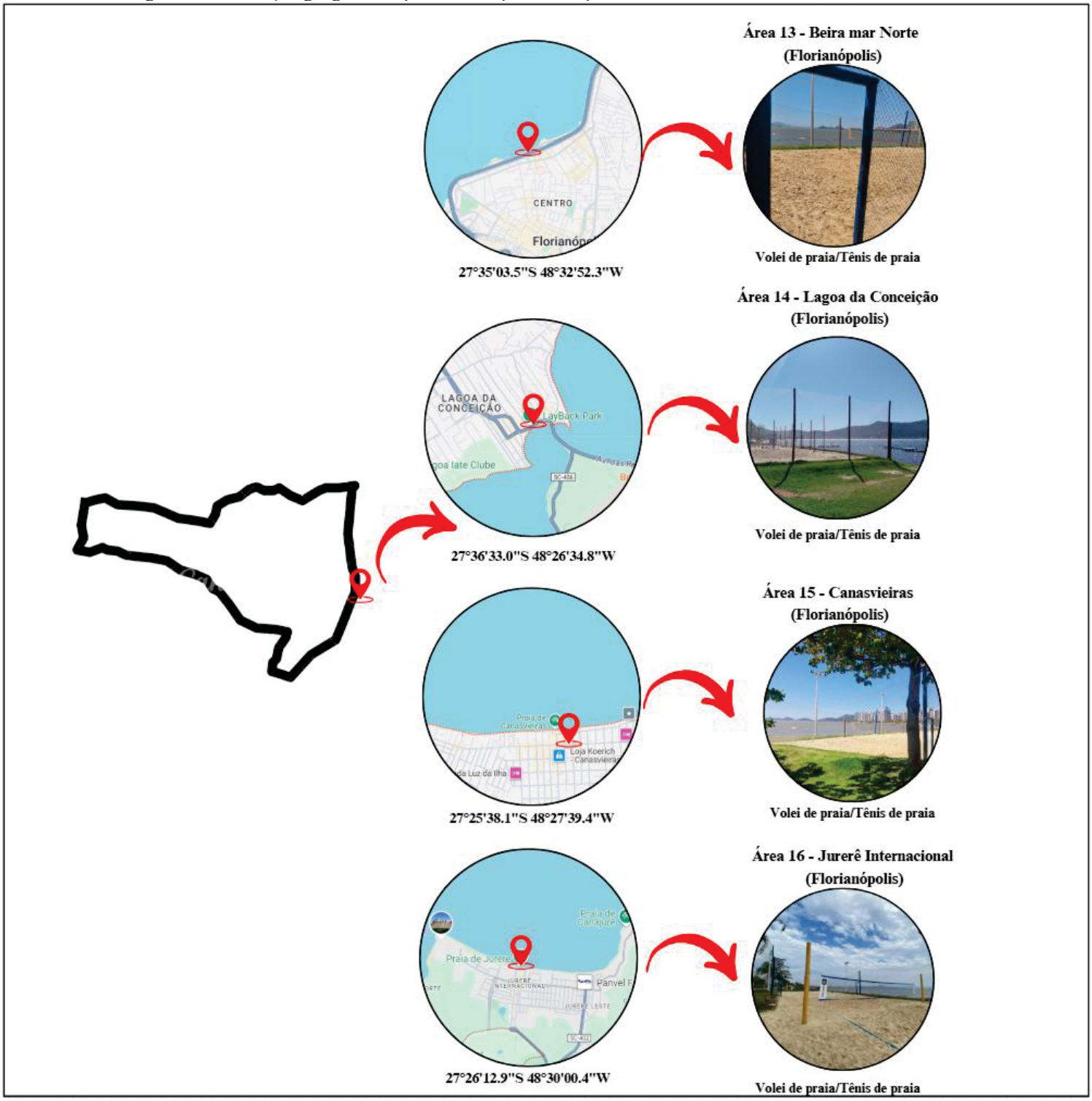


Fonte: O Autor (2024).

As áreas 9, 10, 11 e 12, são compostas por quadras de areias cobertas particulares (*indoor*), localizadas no estado de Santa Catarina, na cidade de Florianópolis. Foram realizadas 5 coletas em cada uma das áreas, tendo um total de 20 amostras. Por razões de confidencialidade, não está evidenciado nome nem localização.

Por fim, as áreas 13, 14, 15 e 16, são quadras públicas à beira mar, localizadas no estado de Santa Catarina, na cidade de Florianópolis, respectivamente nas praias de: Beira Mar Norte, Lagoa da conceição, Canasvieiras e Jurerê (Figura 6). Foram realizadas quatro coletas nas áreas 13 e 14 e três coletas nas áreas 15 e 16, totalizando 14 amostras.

Figura 6: Localização geográfica e prática de esportes dos pontos de coleta nas Áreas 13, 14, 15 e 16.



Fonte: O autor (2025).

4.2 COLETA DE AMOSTRAS HÍDRICAS

As coletas de água do mar (n= 10L/amostra), (Figura 7), realizadas nos estados do Paraná e Santa Catarina, foram feitas em profundidade de mais ou menos 1 metro (altura da cintura), minutos após a largada, com os eventos esportivos ainda em andamento.

Para as amostras de água bruta superficial da represa, 10L de água foram coletadas na faixa arenosa do local, com o auxílio de balde, anilhas de peso e corda.

Para as águas recreacionais tratadas (piscinas), para a maior representatividade da amostra, optou-se por realizar a coleta mediante processamento de retrolavagem de filtro de piscina de acordo com Pineda et al., 2020. Para tanto, adentrou-se à cada casa de máquinas de cada piscina, juntamente a um funcionário do parque aquático, e a alavanca do filtro foi posicionada em retrolavagem do filtro (Figura 7). Em seguida, o líquido inicial do processo de retrolavagem foi escoado por 2 minutos e, sequencialmente, um volume de 5L de cada filtro foi coletado em galões de polipropileno de primeiro uso.

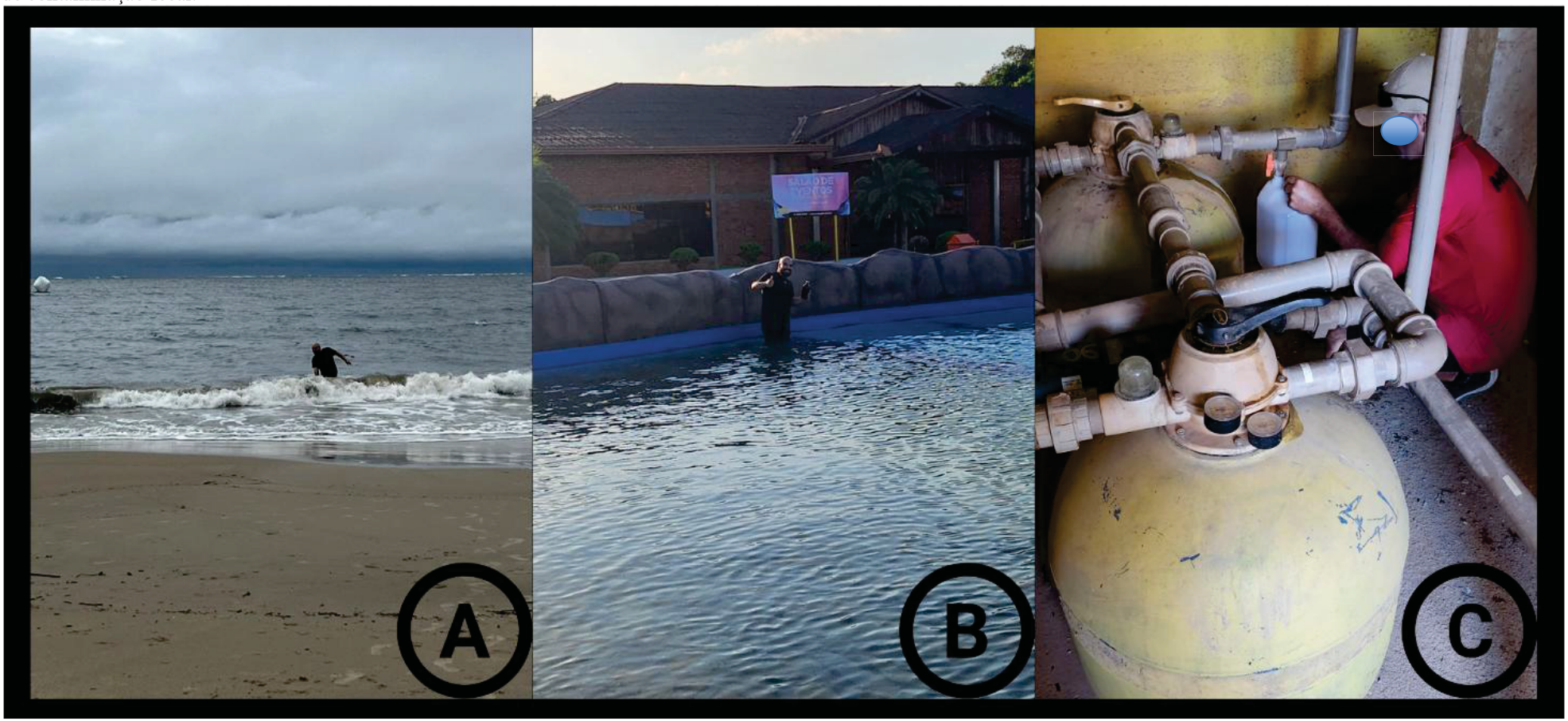
Todas as amostras de água do mar e superficial brutas e água de piscinas tratadas foram coletadas em galões de polipropileno de primeiro uso, previamente tratados com solução surfactante de Tween 80 (0,1%), para evitar a adesão de (oo)cistos à parede dos recipientes.

Concomitantemente, para as amostras hídricas do Paraná, a pesquisa de bactérias indicadoras de contaminação fecal (BICF) foi aferida, de acordo com os preceitos da *American Public Health Association* (APHA, 2017). Amostras de 1L de água foram coletadas em frascos de vidro secos, estéreis (autoclavados) e livres de DNAse, sendo o procedimento para a água do mar e água superficial, realizado como supracitado. Para as águas recreacionais tratadas, a coleta foi efetuada diretamente de cada piscina, nos quatro cantos de cada uma delas (Figura 7).

Todas as amostras foram identificadas e armazenadas em isopor, com gelo e transportadas para o Laboratório de Parasitologia Ambiental da UFPR, para a pesquisa de protozoários ou encaminhadas para o Laboratório de Análises Clínicas do Hospital de Clínicas da UFPR, parceiro no presente estudo para pesquisa de IBFC.

O processamento das amostras iniciou-se no mesmo dia ou com até 24 horas após a coleta.

Figura 7: Procedimento de coletas de diferentes amostras hídricas oriundas dos estados do Paraná e Santa Catarina, para avaliação da presença de protozoários ou bactérias indicadoras de contaminação fecal.



Legenda: **A** – Coleta de água do mar para pesquisa de protozoários patogênicos; **B** – Coleta de água de piscina para pesquisa de bactérias; **C** – Procedimento de retrolavagem e coleta de água do filtro para pesquisa de protozoários patogênicos. FONTE: O autor (2024).

4.2.1 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS PARA A DETECÇÃO DE PROTOZOÁRIOS PATOGÊNICOS

4.2.1.1 Pesquisa de cistos de *Giardia* spp., e oocistos de *Cryptosporidium* spp.

As amostras foram processadas pela técnica de filtração em membranas de ésteres mistos de celulose (47 mm de diâmetro, porosidade nominal de 3µm) de acordo com Leal et al., 2018. O sistema de filtração utilizado foi a bomba de vácuo ajustada a um fluxo de 0,4 a 4L / min e porta-filtro Millipore®.

Para as amostras que apresentavam alta turbidez, foi realizada uma etapa de pré-filtragem em filtros de papel. A etapa de eluição dos protozoários foi feita mediante raspagem, utilizando alças plásticas e lavagem alternadas das membranas com solução surfactante (Tween 80, 0,1%), durante 20 minutos. O líquido resultante da etapa de eluição foi transferido para tubos cônicos e concentrado por centrifugação (1500 x *g* por 15 minutos).

Após o descarte do sobrenadante, o sedimento foi transferido para microtubos de 2ml e mantido sob refrigeração à 4ºC até a realização da separação imunomagnética (IMS) e posterior pesquisa de cistos e oocistos por Reação de Imunofluorescência Direta (RID).

4.2.1.1.1 SEPARAÇÃO IMUNOMAGNÉTICA (IMS)

A etapa de concentração e recuperação de cistos e oocistos foi realizada utilizando a técnica padrão de separação imunomagnética (IMS), de acordo com as instruções do fabricante - Waterborne, USA, INC®. Em um tubo de Leighton de lado plano previamente eluido em Tween 80 (0,1%) foram adicionados 500µL do sedimento de cada amostra contida no microtubo. Em seguida, cada microtubo foi lavado duas vezes com 1mL de Grab™ Buffer-A, e o conteúdo foi transferido para o tubo Leighton sendo adicionado 3ml de água destilada. Adicionou-se mais 3mL de Grab™ Buffer-A ao tubo Leighton. O Tubo foi completado com água destilada até atingir um volume total de 10mL, sendo o líquido misturado por inversão do tubo três vezes.

Os frascos contendo as Dynabeads (microesferas magnéticas) conjugadas com anticorpos de captura anti-*Cryptosporidium* e anti-*Giardia*, foram agitados em vórtex por cerca de 10 segundos para homogeneização das *beads*. Em seguida, 100µL de cada uma das Dynabeads® foram adicionados ao tubo de Leighton contendo a amostra concentrada e o tampão. O tubo foi fixado em um mixer rotatório (Dynal Biotech) e rotacionado a

aproximadamente 20 rpm por 1 hora à temperatura ambiente. Após esse tempo, o tubo foi removido do mixer rotatório e posicionado em um ímã (MPC1®), sendo girado manualmente de extremidade a extremidade, com inclinação de cerca de 90º, por 3 minutos, com uma inclinação por segundo. Com o tubo em posição vertical, ainda em contato com o imã, o sobrenadante foi descartado e reservado para pesquisa e detecção de oocistos de *Toxoplasma gondii*.

Após essa etapa, o tubo de Leighton foi removido do imã e com o auxílio de uma pipeta Pasteur de vidro, previamente eluida em Tween 80, o tubo foi enxaguado três vezes com 450µL de Grab™ Buffer-B e esses enxágues foram adicionados em microtubo de 1,5mL.

O microtubo foi colocado em um ímã pequeno (MPC-S®) e balançado em um movimento contínuo de 180º, por 1 minuto. Com o tubo preso ao ímã, o sobrenadante foi aspirado e descartado com uma pipeta Pasteur.

O tubo foi então removido do ímã e 50µL de água destilada foram adicionados ao microtubo, que foi agitado em vórtex por 10 segundos.

A etapa de dissociação do imunocomplexo adotada foi a térmica, sendo a amostra aquecida em banho-maria digital a 80ºC por 10 minutos e agitada em vórtex por mais 10 segundos. Após verificar que toda a amostra estava na base do tubo, este foi realocado no MPC-S, seguido da fita magnética, e mantido em repouso por 10 segundos.

Todo o sedimento do tubo foi então aspirado e transferido para um novo tubo de microcentrífuga de 200 µL sem agitar as microesferas nas paredes do tubo em contato com o imã.

A etapa de dissociação térmica foi repetida mais duas vezes da mesma forma como descrita anteriormente, onde o produto de cada amostra hídrica purificada por IMS, ao final, resultou em 150µL. A partir do produto purificado, 50µL foram depositados no poço da lâmina de imunofluorescência e o restante (100µL) foi utilizado para a extração de DNA.

4.2.1.1.2 VISUALIZAÇÃO DOS CISTOS E OOCISTOS

A detecção dos protozoários intestinais foi efetuada por reação de imunofluorescência direta, utilizando anticorpos monoclonais anti-*Cryptosporidium* e anti-*Giardia*, conjugados com o fluorocromo isotiocianato de fluoresceína, de acordo com as instruções do fabricante (Merifluor®), Meridian, Bioscience, Cincinatti, Ohio, USA.

Alíquotas de 50µL de cada amostra foram transferidas para os poços de uma lâmina e deixadas secar à temperatura ambiente, por 30 minutos.

Em seguida, foram adicionados 50µL de metanol absoluto aos poços contendo as amostras, aguardando a secagem por 10 minutos. Posteriormente, uma gota do reagente de detecção (anticorpo monoclonal anti-*Cryptosporidium* e anti-*Giardia*) e uma gota do contra-corante foram adicionadas, assegurando que ambos os componentes se misturassem. A lâmina foi então colocada em uma câmara úmida, protegida da luz, por 30 minutos.

Após esse período, a lâmina foi removida da câmara úmida e, utilizando uma pipeta Pasteur limpa, os poços foram lavados delicadamente com solução tampão do kit, diluída na proporção 1:20, para remover o excesso de anticorpos.

Em seguida, foram aplicados 50µL da solução de DAPI (diluída 1/5000 em PBS) e a lâmina foi deixada à temperatura ambiente, protegida da luz, por 10 minutos.

O excesso de DAPI foi removido e 50µL do tampão de lavagem do kit foram adicionados em cada poço. As lâminas foram então colocadas em um dessecador (contendo sílica) e protegidas da luz por 1 hora à temperatura ambiente.

Finalmente, cada lâmina recebeu o meio de montagem do kit, sendo cobertas com uma lamínula e armazenadas no escuro, em geladeira, até a etapa de leitura no microscópio de imunofluorescência.

A morfologia dos protozoários foi confirmada pelo padrão e grau da fluorescência verde maçã brilhante, predominante na parede dos (oo)cistos, além do tamanho e formato das estruturas e, pela incorporação do corante vital DAPI ao material nuclear dos protozoários. Além disso, simultaneamente utilizou-se a Microscopia de Contraste de Interferência Diferencial (DIC), para verificar o aspecto da parede dos protozoários, bem como organelas e outras estruturas típicas.

Os critérios de positividade adotados foram os recomendados pelo método 1623.1 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2012).

4.2.1.2 Procedimento de concentração para a detecção de oocistos de *T. gondii*

A análise da contaminação por *T. gondii* nas diferentes amostras hídricas foi realizada de acordo com Pineda et al., 2020, com modificações. Para tanto, utilizou-se o líquido de descarte da etapa de IMS durante a agitação com o imã (MPC1), sendo o volume de descarte (10ml), centrifugado a 1500 x *g* por 15 minutos. Em seguida, o sobrenadante foi descartado e o sedimento resultante foi transferido para microtubos, sendo estes armazenados sob refrigeração à 4ºC até a realização da etapa de extração de DNA e dos ensaios moleculares.

4.2.1.3 DETECÇÃO DE PROTOZOÁRIOS PATOGÊNICOS POR TÉCNICAS MOLECULARES

4.2.1.3.1 EXTRAÇÃO DE DNA

As extrações de DNA das amostras foram realizadas mediante utilização do Quick-DNA™ Fungal/ Bacterial Miniprep Kit, Zymo Research - USA, segundo o protocolo proposto pelo fabricante, a partir de uma alíquota de 100µL resultante da IMS.

4.2.1.3.1.2 REAÇÕES DE PCR

As análises moleculares foram realizadas em parceira com o Núcleo de Morfologia e Microscopia do Instituto Adolfo Lutz de São Paulo.

As reações de PCR foram realizadas utilizando o kit comercial (GoTaq®Green Master Mix - Promega). Cada 12,5µL do "mix" continha 1 unidade de Taq DNA polimerase em 10mM Tris-HCl, pH 8.5; 1.5mM $MgCl_2$, 50 mM KCl; e 200mM de cada um dos deoxinucleotídeos trifosfatados (dATP, dGTP, dCTP, dTTP). Para as reações, 5µL do DNA alvo foi utilizado e 10pmol de cada iniciador (*primer*) em um volume final de 25µL. As amplificações foram realizadas utilizando o termociclador Veriti® Thermal Cycler (Applied Biosystems®).

Os produtos amplificados foram separados por eletroforese em um sistema horizontal em gel de agarose a 1,2% tampão TBE 1x (45mM de Tris-Borato e 1mM de-EDTA, pH 8.0), contendo 0,5 µL de SafeDye Nucleic Acid Stain, Cellco ®. Em todos os géis foram adicionados o marcador de peso molecular com fragmentos múltiplos de 100pb e as corridas foram realizadas a 100 Volts por 1h (fonte LPS 300, Loccus®). As amostras foram visualizadas e fotografadas em um transiluminador Sigma, T0222, em luz ultravioleta a um comprimento de onda de 30 nm.

Os iniciadores (*Primers*) específicos utilizados para a detecção de *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., e *Toxoplasma gondii* estão descritos na Tabela 5. Em todas as reações foram utilizados controles positivos dos protozoários pesquisados, sendo para *Toxoplasma gondii*, DNA extraído de fezes de felinos infectados experimentalmente pela cepa Br1 e, para *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp., os controles positivos foram extraídos de amostras de fezes de indivíduos infectados naturalmente, detectados por microscopia e confirmados por imunofluorescência, ambos armazenados sob congelamento no Núcleo de Morfologia e Microscopia do Instituto Adolfo Lutz. Como controle negativo das reações foi utilizada água

ultrapura, livre de DNAse e RNAse. Todas as amostras de DNA extraídas tiveram suas concentrações mensuradas em espectrofotômetro de micro volumes (Nanodrop Thermo Fisher Scientific®) e foram utilizadas para as reações de PCR.

Tabela 5: Descrição dos iniciadores moleculares utilizados para a detecção de protozoários em amostras hídricas

PROTOZOÁRIO	INICIADORES MOLECULARES (SEQUÊNCIA 5′ - 3′)	SONDA
Cryptosporidium spp.	CryIAL1(F) AAGCCCGACGACCTCACCCGCAGTGC CryIAL2(F) - AAGTGCGTCAACGAGCAGCT CryIAL3(R) -GTCGTCTCGAAGATCCAGGGCGGCCTC	Não se aplica
Giardia spp.	GG(F) – AAGTGCGTCAACGAGCAGCT G7(F) – AAGCCCGACGACCTCACCCGCAGTGC G759(R) - GTCGTCTCGAAGATCCAGGGCGGCCTC	Não se aplica
Toxoplasma gondii	REP-529 – AGAGACACCGGAATGCGATCT TTCGTCCAAGCCTCCGACT	FAM: TCGTGGTGATGGCGGAGAG AATTGA

FONTE: O autor (2025).

4.2.1.3.1.2.1 cPCR para *Cryptosporidium* spp.

A detecção de *Cryptosporidium* spp., por PCR convencional (cPCR), foi realizada conforme protocolo padronizado por Marciano *et al*. (2022) (Tabela 6), utilizando-se iniciadores moleculares denominados CryIAL1(F) / CryIAL2(F) / CryIAL3(R), que amplificam um fragmento do gene da parede do oocisto de *Cryptosporidium* spp., gerando dois produtos de 703 e 531pb, reação que foi denominada de semi-*nested* em tubo único. Foram utilizados 0,1µL, 0,5µL e 0,5µL dos iniciadores moleculares CryIAL1(F), CryIAL2(F) e CryIAL3(R), respectivamente.

As amplificações foram realizadas conforme descrito abaixo (Tabela 6)**.** 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 min., e foram adicionados 35 ciclos a 56°C para anelamento dos iniciadores CryIAL2(F) e CryIAL3(R).

Tabela 6: Programa de amplificação da semi-nested PCR em tubo único para *Cryptosporidium* spp.

1º Ciclo	94°C/5min	20X (94°C/30s; 61ºC/30s; 72ºC/30s)	72°C/2min	4°C/5min
2º Ciclo		35X (94°C/30s; 56ºC/30s; 72ºC/45s)	72°C/5min	4°C/ ∞

Fonte: O autor (2025).

4.2.1.3.1.2.2 cPCR para *Giardia* spp.

A PCR para determinação de *Giardia* spp. foi realizada utilizando-se iniciadores moleculares que amplificam fragmentos específicos do gene beta-giardina e a reação semi-nested em tubo único previamente descrita por Marciano *et al.* (2022) (Tabela 7).

Os iniciadores moleculares G7(F) (0,1µL), GG (F) (0,5 µL) e o G759(R) (0,5 µL), foram utilizados conforme descrito abaixo, em uma reação de 25µL. A amplificação foi realizada inicialmente com 20 ciclos dos iniciadores G7(F) e G759(R) com temperatura de 65 °C para anelamento. Seguiu-se um intervalo de 4°C por 2min e foram adicionados 35 ciclos a 58°C para anelamento dos iniciadores GG (F) (0,5 µL) e G759(R), gerando dois produtos de 754 e 384 pb.

Tabela 7**:** Programa de amplificação da semi-nested PCR em tubo único para *Giardia* spp., com as respectivas temperaturas do 1º e 2º ciclos.

1º Ciclo	94°C/5min	20X (94°C/30s; 65ºC/30s; 72ºC/30s)	72°C/2min	4°C/5min
2º Ciclo		35X (94°C/30s; 58ºC/30s; 72ºC/45s)	72°C/5min	4°C/ ∞

Fonte: O autor (2025).

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

Alíquotas de 300µL do sedimento foram submetidas à extração de DNA, conforme descrito previamente. Em seguida, efetuou-se a reação de qPCR, utilizando-se o par de iniciadores para o marcador molecular denominado REP-529 (Tabela 5), que amplifica uma sequência de 112pb, altamente repetitiva de REP-529 (GenBank AF487550), conforme descrito por Belaz *et al*. (2015).

As reações foram efetuadas no equipamento QuantiStudio 5 Real Time PCR System (Applied Biosystems) em volume final de 20µL por reação. A alíquota de 3µL do DNA extraído foi adicionada à mistura que continha 10µL de 2X TaqMan Universal PCR Master Mix e os

marcadores moleculares (1,25µL do “Assay Mix” contendo 18µM de cada marcador molecular e 5µM da sonda).

As amplificações ocorreram em um ciclo inicial de 50°C por 2 min, um ciclo a 95°C por 10 min., e em seguida foram realizados 40 ciclos a 95°C por 15 segundos e a extensão a 60°C por 1 min.

4.2.2 DETECÇÃO DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE CONTAMINAÇÃO FECAL (BICF) EM AMOSTRAS HÍDRICAS.

A pesquisa de *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp., foi realizada seguindo os preceitos do *Standard Methods for the Evaluation of Water and Wastewater* da *American Water Works Association /American Public Health Association* (AWWA, APHA, 2017), somente nas amostras hídricas do estado do Paraná.

As amostras foram filtradas em volumes seriados de 1mL, 10 mL e 100mL, para determinar a concentração ideal para o isolamento de BICF. Amostras com elevada carga microbiana necessitaram de diluição para a contagem e identificação de microrganismos nas placas.

Os volumes supramencionados de água foram filtrados a vácuo em membrana de 0.45um. Em seguida, a membrana foi transferida assepticamente para uma placa com meio cromogênico (HiMedia Laboratories LLC, PA, USA) estéril e incubada a 35°C por 18-24 horas.

Decorrido o tempo, verificou-se o crescimento de colônias das bactérias pesquisadas: *E. coli* – presença de colônia rosa ou branca com aspecto mucoide; *Enterococcus* sp., colônia puntiforme, azul e opaca.

Os isolados bacterianos obtidos com características morfológicas de *E. coli* ou *Enterococcus* sp., foram identificados pela técnica de MALDI-TOF (*Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time of Flight Mass Spectrometry*) usando o sistema Microflex LT Biotyper (Bruker Daltonics Inc.) segundo recomendações do fabricante.

Para isso, as colônias previamente isoladas foram transferidas para uma placa de aço inox, formando um "spot". Em seguida foi adicionado ao "spot" 1µL de ácido fórmico, e após a secagem do ácido fórmico, foi adicionada a solução com a matriz (ácido α-ciano-4-hidroxicinâmico em 50% de acetonitrila e 2,5% de ácido trifluoroacético). A placa foi colocada no equipamento para gerar o espectro de massa, que foi analisado através do software do próprio equipamento.

O cálculo de *E. coli* e *Enterococcus* sp., em UFC por mL foi realizado baseado na placa com maior volume filtrado em que foi possível realizar a contagem e identificação. Por exemplo, se foi possível contar 10 colônias rosas/brancas que foram identificadas como *E. coli* na placa em que foi filtrado 10mL, a contagem foi expressa como 1 UFC/mL ou 100UFC/100mL.

4.2.3 MONITORAMENTO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

A temperatura das amostras foi aferida diretamente na hora da coleta, utilizando um termômetro de mercúrio B. Braun Melsungen A. G., Nr. 852281/2.

Para mensurar a turbidez das amostras, foi utilizado um turbidímetro PoliControl AP2000 W. O pH das amostras foi determinado utilizando um pHmetro Hanna Instruments HI221, ambos instrumentos devidamente calibrados. Devido a fatores logísticos, as análises foram conduzidas somente nas amostras do estado do Paraná.

4.3 COLETA DE AMOSTRAS DE AREIA

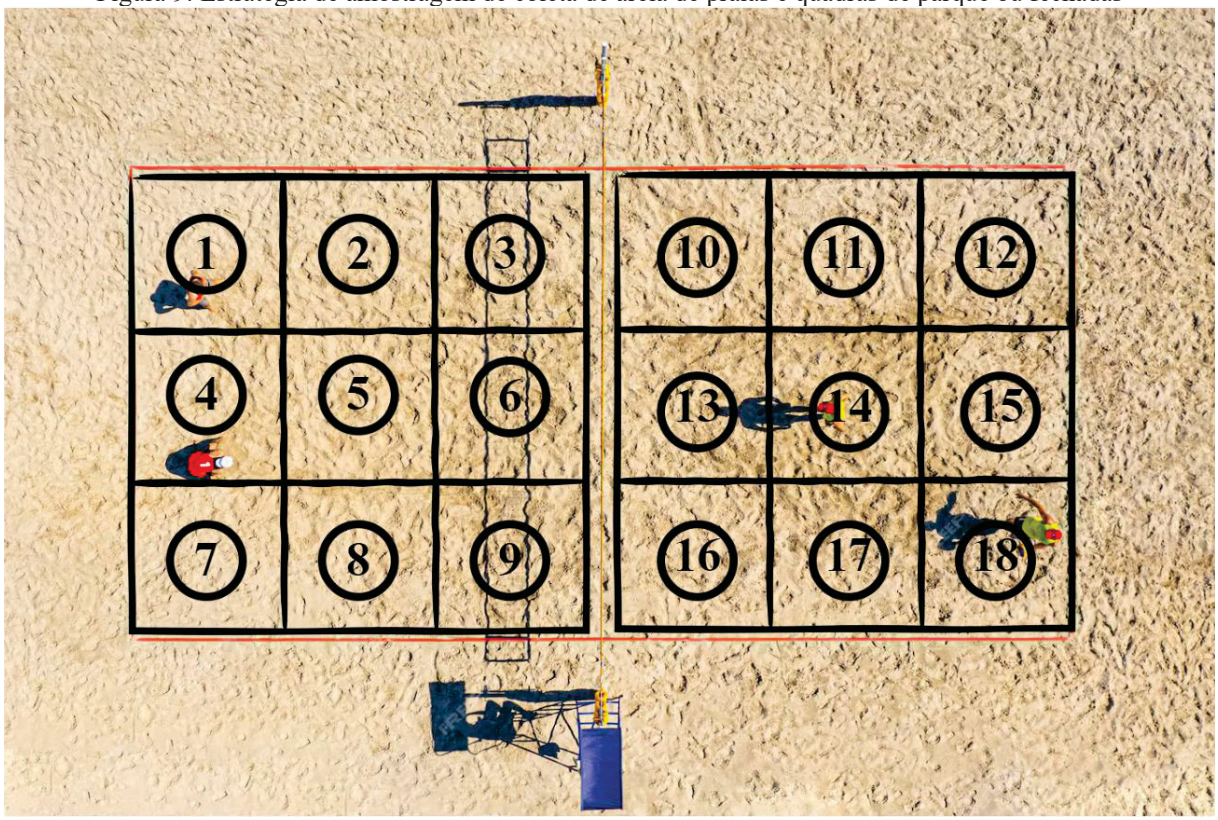
As coletas tiveram início no mês de novembro de 2023, até o mês de dezembro de 2024, sendo divididas em coletas no litoral paranaense e catarinense. Para ambos os estados, as amostras de areia foram obtidas durante a temporada em eventos esportivos / campeonatos como tênis de Praia Internacional (coletada durante os intervalos) e, coletas em quadras abertas e fechadas, públicas e particulares de acordo com a disponibilidade (Figura 8).

Figura 8: Procedimento de coletas de diferentes amostras arenosas oriundas dos estados do Paraná e Santa Catarina, para avaliação da presença de ovos e larvas de helmintos.

Legenda: **A** – Coleta no litoral na área 1, arena montada durante campeonato de tênis de praia; **B** – Coleta na quadra anexa à represa do Passaúna (área 4); **C –** Coleta na área 6, dependências da Universidade Federal do Paraná, quadras anexas ao Centro de Educação Física e Desportos.
Fonte: O autor (2024)

Para tanto, aproximadamente 1 quilograma de areia, divido em 18 porções, de pontos predefinidos, cobrindo ambos os lados da quadra (Figura 9), (coleta espacial homogênea) de acordo com Waindok et al. (2022), foi coletado de cada ponto de amostragem. Cada amostra foi acondicionada em sacos plásticos com sistema de fecho hermético e armazenadas em geladeira até o processamento das amostras.

Figura 9: Estratégia de amostragem de coleta de areia de praias e quadras de parque ou fechadas



Fonte: o autor (2025).

4.3.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Previamente às coletas de amostras de areia de quadras utilizadas para competições esportivas oficiais e para a prática de esportes amadores, quatro amostras de areia que representam alguns dos locais monitorados (Tabela 8) foram submetidas à análise granulométrica. As areias de praias e areias de quadras das capitais podem diferir em sua composição.

A diferenciação da composição do solo é determinante para a escolha do dispersante a ser utilizado para o isolamento dos ovos de helmintos.

A análise granulométrica foi realizada no Departamento de Solo e Engenharia Agrícola da UFPR, utilizando a metodologia do densímetro de Bouyoucos (GEE e BAUDER, 1986).

Após a classificação granulométrica (Tabela 8), escolheu-se o melhor protocolo para o isolamento de ovos de helmintos a depender da matriz, utilizando soluções de dispersão diferentes, conforme protocolo Padronizado previamente no Laboratório de Parasitologia Ambiental (RIBEIRO, 2020).

Tabela 8: Laudo da análise granulométrica do solo de quatro amostras utilizadas no estudo.

	Argila (g / kg^{-1})	**Silte (g / kg^{-1})**	**Areia Total (g / kg^{-1})**	**Areia Grossa (g / kg^{-1})**	**Areia Fina (g / kg^{-1})**
1 – Areia de Praia – Praia Mansa - Caiobá	13	0	988	814	173
2 – Areia de Praia – Praia Central - Guaratuba	13	0	988	829	159
3 – Areia de quadra – Quadras UFPR	25	0	975	680	295
4 – Areia de quadra – Parque Passaúna	25	0	975	784	191

Fonte: Departamento de solo e Engenharia Agrícola, UFPR.
Nota: Dimensões: Argila (≤ 2μm); Silte (50 a 2μm); Areia fina (200 a 50μm); Areia Grossa (200 a 2000μm).

Dessa forma, foi utilizado o aminoácido não essencial Glicina (1M pH 5,5) para amostras de areia de praia, e Triton™ X - 100 (0,1%) para amostras de areia de quadras.

Neste último caso, optou-se pelo Triton por viabilizar melhores resultados de recuperação de ovos em amostras de solo que apresentam maiores quantidades de argila.

4.3.2.1 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS PARA A DETECÇÃO DE OVOS E LARVAS DE HELMINTOS

As amostras foram processadas pela técnica de centrifugação ou centrífugo-flutuação, com soluções de dispersão específicas para homogeneização das areias e posterior flutuação em sacarose.

4.3.2.1.1 AMOSTRAS DE AREIA DE PRAIA

Em um tubo com fundo cônico de 15ml, foram pesados 5 gramas de areia previamente homogeneizada, sendo cada amostra analisada em quadruplicata, totalizando 20 g de areia / amostra.

Após a pesagem, foi adicionado 10 mililitros da solução dispersante de Glicina 1M pH 5,5, seguido de homogeneização em aparelho vórtex por 2 minutos. A amostra foi centrifugada à 1250 x *g* durante 5 minutos e o sobrenadante desse processo foi descartado.

Adicionou-se ao sedimento 10 ml de sacarose d=1,24 g/cm^3, e cada tubo foi novamente homogeneizado por 2 minutos em vórtex. Ao final, cada tubo foi preenchido com a solução de sacarose d=1,24 g/cm^3 até a formação de um menisco positivo sobre eles. Uma lamínula de 24x24mm foi posicionada em cada um dos quatros tubos, sendo mantidos em repouso por 40 minutos. Decorrido este tempo, todas as lamínulas foram retiradas e posicionadas em lâminas para leitura em microscópio óptico em aumento de 100x e 400x. Para cada amostra, foram feitas 4 flutuações sequenciais em sacarose, totalizando a leitura de 16 lâminas/amostra para a pesquisa de helmintos.

4.3.2.1.2 AMOSTRAS DE AREIA DE QUADRAS

Em um tubo com fundo cônico de 15ml, foram pesados 5 gramas de areia previamente homogeneizada, sendo cada amostra analisada em quadruplicata, totalizando 20 g de areia / amostra.

Após a pesagem, foi adicionado 10 mililitros da solução dispersante de Triton™ X - 100 (0,1%) em cada um dos quatro tubos, sendo mantidos em repouso por 10 minutos. Em seguida, cada tubo foi homogeneizado em aparelho vórtex por 2 minutos. Os tubos foram centrifugados à 1250 x *g* durante 5 minutos e o sobrenadante desse processo descartado. Adicionou-se ao sedimento 10 ml de água destilada, para fins de lavagem e remoção do excesso do detergente Triton™ X - 100 (0,1%), visando a redução da formação de bolhas. Novamente a amostra foi homogeneizada por 2 minutos em vórtex e centrifugada nas mesmas condições, descartando o sobrenadante ao final do processo.

Adicionou-se à cada tubo a solução de sacarose d=1,24 g/cm^3, sendo estes homogeneizados por 2 minutos em vórtex e centrifugados novamente. Ao final, cada tubo foi preenchido com a solução de sacarose d=1,24 g/cm^3, conforme descrito anteriormente sendo mantidos em repouso por 30 minutos. Foram feitas 4 leituras das flutuações sequenciais respeitando o intervalo estabelecido, totalizando também 16 lâminas/ amostra.

5. RESULTADOS

5.1 DETECÇÃO DE PROTOZOÁRIOS PATOGÊNICOS EM AMOSTRAS HÍDRICAS.

A presença de ao menos um dos protozoários pesquisados foi detectada em 6 das 7 áreas aquáticas analisadas de dois estados do sul do Brasil (Tabela 9). Em todas as áreas aquáticas do estado do Paraná, correspondentes a água do mar (A1, A2 e A3), água bruta doce (A4) e águas doces tratadas (A5) foi observada a presença de protozoários.

Em uma das duas áreas costeiras analisadas no estado de Santa Catarina detectou-se contaminação por protozoários (Tabela 9).

No total, quando considerado o somatório das duas técnicas de detecção empregadas (RID e PCR), em 48,28% das amostras (n=14/29), foi identificado ao menos um protozoário parasito, sendo constatada a presença de *Giardia* em 37,93% (n=11/29) das amostras, *Toxoplasma gondii* em 6,90% (n=2/29), e *Cryptosporidium* em 3,45 (n=1/29).

Entre as amostras positivas para *Toxoplasma gondii*, as reações de qPCR apresentaram quantificação aproximada de 3.600 e 3.700 cópias do gene repetitivo REP-529, com valores de ciclo limiar (Ct) de 36 e 37, respectivamente.

Tabela 9: Pontos de coleta e amostras hídricas em que se detectou a contaminação por protozoários patogênicos, durante a prática de diferentes modalidades esportivas realizadas nos estados de Santa Catarina e Paraná no período de dezembro de 2023 a maio de 2024.

ÁREA	PONTO/ COLETA	LOCAL/DATA	PRÁTICA/EVENTO ESPORTIVO	VOLUME FILTRADO DA AMOSTRA	*Giardia* spp.		*Cryptosporidium* spp.		*Toxoplasma gondii*
					RID (oo)cistos / amostra	PCR	RID (oo)cistos / amostra	PCR	qPCR
A1	P1C2	14/01/2024 - Praia Mansa – Caiobá - PR	Travessia em mar aberto	3,3 L	ND	ND	ND	ND	+
A2	P10C1	22/01/2024 – Praia Central – Guaratuba - PR	Travessia em mar aberto	4,45 L	ND	+	ND	ND	ND
A2	P10C2	04/02/2024 – Praia Central – Guaratuba - PR	Campeonato de Triathlon	3 L	ND	ND	3	ND	ND
A3	P11C2	25/02/2024 - Balneário Gaivotas – Matinhos - PR	Circuito Paranaense de Surf	4,5 L	ND	ND	ND	ND	+
A4	P12C1	12/12/2023 – Parque público – Curitiba - PR	Caiaque - Stand Up Paddle - Natação	3,15 L	6	+	ND	ND	ND
A5	P15C1	12/12/2023 – Parque aquático - PR	Triathlon/Natação/Recreação	2,25 L	9	+	ND	ND	ND
A5	P15C2	21/01/2024 – Parque aquático - PR	Triathlon/Natação/Recreação	1,9 L	21	+	ND	ND	ND
A5	P14C3	24/03/2024 – Parque aquático - PR	Biribol (vôlei de piscina)/Natação/Recreação	5 L	3	ND	ND	ND	ND
A5	P14C4	24/03/2024 – Parque aquático - PR	Biribol (vôlei de piscina)/Natação/Recreação	5 L	3	ND	ND	ND	ND
A5	P15C3	21/04/2024 – Parque aquático - PR	Triathlon/Natação/Recreação	2,5 L	3	ND	ND	ND	ND
A5	P14C5	21/04/2024 – Parque aquático - PR	Biribol (vôlei de piscina)/Natação/Recreação	3,5 L	3	ND	ND	ND	ND
A5	P14C6	21/04/2024 – Parque aquático - PR	Biribol (vôlei de piscina)/Natação/Recreação	3,5 L	3	ND	ND	ND	ND
A8	P20C1	21/01/2024 - Praia de Jurerê – Florianópolis - SC	Natação/Recreação	5 L	ND	+	ND	ND	ND
A8	P20C4	21/05/2024 – Praia de Jurerê – Florianópolis - SC	Natação/Recreação	5 L	3	ND	ND	ND	ND

Legenda: ND - Não Detectado. + - Positivo. RID – Reação de imunofluorescência direta. PCR – Reação em cadeia da polimerase. qPCR - Reação em cadeia da polimerase quantitativa.

5.1.1 ESTADO DO PARANÁ

Dentre todas as amostras positivas, protozoários foram isolados e detectados em 85,7% (n=12/14 amostras) oriundas do referido estado.

A contaminação por *T. gondii* em água do mar foi detectada em 33,3% e 50,0% das amostras das áreas A1 (Praia Mansa de Caiobá) e A3 (Balneário Gaivotas de Matinhos), respectivamente, durante diferentes competições esportivas destinadas para atletas profissionais (Tabela 9).

Para a outra área costeira do estado, 100% das amostras da A2 (Praia Central de Guaratuba) apresentaram contaminação por protozoários intestinais, sendo cistos de *Giardia* spp., detectados durante a realização de competição de travessia e oocistos de *Cryptosporidium* spp., (Figura 10), durante prova oficial de Triathlon.

Para o ambiente de água bruta doce - A4 (Represa do Passaúna) foi constatada positividade para cistos de *Giardia* spp., em 20% das amostras analisadas, sendo a detecção do protozoário efetuada concomitantemente por RID e PCR.

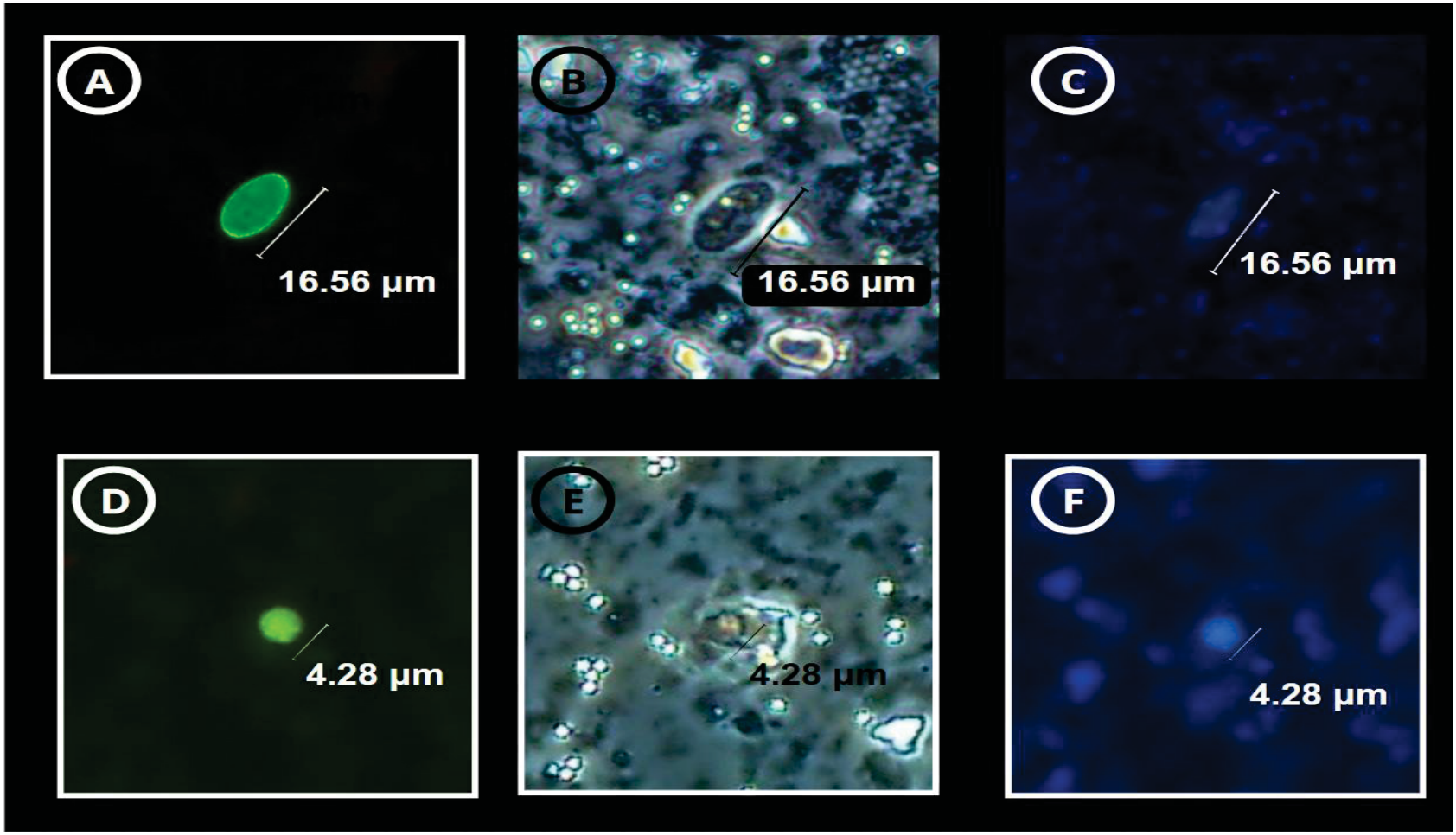
Ressalte-se que a maior frequência de detecção de protozoários patogênicos foi evidenciada exatamente na área de água doce – A5 (parque aquático), onde existe algum tipo de tratamento, sendo que 77,78% (7/9 amostras) apresentaram contaminação por *Giardia* spp., (Figura 10). Oocistos de *T. gondii* e *Cryptosporidium* spp., não foram detectados em nenhuma amostra de água de retrolavagem de piscinas.

5.1.2 ESTADO DE SANTA CATARINA

Da totalidade de amostras positivas obtidas durante o estudo, aquelas colhidas de áreas costeiras da capital Florianópolis, contribuíram com 14,3% (n=2/14) de positividade para protozoários patogênicos.

A contaminação por cistos de *Giardia* spp., foi evidenciada em 50,0% (n = 2/4) das amostras da A8 (Praia de Jurerê Internacional). Cistos e oocistos dos três protozoários pesquisados não foram detectados na água do mar da outra área costeira analisada da cidade (A7).

Figura 10: Detecção de protozoários patogênicos em águas brutas e tratadas durante o período do estudo.



Legenda: A – Cisto de *Giardia* spp., visualizado por RID em água de retrolavagem de filtro de piscina destinada a recreação (piscina de ondas) e prática de Triathlon; B - Cisto de *Giardia* spp., visualizado por DIC (microscopia de contraste de interferência diferencial); C – Cisto de *Giardia* spp., visualizado pela incorporação do corante vital DAPI; D - Oocisto de *Cryptosporidium* spp., visualizado por RID em água do mar da Praia de Guaratuba, Paraná; E - Oocisto de *Cryptosporidium* spp., visualizado em DIC; F - Oocisto de *Cryptosporidium* spp., visualizado por DAPI. Aumento: 400x.

5.2 DETECÇÃO DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE CONTAMINAÇÃO FECAL EM ÁGUA BRUTA E TRATADA

A concentração de bactérias indicadoras de contaminação fecal (*Escherichia coli* e *Enterococcus* spp.) nas diferentes amostras hídricas, apresentou grandes variações para *E. coli* com valores mínimos de <1UFC/100ml e máximos de 8.000 UFC/100ml, e, para *Enterococcus* spp., variou de < 1UFC/100ml a 2.000 UFC/100ml (Tabela 10, Figura 11).

Tabela 10: Resultados microbiológicos de diferentes amostras hídricas destinadas a práticas esportivas diversas no estado do Paraná.

(continua)

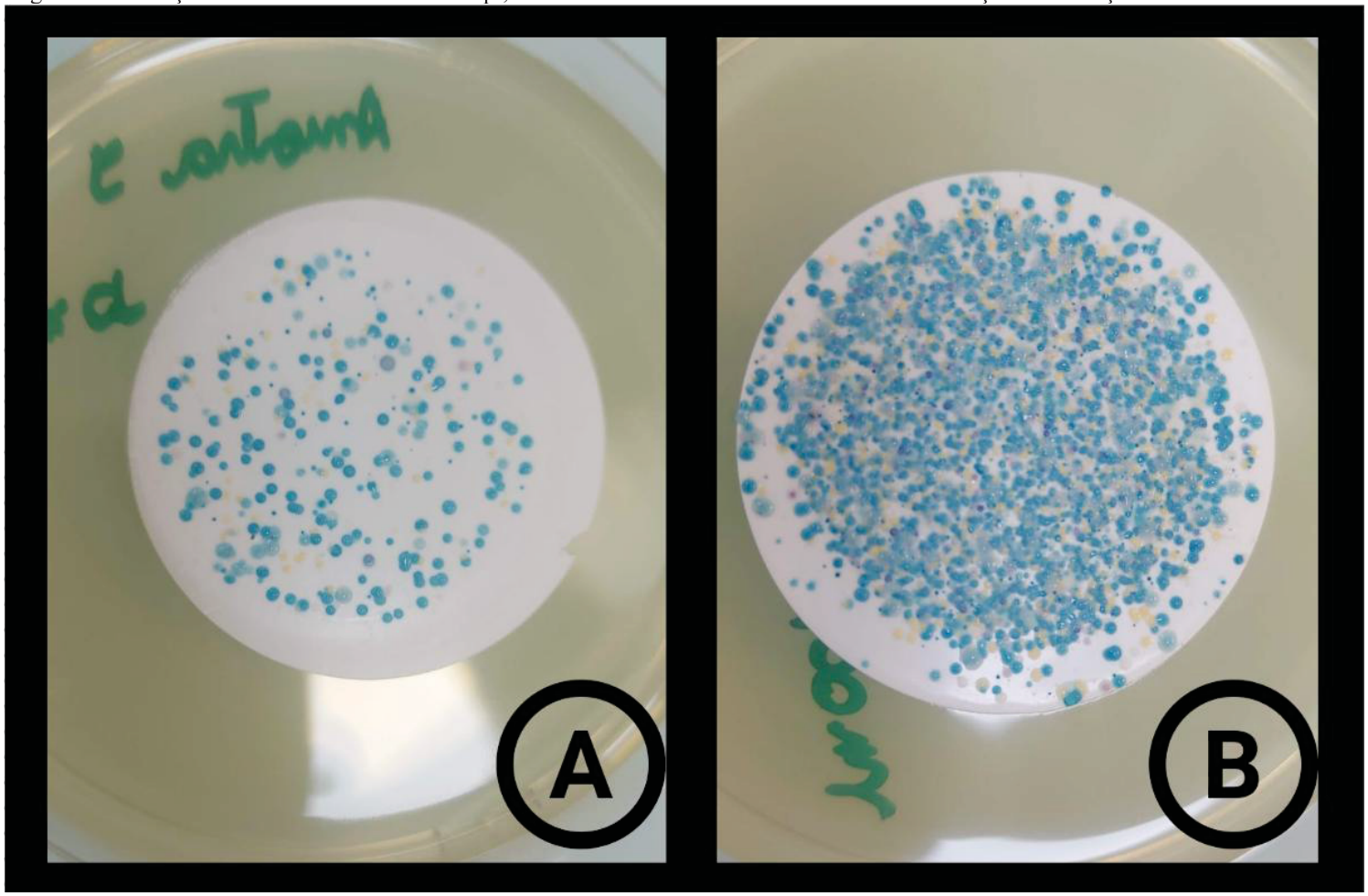
Ponto	Data	Prática esportiva	*E. coli* (UFC/100ml)	*Enterococcus* spp. (UFC/100ml)	Identificação da espécie de *Enterococcus*
Área 1: Praia Mansa (Caiobá)					
P1C1	10/12/2023	Campeonato de Triathlon	< 1/100ml	< 1/100ml	ND
P1C2	14/01/2024	Travessia em mar aberto	100	100	*E. faecalis/E. faecium*
P1C3	07/04/2024	Campeonato de Triathlon	1000	< 1/100ml	ND
Área 2: Praia Central (Guaratuba)					
P10C1	22/01/2024	Travessia em mar aberto	2000	2000	*E. faecalis/E. faecium*
P10C2	04/02/2024	Campeonato de Triathlon	400	200	*E. faecalis/E. faecium/E. hirae*
Área 3: Balneário Gaivotas (Matinhos)					
P11C1	24/02/2024	Campeonato de Surf	2000	500	*E. faecalis/E. faecium*
P11C2	25/02/2024	Campeonato de Surf	1000	1000	*E. faecalis/E. faecium*
Área 4: Represa do Passaúna (Curitiba)					
P12C1	12/12/2023	Caiaque - Stand up paddle - Natação	8000	100	*E. faecalis/E. faecium*
P12C2	21/01/2024	Caiaque - Stand up paddle - Natação	700	400	*E. faecalis/E. faecium*
P12C3	27/02/2024	Caiaque - Stand up paddle - Natação	1000	100	*E. faecalis/E. faecium / E. gallinarum*
P12C4	25/03/2024	Caiaque - Stand up paddle - Natação	100	< 1/100ml	ND
P12C5	21/04/2024	Caiaque - Stand up paddle - Natação	4000	1000	*E. faecalis/E. faecium*
Área 5: Parque Aquático - Cidade da Região Metropolitana de Curitiba					
P15C1	12/12/2023	Triathlon/recreação	< 1/100ml	< 1/100ml	ND
P15C2	21/01/2024	Triathlon/recreação	200	100	*E. faecalis/E. faecium/ E. gallinarum*
P15C3	21/04/2024	Triathlon/recreação	< 1/100ml	< 1/100ml	ND

(conclusão)

P14C1p1	28/02/2024	Vôlei de piscina (biribol)	< 1/100ml	< 1/100ml	ND
P14C1p2	28/02/2024	Vôlei de piscina (biribol)	< 1/100ml	< 1/100ml	ND
P14C2p1*	24/03/2024	Vôlei de piscina (biribol)	< 1/100ml	< 1/100ml	ND
P14C2p2**	24/03/2024	Vôlei de piscina (biribol)	< 1/100ml	< 1/100ml	ND
P14C3p1*	21/04/2024	Vôlei de piscina (biribol)	< 1/100ml	< 1/100ml	ND
P14C3p2**	21/04/2024	Vôlei de piscina (biribol)	< 1/100ml	< 1/100ml	ND

Legenda: UFC – Unidades formadoras de colônia. ND = Não detectado. *Piscina 1; **Piscina 2.

Figura 11: Detecção de *E. coli* e *Enterococcus* sp., em membrana filtrante sob diferentes concentrações de filtração.



Legenda: A – Crescimento bacteriano em amostra semeada obtida de filtração de 10ml. B – Crescimento bacteriano em amostra semeada obtida de filtração de 100ml.

5.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os parâmetros físico-químicos foram mensurados somente nas coletas realizadas no estado do Paraná, por motivos de logística.

Dentre todas as amostras hídricas, de modo geral, a turbidez apresentou maiores valores nas áreas costeiras monitoradas no presente estudo (A1, A2) (Tabela 11), locais estes utilizados para atividades desportivas profissionais como Triathlon e travessias aquáticas. O maior contingente de frequentadores / atletas também foi maior nessas áreas quando comparado ao ponto de água doce bruta (A4) utilizada principalmente para práticas de recreação de contato secundário (Tabela 11).

A temperatura variou de acordo com o ponto de amostragem e estação do ano, no momento da coleta, sendo os valores mais constantes observados para as amostras hídricas do parque aquático. Quanto ao pH, as amostras hídricas das áreas A1, A4 e A5 foram classificadas como neutras a alcalinas, enquanto para os pontos A2 e A3, como alcalinas apenas (Tabela 11).

Tabela 11: Avaliação de parâmetros físico-químicos de águas brutas e tratadas, quantidade de frequentadores e presença de animais no momento da coleta.

Data	Ponto/coleta	Quantidade estimada de frequentadores	T (ºC)	Turbidez (NTU)	pH	Animais observados	Práticas esportivas / Observações
Área 1 – Praia Mansa - Caiobá							
10/12/2023	P1C1	<900	33,5ºC	5,62	7,42	Presença de cães	Campeonato de Triathlon
14/01/2024	P1C2	800	26ºC	39,7	7,98	Presença de cães	Travessia em mar aberto
07/04/2024	P1C3	800	24ºC	20,9	8,13	Presença de cães	Campeonato de Triathlon
Área 2 – Praia Central – Guaratuba							
22/01/2024	P10C1	800	25ºC	9,26	8,19	Presença de cães	Travessia em mar aberto
04/02/2024	P10C2	700	24ºC	5,74	8,16	Presença de cães	Campeonato de Triathlon
Área 3 – Balneário Gaivotas – Matinhos							
24/02/2024	P11C1	400	25ºC	2,1	8,02	Presença de cães	Campeonato de Surf
25/02/2024	P11C2	400	24ºC	3,76	8,11	Presença de cães	Campeonato de Surf
Área 4 – Represa do Passaúna - Curitiba							
12/12/2023	P12C1	10	28ºC	2,6	7,8	Presença de animais diversos, cães, cavalos, pássaros	Prática de Caiaque - Stand Up Paddle - Natação
21/01/2023	P12C2	50	27ºC	46,3	8,2	Presença de cães e pássaros	Prática de Caiaque - Stand Up Paddle - Natação
27/02/2023	P12C3	10	26ºC	13,9	8,14	Presença de cães e pássaros	Prática de Caiaque - Stand Up Paddle - Natação
25/03/2023	P12C4	10	26ºC	7,96	7,96	Presença de cães e pássaros	Prática de Caiaque - Stand Up Paddle - Natação
21/04/2023	P12C5	50	26ºC	7,65	8,17	Presença de cães e pássaros	Prática de Caiaque - Stand Up Paddle - Natação
Área 5 - Parque Aquático - Cidade da Região Metropolitana de Curitiba							
12/12/2023	P15C1	1900	25ºC	34,5	7,6	-	Natação/Recreação
21/01/2024	P15C2	3000	25ºC	71,2	7,28	-	Natação/Recreação
21/04/2024	P15C3	500	25ºC	18,2	7,7	-	Natação/Recreação
28/02/2024	P14C1P1*	0	26ºC	1,35	8,11	-	Parque Fechado
28/02/2024	P14C1P2**	0	26ºC	1,35	8,11	-	Parque Fechado
24/03/2024	P14C2P1*	200	24ºC	4,8	8,19	-	Vôlei aquático
24/03/2024	P14C2P2**	200	24ºC	4,8	8,19	-	Vôlei aquático
21/04/2024	P14C3P1*	500	25ºC	8,65	8,24	-	Vôlei aquático
21/04/2024	P14C3P2**	500	25ºC	8,65	8,24	-	Vôlei aquático

Legenda: *Piscina 1; **Piscina 2

5.4 DETECÇÃO DE HELMINTOS EM AMOSTRAS DE AREIA.

Foram analisadas 95 amostras de areia. Deste total, 14,7% (n=14/95) apresentaram contaminação por ovos ou larvas de helmintos (Tabela 12). As quadras abertas (*outdoor*) representaram um total de 75 amostras e as fechadas (*indoor*) correspondiam a 20 amostras.

Ovos de helmintos e larvas de nematódeos foram detectados somente nas áreas de ambientes abertos de ambos os estados.

Tabela 12: Pontos de coleta em que se detectou a contaminação por larvas de nematódeos e ovos de helmintos, em quadras de areia onde são praticadas diferentes modalidade de esportes, nos estados de Santa Catarina e Paraná, no período de novembro de 2023 a setembro de 2024, em diferentes amostras arenosas.

ÁREA	PONTO/ COLETA	DATA/LOCAL	PRÁTICA ESPORTIVA	OVOS DE HELMINTOS	LARVAS DE NEMATÓDEOS
A1	P2C1	10/12/2023 – Praia Mansa – Caiobá - PR	Vôlei de praia	ND	+
A1	P5	04/02/2024 – Praia Central – Caiobá – PR	Campeonato de Tênis de praia	ND	+
A4	P13C1	12/12/2023 – Represa do Passaúna – Curitiba – PR	Vôlei de praia/Futevôlei	ND	+
A6	P16C1	20/11/2023 – UFPR – Curitiba – PR	Vôlei de praia/tênis de praia	**+ (Família Ascarididae)**	+
A6	P17C2	05/12/2023 – UFPR – Curitiba – PR	Vôlei de praia/tênis de praia	**+ (Família Ascarididae)**	+
A6	P16C8	24/06/2024 – UFPR – Curitiba – PR	Vôlei de praia/tênis de praia	ND	+
A6	P16C9	22/07/2024 – UFPR – Curitiba – PR	Vôlei de praia/tênis de praia	ND	+
A6	P17C9	22/07/2024 – UFPR – Curitiba – PR	Vôlei de praia/tênis de praia	ND	+
A6	P17C11	24/09/2024 – UFPR – Curitiba – PR	Vôlei de praia/tênis de praia	ND	+
A7	P19C1	21/01/2024 – Praia Beira Mar Norte – Florianópolis - SC	Vôlei de praia/tênis de praia	**+ (Ancilostomatídeo)**	ND
A8	P21C1	21/01/2024 - Praia de Jurerê – Florianópolis - SC	Vôlei de praia/tênis de praia	ND	+
A8	P21C2	28/02/2024 - Praia de Jurerê – Florianópolis - SC	Vôlei de praia/tênis de praia	ND	+
A14	P27C3	25/11/2024 – Lagoa da Conceição - Florianópolis – SC	Vôlei de praia/tênis de praia	**+ (Ancilostomatídeo)**	+
A15	P28C3	09/12/2024 – Canasvieiras – Florianópolis - SC	Vôlei de praia/tênis de praia	ND	+

Legenda: ND – Não Detectado. + - Positivo.

5.4.1 ESTADO DO PARANÁ

Do total de amostras que se mostraram positivas para ovos de helmintos e larvas de nematódeos durante o estudo, 64,2% (n=9/14) foram detectadas no estado do Paraná.

A área 1 apresentou 22,2% de amostras arenosas contaminadas (n=2/9). Ressalta-se que a coleta no ponto 5 foi feita exatamente durante uma competição de tênis de praia, onde foram detectadas larvas de nematódeos

Para a quadra de areia localizada na Represa do Passaúna em Curitiba (área 4), 11,1% das amostras apresentaram contaminação, onde larvas de nematódeos foram detectadas na primavera.

A maior positividade no estado se deu na área 6 que compreende duas quadras anexas do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Paraná, onde 21,4% de amostras continham ovos ou larvas de helmintos. Ovos da família Ascarididae, similares a *Ascaris* sp., foram evidenciados em duas campanhas de coleta.

5.4.2 ESTADO DE SANTA CATARINA (FLORIANÓPOLIS)

Da totalidade de amostras positivas obtidas no estudo, a capital do referido estado foi imputada em 35,7% (n=5/14) das amostras.

A Praia de Beira Mar Norte, caracterizada como área 7, foi responsável por 20% das amostras de areia contaminadas examinadas para o estado, sendo detectados ovos de ancilostomatídeos. A área 8, Praia de Jurerê Internacional, apresentou 40% (n=2/5) de positividade.

Foram detectados ovos de ancilostomatídeos e larvas de nematódeos, na área 14, caracterizada como Lagoa da Conceição – Florianópolis, totalizando 20% (n=1/5) de positividade.

A Praia de Canasvieiras, caracterizada como área 15, não apresentou contaminação por ovos de helmintos, porém, em 20% das amostras analisadas, larvas de nematódeos foram detectadas.

6. DISCUSSÃO

É indissociável o conceito de saúde à prática de esportes (SAPUTRA e SULTONI, 2019). Entretanto, apesar dos benefícios, especialmente para esportes praticados em ambientes naturais, um risco oculto à saúde pública pode existir, quando estes apresentam-se sistematicamente ou pontualmente impactados por contaminação fecal humana ou animal (MOORE et al., 2013; WILSON et al., 2014; EIGENSCHENK et al., 2019; LEAL et al., 2024).

Considerando a maior vulnerabilidade de contaminação desses ambientes e os critérios de seleção para a avaliação da qualidade sanitária das áreas esportivas de dois estados brasileiros, em especial, locais onde ocorrem competições esportivas oficiais, no presente estudo, 11 das 16 áreas monitoradas compõe ambientes naturais aquáticos e arenosos abertos.

Parasitoses como a giardiose e especialmente a criptosporidiose apresentam amplo potencial zoonótico e, a disseminação de protozoários por animais domésticos, de produção e silvestres também não pode ser descartada nesses locais (FAYER et al., 2004b). Dentre os animais silvestres, as aves que habitam ambientes estuarinos e áreas costeiras sempre foram consideradas como potenciais dispersoras de *Giardia* spp., e *Cryptosporidium* spp. (GRACZYK et al., 2008).

Entretanto, ressalta-se que o esgoto doméstico liberado *in natura* é considerado a principal via de contaminação e introdução de patógenos como parasitos e bactérias em ambientes de água doce e, consequentemente, como afluentes, são responsáveis pelo impacto e deterioração de praias e áreas costeiras (FAYER et al., 2004b; GRACCIA et al., 2018. LEAL et al., 2024).

Os dados mais atuais de saneamento no Brasil revelam que apenas 56% da população brasileira contam com atendimento com rede de esgoto e, do esgoto gerado, 52,2% são tratados (SNIS, 2022), havendo grande disparidade entre regiões e estados do país.

Dentre as amostras hídricas analisadas, as principais modalidades e competições esportivas para atletas profissionais ocorreram em áreas costeiras do Paraná, seguidas de modalidades esportivas para atletas amadores em praias de Santa Catarina. A contaminação por protozoários patogênicos foi evidenciada em ambas as áreas litorâneas contempladas nesse estudo.

Apesar da ampla quilometragem costeira do Brasil, a avaliação da contaminação da água do mar por *Cryptosporidium* spp., e *Giardia* spp., e, indiretamente de invertebrados filtradores que atuam como bioindicadores, por técnicas que apresentam maior acurácia, como

as imunológicas e moleculares, é concentrada nos estados de Santa Catarina e São Paulo (LEAL et al., 2008; SOUZA et al., 2012, 2013; LEAL et al., 2013, 2018; PINTO et al., 2020).

Entretanto, a avaliação concomitante da concentração de bactérias indicadoras de contaminação fecal e a aferição da presença de protozoários em água e helmintos em areia, no momento exato da realização de competições esportivas nacionais e internacionais, realizadas em território nacional, nunca foi realizada.

Atestar a qualidade desses ambientes durante o desenrolar das práticas esportivas é relevante, especialmente para parasitos, que apresentam períodos de incubação mais longos e frequentemente são negligenciados, em comparação com infecções provocadas por bactérias ou vírus (ROBERTSON, 2018; ROUSSEAU et al., 2018).

Dessa forma, as análises efetuadas durante a execução de esportes e, em situações de surtos ou de casos esporádicos de infecções cutâneas, gastrointestinais e oculares, eventualmente adquiridas por atletas após a prática esportiva, poderiam auxiliar para um melhor direcionamento e para um diagnóstico mais conclusivo, mediante pesquisa e confirmação de infecção por parasitos, incriminados menos frequentemente como causadores de tais quadros clínicos.

Apesar de outros agentes patogênicos poderem estar presentes nos ambientes utilizados para práticas esportivas, é importante salientar que a dose infectante para parasitos é considerada baixa, diferindo de infecções bacterianas e, quando presentes no ambiente, cistos e oocistos de protozoários, e ovos de helmintos são considerados longevos e extremamente resilientes, propiciando maiores oportunidades de infecção (ORTEGA e ADAM, 1997; CAREY et al., 2004; MAYA et al., 2012).

Esportes em que há imersão total do atleta na água, de alta intensidade e de maior duração são particularmente mais propensos à aquisição e desenvolvimento de doenças, como a travessia aquática e triathlon, modalidades esportivas que ocorreram em diferentes localidades do litoral do Paraná monitoradas no presente estudo, nas áreas 1 (Praia Mansa de Caiobá) e 2 (Praia central de Guaratuba).

De fato, essas situações foram verificadas após uma longa competição de triathlon realizada em Copenhagen, Dinamarca, onde os atletas na etapa de natação deveriam cruzar um percurso de 3,8 km em água do mar. Após alguns dias da realização da prova, 838 participantes responderam a um questionário e, 351 afirmaram apresentar sintomas gastrointestinais como diarreia e vômito associados à ingestão não intencional de água contaminada (HARDER-LAURIDSEN et al., 2011). A análise de amostras fecais de parte dos competidores revelou a presença, principalmente de *Campylobacter jejuni,* seguido de *Giardia duodenalis* e *E. coli*.

Em um episódio recente de surto de criptosporidiose no Quênia, 162 militares britânicos desenvolveram diarreia após um treinamento de natação. *C. hominis* foi isolado através de técnicas moleculares aplicadas em amostras fecais dos pacientes, apontando a água recreacional contaminada como provável causa do surto (TORIRO et al., 2024).

No presente estudo, a contaminação por *Giardia* spp., e *Cryptosporidium* spp., foi evidenciada nas duas campanhas de coleta realizadas no período de verão, em uma das praias mais frequentadas e com maior infraestrutura no estado do Paraná - área A2 (Praia Central de Guaratuba). O DNA de *Giardia* spp., foi detectado na água do mar durante a execução de competição de travessia em mar aberto para atletas profissionais, e oocistos de *Cryptosporidium* spp., durante a competição de triathlon.

De fato, observa-se escassez de dados quanto a contaminação por ambos os protozoários intestinais em regiões litorâneas do Paraná. Entretanto, recentemente, Leal et al. (2024), conduziram o estudo mais longo do país, relacionado a monitoramento concomitante de *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp., com coletas de amostras mensais, por um período de 2 anos da água do mar e de corpos hídricos afluentes a três praias do estado. Os resultados desse estudo revelaram a importância do monitoramento de ambos os protozoários intestinais por períodos prolongados na água do mar, visto que a contaminação pode ser intermitente.

Para um dos pontos, praia de Brejatuba em Guaratuba, considerado o mais contaminado e com maior frequência de detecção de cistos e oocistos no primeiro ano de monitoramento (2017), apresentou a melhor qualidade no segundo ano (2018), onde a contaminação por ambos os protozoários não foi detectada em nenhum dos 12 meses de monitoramento.

Quanto ao perfil do saneamento dos municípios litorâneos do estado do Paraná, em comparação com o estudo realizado em 2017 e 2018 por Leal et al. (2024), nota-se uma melhoria na cobertura do serviço. No município de Matinhos, onde se encontram 2 balneários do presente estudo, no ano de 2018, 65,04% do esgoto era coletado (SNIS 2018). Já em 2022, 90,65% do esgoto gerado era coletado, sendo 100% tratado (SNIS 2022). Para o município de Guaratuba, em 2018 havia 53,2% de cobertura, e em 2022, esse número subiu para 83,5 % sendo tratado todo volume.

Apesar dos incrementos, quando considerado o estudo realizado nos anos de 2017 e 2018 no litoral do Paraná, com as análises realizadas no ano de 2024 do presente estudo, em ambos foi detectada a contaminação por protozoários patogênicos e expressiva contagem de bactérias indicadoras de contaminação fecal (BICF). Ainda que haja a possibilidade de

contaminação intermitente, pode-se traçar um perfil de epidemiologia ambiental de protozoários patogênicos e BICF persistente nas águas litorâneas do estado do Paraná.

As áreas A1, A2 e A3 apresentam similaridades geográficas com o estudo supracitado, contudo, praias e balneários diferentes foram analisadas, seguindo o calendário de competições esportivas oficiais dos munícipios, uma das principais metas do presente estudo. Além disso, no estudo anterior na costa litorânea do estado, as análises foram conduzidas em dias de semana e, no presente estudo, todas as amostras foram coletadas nos finais de semana, período esse em que há maior frequência de banhistas e atletas profissionais ou amadores.

Em trabalho anterior realizado em praias dos Estados Unidos, onde se realizou a coleta de água do mar em dias de semana e finais de semana, foi constatado que as maiores concentrações de cistos de *Giardia*, oocistos de *Cryptosporidium* e esporos de espécies de microsporídios foram detectadas durante os finais de semana (GRACZYK et al., 2007).

Outro estudo norte americano conduzido em uma área costeira mostrou forte correlação entre concentrações mais elevadas de ambos os protozoários e elevado número de banhistas na água do mar (SUNDERLAND et al., 2007). Assim, os autores sugeriram que se deve realizar a pesquisa desses protozoários quando há presença maciça de banhistas ou mesmo, limitar o número de indivíduos em determinadas áreas contaminadas por esses protozoários.

Essa situação é preocupante, visto que em competições esportivas o contingente de atletas que adentram a mesma área ao mesmo tempo é extremamente elevado, promovendo a ressuspensão de sedimentos podendo aumentar a concentração de protozoários na água; nas competições de travessia em mar aberto e triathlon realizadas no litoral paranaense, ao longo do dia, de 700 a 900 atletas participaram, de acordo com a organização do evento.

No período do estudo, não houve calendário oficial de práticas esportivas destinadas a atletas profissionais em águas costeiras da capital do estado de Santa Catarina, Florianópolis. Entretanto, diferentes modalidades esportivas são praticadas diariamente pela população autóctone e turística.

De fato, a qualidade ambiental de áreas costeiras é considerada importante atrativo para o lazer de turistas nacionais e internacionais, e nesse quesito, de 2015 a 2019, a capital de Santa Catarina manteve-se atrás somente do Rio de Janeiro, ocupando por 5 anos consecutivos, a segunda colocação como destino mais procurado por turistas (BRASIL, 2019).

Ainda, em janeiro de 2025, 1.483.669 turistas internacionais desembarcaram em território nacional. Desse total, os três estados do sul do Brasil, foram responsáveis por receber 924.138 visitantes internacionais, o que representa 62% do total de turistas (BRASIL, 2025).

Entretanto, surtos de gastroenterite são frequentes na capital de Santa Catarina na temporada do verão e, no município de Florianópolis, apenas 62,75% do esgoto é coletado, e desse total, 100% do volume coletado é tratado (SNIS, 2022).

No presente estudo, oocistos de *Cryptosporidium* spp., não foram detectados em nenhuma amostra de água do mar dos pontos examinados em Florianópolis. Contudo, cistos de *Giardia* spp., foram evidenciados em duas campanhas de coleta em janeiro e maio de 2024, em importante praia frequentada por turistas de maior poder aquisitivo – Jurerê Internacional, bem como utilizada para a prática de windsurf, kitesurf e natação, pela população autóctone.

Em estudos anteriores conduzidos em conjunto por pesquisadores de São Paulo e Santa Catarina, para a avaliação da qualidade sanitária e presença de protozoários em áreas destinadas à maricultura de Florianópolis, oocistos de *Cryptosporidium* spp., foram detectados em ostras e a contaminação por *Giardia duodenalis* nas águas de cultivo, bem como em ostras depuradas para o consumo humano (SOUZA et al., 2012, 2013).

Quando considerados os resultados desse estudo de análise de águas costeiras em conjunto do Paraná e Santa Catarina, para protozoários intestinais, obtém-se um perfil de epidemiologia ambiental mais relevante e frequente pela contaminação por cistos de *Giardia* spp.

Este fato é corroborado por um amplo estudo que avaliou a contaminação por cistos e oocistos em diferentes praias do estado de São Paulo, mediante detecção por IMS e RID (Pinto et al., 2020), onde 43% das amostras continham cistos e, 13% oocistos. Em adição, a análise de avaliação quantitativa de risco microbiano (QMRA), demonstrou que os banhistas e nadadores apresentam maior probabilidade de aquisição de giardiose em comparação à criptosporidiose, visto que o risco estimado variou de 2.5×10^{-3} a 2.4×10^{-1}, e a incidência esperada varia entre dois e 240 casos em 1,000 indivíduos expostos às águas recreacionais contaminadas com cistos.

Outrossim, águas residuais disseminam mais cistos de *Giardia*, do que oocistos de *Cryptosporidium* no ambiente (ONURSAL e ICGEN, 2023), e o tratamento usual de esgoto não remove na totalidade os (oo)cistos de protozoários, onde uma parcela retorna ao ambiente (NASSER et al. 2012, 2016).

No contexto mundial, a epidemiologia ambiental de *Cryptosporidium* spp., e *Giardia* spp., em águas costeiras é melhor compreendida quando comparada a *Toxoplasma gondii*. Há especial escassez de dados quanto às espécies de *Cryptosporidium* que circulam em águas costeiras do Brasil, bem como de estudos com enfoque na detecção do protozoário utilizando ferramentas moleculares (LEAL et al., 2024).

Quanto à genotipagem de *G. duodenalis* no ambiente marinho ou salobro, os poucos estudos realizados no país demonstram predomínio da assembleia A, C (com especificidade parasitária por canídeos) e subassembleia AII – de origem antroponótica e com potencial amplo de infecção de seres humanos (SOUZA et al., 2012, 2013; LEAL et al., 2018).

Considerando este cenário, no presente estudo, apesar do principal objetivo referir-se à avaliação da presença de protozoários durante as atividades esportivas profissionais, utilizando duas ferramentas de detecção, a etapa seguinte, genotipagem dos isolados de *Cryptosporidium* spp., e *Giardia* spp., atuará como estratégia para a rastreabilidade das fontes de contaminação fecal. Contudo, o risco potencial existe, demonstrando que ambos os protozoários estão em circulação durante a execução de modalidades esportivas que exigem maior esforço e constância dos atletas, como as travessias aquáticas e triathlon.

Em contraposição, essa contaminação pode ser ainda maior do que a evidenciada, visto que somente 10L de amostra foram coletadas, minutos após a largada das competições, na praia central de Guaratuba que apresenta 2,5 km de extensão.

A resistência à salinidade é um fator que maximiza a possibilidade de aquisição de ambos os protozoários durante as práticas esportivas: oocistos de *Cryptosporidium parvum*, elencado entre as principais espécies que infectam humanos e com ampla ubiquidade no ambiente aquático, mantém a capacidade infectante inalterada em águas salinas por até um ano (TAMBURRINI e POZIO, 1999). Do mesmo modo, *G. duodenalis* manteria o potencial infectante em águas costeiras, visto que dois surtos associados ao consumo de bivalves marinhos já foram reportados nos Estados Unidos (RYAN et al., 2019).

Adiciona-se ao cenário de aquisição de protozooses intestinais, um incremento do risco para esses atletas, visto que a contaminação por *T. gondii* foi evidenciada durante competições de atletas profissionais, em duas modalidades esportivas executadas em água do mar no presente estudo.

Em contato com a água do mar, os oocistos esporulam em poucos dias, podendo ficar viáveis e manter a capacidade infectante por vários meses e até anos (LINDSAY et al., 2003). Os oocistos de *T. gondii* apresentam natureza robusta sendo resistentes a diversos métodos de tratamento de esgoto, estando presentes inclusive em água de reuso, podendo ser reintroduzidos no ambiente (BASTOS et al., 2022).

A contaminação de áreas costeiras por *T. gondii* é feita mediante evidências indiretas pela detecção do DNA do protozoário, mais frequentemente isolado em organismos sentinelas de contaminação, como os moluscos bivalves, ou mediante comprovação da infecção de

diferentes espécies de mamíferos marinhos por biologia molecular ou sorologia (DUBEY et al., 2003; AHMADPOUR et al., 2022).

A detecção de oocistos de *T. gondii* em amostras de água ainda representa um desafio, visto que de modo diferente a *Cryptosporidium* e *Giardia*, ainda não existem kits comerciais contendo anticorpos de captura conjugados com esferas magnéticas (IMS) e anticorpos monoclonais anti-*Toxoplasma gondii*, conjugados com isotiocianato de fluoresceína (RID) (BAHIA-OLIVEIRA et al., 2017; SHAPIRO et al., 2019).

Entretanto, em estudo recente que evidenciou o primeiro registro de oocistos de *T. gondii* em água de piscinas (PINEDA et al, 2020), foi utilizado o líquido de descarte da etapa de IMS para isolamento de protozoários intestinais, para uma segunda concentração e visualização de oocistos de *T. gondii – like*, visto que exibem autofluorescência em luz UV, atuando como um *pré-screening* da amostra. Ainda assim, devido a essa característica estar presente em outros coccídios, a confirmação definitiva da presença de *T. gondii* deve ser feita por bioensaio ou biologia molecular (DUMÈTRE e DARDÉ, 2003; SHAPIRO et al., 2019).

O presente estudo representa uma importante contribuição para a saúde pública e para a epidemiologia ambiental da toxoplasmose, visto que este é o primeiro relato da contaminação por *T. gondii,* isolado diretamente da água do mar por qPCR, durante as competições dos eventos esportivos de travessia em mar aberto e campeonato de surf, respectivamente nos balneários de Caiobá e Gaivotas, áreas A1 e A3, ambos localizados na cidade de Matinhos, Paraná.

A prática de surf, realizada na área 3 desse estudo, também representa grande desgaste físico para os atletas. Apesar de ficar grande parte do tempo sob as pranchas, a cada bateria das provas, entram em contato com a água do mar, podendo ingeri-la acidentalmente.

No Reino Unido e País de Gales, foi demonstrado por Leonard e seus colaboradores (2018), que praticantes de surf, especialmente atletas do sexo masculino abaixo de 45 anos, apresentam três vezes maior probabilidade do que os não praticantes da modalidade esportiva de desenvolverem colonização intestinal por uma cepa virulenta de *E. coli* resistente a antibióticos.

Os indicadores de contaminação fecal mais amplamente utilizados para mensurar a qualidade das águas costeiras no mundo são a *E. coli*, que indica contaminação fecal recente, e bactérias do grupo dos enterococos, que são mais resistentes no ambiente e oferecem uma perspectiva de contaminação contínua (AWWA, 1990; BRASIL, 2000; EU, 2006).

Durante a avaliação e quantificação de BICF nas três áreas costeiras analisadas do litoral do Paraná, pelo menos em uma campanha de coleta, contaminações expressivas (acima

de 1000 NMP/100 mL) foi aferida. Contudo, para a classificação de balneabilidade no Brasil, e para a praia ser considerada como própria ou imprópria para banho, deve-se realizar análise de um conjunto de cinco ou mais amostras semanais, no mesmo local (Brasil, 2000). A praia será considerada imprópria quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas nessas semanas, o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros.

Dessa forma, neste estudo foi traçado um panorama pontual de BICF dos pontos analisados, exatamente durante os eventos esportivos, dados esses que são escassos na literatura. Em adição, em alguns meses de avaliação, a contaminação, em uma única amostragem, extrapolou o limiar permitido, como por exemplo, para a A2 (Praia central de Guaratuba), onde em janeiro de 2024, durante a competição para atletas profissionais de travessia em mar aberto, a concentração de 2000 NMP/100mL foi aferida para *Enterococcus* sp., e *E. coli* (Tabela 10).

A legislação para qualidade de áreas costeiras no Brasil não é atualizada há 25 anos e, é relativamente permissiva, pois apesar de sinalizar a pesquisa em três frentes, a qualidade sanitária da água pode ser apontada apenas com a análise de um indicador, muitas vezes com valor preditivo menor, como a enumeração de coliformes termotolerantes. Nesse sentido, os dados do presente estudo demonstram que em uma atualização da legislação, pelo menos dois indicadores deveriam ser pesquisados, como obrigatoriedade, para garantia da segurança e balneabilidade.

A presença de BICF em água não confirma necessariamente a contaminação por protozoários, mas sugere um risco potencial de sua ocorrência, uma vez que ambos são transmitidos pela rota fecal-oral, embora bactérias sejam removidas ou inativadas mais precocemente do que protozoários encistados (SRISUPHANUNT et al., 2010; LEAL et al., 2024) Estudos divergem entre si, mas em geral não há correlação entre BICF e protozoários, especialmente em água do mar (KORAJKIC et al., 2018).

Por meio da tecnologia do MALDI-TOF, foi possível realizar a identificação das espécies de enterococos isolados das amostras. A grande maioria foi identificada como *E. faecalis* e *E. faecium*, bactérias gram-positivas comensais que habitam o trato intestinal humano. *E. faecalis* é a causa mais comum de infecções enterocócicas, sendo frequentemente encontrado no ambiente; *E. faecium* apresenta caráter emergente sendo encontrado em ambientes hospitalares com variantes resistentes a antibióticos como a vancomicina (WEI et al., 2024). Ambos refletem diretamente o impacto antropogênico do descarte inadequado de dejetos no ambiente.

E. hirae e *E. gallinarum* foram detectados em menor frequência nas amostras do estudo; ambos compõem a flora humana e animal tendo caráter zoonótico, podendo raramente causar doenças em humanos, sendo considerados como patógenos oportunistas (ZHAO et al., 2018; PICCININI et al., 2023).

Não obstante, quando considerada a diversidade de amostras hídricas no mundo, há um maior número de estudos acerca da qualidade microbiológica e parasitológica em águas superficiais (KARANIS et al., 2007; COELHO et al., 2017; ROSADO-GARCÍA et al., 2017; SQUIRE e RYAN 2017; KORAJKIC et al., 2018, SCHERER et al., 2022; BONATTI et al., 2023), especialmente por esses locais de água doce serem utilizados como fonte de água para o consumo humano e, em menor extensão, para a prática de desportos.

De fato, na capital do Paraná, a ocorrência de *Cryptosporidium* spp., e *Giardia* spp., em mananciais que serão captados para o tratamento e posterior distribuição da água é inexistente. Nesse sentido, o presente estudo representa importante contribuição visto que uma das localidades analisadas - (área 4, ponto 12 – represa do Passaúna), além de ser amplamente utilizada para fins esportivos, também é um ponto de captação de água da Companhia de abastecimento da capital.

A contaminação por *Giardia* spp., foi verificada em um dos meses de amostragem em água superficial bruta da represa tanto por reação de imunofluorescência direta, como por PCR. Este fato é relevante, quando se considera que cistos do protozoário podem manter sua capacidade infectante inalterada por até dois meses neste tipo de amostra (DEREGNIER et al., 1989).

Embora durante as campanhas de coletas tenham sido avistados indivíduos nadando na represa, as práticas esportivas mais frequentes foram aquelas de contato secundário, como o uso de caiaques e para *Stand Up Paddle*. Para essa última, o desequilíbrio e queda na água é frequente, onde a possibilidade de ingestão de água doce pode ocorrer.

A área da represa do Passaúna também foi a que apresentou maiores níveis de BICF durante o período do estudo, inclusive sendo evidenciada contaminação simultânea com protozoários patogênicos durante a campanha de coleta 1 (Tabelas 9 e 10). Apesar de ser uma área alocada em uma região de preservação, rodeada de matas, a contaminação por esgoto doméstico não pode ser descartada. Além disso, há grande circulação de animais silvestres (capivaras, macacos, entre outros) e, de animais domésticos (cães, gatos e cavalos), que foram observados durante as coletas.

Nessa localidade, há enorme presença de aves silvestres que podem ser importantes carreadores de (oo)cistos para águas doces. Não obstante, estudo de revisão recente demonstrou

que o potencial de disseminação desses protozoários por aves, como veículos de contaminação em águas superficiais, é provavelmente superestimado, visto que espécies não zoonóticas de *Cryptosporidium* são dominantes entre aves migratórias selvagens, assim como *Giardia psittaci* e *Giardia ardeae*, não zoonóticas, são as principais espécies que infectam esses animais (EGAN et al., 2024).

Em adição, mesmo quando a água superficial é captada e tratada por sistemas produtores de água, falhas podem ocorrer e, em algumas situações gerar surtos como verificado nos Estados Unidos (MAC KENZIE et al., 1995) e no Reino Unido (PULESTON et al., 2014).

No estado do Paraná, em região de tríplice fronteira, a contaminação por *Giardia* spp., e *Cryptosporidium* spp., foi detectada em água tratada (exatamente ao final do tratamento feita pela Cia de abastecimento), e, cistos de *Giardia* spp., em um dos CMEI (Centro Municipal de Educação Infantil), em Foz do Iguaçu, demonstrando que a contaminação pode ocorrer também após o tratamento, ou seja, na etapa de distribuição da água (SCHERER et al., 2022). Ainda, o estudo evidencia que, independentemente da espécie ou genótipo, o tratamento convencional não foi capaz de remover na totalidade cistos e oocistos dos protozoários, que corresponde à prioridade principal, para a proteção da saúde pública.

Dessa forma, o monitoramento sistemático de protozoários em águas brutas utilizadas para o abastecimento de água, ou prática de esportes, caso deste ponto do presente estudo, antes e após o tratamento (não contemplado por legislação), atuaria como estratégia de prevenção ou mitigação de surtos de veiculação hídrica.

No contexto das águas recreacionais tratadas, constata-se uma escassez de dados sobre a contaminação por protozoários patogênicos no Brasil e na América Latina. Nessas regiões do continente americano, observa-se uma defasagem nos sistemas de monitoramento e vigilância epidemiológica e sanitária, especialmente quando comparados aos padrões adotados na Europa, nos Estados Unidos e na Nova Zelândia, onde surtos associados a piscinas são regularmente notificados e investigados. (MA et al., 2022; BOURLI et al., 2023).

Historicamente, a aquisição de criptosporidiose nos Estados Unidos era atrelada a ingestão de água tratada da torneira, alimentos contaminados, manejo de animais como o gado bovino e contato com pessoas infectadas em ambientes de cuidados infantis (GHARPURE et al. 2019). Contudo, observa-se uma mudança significativa no perfil epidemiológico dessa parasitose, com um deslocamento progressivo dos padrões tradicionais de transmissão, onde a maior parte dos surtos tem como fonte de origem as piscinas, sejam elas privadas ou de parques aquáticos públicos.

Neste contexto, este também constitui o primeiro estudo do país a avaliar a qualidade parasitológica e microbiológica de águas recreacionais tratadas de um parque aquático, ambiente que, devido ao elevado fluxo de usuários, pode atuar como foco potencial de contaminação e infecção dos frequentadores. Dentre as piscinas analisadas nesse estudo, a maior delas é utilizada em determinadas ocasiões para competições de Triathlon. Para o uso mais rotineiro, isto é, recreacional, em vários momentos do dia, são produzidas ondas de modo artificial, propiciando maiores oportunidades para a ingestão de água.

A contaminação por cistos de *Giardia* spp., nessa localidade foi frequente, sendo o protozoário detectado em 77,78% das amostras analisadas. Cabe ressaltar que o movimento constante nesses ambientes favorece a ressuspensão de sedimentos, com aumento da turbidez da água (Tabela 11), fator que pode potencializar o risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica. Em apenas uma campanha de coleta não se observou contaminação por protozoários, em fevereiro de 2024, quando o parque estava fechado para manutenção.

A turbidez, que nas demais campanhas de coleta atingiu valores elevados de até 71 UT, neste mês, apresentou o menor valor (1,35 UT). Sendo assim, estabelece-se uma relação direta entre o número de frequentadores, elevada turbidez e a qualidade sanitária da água.

Ressalta-se que o tratamento e a desinfecção química por cloração executada pela manutenção do parque aquático foi eficaz, para a remoção de BICF, majoritariamente consideradas com valores <1.0 NMP/100mL.

Somente em uma ocasião, janeiro de 2024, aferiu-se contaminação simultânea por (BICF) e protozoários patogênicos (Tabela 9), configurando uma não conformidade com os parâmetros estabelecidos pela Resolução SMS nº 40 de Curitiba e pela norma ABNT 10818, que exigem a ausência de microrganismos em piscinas de água tratada. Nota-se que a detecção foi feita no dia em que o parque apresentou o pico de frequentadores (3,000 indivíduos), onde a quantidade de contaminantes, e a probabilidade de acidentes fecais é proporcional.

Quando comparadas as legislações vigentes para águas de piscinas, observa-se discrepâncias significativas entre os parâmetros estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e aqueles previstos na Resolução SMS nº 40 de Curitiba. Embora a norma municipal se mostre mais restritiva quanto aos valores permitidos para a maioria dos indicadores microbiológicos e físico-químicos, observa-se uma notável exceção no caso dos limites de turbidez: os valores máximos admitidos pela legislação curitibana chegam a ser dez vezes superiores aos recomendados pela OMS.

Mais uma vez, isso se apresenta como uma situação preocupante, visto que, historicamente, quando surtos de enorme magnitude ocorreram, a turbidez da água estava elevada (MACKENZIE et al., 1995; SRISUPHANUNT et al., 2010).

Em duas campanhas de coleta no parque aquático - dezembro de 2023 e janeiro de 2024, assim como em uma campanha de coleta de água bruta doce da represa - dezembro de 2023, foram observados resultados concordantes entre as diferentes metodologias analíticas (RID e PCR) empregadas para detecção de protozoários patogênicos (Tabela 9). Entretanto, o método 1623.1 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2012) que envolve a purificação da amostra por IMS e visualização por RID é considerado o padrão ouro para a detecção de cistos e oocistos de *Giardia* spp., e *Cryptosporidium* spp., respectivamente.

A PCR ou qPCR apresentam alta sensibilidade e especificidade, sendo ferramentas valiosas para a detecção de protozoários patogênicos em água. Porém, apresenta algumas limitações, como por exemplo a presença de inibidores, em amostras complexas como a água de retrolavagem de filtro de piscinas, que podem conter resquícios de pele, cabelos, óleos e protetor solar, além de ácidos húmicos e fúlvicos, presentes em águas superficiais, que podem inibir a reação (PINEDA et al., 2020).

Além da presença de inibidores, outro fator que pode explicar essa situação consiste na pequena concentração de (oo)cistos - e consequentemente, de DNA disponível para amplificação – em amostras ambientais, ou, quando confirmados por DIC (microscopia de contraste de interferência diferencial), revelam estruturas consideradas como "*empty*" – vazios, sem esporozoítos nos oocistos ou núcleos visíveis nos cistos, inviabilizando a PCR (ANCENO et al., 2007; GIRONES et al., 2010; SCHERER et al., 2022).

Contudo, cabe ressaltar que a utilização isolada de técnicas moleculares para identificação de protozoários, não permite inferir automaticamente a riscos efetivos à saúde de atletas e frequentadores desses ambientes, uma vez que a presença de DNA não equivale necessariamente à existência de formas infectantes, sendo necessária a confirmação e detecção de (oo)cistos intactos (RYAN et al., 2019).

No que tange a ambientes arenosos utilizados para a prática de esportes, atualmente, observa-se a expansão e popularização da prática do *beach tennis* (tênis de areia), seguido de vôlei de praia e futebol de areia, tanto em ambientes litorâneos quanto em quadras públicas e privadas (KRZYWANSKI et al., 2021).

Entretanto, a detecção de ovos de helmintos em matrizes ambientais de solo representa grande desafio, visto que não existe um método padronizado, amplamente aceito ou preconizado para o isolamento de ovos, onde cada estudo utiliza um método ou solução de

homogeneização da amostra, sem aferir a sensibilidade de recuperação de ovos pela técnica empregada (OGE e OGE, 2000; COLLENDER et al., 2015).

Em estudo anterior, duas metodologias foram padronizadas no Laboratório de Parasitologia Ambiental da UFPR, para aferição da sensibilidade de recuperação de ovos de helmintos em areia de praia e areia de parques públicos (com presença de silte e maior concentração de argila) de Curitiba, contaminadas artificialmente com duas doses de ovos de *Ascaris suum* (RIBEIRO, 2020).

Dentre diferentes estratégias de homogeneização e testagem de soluções de dispersão, as maiores taxas de recuperação para areia de praia, foram obtidas ao se utilizar solução contendo um aminoácido não essencial – glicina 1M, pH 5.5 e, Triton™ X-100 (0,1%), para areias de parques.

Ressalta-se que a textura e composição do solo pode ser uma variável importante e determinante para o melhor desempenho de uma metodologia, onde o número de ovos recuperados de solos arenosos é maior do que aqueles recuperados de solos de silte argiloso e solos de argila siltosa (NUNES et al., 1994).

Solos arenosos, devido à sua textura e às suas características geológicas, retêm água, proporcionando aeração e umidade que dependendo da temperatura, são essenciais para a eclosão de larvas (KIM et al., 2012). Além disso, ovos de helmintos apresentam natureza hidrofóbica (CAPIZZI e SCHWARTZBROD, 2001); essa propriedade pode induzir os ovos suspensos em fase líquida a migrarem em direção à matéria orgânica apolar do solo, apresentando melhor aderência às superfícies silicosas (arenosas) (LANDA-CANSIGNO et al., 2013).

Neste estudo, foi realizado o teste de granulometria do solo, sendo evidenciado maior concentração de argila nas areias de parques e quadras de Universidade, fator esse que foi crucial para a escolha dos agentes de dispersão e metodologia utilizada. Uma outra meta relevante, consistia em verificar a presença de ovos e larvas de helmintos em ambientes abertos e fechados, utilizados para a prática de vários esportes na areia e, aferir se havia diferenças nos padrões de contaminação entre esses ambientes em ambos os estados.

Os resultados de contaminação em ambientes externos, não são surpreendentes, entretanto, a aquisição de doenças em áreas de quadras fechadas, não pode ser subestimada, sendo incluída as análises nesses locais, supostamente menos vulneráveis à contaminação.

No Brasil, em Minas Gerais, Macedo e colaboradores (2023) registraram um surto de larva migrans cutânea (LMC), após a prática de tênis de areia em um condomínio residencial. Cinco usuários apresentaram lesões dermatológicas características da infecção, sendo que a

investigação do surto apontou como fatores de risco a ausência de cobertura na quadra esportiva e a circulação de animais errantes no entorno do local.

No presente estudo, as áreas designadas como ambientes de quadras de areia fechadas (*indoor*) A9, A10, A11 e A12, todas na cidade de Florianópolis, não apresentaram contaminação por ovos e larvas de helmintos durante todas as campanhas de coletas. Esses espaços caracterizam-se por serem ambientes completamente fechados, dotados de cobertura superior e laterais delimitadas, o que resulta em uma circulação controlada e restrita de usuários, sendo destinados exclusivamente para a prática esportiva. Um aspecto fundamental observado foi a ausência total de acesso e circulação de animais domésticos ou silvestres nesses locais, fator que parece ter contribuído decisivamente para a qualidade sanitária superior registrada.

Alguns estudos em âmbito internacional já documentaram casos de indivíduos que desenvolveram doenças cutâneas após a prática de esportes em solo contaminado, destacando-se, entre os agentes etiológicos, os ancilostomatídeos de animais, causadores da larva migrans cutânea em seres humanos (BIOLCATI e ALABISO, 1997; VERALDI e PERSICO, 2006; KUNA et al., 2023).

Contudo, a avaliação da qualidade parasitológica da areia, durante a execução de práticas esportivas, também nunca foi realizada. No estado do Paraná, larvas de nematódeos foram detectadas na Praia Mansa (dezembro/2023) e na Praia Central (fevereiro/2024) – sendo as amostras dessa última, coletadas durante um evento esportivo oficial internacional de tênis de areia. Embora a microscopia óptica não tenha permitido a identificação específica das larvas, sua presença pode representar um potencial risco à saúde de atletas e frequentadores desses ambientes. Em estudos futuros, a utilização de técnicas moleculares, como a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), possibilitaria uma identificação mais precisa dos agentes etiológicos.

No estado de Santa Catarina, ovos de ancilostomatídeos foram detectados em duas amostras de areia coletadas no município de Florianópolis: Praia Beira Mar Norte (janeiro/2024) e Lagoa da Conceição (novembro/2024). Estes achados demonstram o impacto significativo da contaminação fecal, provavelmente de origem animal, nesses ecossistemas recreacionais.

Embora a infecção por *Ancylostoma caninum* e *A. braziliense* seja tradicionalmente associada a animais errantes, nota-se uma mudança no perfil epidemiológico, com crescente participação de animais de companhia nos processos de contaminação ambiental (SOW et al., 2017). Esta hipótese é corroborada pela frequente presença de pets acompanhando banhistas durante as atividades de coleta.

A contaminação por ovos de *Ascaris* spp., também foi evidenciada em duas amostras nos meses de novembro e dezembro de 2023, coletadas nas quadras esportivas do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Paraná. Embora não tenham sido identificadas fontes diretas de contaminação fecal nas proximidades do local, a presença dos ovos pode ser atribuída à uma combinação de fatores: o intenso fluxo de usuários, associado à ação mecânica do pisoteio constante e ao possível transporte por calçados e equipamentos esportivos, constitui um mecanismo relevante de dispersão. Paralelamente, variáveis ambientais como precipitação pluviométrica, ação eólica e eventual transporte por vetores mecânicos (artrópodes ou pequenos mamíferos) contribuem para a disseminação dos ovos no ambiente. (PAQUET-DURAND et al., 2007).

No Brasil, não há legislação específica que regulamente a qualidade sanitária das areias de praias, parques, e caixas de areias de parquinhos de creches ou escolas. Para as praias, há apenas uma recomendação no Artigo 8º da Resolução CONAMA nº 274/2000 *"Recomenda-se aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações"*.

Dessa forma, a metodologia utilizada nesse estudo e previamente padronizada no Laboratório de processamento das amostras, apesar de simples, apresenta custo reduzido, sendo eficiente para detectar ovos e larvas de helmintos em diferentes tipos de matrizes arenosas em dois estados do sul do Brasil.

Ainda, a mesma resolução é limitada e vaga, visto que para determinados ambientes, aponta: *"Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos"*.

Nesse contexto, estudos como este, mostram-se relevantes, pois fornecem subsídios científicos para a elaboração de legislações mais abrangentes, com vistas à melhoria das condições higiênico-sanitárias de ambientes aquáticos ou arenosos, amplamente utilizados para recreação e práticas de diferentes esportes, seja por atletas amadores ou profissionais.

7. CONCLUSÕES

1. A ampla análise da qualidade sanitária de ambientes aquáticos como água do mar, água doce bruta e tratada, e matrizes de solo de dois estados do sul do Brasil, revela que atletas profissionais ou amadores estão expostos a uma variedade de parasitos de rota fecal-oral, sendo as maiores taxas de contaminação e possíveis riscos associados para os atletas que praticam desportos aquáticos.
2. Classicamente, os casos esporádicos / surtos de gastroenterite, acometimento ocular e do sistema nervoso central, tendo como agentes etiológicos protozoários, adquiridos mediante contato com ambientes aquáticos contaminados, são negligenciados, subnotificados ou não fazem parte da hipótese diagnóstica. Para esportes arenosos, relatos de casos e surtos associados a quadros cutâneos por helmintos, são identificados *a posteriori*. A avaliação da qualidade sanitária desses ambientes, em tempo real, configura uma abordagem inédita, com potencial para contribuir significativamente para a saúde e o bem-estar dos atletas. A coleta e interpretação dos dados epidemiológicos permitem não apenas rastrear a etiologia de possíveis infecções ou surtos, mas também, otimizar a eficácia e a rapidez no diagnóstico laboratorial e intervenção terapêutica.
3. O perfil de epidemiologia ambiental mais pronunciado foi evidenciado quanto à contaminação por *Giardia* spp., em ambos os estados. Ressalta-se a relevância do primeiro isolamento diretamente da água do mar de *T. gondii*, durante atividades esportivas de competições destinadas a atletas de maior rendimento, e em provas de longa duração, como travessias aquáticas e surf. Considerando os aspectos da biologia e ampla resistência aos estressores ambientais, o presente estudo evidencia que direcionamentos, ações e estratégias em saúde pública e de vigilância ambiental, são necessárias, incluindo a pesquisa de parasitos em uma eventual atualização da legislação de balneabilidade, tanto para areia como água do mar.
4. A análise de águas tratadas como as piscinas, foram as mais contaminadas por protozoários patogênicos, durante diferentes campanhas de coletas. Considerando que o tratamento e dose usual por cloração não inativa (oo)cistos, o monitoramento e inclusão na legislação regional disponível, poderia atuar como estratégia de prevenção ou mitigação de eventuais situações de surtos, especialmente em grandes aglomerações como as que ocorrem em parques aquáticos.

8. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira Regulamentar, ABNT NBR 10818:2016, Qualidade da água de piscina – Procedimento, 2016. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=VXZacFh3bGZRSklLWEl5VXI0d0N1ZlFTSkhwbklDZFZiaG1sTWdjV3JIaz0=> Acesso em: 11/02/2025.

ADAM RD. *Giardia duodenalis*: Biology and Pathogenesis. **Clin Microbiol Rev**. 2021 Dec 15;34(4):e0002419. doi: 10.1128/CMR.00024-19. Epub 2021 Aug 11. PMID: 34378955; PMCID: PMC8404698.

ADEYEMO FE, SINGH G, REDDY P, BUX F, STENSTRÖM TA. Efficiency of chlorine and UV in the inactivation of *Cryptosporidium* and *Giardia* in wastewater. **PLoS One**. 2019 May 13;14(5):e0216040. doi: 10.1371/journal.pone.0216040. PMID: 31083664; PMCID: PMC6513095.

AHMADPOUR, E.; RAHIMI, M. T.; GHOJOGHI, A.; REZAEI, F.; HATAM-NAHAVANDI, K.; OLIVEIRA, S. M. R.; PEREIRA, M. L.; MAJIDIANI, H.; SIYADATPANAH, A.; ELHAMIRAD, S.; CONG, W.; PAGHEH, A. S. *Toxoplasma gondii* infection in marine animal species, as a potential source of food contamination: A systematic review and meta-analysis. **Acta Parasitologica**, v. 67, n. 2, p. 592-605, 2022.

ALLAIN T, BURET AG, Pathogenesis and post-infectious complications in Giardiasis. In: Ortega-Pierres, M.G. (Ed.), Advances in Parasitology: *Giardia* and Giardiasis Part B, vol. 107. **Academic Press**, London, UK, 2020, pp. 173–199.

ANCENO AJ, KATAYAMA H, HOUPT ER, CHAVALITSHEWINKOON-PETMITR P, CHULUUN B, SHIPIN OV. IMS-free DNA extraction for the PCR-based quantification of *Cryptosporidium* parvum and *Giardia lamblia* in surface and waste water. **Int J Environ Health** Res. 2007 Aug;17(4):297-310. doi: 10.1080/09603120701372573. PMID: 17613093.

ANNE FCL, ANDREW S, OBIOHA CU, WILLIAM HG, RUTH G, Is it safe to go back into the water? A systematic review and meta-analysis of the risk of acquiring infections from recreational exposure to seawater, **International Journal of Epidemiology**, Volume 47, Issue 2, April 2018, Pages 572–586, https://doi.org/10.1093/ije/dyx281

APHA/AWWA. (2017) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Denver.

ÁSBJÖRNSDÓTTIR KH, MEANS AR, WERKMAN M, WALSON JL. Prospects for elimination of soil-transmitted helminths. **Curr Opin Infect Dis**. 2017 Oct;30(5):482-488. doi: 10.1097/QCO.0000000000000395. PMID: 28700363; PMCID: PMC7680933.

AUSTRÁLIA - ANZECC/ARMCANZ - Australian and New Zealand Environment and Conservation Council & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand - Water Quality Guidelines – 2000

AWWA, WEF. Standard Methods for examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012, 1360 pp. ISBN 978-087553-013-0

AYED LB, AHMED SAA, BOUGHATTAS S, KARANIS P. Waterborne *Cryptosporidium* species and *Giardia duodenalis* in resources of MENA: A systematic review and meta-analysis. **J Water Health**. 2024 Aug;22(8):1491-1515. doi: 10.2166/wh.2024.107. Epub 2024 Jun 26. PMID: 39212283.

BAHIA-OLIVEIRA L, GOMEZ-MARIN J, SHAPIRO K *Toxoplasma gondii*. Em: JB Rose e B. Jiménez-Cisneros, (orgs.) Projeto Global de Patógenos Aquáticos. (2017) http://www.waterpathogens.org (R. Fayer e W. Jakubowski, (orgs.) Parte 3 *Protistas*) http://www.waterpathogens.org/book/toxoplasma-gondii. Universidade Estadual de Michigan, E. Lansing, MI, UNESCO

BAHK YY, CHO PY, AHN SK, PARK S, JHEONG WH, PARK YK, SHIN HJ, LEE SS, RHEE O, KIM TS. Monitoring of Noxious Protozoa for Management of Natural Water Resources. **Korean J Parasitol**. 2018 Apr;56(2):205-210. doi: 10.3347/kjp.2018.56.2.205. Epub 2018 Apr 30. PMID: 29742877; PMCID: PMC5976025.

BARRATT JLN, HARKNESS J, MARRIOTT D, ELLIS JT, STARK D. 2010.Importance of Nonenteric Protozoan Infections in Immunocompromised People. **Clin Microbiol** Rev 23:.https://doi.org/10.1128/cmr.00001-10

BASKERVILLE R, CASTELL L, BERMON S. Sports and Immunity, from the recreational to the elite athlete. **Infect Dis Now**. 2024 Jun;54(4S):104893. doi: 10.1016/j.idnow.2024.104893. Epub 2024 Mar 24. PMID: 38531477.

BASTOS VK, DROPA M, PETERNELLA FAS, RAZZOLINI MTP. Detection of DNA from *Toxoplasma gondii* oocysts in water for reuse. **Parasitol Res**. 2022 Jul;121(7):2199-2203. doi: 10.1007/s00436-022-07528-1. Epub 2022 Apr 29. PMID: 35486184.

BAVCON KRALJ M, ALBERT T LEBEDEV, TREBŠE P. Chlorination of UV Filters with Antioxidant Shield in Swimming Pool Waters - Products Identification and Toxicity Assessment. **Acta Chim Slov**. 2023 Nov 24;70(4):601-610. doi: 10.17344/acsi.2023.8411. PMID: 38124640.

BELAZ S, GANGNEUX JP, DUPRETZ P, GUIGUEN C, ROBERT-GANGNEUX F. A 10-year retrospective comparison of two target sequences, REP-529 and B1, for *Toxoplasma gondii* detection by quantitative PCR. **J Clin Microbiol**. 2015 Apr;53(4):1294-300. doi: 10.1128/JCM.02900-14. Epub 2015 Feb 4. PMID: 25653416; PMCID: PMC4365238.

BETANCOURT WQ, DUARTE DC, VÁSQUEZ RC, GURIAN PL. *Cryptosporidium* and *Giardia* in tropical recreational marine waters contaminated with domestic sewage: estimation of bathing-associated disease risks. **Marine pollution bulletin**, v. 85, n. 1, p. 268-273, 2014.

BETHONY J, BROOKER S, ALBONICO M, GEIGER SM, LOUKAS A, DIEMERT D, HOTEZ PJ. Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. **Lancet**. 2006 May 6;367(9521):1521-32. doi: 10.1016/S0140-6736(06)68653-4. PMID: 16679166.

BIOLCATI G, ALABISO A. Creeping eruption of larva migrans--a case report in a beach volley athlete. **Int J Sports Med**. 1997 Nov;18(8):612-3. doi: 10.1055/s-2007-972690. PMID: 9443594.

BOCHKEZANIAN V, HILL MG. PEDERICK K, LEDGER S. (2022). The association between wheelchair sports participation and quality of life in individuals with physical disabilities.. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1452412/v1

BONATTI TR, SIQUEIRA-CASTRO ICV, LEAL DAG, DURIGAN M, DIAS RJP, FRANCO RMB. Molecular characterization of waterborne protozoa in surface water and sediment in Brazil: a taxonomic survey of ciliated protozoa and their correlation with *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. **Environ Monit Assess**. 2023 Mar 16;195(4):470. doi: 10.1007/s10661-023-11065-4. PMID: 36922479.

BOUCHARD C, SHEPHARD RJ. BRUBAKER PH. Physical Activity, Fitness, and Health: Consensus Statement. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 26(1):p 119, January 1994.

BOURLI P, ESLAHI AV, TZORAKI O, KARANIS P. Waterborne transmission of protozoan parasites: a review of worldwide outbreaks - an update 2017-2022. **J Water Health**. 2023 Oct;21(10):1421-1447. doi: 10.2166/wh.2023.094. PMID: 37902200.

BRASIL - Ministério do Turismo. Estudo da demanda turística Internacional, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/turismo/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/observatorio/demanda-turistica/demanda-turistica-internacional-1/DemandaInternacional2019Apresentao.pdf>. Acesso em: 20/03/2025

BRASIL - Secretaria de comunicação Social, Brasil, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2025/02/brasil-inicia-2025-com-recorde-1-4-milhao-de-turistas-internacionais-e-o-melhor-janeiro-desde-1970#:~:text=TURISMO-,2025%20inicia%20com%20recorde%3A%201%2C4%20milh%C3%A3o%20de%20turistas%20internacionais,o%20melhor%20janeiro%20desde%201970&text=O%20turismo%20brasileiro%20iniciou%20o,internacionais%20desembarcaram%20em%20solo%20brasileiro>. Acesso em 20/03/2025

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução No. 274 de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html.> Acesso em: 20/09/2024.

CACCIÒ SM, GIACOMO DM, POZIO E. Sequence analysis of the beta-giardin gene and development of a polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism assay to genotype *Giardia duodenalis* cysts from human faecal samples. **International Journal for Parasitology** v. 32, p. 1023–1030, 2002.

CAMPBELL SJ, NERY SV, MCCARTHY JS, GRAY DJ, SOARES MAGALHÃES RJ, CLEMENTS ACA. A Critical Appraisal of Control Strategies for Soil-Transmitted Helminths. **Trends Parasitol**. 2016 Feb;32(2):97-107. doi: 10.1016/j.pt.2015.10.006. Epub 2016 Jan 12. PMID: 26795294.

CANADÁ - Guidelines for Canadian recreational water quality – 2024; disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-recreational-water-quality-summary-document.html#a2>. Acesso em: 10/12/2024

CANTEY PT, ROY S, LEE B, CRONQUIST A, SMITH K, LIANG J, BEACH MJ. Study of Nonoutbreak Giardiasis: novel findings and implications for research. **The American Journal Of Medicine**, [S.L.], v. 124, n. 12, p. 11751-11758, dez. 2011.

CAPIZZI S, SCHWARTZBROD J. Surface properties of *Ascaris suum* eggs: hydrophobic potential and Lewis acid-base interactions. **Colloids Surf B Biointerfaces**. 2001 Oct;22(2):99-105. doi: 10.1016/s0927-7765(01)00145-x. PMID: 11451656.

CAREY CM, LEE H, TREVORS JT. Biology, persistence and detection of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* oocyst. **Water Res**. 2004 Feb;38(4):818-62. doi: 10.1016/j.watres.2003.10.012. PMID: 14769405.

CARRARO E, CASIRAGHI JL, BOBBA B, LIZIO A, CARDELLA C, ALBAMONTE E, LUNETTA C, POZZI S, SANSONE VA. Wheelchair hockey improves quality of life in people with neuromuscular disease. **PM R**. 2022 Dec;14(12):1446-1453. doi: 10.1002/pmrj.12736. Epub 2022 Jan 11. PMID: 34773450.

CARTER RAA, JOLL CA. Occurrence and formation of disinfection by-products in the swimming pool environment: A critical review. **J Environ Sci (China)**. 2017 Aug;58:19-50. doi: 10.1016/j.jes.2017.06.013. Epub 2017 Jun 24. PMID: 28774608.

CDC - CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Disponível em: <https://www.cdc.gov/dpdx/*Giardia*sis/index.html > Acesso em: 07/09/2024.

CDC - CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Disponível em: < https://www.cdc.gov/dpdx/cryptosporidiosis/index.html > Acesso em: 08/09/2024.

CDC - CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Disponível em: < https://www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html> Acesso em: 09/09/2024.

CDC - CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Disponível em: <https://www.cdc.gov/dpdx/toxoplasmosis/index.html> Acesso em: 15/09/2024.

CDC - CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION – NCEZID - National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases. Disponível em: < https://www.cdc.gov/ncezid/topics-programs/climate-infectious-disease.html>. Acesso em: 20/03/2025.

CEBER K, ASLAN G, OTAG F, DELIALIOGLU N, OZTURK C, BABUR C, EMEKDAS G. Investigation of *Cryptosporidium* spp. oocysts in tap water, well water, sewage water and sea water in Mersin, Turkey. **Turkiye. Parazitoloji. Dergisi.** 29: 224-228, 2005.

CERTAD G, VISCOGLIOSI E, CHABÉ M, CACCIÒ SM, Pathogenic Mechanisms of *Cryptosporidium* and *Giardia*, **Trends in Parasitology**, Volume 33, Issue 7, 2017, Pages 561-576, ISSN 1471-4922, https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.02.006.

CHALMERS RM, DAVIES AP, TYLER K. *Cryptosporidium*. **Microbiology**. 2019 May;165(5):500-502. doi: 10.1099/mic.0.000764. PMID: 31268415.

CHALMERS RM, DAVIES AP. Minireview: clinical cryptosporidiosis. **Exp Parasitol**. 2010 Jan;124(1):138-46. doi: 10.1016/j.exppara.2009.02.003. Epub 2009 Feb 11. PMID: 19545516.

CHAPPELL C, OKHUYSEN P, LANGER-CURRY R, WIDMER GI, AKIYOSHI, D, TANRIVERDI S, TZIPORI S. (2006). *Cryptosporidium hominis*: Experimental challenge of healthy adults. **The American journal of tropical medicine and hygiene**. 75. 851-7. 10.4269/ajtmh.2006.75.851.

CHEN R. Research on motion behavior and quality-of-life health promotion strategy based on bee colony optimization. **Journal of Healthcare Engineering**, 2022, 1-7. https://doi.org/10.1155/2022/2222394

COELHO CH, DURIGAN M, LEAL DAG, SCHNEIDER ADB, FRANCO RMB, SINGER SM (2017) Giardiasis as a neglected disease in Brazil: Systematic review of 20 years of publications. **PLoS Negl Trop Dis** 11(10): e0006005. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006005

COLLENDER PA, KIRBY AE, ADDISS DG, FREEMAN MC, REMAIS JV. Methods for quantification of Soil-Transmitted Helminths in environmental media: current techniques and recent advances. **Trends in parasitology**, v.31, n.12, p.625-639, 2015.

COOKSON AL, DEVANE M, MARSHALL JC, MOINET M, GARDNER A, COLLIS RM, ROGERS L, BIGGS PJ, PITA AB, CORNELIUS AJ, HAYSOM I, HAYMAN DTS, GILPIN BJ, LEONARD M. Population structure and pathogen interaction of *Escherichia coli* in freshwater: Implications of land-use for water quality and public health in Aotearoa New Zealand. **Environ Microbiol** Rep. 2024 Aug;16(4):e13319. doi: 10.1111/1758-2229.13319. PMID: 39096033; PMCID: PMC11297283.

CÔTÉ-LECLERC F, DUCHESNE GB, BOLDUC P, GÉLINAS-LAFRENIÈRE A, SANTERRE C, DESROSIERS J, LEVASSEUR, M. (2017). How does playing adapted sports affect quality of life of people with mobility limitations? results from a mixed-method sequential explanatory study. **Health and Quality of Life Outcomes**, 15(1). https://doi.org/10.1186/s12955-017-0597-9.

CURITIBA, Prefeitura Municipal de Curitiba, Parques municipais. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/parque-municipal-passauna/315>, Acesso em 20/09/2024.

CURITIBA, Resolução nº 40/2012-SMS, 4 de dezembro de 2012, Norma técnica sobre o licenciamento de funcionamento de piscinas públicas e privadas no Município de Curitiba, Secretaria Municipal de Saúde. Disponível em: <https://saude.curitiba.pr.gov.br/images/vigilancia/arquivos/sanitaria/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Municipal%20%2040_2012.pdf>. Acesso em 20/09/2024.

DA SILVA AF, LUCHESI A, PETRIS A, DE ALMEIDA AMS, DA SILVA AV, LIPHAUS BL, BRANDÃO CC, CARVALHEIRO CG, LINS CDM, NARDI D, DA SILVA DC, LEAL

DAG, CARMO EL, LAGO EG, CARELLOS EVM, FERNANDES FD, EVANGELISTA FF, ANDRADE GMQ, DUARTE G, ORTEGA HC, GARCIA JL, GOMEZ-MARIN JE, REIMÃO JQ, SHAPIRO K, PARDINI L, DE OLIVEIRA LMGB, DOS SANTOS LMCA, GONDIM LFP, DE MATTOS LC, AMENDOEIRA MRR, MELO MS, WATANABE MI, LÓPEZ-UREÑA N, MARIANTE R, DAMATTA RA, MOREIRA RVR, PEREIRA-CHIOCCOLA VL. Brasília Letter: Proposal for Toxoplasmosis Control in Brazil with a Multidisciplinary Approach and a Pan-American Cooperation Perspective. (2025). **Arquivos De Ciências Da Saúde**, *31*(01). https://doi.org/10.17696/2318-3691.31.01.2025.259

DE MOURA L, BAHIA-OLIVEIRA LM, WADA MY, JONES JL, TUBOI SH, CARMO EH, RAMALHO WM, CAMARGO NJ, TREVISAN R, GRAÇA RM, DA SILVA AJ, MOURA I, DUBEY JP, GARRETT DO. Waterborne toxoplasmosis, Brazil, from field to gene. **Emerg Infect Dis**. 2006 Feb;12(2):326-9. doi: 10.3201/eid1202.041115. PMID: 16494765; PMCID: PMC3373086.

DEREGNIER DP, COLE L, SCHUPP DG, ERLANDSEN SL. Viability of *Giardia* cysts suspended in lake, river, and tap water. **Appl Environ Microbiol**. 1989 May;55(5):1223-9. doi: 10.1128/aem.55.5.1223-1229.1989. PMID: 2757381; PMCID: PMC184281.

DÍAZ SM, BARRIOS ME, GALLI L, CAMMARATA RV, TORRES C, FORTUNATO MS, GARCÍA LÓPEZ G, COSTA M, SANGUINO JORQUERA DG, ODERIZ S, ROGÉ A, GENTILUOMO J, CARBONARI C, RAJAL VB, KOROL SE, GALLEGO A, BLANCO FERNÁNDEZ MD, MBAYED VA. Microbiological hazard identification in river waters used for recreational activities. **Environ Res**. 2024 Apr 15;247:118161. doi: 10.1016/j.envres.2024.118161. Epub 2024 Jan 14. PMID: 38220078.

DOLD C, HOLLAND CV. *Ascaris* and ascariasis. **Microbes Infect**. 2011 Jul;13(7):632-7. doi: 10.1016/j.micinf.2010.09.012. Epub 2010 Oct 8. PMID: 20934531.

DONG S, YANG Y, WANG Y, YANG D, YANG Y, SHI Y, LI C, LI L, CHEN Y, JIANG Q, ZHOU Y. Prevalence of *Cryptosporidium* Infection in the Global Population: A Systematic Review and Meta-analysis. **Acta Parasitol**. 2020 Dec;65(4):882-889. doi: 10.2478/s11686-020-00230-1. Epub 2020 Jun 8. PMID: 32514837.

DUBEY JP, BEATTIE CP. (1988). Toxoplasmosis of animals and man (pp. 220-pp).

DUBEY JP, ZARNKE R, THOMAS NJ, WONG SK, VAN BONN W, BRIGGS M, DAVIS JW, EWING R, MENSE M, KWOK OC, ROMAND S, THULLIEZ P. *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum*, *Sarcocystis neurona*, and *Sarcocystis canis*-like infections in marine mammals. **Vet Parasitol**. 2003 Oct 30;116(4):275-96. doi: 10.1016/s0304-4017(03)00263-2. Erratum in: **Vet Parasitol**. 2006 Feb 18;135(3-4):385. PMID: 14580799.

DUBEY JP. Toxoplasmosis - a waterborne zoonosis. **Vet Parasitol**. 2004 Dec 9;126(1-2):57-72. doi: 10.1016/j.vetpar.2004.09.005. PMID: 15567579.

DUBEY JP. Toxoplasmosis of animals and humans. 2nd ed. **Boca Raton**, FL: CRC Press; 2010. pp. 1–313.

DUMÈTRE A, DARDÉ ML. How to detect *Toxoplasma gondii* oocysts in environmental samples? **FEMS Microbiol Rev**. 2003 Dec;27(5):651-61. doi: 10.1016/S0168-6445(03)00071-8. PMID: 14638417.

DUMÈTRE A, LE BRAS C, BAFFET M, MENECEUR P, DUBEY JP, DEROUIN F, DUGUET JP, JOYEUX M, MOULIN L. Effects of ozone and ultraviolet radiation treatments on the infectivity of *Toxoplasma gondii* oocysts. **Vet Parasitol**. 2008 May 31;153(3-4):209-13. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.02.004. Epub 2008 Feb 13. PMID: 18355965.

EGAN S, BARBOSA AD, FENG Y, XIAO L, RYAN U. The risk of wild birds contaminating source water with zoonotic *Cryptosporidium* and *Giardia* is probably overestimated. **Sci Total Environ**. 2024 Feb 20;912:169032. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.169032. Epub 2023 Dec 18. PMID: 38123098.

EHSAN MA, CASAERT S, LEVECKE B, VAN ROOY L, PELICAEN J, SMIS A, DE BACKER J, VERVAEKE B, DE SMEDT S, SCHOONBAERT F, LAMMENS S, WARMOES T, GEURDEN T, CLAEREBOUT E. *Cryptosporidium* and *Giardia* in recreational water in Belgium. **J Water Health**. 2015 Sep;13(3):870-8. doi: 10.2166/wh.2015.268. PMID: 26322773.

EIGENSCHENK B, THOMANN A, MCCLURE M, DAVIES L, GREGORY M, DETTWEILER U, INGLÉS E. Benefits of Outdoor Sports for Society. A Systematic Literature Review and Reflections on Evidence. Int. J. Environ. **Res. Public Health** 2019, 16, 937. https://doi.org/10.3390/ijerph16060937

ERIKSSEN G. Physical fitness and changes in mortality: the survival of the fittest. **Sports Med**. 2001;31(8):571-6. doi: 10.2165/00007256-200131080-00001. PMID: 11475318.

ESEFELD K, KRESS S, BEHRENS M, ZIMMER P, STUMVOLL M, THURM U, GEHR B, HALLE M, BRINKMANN C. Diabetes, Sports and Exercise. **Exp Clin Endocrinol Diabetes**. 2023 Feb;131(1-02):51-60. doi: 10.1055/a-1946-3768. Epub 2023 Jan 13. PMID: 36638806.

EUROPEAN UNION (EU). Official Journal of the European Union. Concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. 2006.

FANTINATTI M, GONÇALVES-PINTO M, LOPES-OLIVEIRA LAP, DA-CRUZ AM. Epidemiology of *Giardia duodenalis* assemblages in Brazil: there is still a long way to go. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. 2021 Jan 25;115:e200431. doi: 10.1590/0074-02760200431. PMID: 33503146; PMCID: PMC7836984.

FAO – WHO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Multicriteria-Based Ranking for Risk Management of Food-Borne Parasites. Microbiological Risk Assessment Series (MRA) 23. 2014. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/3c43c652-ce60-4df9-957e-2910c1f01b35>. Acesso em 10/10/2025.

FAYER R, FARLEY CA, LEWIS EJ, TROUT JM, GRACZYK TK. Potential Role of the Eastern Oyster, *Crassostrea virginica*, in the Epidemiology of *Cryptosporidium* parvum. **Appl**

Environ Microbiol. 1997 May;63(5):2086-8. doi: 10.1128/aem.63.5.2086-2088.1997. PMID: 16535617; PMCID: PMC1389172.

FAYER R, DUBEY JP, LINDSAY DS,. Zoonotic protozoa: from land to sea. **Trends Parasito**.2004. 20, 531–536 doi: https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.08.008.a)

FAYER R. *Cryptosporidium*: a water-borne zoonotic parasite. **Vet Parasitol**. 2004 Dec 9;126(1-2):37-56. doi: 10.1016/j.vetpar.2004.09.004. PMID: 15567578.b)

FENG Y, XIAO L. 2011.Zoonotic Potential and Molecular Epidemiology of *Giardia* Species and Giardiasis. **Clin Microbiol Rev** 24:.https://doi.org/10.1128/cmr.00033-10

FERGUSON, C. M., COOTE, B. G., ASHBOLT, N. J., STEVENSON, I. M. Relationships between indicators, pathogens and water quality in an estuarine system. **Water Research**, v. 30, n. 9, p. 2045-2054, 1996.

FICARRA S, THOMAS E, BIANCO A, GENTILE A, THALLER P, GRASSADONIO F, PAPAKONSTANTINOU S, SCHULZ T, OLSON N, MARTIN A, WAGNER C, NORDSTRÖM A, HOFMANN H. Impact of exercise interventions on physical fitness in breast cancer patients and survivors: a systematic review. **Breast Cancer**. 2022 May;29(3):402-418. doi: 10.1007/s12282-022-01347-z. Epub 2022 Mar 12. PMID: 35278203; PMCID: PMC9021138.

FIRUZI P, ASL HASHEMI A, SAMADI KAFIL H, GHOLIZADEH P, ASLANI H. Comparative study on the microbial quality in the swimming pools disinfected by the ozone-chlorine and chlorine processes in Tabriz, **Iran. Environ Monit Assess**. 2020 Jul 14;192(8):516. doi: 10.1007/s10661-020-08470-4. PMID: 32666262.

FOURNIER S, DUBROU S, LIGUORY O, GAUSSIN F, SANTILLANA-HAYAT M, SARFATI C, MOLINA JM, DEROUIN F. Detection of Microsporidia, cryptosporidia and *Giardia* in swimming pools: a one-year prospective study. **FEMS Immunol Med Microbiol**. 2002 Jul 12;33(3):209-13. doi: 10.1111/j.1574-695X.2002.tb00592.x. PMID: 12110483.

FOX LM, SARAVOLATZ LD. Nitazoxanide: a new thiazolide antiparasitic agent**. Clin Infect Dis**. 2005 Apr 15;40(8):1173-80. doi: 10.1086/428839. Epub 2005 Mar 14. PMID: 15791519.

FREGONESI BM, ZAGUI GS, DE ABREU TONANI KA, MACHADO CS, GOMES-SILVA G, PADULA JA, MARTONE-ROCHA S, RAZZOLINI MTP, PLATH M, SEGURA-MUÑOZ S. Human health risk assessment for (re)emerging protozoan parasites in surface water used for public supply and recreational activities. **Environ Monit Assess**. 2022 May 7;194(6):407. doi: 10.1007/s10661-022-10058-z. PMID: 35524884.

GEE GW, BAUDER, JW. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. (ed.). Methods of Soil Analysis: Physical and mineralogical methods. 2nd ed. **Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America**, 1986. p. 383-411. (Agronomy Series, 9).

GHARPURE R, PEREZ A, MILLER AD, WIKSWO ME, SILVER R, HLAVSA MC (2019) Cryptosporidiosis outbreaks—United States, 2009–2017. **MMWR Morb Mortal Wkly** Rep 25:568–572. https://doi.org/10.15585 /mmwr.mm682 5a3

GIRONES R, FERRÚS MA, ALONSO JL, RODRIGUEZ-MANZANO J, CALGUA B, CORRÊA ADE A, HUNDESA A, CARRATALA A, BOFILL-MAS S. Molecular detection of pathogens in water--the pros and cons of molecular techniques. **Water Res**. 2010 Aug;44(15):4325-39. doi: 10.1016/j.watres.2010.06.030. Epub 2010 Jun 19. PMID: 20619868.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ A, SYMONDS EM, GALLARD-GONGORA JF, MULL B, LUKASIK JO, RIVERA NAVARRO P, BADILLA AGUILAR A, PERAUD J, MORA ALVARADO D, CANTOR A, BREITBART M, CAIRNS MR, HARWOOD VJ. Risk of Gastroenteritis from Swimming at a Wastewater-Impacted Tropical Beach Varies across Localized Scales. **Appl Environ Microbiol**. 2023 Mar 29;89(3):e0103322. doi: 10.1128/aem.01033-22. Epub 2023 Feb 27. PMID: 36847564; PMCID: PMC10057883.

GRACENEA M, CASTAÑO S, MÉNDEZ J, LUCENA F, GÓMEZ MS. Faecal contamination in public pools in Barcelona province: *Cryptosporidium* spp. and bacterial indicators. **J Water Health**. 2018 Oct;16(5):762-772. doi: 10.2166/wh.2018.267. PMID: 30285957.

GRACIAA DS, COPE JR, ROBERTS VA, CIKESH BL, KAHLER AM, VIGAR M, HILBORN ED, WADE TJ, BACKER LC, MONTGOMERY SP, SECOR WE, HILL VR, BEACH MJ, FULLERTON KE, YODER JS, HLAVSA MC., 2018. Outbreaks associated with untreated recreational water — United States, 2000–2014. MMWR Morb. Mortal. **Wkly. Rep**. 67, 701–706. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6725a.

GRACZYK TK, SUNDERLAND D, TAMANG L, LUCY FE, BREYSSE PN. Bather density and levels of *Cryptosporidium*, *Giardia*, and pathogenic microsporidian spores in recreational bathing water. **Parasitol. Res.** 101: 1729-1731, 2007

GRACZYK TK., MAJEWSKA AC, SCHWAB KJ., 2008. The role of birds in dissemination of human waterborne enteropathogens. **Trends Parasitol**. 24, 55–59. https://doi.org/ 10.1016/j.pt.2007.10.007.

GRANGER CO, RICHARDSON SD. Do DBPs swim in salt water pools? Comparison of 60 DBPs formed by electrochemically generated chlorine vs. conventional chlorine. **J Environ Sci (China)**. 2022 Jul;117:232-241. doi: 10.1016/j.jes.2022.04.044. Epub 2022 May 14. PMID: 35725075.

GREGG EW, GERZOFF RB, CASPERSEN CJ, WILLIAMSON DF, NARAYAN KM. Relationship of walking to mortality among US adults with diabetes. **Arch Intern Med**. 2003 Jun 23;163(12):1440-7. doi: 10.1001/archinte.163.12.1440. PMID: 12824093.

GREGG EW, PEREIRA MA, CASPERSEN CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. **J Am Geriatr Soc**. 2000 Aug;48(8):883-93. doi: 10.1111/j.1532-5415.2000.tb06884.x. PMID: 10968291.

HAKIZIMANA E, KIM JY, OH S, YOON M, YONG TS. Intestinal parasitic infections among children aged 12-59 months in Nyamasheke District, Rwanda. **Parasites Hosts** Dis. 2023 Aug;61(3):304-309. doi: 10.3347/PHD.23045. Epub 2023 Aug 21. PMID: 37648236; PMCID: PMC10471473.

HALL V, TAYE A, WALSH B, MAGUIRE H, DAVE J, WRIGHT A, ANDERSON C, CROOK P. A large outbreak of gastrointestinal illness at an open-water swimming event in the River Thames, **London. Epidemiol Infect**. 2017 Apr;145(6):1246-1255. doi: 10.1017/S0950268816003393. Epub 2017 Feb 6. PMID: 28162113; PMCID: PMC9507846.

HALONEN SK, WEISS LM. Toxoplasmosis. **Handb Clin Neurol**. 2013;114:125-45. doi: 10.1016/B978-0-444-53490-3.00008-X. PMID: 23829904; PMCID: PMC4157368.

HANSEN KM, ALBRECHTSEN HJ, ANDERSEN HR. Optimal pH in chlorinated swimming pools - balancing formation of by-products. **J Water Health**. 2013 Sep;11(3):465-72. doi: 10.2166/wh.2013.156. PMID: 23981875.

HARDER-LAURIDSEN NM, KUHN KG, ERICHSEN AC, MØLBAK K, ETHELBERG S. Gastrointestinal illness among triathletes swimming in non-polluted versus polluted seawater affected by heavy rainfall, Denmark, 2010-2011. **PLoS One**. 2013 Nov 7;8(11):e78371. doi: 10.1371/journal.pone.0078371. PMID: 24244306; PMCID: PMC3820603.

HATAM-NAHAVANDI K, AHMADPOUR E, REZAEIAN M, MOHAMMAD RAHIMI H, MEAMAR A, BADRI M, VAFAE ESLAHI A, RAHDAR HA, SEPAHI S, MIRJALALI H, CARMENA D. Occurrence and assemblage distribution of *Giardia Duodenalis* in symptomatic and asymptomatic patients in southeastern Iran (2019-2022). **Gut Pathog**. 2024 Nov 15;16(1):68. doi: 10.1186/s13099-024-00666-0. PMID: 39548576; PMCID: PMC11566651.

HENRY R, SCHANG C, KOLOTELO P, COLEMAN R, ROONEY G, SCHMIDT J, MCCARTHY DT. Effect of environmental parameters on pathogen and faecal indicator organism concentrations within an urban estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 174, p. 18-26, 2016.

HIJJAWI NS, ZAHEDI A, AL-FALAH M, RYAN U. A review of the molecular epidemiology of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in the Middle East and North Africa (MENA) region. **Infect Genet Evol**. 2022 Mar;98:105212. doi: 10.1016/j.meegid.2022.105212. Epub 2022 Jan 20. PMID: 35065302.

HIJJAWI NS, MELONI BP, MORGAN UM, THOMPSON RC. Complete development and long-term maintenance of *Cryptosporidium parvum* human and cattle genotypes in cell culture. **Int J Parasitol**. 2001 Aug;31(10):1048-55. doi: 10.1016/s0020-7519(01)00212-0. PMID: 11429168.

HLAVSA M, ALUKO S, MILLER A, PERSON J, GERDES M, LEE S, LACO J, HANNAPEL E, HILL, V. (2021). Outbreaks associated with treated recreational water — United States, 2015–2019. **American Journal of Transplantation**, 21. https://doi.org/10.1111/ajt.16037.

HLAVSA M, CIKESH B, ROBERTS V, KAHLER A, VIGAR M, HILBORN E, WADE T, ROELLIG D, MURPHY J, XIAO L, YATES K, KUNZ J, ARDUINO M, REDDY S,

FULLERTON K, COOLEY L, BEACH M, HILL V, YODER J. (2018). Outbreaks Associated with Untreated Recreational Water — United States, 2000–2014. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, 67, 701 - 706. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6725a1.

HO BSW, TAM TY. *Giardia* and *Cryptosporidium* in sewage-contaminated river waters. **Water Research**, v. 32, n. 9, p. 2860-2864, 1998.

HU Y, GU S, BU Z, LIU Z, DONG J, SHI J, XU Y. Effect of exercise for patients with advanced lung cancer and cancer-related fatigue: A systematic review and meta-analysis. **J Sport Health Sci**. 2024 Dec 4:101017. doi: 10.1016/j.jshs.2024.101017. Epub ahead of print. PMID: 39643115.

INNES EA, CHALMERS RM, WELLS B, PAWLOWIC MC. A One Health Approach to Tackle Cryptosporidiosis. **Trends Parasitol**. 2020 Mar;36(3):290-303. doi: 10.1016/j.pt.2019.12.016. Epub 2020 Jan 23. PMID: 31983609; PMCID: PMC7106497.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION - MEPC 48/2/1.INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION – IMO, 2002.

JARROLL EL, BINGHAM AK, MEYER EA. Effect of chlorine on *Giardia lamblia* cyst viability. **Appl Environ Microbiol**. 1981 Feb;41(2):483-7. doi: 10.1128/aem.41.2.483-487.1981. PMID: 7235695; PMCID: PMC243720.

JOHNSON, D. C.; REYNOLDS, K. A.; GERBA, C. P.; PEPPER, I. L.; ROSE, J. B. Detection of *Giardia* and *Cryptosporidium* in marine waters. **Wat. Sci**. Tech. 31: 439-442, 1995.

JÚLIO C, SÁ C, FERREIRA I, MARTINS S, OLEASTRO M, ANGELO H, GUERREIRO J, TENREIRO R. Waterborne transmission of *Giardia* and *Cryptosporidium* at river beaches in Southern Europe (Portugal). **J Water Health**. 2012 Sep;10(3):484-96. doi: 10.2166/wh.2012.030. PMID: 22960492.

KARANIS P, KOURENTI C, SMITH H. Waterborne transmission of protozoan parasites: A worldwide review of outbreaks and lessons learnt. **Journal of Water and Health**, v. 5, n. 1, p. 1-38, 2007.

KHADIJAH S, SURYANTI S, HARTONO H. (2023). Socialization of water activity therapy to stabilize blood sugar levels for people with diabetes mellitus. Abdimas: **Jurnal Pengabdian** Masyarakat Universitas Merdeka Malang, 8(1), 63-71. https://doi.org/10.26905/abdimas.v1i1.8854.

KHALIL IA, TROEGER C, RAO PC, BLACKER BF, BROWN A, BREWER TG, COLOMBARA DV, DE HOSTOS EL, ENGMANN C, GUERRANT RL, HAQUE R, HOUPT ER, KANG G, KORPE PS, KOTLOFF KL, LIMA AAM, PETRI WA JR, PLATTS-MILLS JA, SHOULTZ DA, FOROUZANFAR MH, HAY SI, REINER RC JR, MOKDAD AH. Morbidity, mortality, and long-term consequences associated with diarrhoea from *Cryptosporidium* infection in children younger than 5 years: a meta-analyses study. **Lancet Glob Health**. 2018 Jul;6(7):e758-e768. doi: 10.1016/S2214-109X(18)30283-3. PMID: 29903377; PMCID: PMC6005120.

KIM MK, PYO KH, HWANG YS, PARK KH, HWANG IG, CHAI JY, SHIN EH. Effect of temperature on embryonation of *Ascaris suum* eggs in an environmental chamber. **Korean J Parasitol**. 2012 Sep;50(3):239-42. doi: 10.3347/kjp.2012.50.3.239. Epub 2012 Aug 13. PMID: 22949753; PMCID: PMC3428571.

KLEIN P, KLEINOVÁ T, VOLEK Z, SIMŮNEK J. Effect of *Cryptosporidium parvum* infection on the absorptive capacity and paracellular permeability of the small intestine in neonatal calves. **Vet Parasitol**. 2008 Mar 25;152(1-2):53-9. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.11.020. Epub 2007 Dec 4. PMID: 18248900; PMCID: PMC7126284.

KOLOREN Z, KAYA D, AVSAR C. Detection of *Cryptosporidium* species in the Sea and tap water Samples of Black Sea, Turkey. **J. Parasitol**. 99: 554–557, 2013.

KORAJKIC A, MCMINN BR, HARWOOD VJ. Relationships between Microbial Indicators and Pathogens in Recreational Water Settings. **Int J Environ Res Public Health**. 2018 Dec 13;15(12):2842. doi: 10.3390/ijerph15122842. PMID: 30551597; PMCID: PMC6313479.

KRZYWANSKI J, KUCHAR E, MIERZYNSKI R. Cutaneous larva migrans in a beach volleyball player. **IDCases**. 2021 Mar 24;24:e01084. doi: 10.1016/j.idcr.2021.e01084. PMID: 33889485; PMCID: PMC8047501.

KUNA A, OLSZAŃSKI R, WROCZYŃSKA A, BIERNAT B, SIKORSKA K. Beach volleyball and Cutaneous Larva Migrans. **J Travel Med**. 2024 Jan 28;31(1):taad087. doi: 10.1093/jtm/taad087. PMID: 37369007; PMCID: PMC10823481.

LANDA-CANSIGNO O, DURÁN-ÁLVAREZ JC, JIMÉNEZ-CISNEROS B. Retention of *Escherichia coli*, *Giardia lamblia* cysts and *Ascaris lumbricoides* eggs in agricultural soils irrigated by untreated wastewater. **J Environ Manage**. 2013 Oct 15;128:22-9. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.04.049. Epub 2013 May 27. PMID: 23722173.

LANGKJÆR RB, VIGRE H, ENEMARK HL, MADDOX-HYTTEL C. Molecular and phylogenetic characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia* from pigs and cattle in Denmark. **Parasitology, London**, v. 134, n. 3, p. 339–350, 2007.

LEAL DAG, GOULART JAG, BONATTI TR, ARAÚJO RS, JUSKI JA, SHIMADA MK, GONÇALVES GHP, RORATTO PA, SCHERER GS. 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**, Volume 70, 2024, 103356, ISSN 2352-4855, https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103356.

LEAL DAG, SOUZA DSM, CAUMO KS, FONGARO G, PANATIERI LF, DURIGAN M, ROTT MB, BARARDI CRM, FRANCO RMB. Genotypic characterization and assessment of infectivity of human waterborne pathogens recovered from oysters and estuarine waters in Brazil. **Water Res**. 2018 Jun 15;137:273-280. doi: 10.1016/j.watres.2018.03.024. Epub 2018 Mar 9. PMID: 29550730.

LEAL DAG. Monitoramento de *Giardia duodenalis* e *Cryptosporidium* spp. na cadeia produtiva de ostras (*Crassostrea brasiliana*), depuradas para o consumo humano no complexo estuário - lagunar de Cananéia, São Paulo. **Tese (Doutorado em Parasitologia)** - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2013.

LEE IM. Physical activity and cancer prevention--data from epidemiologic studies. **Med Sci Sports Exerc**. 2003 Nov;35(11):1823-7. doi: 10.1249/01.MSS.0000093620.27893.23. PMID: 14600545.

LEFEBVRE M, RAZAKANDRAINIBE R, VILLENA I, FAVENNEC L, COSTA D. *Cryptosporidium*-Biofilm Interactions: a Review. **Appl Environ Microbiol**. 2021 Jan 15;87(3):e02483-20. doi: 10.1128/AEM.02483-20. PMID: 33187998; PMCID: PMC7848902.

LEONARD AFC, ZHANG L, BALFOUR AJ, GARSIDE R, HAWKEY PM, MURRAY AK, UKOUMUNNE OC, GAZE WH. Exposure to and colonisation by antibiotic-resistant *E. coli* in UK coastal water users: Environmental surveillance, exposure assessment, and epidemiological study (Beach Bum Survey). **Environ Int**. 2018 May;114:326-333. doi: 10.1016/j.envint.2017.11.003. Epub 2018 Jan 14. PMID: 29343413.

LEUNG AKC, BARANKIN B, HON KLE. Cutaneous Larva Migrans. Recent Pat Inflamm **Allergy Drug Discov**. 2017;11(1):2-11. doi: 10.2174/1872213X11666170110162344. PMID: 28078983.

LEUNG AKC, LEUNG AAM, WONG AHC, SERGI CM, KAM JKM. *Giardia*sis: An Overview. Recent Pat Inflamm **Allergy Drug Discov**. 2019;13(2):134-143. doi: 10.2174/1872213X13666190618124901. PMID: 31210116.

LINDSAY DS, COLLINS MV, MITCHELL SM, COLE RA, FLICK GJ, WETCH CN, LINDQUIST A, DUBEY JP. Sporulation and survival of *Toxoplasma gondii* oocysts in seawater. **J Eukaryot Microbiol**. 2003; 50 Suppl:687-8. doi: 10.1111/j.1550-7408.2003.tb00688.x. PMID: 14736220.

LIPP EK, FARRAH SA, ROSE JB. Assessment and impact of microbial fecal pollution and human enteric pathogens in a coastal community. **Marine pollution bulletin**, v. 42, n. 4, p. 286-293, 2001a.

LIPP EK, KURZ R, VINCENT R, RODRIGUEZ-PALACIOS C, FARRAH AS, ROSE JB. The effects of seasonal variability and weather on microbial 142 fecal pollution and enteric pathogens in a subtropical estuary. **Estuaries**. 24: 266- 276, 2001b.

LIU Q, WANG ZD, HUANG SY, ZHU XQ. Diagnosis of toxoplasmosis and typing of *Toxoplasma gondii*. **Parasit Vectors**. 2015 May 28;8:292. doi: 10.1186/s13071-015-0902-6. PMID: 26017718; PMCID: PMC4451882.

LÓPEZ UREÑA NM, CHAUDHRY U, CALERO BERNAL R, CANO ALSUA S, MESSINA D, EVANGELISTA F, BETSON M, LALLE M, JOKELAINEN P, ORTEGA MORA LM, ÁLVAREZ GARCÍA G. Contamination of Soil, Water, Fresh Produce, and Bivalve Mollusks with *Toxoplasma gondii* Oocysts: A Systematic Review. **Microorganisms.** 2022 Feb

27;10(3):517. doi: 10.3390/microorganisms10030517. PMID: 35336093; PMCID: PMC8954419.

LORENZO-MORALES J, KHAN NA, WALOCHNIK J. An update on *Acanthamoeba keratitis*: diagnosis, pathogenesis and treatment. Parasite. 2015;22:10. doi: 10.1051/parasite/2015010. **Epub** 2015 Feb 18. PMID: 25687209; PMCID: PMC4330640.

LORENZO-MORALES J, ORTEGA-RIVAS A, FORONDA P, MARTÍNEZ E, VALLADARES B. Isolation and identification of pathogenic *Acanthamoeba* strains in Tenerife, Canary Islands, Spain from water sources. **Parasitol Res.** 2005 Mar;95(4):273-7. doi: 10.1007/s00436-005-1301-2. Epub 2005 Jan 28. PMID: 15678350.

LUQMAN M, AWAN MUF, MUHAMMAD S, DAUD S, YOUSAFZAI A, AROOJ F. Microbial pollution in inland recreational freshwaters of Quetta, Pakistan: an initial report. **J Water Health**. 2022 Mar;20(3):575-588. doi: 10.2166/wh.2022.291. PMID: 35350009.

MA JY, LI MY, QI ZZ, FU M, SUN TF, ELSHEIKHA HM, CONG W. Waterborne protozoan outbreaks: An update on the global, regional, and national prevalence from 2017 to 2020 and sources of contamination. **Sci Total Environ**. 2022 Feb 1;806(Pt 2):150562. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150562. Epub 2021 Sep 24. PMID: 34852432.

MAC KENZIE WR, SCHELL WL, BLAIR KA, ADDISS DG, PETERSON DE, HOXIE NJ, KAZMIERCZAK JJ, DAVIS JP. Massive Outbreak of Waterborne *Cryptosporidium* Infection in Milwaukee, Wisconsin: Recurrence of Illness and Risk of Secondary Transmission, **Clinical Infectious Diseases**, Volume 21, Issue 1, July 1995, Pages 57–62, https://doi.org/10.1093/clinids/21.1.57

MACEDO JP, ALVARENGA IM, DE CASTRO PH, COSTA JO, BARÇANTE TA, PECONICK AP, PACHECO LAD, NARCISO T P, CHEREM J, BARÇANTE JMP. (2023). Larva Migrans: a growing public health problem highlighted by a beach tennis outbreak. **International Journal of Scientific Management and Tourism**, 9(1), 569–583. https://doi.org/10.55905/ijsmtv9n1-027

MAGANA-ORDORICA D, MENA K, VALDEZ-TORRES JB, SOTO-BELTRAN M, LEON-FELIX J, CHAIDEZ C. Relationships between the occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* and physicochemical properties of marine waters of the Pacific Coast of Mexico. **Journal of water and health**, v. 8, n. 4, p. 797-802, 2010.

MALETIN M, VESELINOVIĆ I, STOJILJKOVIC GB, VAPA D, BUDAKOV B. Death due to an unrecognized ascariasis infestation: two medicolegal autopsy cases. Am J **Forensic Med Pathol**. 2009 Sep;30(3):292-4. doi: 10.1097/PAF.0b013e318187e742. PMID: 19696591.

MARCIANO MAM, SILVA RA, BARBOSA ML, PINTO PLS, GAVA R, PEREIRA-CHIOCCOLA VL. Use of laboratory methodologies to confirm an outbreak of acute diarrheal disease caused by multiple pathogens. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo. 2022;81:1-13,e37253.

MARTÍN-RODRÍGUEZ A, GOSTIAN-ROPOTIN LA, BELTRÁN-VELASCO AI, BELANDO-PEDREÑO N, SIMÓN JA, LÓPEZ-MORA C, NAVARRO-JIMÉNEZ E, TORNERO-AGUILERA JF, CLEMENTE-SUÁREZ VJ. Sporting Mind: The Interplay of

Physical Activity and Psychological Health. **Sports (Basel)**. 2024 Jan 22;12(1):37. doi: 10.3390/sports12010037. PMID: 38275986; PMCID: PMC10819297.

MARTORELLI GB, WILSON SK, DUBEY JP, KNOLL LJ. Intestinal delta-6-desaturase activity determines host range for *Toxoplasma* sexual reproduction. **PLoS Biol.** 2019 Aug 20;17(8):e3000364. doi: 10.1371/journal.pbio.3000364. PMID: 31430281; PMCID: PMC6701743.

MAYA C, ORTIZ M, JIMÉNEZ B. Viability of *Ascaris* and other helminth genera non larval eggs in different conditions of temperature, lime (pH) and humidity. **Water Sci Technol**. 2010;62(11):2616-24. doi: 10.2166/wst.2010.535. PMID: 21099049.

MAYA C, TORNER-MORALES FJ, LUCARIO ES, HERNÁNDEZ E, JIMÉNEZ B. Viability of six species of larval and non-larval helminth eggs for different conditions of temperature, pH and dryness. **Water Res**. 2012 Oct 1;46(15):4770-82. doi: 10.1016/j.watres.2012.06.014. Epub 2012 Jun 28. PMID: 22794801.

MILLER WA, MILLER MA, GARDNER IA, ATWILL ER, HARRIS M, AMES J, JESSUP D, MELLI A, PARADIES D, WORCESTER K, OLIN P, BARNES N, CONRAD PA. New genotypes and factors associated with *Cryptosporidium* detection in mussels (Mytilus spp.) along the California coast. **Int J Parasitol**. 2005 Sep;35(10):1103-13. doi: 10.1016/j.ijpara.2005.04.002. PMID: 15993883.

MILNE G, WEBSTER JP, WALKER M. Toward Improving Interventions Against Toxoplasmosis by Identifying Routes of Transmission Using Sporozoite-specific Serological Tools. **Clin Infect Dis**. 2020 Dec 17;71(10):e686-e693. doi: 10.1093/cid/ciaa428. PMID: 32280956; PMCID: PMC7744992.

MINUZZI C, PORTELLA L, BRÄUNIG P, SANGIONI L, LUDWIG A, RAMOS L, PACHECO L, SILVA C, PACHECO F, MENEGOLLA I, FARINHA L, KIST P, BREGANÓ R, NINO B, MARTINS F, MONICA T, FERREIRA F, BRITTO I, SIGNORI A, MEDICI K, FREIRE R, GARCIA J, NAVARRO I, DIFANTE C, VOGEL F. Isolation and molecular characterization of *Toxoplasma gondii* from placental tissues of pregnant women who received toxoplasmosis treatment during an outbreak in southern Brazil. **PLoS ONE** (2020), 15. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228442.

MONIS PT, THOMPSON RC. *Cryptosporidium* and *Giardia*-zoonoses: fact or fiction? **Infect Genet Evol**. 2003 Nov;3(4):233-44. doi: 10.1016/j.meegid.2003.08.003. PMID: 14636685.

MOORE MN, DEPLEDGE MH, FLEMING L, HESS P, LEES D, LEONARD P, MADSEN L, OWEN R, PIRLET H, SEYS J, VASCONCELOS V, VIARENGO A; Marine Board-ESF Working Group on Oceans and Human Health. Oceans and Human Health (OHH): a European perspective from the Marine Board of the European Science Foundation (Marine Board-ESF). **Microb Ecol**. 2013 May;65(4):889-900. doi: 10.1007/s00248-013-0204-5. Epub 2013 Mar 16. PMID: 23503989.

MURPHY JL, HLAVSA MC, CARTER BC, MILLER C, JOTHIKUMAR N, GERTH TR, BEACH MJ, HILL VR. Pool water quality and prevalence of microbes in filter backwash from metro-Atlanta swimming pools. **J Water Health**. 2018 Feb;16(1):87-92. doi: 10.2166/wh.2017.150. PMID: 29424722; PMCID: PMC11005073.

MYERS J, KAYKHA A, GEORGE S, ABELLA J, ZAHEER N, LEAR S, YAMAZAKI T, FROELICHER V. Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. **Am J Med**. 2004 Dec 15;117(12):912-8. doi: 10.1016/j.amjmed.2004.06.047. PMID: 15629729.

NASSER AM, VAIZEL-OHAYON D, AHARONI A, REVHUN M. Prevalence and fate of *Giardia* cysts in wastewater treatment plants. **J Appl Microbiol**. 2012 Sep;113(3):477-84. doi: 10.1111/j.1365-2672.2012.05335.x. Epub 2012 May 29. PMID: 22564037.

NASSER AM. Removal of *Cryptosporidium* by wastewater treatment processes: a review. **J Water Health**. 2016 Feb;14(1):1-13. doi: 10.2166/wh.2015.131. PMID: 26837825.

NOETEL M, SANDERS T, GALLARDO-GÓMEZ D, TAYLOR P, DEL POZO CRUZ B, VAN DEN HOEK D, SMITH JJ, MAHONEY J, SPATHIS J, MORESI M, PAGANO R, PAGANO L, VASCONCELLOS R, ARNOTT H, VARLEY B, PARKER P, BIDDLE S, LONSDALE C. Effect of exercise for depression: systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. **BMJ**. 2024 Feb 14;384:e075847. doi: 10.1136/bmj-2023-075847. Erratum in: BMJ. 2024 May 28;385:q1024. doi: 10.1136/bmj.q1024. PMID: 38355154; PMCID: PMC10870815.

NOOR Z, HOSSAIN B, MITHILA NT, KHATUN A, MAHMUD S, FERDOUS A, AKHTER B, ALAM M, GILCHRIST CA, HAQUE R, PETRI WA. Effect of Nitazoxanide and Probiotic Treatment on Bangladeshi Children with Cryptosporidiosis. **Am J Trop Med Hyg**. 2025 Feb 11:tpmd230914. doi: 10.4269/ajtmh.23-0914. Epub ahead of print. PMID: 39933176.

NOVA ZELÂNDIA - National Policy Statement for Freshwater Management – 2024 – Disponível em: <https://environment.govt.nz/acts-and-regulations/national-policy-statements/national-policy-statement-freshwater-management/> acesso em 10/12/2024

NUNES CM, SINHORINI IL, OGASSAWARA S. Influence of soil texture in the recovery of *Toxocara canis* eggs by a flotation method. **Vet Parasitol**. 1994 Jun;53(3-4):269-74. doi: 10.1016/0304-4017(94)90190-2. PMID: 7975122.

OGE H, OGE S. Quantitative comparison of various methods for detecting eggs of *Toxocara canis* in samples of sand. **Vet Parasitol**. 2000 Sep 10;92(1):75-9. doi: 10.1016/s0304-4017(00)00276-4. PMID: 10936547.

OGUNDARE OT, OLALEMI A, TRIUMPHANT EO. Microbial Health Risks of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* in Tropical Coastal Water in Araromi, Nigeria. **Turkiye Parazitol Derg**. 2024 Jun 30;48(2):82-88. doi: 10.4274/tpd.galenos.2024.69733. PMID: 38958402.

ONURSAL A, ICGEN B. Wastewater treatment plants discharges disseminated more *Giardia* than *Cryptosporidium*. **Water Environ Res**. 2023 Feb;95(2):e10839. doi: 10.1002/wer.10839. PMID: 36751137.

ORTEGA YR, ADAM RD. *Giardia*: overview and update. **Clin Infect Dis**. 1997 Sep;25(3):545-9; quiz 550. doi: 10.1086/513745. PMID: 9314441.

PACHECO FTF, SILVA RKNR, CARVALHO SS, ROCHA FC, CHAGAS GMT, GOMES DC, JUNIOR HCR, RIBEIRO TCM, MATTOS ÂP, SILVA LK, SOARES NM, TEIXEIRA MCA. The Predominance of *Giardia* duodenalis AII sub-assemblage in young children from Salvador, Bahia, Brazil. **Biomedica**. 2020 Sep 1;40(3):557-568. doi: 10.7705/biomedica.5161. PMID: 33030834; PMCID: PMC7666847.

PAPADOPOULOU C, ECONOMOU V, SAKKAS H, GOUSIA P, GIANNAKOPOULOS X, DONTOROU C, FILIOUSSIS G, GESSOULI H, KARANIS P, LEVEIDIOTOU S. Microbiological quality of indoor and outdoor swimming pools in Greece: investigation of the antibiotic resistance of the bacterial isolates. **Int J Hyg Environ Health**. 2008 Jul;211(3-4):385-97. doi: 10.1016/j.ijheh.2007.06.007. Epub 2007 Aug 28. PMID: 17728184.

PAQUET-DURAND I, HERNÁNDEZ J, DOLZ G, ZUÑIGA JJ, SCHNIEDER T, EPE C. Prevalence of *Toxocara* spp., *Toxascaris leonina* and ancylostomidae in public parks and beaches in different climate zones of Costa Rica. **Acta Trop**. 2007 Oct;104(1):30-7. doi: 10.1016/j.actatropica.2007.06.011. Epub 2007 Jul 17. PMID: 17709088.

PEREIRA KS, FRANCO RM, LEAL DA. Transmission of toxoplasmosis (*Toxoplasma gondii*) by foods. **Adv Food Nutr Res**. 2010;60:1-19. doi: 10.1016/S1043-4526(10)60001-0. PMID: 20691951.

PICCININI D, BERNASCONI E, DI BENEDETTO C, MARTINETTI LUCCHINI G, BONGIOVANNI M. *Enterococcus hirae* infections in the clinical practice. **Infect Dis** (Lond). 2023 Jan;55(1):71-73. doi: 10.1080/23744235.2022.2125066. Epub 2022 Sep 19. PMID: 36121841.

PINEDA CO, LEAL DAG, FIUZA VRDS, JOSE J, BORELLI G, DURIGAN M, PENA HFJ, BUENO FRANCO RM. *Toxoplasma gondii* oocysts, *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in outdoor swimming pools in Brazil. **Zoonoses Public Health**. 2020 Nov;67(7):785-795. doi: 10.1111/zph.12757. Epub 2020 Aug 8. PMID: 32770826.

PINTO KC, DE SOUZA ML, NAVARRO GONZALÉZ MIJ, SATO MIZ, NARDOCCI AC, RAZZOLINI MTP. Assessment of health risks from recreational exposure to *Giardia* and *Cryptosporidium* in coastal bathing waters. **Environ Sci Pollut Res Int**. 2020 Jun;27(18):23129-23140. doi: 10.1007/s11356-020-08650-2. Epub 2020 Apr 24. PMID: 32333348.

PONTE S, BURGUÊZ D, ANDRIOLI G.. Outbreak of Toxoplasmosis in the City of Santa Maria, Brazil. **Prehospital and Disaster Medicine** (2019), 34, s74 - s74. https://doi.org/10.1017/s1049023x19001602.

PRIETO-PÉREZ L, PÉREZ-TANOIRA R, CABELLO-ÚBEDA A, PETKOVA-SAIZ E, GÓRGOLAS-HERNÁNDEZ-MORA M. Geohelmintos [Geohelminths]. **Enferm Infecc Microbiol Clin**. 2016 Jun-Jul;34(6):384-9. Spanish. doi: 10.1016/j.eimc.2016.02.002. Epub 2016 Mar 12. PMID: 26980233.

PULESTON, R. L., MALLAGHAN, C. M., MODHA, D. E., HUNTER, P. R., NGUYEN-VAN-TAM, J. S., REGAN, C. M., NICHOLS, G. L. & CHALMERS, R. M. 2014 The first

recorded outbreak of cryptosporidiosis due to *Cryptosporidium cuniculus* (formerly rabbit genotype), following a water quality incident. **Journal of Water and Health** 12 (1), 41–50. doi:10.2166/wh.2013.097.

RENDTORFF, RC. The experimental transmission of human intestinal protozoan parasites. II. *Giardia lamblia* cysts given in capsules. **American journal of hygiene**, v. 59, n. 2, p. 209-20, 1954.

RIBEIRO, PP. Dissertação de mestrado. Padronização de metodologias de detecção de helmintos transmitidos pelo solo visando o monitoramento da qualidade ambiental de praias e outras matrizes de solo arenoso. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

RÎPĂ C, COBZARU RG, RÎPĂ MR, MAȘTALERU A, OANCEA A, CUMPĂT CM, LEON MM. *Naegleria fowleri* Infections: Bridging Clinical Observations and Epidemiological Insights. **J Clin Med**. 2025 Jan 15;14(2):526. doi: 10.3390/jcm14020526. PMID: 39860533; PMCID: PMC11765897.

ROBERTSON LJ. Parasites in Food: From a Neglected Position to an Emerging Issue. **Adv Food Nutr Res**. 2018;86:71-113. doi: 10.1016/bs.afnr.2018.04.003. Epub 2018 May 7. PMID: 30077225; PMCID: PMC7129657.

ROSADO-GARCÍA FM, GUERRERO-FLÓREZ M, KARANIS G, HINOJOSA MDC, KARANIS P. Water-borne protozoa parasites: The Latin American perspective. Int J Hyg **Environ Health**. 2017 Jul;220(5):783-798. doi: 10.1016/j.ijheh.2017.03.008. Epub 2017 Mar 19. PMID: 28460996.

ROUSSEAU A, LA CARBONA S, DUMÈTRE A, ROBERTSON LJ, GARGALA G, ESCOTTE-BINET S, FAVENNEC L, VILLENA I, GÉRARD C, AUBERT D. Assessing viability and infectivity of foodborne and waterborne stages (cysts/oocysts) of *Giardia duodenalis*, *Cryptosporidium* spp., and *Toxoplasma gondii*: a review of methods. **Parasite**. 2018;25:14. doi: 10.1051/parasite/2018009. Epub 2018 Mar 19. PMID: 29553366; PMCID: PMC5858526.

RYAN U, HIJJAWI N, FENG Y, XIAO L. *Giardia*: an under-reported foodborne parasite, **International Journal for Parasitology,Volume** 49, Issue 1, 2019, Pages 1-11, ISSN 0020-7519, https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2018.07.003.

RYAN U, HIJJAWI N, XIAO L. Foodborne cryptosporidiosis. **Int J Parasitol**. 2018 Jan;48(1):1-12. doi: 10.1016/j.ijpara.2017.09.004. Epub 2017 Nov 7. PMID: 29122606.

RYAN UM, FENG Y, FAYER R, XIAO L. Taxonomy and molecular epidemiology of *Cryptosporidium* and *Giardia* - a 50 year perspective (1971-2021). **Int J Parasitol**. 2021 Dec;51(13-14):1099-1119. doi: 10.1016/j.ijpara.2021.08.007. Epub 2021 Oct 26. PMID: 34715087.

SANGUINO-JORQUERA DG, POMA HR, RAJAL VB, JUÁREZ MM, IRAZUSTA VP. Parásitos humanos en aguas superficiales de uso recreativo en Salta, Argentina [Human parasites in surface water used for recreation in Salta, Argentina]. **Rev Argent Microbiol**. 2024

Apr-Jun;56(2):115-124. Spanish. doi: 10.1016/j.ram.2023.11.001. Epub 2023 Dec 27. PMID: 38155042.

SAPUTRA YM, SULTONI K. Strategy for Improving Sport Services through Bachelor of Sports Development Support Drivers to West Java Health in 2020. Proceedings of the 1st International Conference on Education Social Sciences and Humanities (ICESSHum 2019). **Atlantis Press** 304-309, 2019. https://doi.org/10.2991/icesshum-19.2019.49.

SCHERER GS, LEAL DAG, GREINERT GOULART JA, ARAÚJO RS, BEUX MR, MOREIRA NM. Parasitological, microbiological, and antimicrobial resistance profiles of raw and drinking water in a tourist city in the tri-border region of South America. **J Water Health**. 2022 Feb;20(2):385-395. doi: 10.2166/wh.2022.256. PMID: 36366994.

SCHETS FM, ENGELS GB, EVERS EG. *Cryptosporidium* and *Giardia* in swimming pools in the Netherlands. **J Water Health**. 2004 Sep;2(3):191-200. PMID: 15497815.

SCHETS FM, VAN DEN BERG HHJL, ENGELS GB, LODDER WJ, DE RODA HUSMAN AM. *Cryptosporidium* and *Giardia* in commercial and non-commercial oysters (*Crassostrea gigas*) and water from the Oosterschelde, The Netherlands. **Int. J. Food. Microbiol.** 113: 189-194, 2007.

SCHWELLNUS M, SOLIGARD T, ALONSO JM, BAHR R, CLARSEN B, DIJKSTRA HP. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. **Br J Sports Me**d 2016 Sep;50(17): 1043–52. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096572. PMID: 27535991; PMCID: PMC5013087.

SENECAL J, NORDIN A, VINNERÅS B. Fate of *Ascaris* at various pH, temperature and moisture levels. **J Water Health**. 2020 Jun;18(3):375-382. doi: 10.2166/wh.2020.264. PMID: 32589622.

SHAPIRO K, BAHIA-OLIVEIRA L, DIXON B, DUMÈTRE A, WIT L, VANWORMER E, VILLENA I. (2019). Transmissão ambiental de Toxoplasma gondii: Oocistos em água, solo e alimentos. **Food and Waterborne Parasitology** , 15. https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019.e00049 .

SILVA ACDS, MARTINS FDC, LADEIA WA, KAKIMORI MTA, LUCAS JI, SASSE JP, MARTINS TA, MACEDO VFR, MURAD VA, DE BARROS LD, GARCIA JL. First report of *Giardia* duodenalis assemblage F in humans and dogs in southern Brazil. **Comp Immunol Microbiol Infect Dis**. 2022 Oct;89:101878. doi: 10.1016/j.cimid.2022.101878. Epub 2022 Sep 8. PMID: 36108583.

SNIS – Sistema Nacional de informações sobre saneamento – Governo Federal, 2022. Disponível em <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis> Acesso em: 14/02/2025

SNIS – Sistema Nacional de informações sobre saneamento – Governo Federal. Diagnóstico dos Serviços de água e esgotos – 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2018>. Acesso em: 22/03/2025.

SOUZA DSM, RAMOS APD, NUNES FF, MORESCO V, TANIGUCHI S, LEAL DAG, TEIXEIRA AL. Evaluation of tropical water sources and mollusks in southern Brazil using microbiological, biochemical, and chemical parameters. **Ecotoxicology and Environmental safety**, 76, 153-161, 2012.

SOUZA DS, PIAZZA RS, PILOTTO MR, DO NASCIMENTO MDE A, MORESCO V, TANIGUCHI S, LEAL DA, SCHMIDT ÉD, CARGIN-FERREIRA E, BÍCEGO MC, SASAKI ST, MONTONE RC, DE ARAUJO RA, FRANCO RM, BOUZON ZL, BAINY AC, BARARDI CR. Virus, protozoa and organic compounds decay in depurated oysters. **Int J Food Microbiol**. 2013 Nov 1;167(3):337-45. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.09.019. Epub 2013 Oct 5. PMID: 24184612.

SOW D, SORO F, JAVELLE E, SIMON F, PAROLA P, GAUTRET P. Epidemiological profile of cutaneous larva migrans in travelers returning to France between 2003 and 2015. **Travel Med Infect Dis**. 2017 Nov-Dec;20:61-64. doi: 10.1016/j.tmaid.2017.06.003. Epub 2017 Jun 15. PMID: 28624508.

SQUIRE SA, RYAN U. *Cryptosporidium* and *Giardia* in Africa: current and future challenges. **Parasites & vectors**, v. 10, n. 1, p. 195, 2017.

SRISUPHANUNT M, KARANIS P, CHAROENCA N, BOONKHAO N, ONGERTH JE. *Cryptosporidium* and *Giardia* detection in environmental waters of southwest coastal areas of Thailand. **Parasitology research**, v. 106, n. 6, p. 1299-1306, 2010.

SULAIMAN IM, FAYER R, BERN C, GILMAN RH, TROUT JM, SCHANTZ PM, XIAO L. Triosephosphate isomerase gene characterization and potential zoonotic transmission of *Giardia duodenalis*. **Emerging infectious diseases**, v. 9, n. 11, p. 1444, 2003

SUN M, MIN L, XU N, HUANG L, LI X. The Effect of Exercise Intervention on Reducing the Fall Risk in Older Adults: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Int J Environ Res Public Health**. 2021 Nov 29;18(23):12562. doi: 10.3390/ijerph182312562. PMID: 34886293; PMCID: PMC8657315.

SUNDERLAND D, GRACZYK TK, TAMANG L, BREYSSE PN. Impact of bathers on levels of *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Giardia lamblia* cysts in recreational beach waters. **Water Res**. 2007 Aug;41(15):3483-9. doi: 10.1016/j.watres.2007.05.009. Epub 2007 May 13. PMID: 17583766.

TAMBURRINI, A, POZIO E. Long-term survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts in seawater and in experimentally infected mussels (*Mytilus galloprovincialis*). International **Journal for Parasitology**, v. 29, n. 5, p. 711-715, 1999.

THOMPSON RCA, ASH A. Molecular epidemiology of *Giardia* and *Cryptosporidium* infections, Infection, Genetics and Evolution, Volume 40, 2016, Pages 315-323, ISSN 1567-1348, https://doi.org/10.1016/j.meegid.2015.09.028.

THUNE I, FURBERG AS. Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. **Med Sci Sports Exerc**. 2001 Jun;33(6 Suppl):S530-50; discussion S609-10. doi: 10.1097/00005768-200106001-00025. PMID: 11427781.

TORIRO R, PALLETT S, WOOLLEY S, BENNETT C, HALE I, HEYLINGS J, WILKINS D, CONNELLY T, MUIA K, AVERY P, STUART A, MORGAN L, DAVIES M, NEVIN W, QUANTICK O, ROBINSON G, ELWIN K, CHALMERS R, BURNS D, BEECHING N, FLETCHER T, O'SHEA M. Outbreak of Diarrhea Caused by a Novel *Cryptosporidium hominis* Subtype During British Military Training in Kenya. **Open Forum Infect Dis**. 2024 Jan 3;11(1):ofae001. doi: 10.1093/ofid/ofae001. PMID: 38250201; PMCID: PMC10798851.

TOURON A, BERTHE T, GARGALA G, FOURNIER M, RATAJCZAK M, SERVAIS P, PETIT F. Assessment of faecal contamination and the relationship between pathogens and faecal bacterial indicators in an estuarine environment (Seine, France). **Marine pollution bulletin**, v. 54, n. 9, p. 1441-1450, 2007.

TŮMOVÁ L, JEŽKOVÁ J, PREDIGER J. *Cryptosporidium mortiferum* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae), the species causing lethal cryptosporidiosis in Eurasian red squirrels (*Sciurus vulgaris*). **Parasites Vectors 16**, 235 (2023). https://doi.org/10.1186/s13071-023-05844-8

UNIT STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – Recreational Water Quality Criteria - Oficce of Water – EPA 820-F-12-061 – December 2012. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/rec-factsheet-2012.pdf> . Acesso em 15/09/2024.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Environmental Protection Agency**.** 2003.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Office of Water. Washington DC. **Method 1623.1**: *Cryptosporidium* and *Giardia* in Water by filtration/IMS/FA. EPA-815-R- 05-002, 2012.

VAUDAUX JD, MUCCIOLI C, JAMES ER, SILVEIRA C, MAGARGAL SL, JUNG C, DUBEY JP, JONES JL, DOYMAZ MZ, BRUCKNER DA, BELFORT R JR, HOLLAND GN, GRIGG ME. Identification of an atypical strain of *Toxoplasma gondii* as the cause of a waterborne outbreak of toxoplasmosis in Santa Isabel do Ivai, Brazil. **J Infect Dis**. 2010 Oct 15;202(8):1226-33. doi: 10.1086/656397. PMID: 20836703; PMCID: PMC5718918.

VERALDI S, PERSICO MC. Cutaneous larva migrans in a beach soccer player. **Clin J Sport Med**. 2006 Sep;16(5):430-1. doi: 10.1097/01.jsm.0000212495.06219.80. PMID: 17016123.

WAINDOK P, RAULF MK, STRUBE C. Potentials and challenges in the isolation and detection of ascarid eggs in complex environmental matrices. **Food Waterborne Parasitol**. 2022 Aug 9;28:e00174. doi: 10.1016/j.fawpar.2022.e00174. PMID: 36017135; PMCID: PMC9396397.

WAINWRIGHT KE, LAGUNAS-SOLAR M, MILLER MA, BARR BC, GARDNER IA, PINA C, MELLI AC, PACKHAM AE, ZENG N, TRUONG T, CONRAD PA. Physical inactivation of *Toxoplasma gondii* oocysts in water. **Appl Environ Microbiol**. 2007 Sep;73(17):5663-6. doi: 10.1128/AEM.00504-07. Epub 2007 Jul 6. PMID: 17616618; PMCID: PMC2042101. a)

WAINWRIGHT KE, MILLER MA, BARR BC, GARDNER IA, MELLI AC, ESSERT T, PACKHAM AE, TRUONG T, LAGUNAS-SOLAR M, CONRAD PA. Chemical inactivation of *Toxoplasma gondii* oocysts in water. J Parasitol. 2007 Aug;93(4):925-31. doi: 10.1645/GE-1063R.1. PMID: 17918377. b)

WALZER KA, TANDEL J, BYERLY JH, DANIELS AM, GULLICKSRUD JA, WHELAN EC, CARRO SD, KRESPAN E, BEITING DP, STRIEPEN B. Transcriptional control of the *Cryptosporidium* life cycle. **Nature**. 2024 Jun;630(8015):174-180. doi: 10.1038/s41586-024-07466-1. Epub 2024 May 29. PMID: 38811723.

WANG RJ, LI JQ, CHEN YC, ZHANG LX, XIAO LH. Widespread occurrence of *Cryptosporidium* infections in patients with HIV/AIDS: Epidemiology, clinical feature, diagnosis, and therapy. **Acta Trop.** 2018 Nov;187:257-263. doi: 10.1016/j.actatropica.2018.08.018. Epub 2018 Aug 15. PMID: 30118699.

WANG Z, LIU H, MA Z, MA H, LI Z, YANG Z, ZHU X, XU B, WEI F, LIU Q. (2017). *Toxoplasma gondii* Infection in Immunocompromised Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Microbiology**, 8. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00389.

WANG ZD, LIU Q, LIU HH, LI S, ZHANG L, ZHAO YK, ZHU XQ. Prevalence of *Cryptosporidium*, microsporidia and Isospora infection in HIV-infected people: a global systematic review and meta-analysis. **Parasit Vectors**. 2018 Jan 9;11(1):28. doi: 10.1186/s13071-017-2558-x. PMID: 29316950; PMCID: PMC5759777.

WARBURTON DE, NICOL CW, BREDIN SS. Health benefits of physical activity: the evidence. **CMAJ**. 2006 Mar 14;174(6):801-9. doi: 10.1503/cmaj.051351. PMID: 16534088; PMCID: PMC1402378.

WARDIYAH RW, RAHMANI W, RAHMA TZ. Malnutrition in children with helminthiasis: a review article. **International Journal of Research** and Review. 2023; 10(7):19-23. DOI: https://doi.org/10.52403/ijrr.20230704

WEI X, LI J, HOU S, XU C, ZHANG H, ATWILL ER, LI X, YANG Z, CHEN S. Assessment of Microbiological Safety of Water in Public Swimming Pools in Guangzhou, China. **Int J Environ Res Public Health**. 2018 Jul 5;15(7):1416. doi: 10.3390/ijerph15071416. PMID: 29976878; PMCID: PMC6068525.

WEI Y, PALACIOS ARAYA D, PALMER KL. *Enterococcus faecium*: evolution, adaptation, pathogenesis and emerging therapeutics. **Nat Rev Microbiol**. 2024 Nov;22(11):705-721. doi: 10.1038/s41579-024-01058-6. Epub 2024 Jun 18. PMID: 38890478.

WEISS LM, KIM K. The development and biology of bradyzoites of *Toxoplasma gondii*. **Front Biosci**. 2000 Apr 1;5:D391-405. doi: 10.2741/weiss. PMID: 10762601; PMCID: PMC3109641.

WESTMATTELMANN D, HOSSIEP R, BRUCKES M, SCHEWE G. Resilience in elite sport and at work – a comparative analysis among german elite athletes and employees. **Psychol Sport Exerc** 2021;57:102042. https://doi.org/10.1016/j. psychsport.2021.102042.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION - Soil-transmitted helminth infections – Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections>. Acesso em: 20/01/2025.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION - Soil-transmitted helminth infections – Number of children (Pre-SAC and SAC) requiring preventive chemotherapy for soil-transmitted helminthiases: 2023. Disponível em: <https://apps.who.int/neglected_diseases/ntddata/sth/sth.html>. Acesso em: 20/01/2025.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION 2020 1 in 3 People Globally Do Not Have Access to Safe Drinking Water. UNICEF, WHO. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-accessto-safe-drinking-water-unicef-who>. Acesso 07/09/2024).

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION Soil-transmitted helminth infections. Retrieved from World Health Organization website (2020). Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminthinfections> Acesso em 09/09/2024.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2022 Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda Geneva: WHO.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for safe recreational water environments: Coastal and fresh waters, 2003.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for safe recreational water environments: Swimming pools and similar Environments, 2006.

WILSON ME, CHEN LH, HAN PV, KEYSTONE JS, CRAMER JP, SEGURADO A, LEDER K. Illness in travelers returned from Brazil: the GeoSentinel experience and implications for the 2014 FIFA World Cup and the 2016 Summer Olympics. **Clinical infectious diseases**, v. 58, n. 10, p. 1347-1356, 2014.

XIAO L, SINGH A, LIMOR J, GRACZYK TK, GRADUS S, LAL A. Molecular characterization of *Cryptosporidium* oocysts in samples of raw surface water and wastewater. **Appl Environ Microbiol**. 2001 Mar;67(3):1097-101. doi: 10.1128/AEM.67.3.1097-1101.2001. PMID: 11229897; PMCID: PMC92700.

XIAO S, YIN P, ZHANG Y, HU S. Occurrence of *Cryptosporidium* and *Giardia* and the Relationship between Protozoa and Water Quality Indicators in Swimming Pools. **Korean J Parasitol**. 2017 Apr;55(2):129-135. doi: 10.3347/kjp.2017.55.2.129. Epub 2017 Apr 30. PMID: 28506034; PMCID: PMC5450955.

XIAO S, YIN P, ZHANG Y, ZHAO X, SUN L, YUAN H, LU J, HU S. Occurrence, genotyping, and health risk of *Cryptosporidium* and *Giardia* in recreational lakes in Tianjin, China. **Water Res**. 2018 Sep 15;141:46-56. doi: 10.1016/j.watres.2018.05.016. Epub 2018 May 10. PMID: 29775772.

YAN C, LIANG LJ, ZHENG KY, ZHU XQ. Impact of environmental factors on the emergence, transmission and distribution of Toxoplasma gondii. **Parasit Vectors**. 2016 Mar 10;9:137. doi: 10.1186/s13071-016-1432-6. PMID: 26965989; PMCID: PMC4785633.

ZHAO B, YE MS, ZHENG R. *Enterococcus gallinarum* meningitis: a case report and literature review. **BMC Infect Dis**. 2018 May 21;18(1):231. doi: 10.1186/s12879-018-3151-4. PMID: 29783937; PMCID: PMC5963013.

ZHAO YL, SUN SY, QIN HC, ZHU YL, LUO ZW, QIAN Y, CHEN S. Research progress on the mechanism of exercise against depression. **World J Psychiatry**. 2024 Nov 19;14(11):1611-1617. doi: 10.5498/wjp.v14.i11.1611. PMID: 39564183; PMCID: PMC11572674.

ZHU S, VANWORMER E, MARTÍNEZ-LÓPEZ B, BAHIA-OLIVEIRA LMG, DAMATTA RA, RODRIGUES PS, SHAPIRO K. Quantitative Risk Assessment of Oocyst Versus Bradyzoite Foodborne Transmission of *Toxoplasma gondii* in Brazil. **Pathogens.** 2023 Jun 25;12(7):870. doi: 10.3390/pathogens12070870. PMID: 37513717; PMCID: PMC10384504.