

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – CAMPUS DE FOZ DO
IGUAÇU
CENTRO DE EDUCAÇÃO, LETRAS E SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE PÚBLICA EM REGIÃO
DE FRONTEIRA – MESTRADO**

GUSTAVO STRIEDER SCHERER

**AVALIAÇÃO PARASITOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-
QUÍMICA DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO EM UM
MUNICÍPIO DE TRÍPLICE FRONTEIRA – BRASIL, PARAGUAI E ARGENTINA**

**FOZ DO IGUAÇU
2019**

GUSTAVO STRIEDER SCHERER

Avaliação parasitológica, microbiológica e físico-química da água destinada ao consumo humano em um município de tríplice fronteira – Brasil, Paraguai e Argentina

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública em Região de Fronteira – Mestrado, do Centro de Educação Letras e Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde Pública.

Área de Concentração: Saúde Pública em Região de Fronteira

ORIENTADORA: Profa. Dra. Neide Martins Moreira

COORIENTADOR: Prof. Dr. Diego Averaldo Guiguet Leal

**Foz do Iguaçu
2019**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Scherer, Gustavo Strieder
AVALIAÇÃO PARASITOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA
DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO EM UM MUNICÍPIO DE
TRÍPLICE FRONTEIRA ? BRASIL, PARAGUAI E ARGENTINA /
Gustavo Strieder Scherer; orientador(a), Neide Martins
Moreira; coorientador(a), Diego Averaldo Guiguet Leal,
2019.
110 f.

Dissertação (mestrado profissional), Universidade
Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Foz do Iguaçu,
Centro de Educação, Letras e Saúde, Programa de Pós-Graduação
em Saúde Pública em Região de Fronteira, 2019.

1. Água bruta; Água tratada. 2. Cryptosporidium. 3.
Giardia. 4. Fronteira. I. Moreira, Neide Martins . II.
Leal, Diego Averaldo Guiguet. III. Título.

SCHERER, GS. Avaliação parasitológica, microbiológica e físico-química da água destinada ao consumo humano em um município de tríplice fronteira – Brasil, Paraguai e Argentina. 110 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública em Região de Fronteira) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Orientadora: Neide Martins Moreira. Foz do Iguaçu, 2019. GUSTAVO STRIEDER SCHERER.

Aprovado em 24/04/2019

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Neide Martins Moreira (Orientadora)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste

Profa. Dra. Adriana Zilly
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste

Prof. Dr. Walfrido Kuhl Svoboda
Universidade Federal da Integração Latino-Americana - Unila

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conduzir na fé, esperança e caridade em todos os momentos da minha vida.

Agradeço a Secretária Municipal de Saúde de Foz do Iguaçu, Secretária de Estado da Saúde do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Universidade Estadual do Oeste do Paraná e a Companhia de Saneamento do Paraná pela disponibilidade e ajuda oferecidas durante o desenvolver da presente pesquisa.

Aos pais, Lúcia e Pedro e aos irmãos, Geferson, Paulo e William pelo amor, carinho e apoio em todos os momentos da minha vida.

A esposa e filha, Franciele e Sara, obrigado pela paciência, apoio, carinho e dedicação.

A orientadora Profa. Dra. Neide Martins Moreira e ao coorientador Prof. Dr. Diego Averaldo Guiguet Leal pela dedicação, paciência e pelos grandes ensinamentos. A realização deste projeto não teria sido possível sem a contribuição de ambos. Inúmeras palavras não seriam suficientes para expressar minha gratidão.

Aos colegas do mestrado pelas importantes sugestões e contribuições neste trabalho, além da agradável convivência.

Aos amigos do LACEN-PR pelo apoio e incentivo: Adso, Miriã, Irene, Paulinha, Lídia.

Aos discentes da UFPR, mestrando e graduandos, que notadamente contribuíram para a realização e execução do presente estudo, nomeadamente, a Amanda e Patrícia.

A equipe do RH do LACEN e da secretaria de Pós-Graduação do mestrado em Saúde Pública em região de fronteira por todo o suporte durante este período de mestrado.

E aos demais amigos e familiares que não foram citados por nomes, mas que não deixam de ter seu destaque em minha vida.

“O conhecimento nos faz responsáveis.” (C.G.)

SCHERER, GS. **AVALIAÇÃO PARASITOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO EM UM MUNICÍPIO DE TRÍPLICE FRONTEIRA – BRASIL, PARAGUAI E ARGENTINA.** 110 folhas. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública em Região de Fronteira) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Orientadora: Neide Martins Moreira. Foz do Iguaçu, 2019.

RESUMO

A água é indispensável a sobrevivência do ser humano, com ampla distribuição e fácil acesso a torna um dos principais veículos de patógenos na população. Como tentativa de garantir os cuidados primários à saúde, preconiza-se a pesquisa de parasitos, bactérias e determinação dos parâmetros físico-químicos para o atendimento dos padrões de qualidade da água a ser consumida. Os protozoários *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. possuem capacidade de resistir ao tratamento convencional de água, apresentando risco pela presença e preocupação para as autoridades sanitárias e empresas responsáveis pelo fornecimento de água para população. O objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade da água destinada ao consumo humano em região de tríplice fronteira antes e após o tratamento efetuado por duas Estações de Tratamento de Água (ETA) e em seis Centros Municipais de Educação Infantil (CMEI) quanto aos aspectos parasitológicos, microbiológicos e físico-químicos. O monitoramento de águas brutas (2 mananciais, n = 12 amostras) tratadas – ETA (n = 2/12 amostras) e CMEI (n = 6/36 amostras), 60 amostras no total, para a pesquisa de *Giardia* e *Cryptosporidium*, indicadores microbiológicos, *Pseudomonas aeruginosa*, perfil de resistência a antimicrobianos e demais parâmetros físico-químicos foi conduzido utilizando-se técnicas microbiológicas e parasitológicas convencionais e imunodiagnóstico de novembro de 2017 a abril de 2018 em Foz do Iguaçu. Os resultados obtidos foram comparados com os valores de referência preconizados pela legislação vigente de água para consumo humano no Brasil. Os resultados evidenciaram contaminação por protozoários em 11,6% (7/60) das amostras analisadas. Desse total, a presença de *Giardia* spp. foi detectada em 57,1% (4/7) amostras e *Cryptosporidium* spp. em 42,9% (3/7) amostras. *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. foram identificados em 8,3% das amostras de água tratada das ETA e cistos de *Giardia* em 2,8% das amostras de água do CMEI. Para a água bruta, 33,0% (4/12) foram positivas para, pelo menos, um dos protozoários. A análise de água tratada para bactérias indicadoras e *Pseudomonas aeruginosa* revelou contaminação em pequena fração de amostras. Os resultados demonstraram pela primeira vez a contaminação e a ubiquidade de *Cryptosporidium* e *Giardia* nos principais mananciais destinados ao abastecimento e tratamento de água em importante região turística do Brasil e, impacto de contaminação fecal na água tratada destinada ao consumo humano. Ressalta-se a necessidade de realizar o monitoramento sistemático de patógenos tanto em água bruta e especialmente em água tratada para proteção da saúde pública.

Palavras-chave: Água bruta; água tratada; *Cryptosporidium*; *Giardia*; *Pseudomonas aeruginosa*; Fronteira.

SCHERER, GS. **PARASITOLOGICAL, MICROBIOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF WATER INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION IN A MUNICIPALITY ON THE TRIPLE BORDER - BRAZIL, PARAGUAY AND ARGENTINA.** 110 f. Dissertation (Master in Public Health) – State University of Western Paraná. Supervisor: Neide Martins Moreira. Foz do Iguaçu, 2019.

ABSTRACT

Water is indispensable for the survival of the human, with wide distribution and easy access makes it one of the main vehicles of pathogens in the population. As an attempt to guarantee primary health care, it is recommended the research of parasites, bacteria and determination of physico-chemical parameters to search the water quality standards to be consumed. The protozoa *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* spp. have the capacity to withstand conventional water treatment, presenting a risk due to the presence and concern of the sanitary authorities and companies responsible for the supply of water for human consumption. The objective of this study was to evaluate the quality of water intended for human consumption in a triple border region before and after treatment by two water treatment (ETA) and in six municipal infant education centers (CMEI) regarding parasitological, microbiological and physicochemical aspects. The monitoring of raw water (2 sources n = 12 samples) treated – ETA (n = 2/12 samples) and CMEI (n = 6/36 samples), 60 samples in total, for the investigation of *Giardia* and *Cryptosporidium*, microbiological indicators, *Pseudomonas aeruginosa*, antimicrobial resistance profile and other physicochemical parameters were conducted using conventional microbiological and parasitological techniques and immunodiagnostic from November 2017 to April 2018 in Foz do Iguaçu. The results obtained were compared with the reference values recommended by the current water legislation for human consumption in Brazil. The results evidenced contamination by protozoa in 11.6% (7/60) of the analyzed samples. Of this total, the presence of *Giardia* spp. was detected in 57.1% (4/7) samples and *Cryptosporidium* spp. in 42.9% (3/7) samples. *Giardia* spp. and *Cryptosporidium* spp. were identified in 8.3% of the ETA treated water samples and *Giardia* cysts in 2.8% of the CMEI water samples. For raw water, 33.0% (4/12) were positive for at least one of the protozoa. The analysis of treated water for indicator bacteria and *Pseudomonas aeruginosa* revealed contamination in a small fraction of samples. The results demonstrated for the first time the contamination and the ubiquity of *Cryptosporidium* and *Giardia* in the main sources for water supply and treatment in an important tourist region of Brazil and the impact of fecal contamination on the treated water destined for human consumption. The need to carry out the systematic monitoring of pathogens in raw water and especially in treated water to protect public health is emphasized.

Keywords: Raw water; potable water; *Cryptosporidium*; *Giardia*; *Pseudomonas aeruginosa*; Border.

SCHERER, GS. **EVALUACIÓN PARASITOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO EN UN MUNICIPIO DE LA TRIPLE FRONTERA - BRASIL, PARAGUAY Y ARGENTINA.** 110 f. Dissertación (Maestría en Salud Pública) – Universidad del Estado del Oeste del Paraná. Líder: Neide Martins Moreira. Foz do Iguazu, 2019.

RESUMEN

El agua es indispensable para la supervivencia del ser humano, con una amplia distribución y fácil acceso, lo convierte en uno de los principales vehículos de patógenos en la población. Como un intento de garantizar la atención primaria de salud, se recomienda la investigación de parásitos, bacterias y la determinación de parámetros físico-químicos para buscar los estándares de calidad del agua a consumir. El protozoo *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* spp. Tener la capacidad de resistir el tratamiento convencional del agua, presentando un riesgo debido a la presencia y preocupación de las autoridades sanitarias y las empresas responsables del suministro de agua para consumo humano. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano en una región de triple frontera antes y después del tratamiento con dos tratamientos de agua (ETA) y en seis centros municipales de educación infantil (CMEI) con respecto a aspectos parasitológicos, microbiológicos y fisicoquímicos. El monitoreo de agua cruda (2 fuentes n = 12 muestras) tratadas - ETA (n = 2/12 muestras) y CMEI (n = 6/36 muestras), 60 muestras en total, para la investigación de *Giardia* y *Cryptosporidium*, indicadores microbiológicos, *Pseudomonas aeruginosa*, el perfil de resistencia a los antimicrobianos y otros parámetros fisicoquímicos se realizaron utilizando técnicas microbiológicas y parasitológicas convencionales e inmunodiagnóstico desde noviembre de 2017 hasta abril de 2018 en Foz de Iguazú. Los resultados obtenidos se compararon con los valores de referencia recomendados por la legislación actual sobre agua para consumo humano en Brasil. Los resultados evidenciaron contaminación por protozoos en 11.6% (7/60) de las muestras analizadas. De este total, la presencia de *Giardia* spp. se detectó en 57,1% (4/7) de muestras y *Cryptosporidium* spp en 42,9% (3/7) de muestras. *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. se identificaron en el 8,3% de las muestras de agua tratadas con ETA y en los quistes de *Giardia* en el 2,8% de las muestras de agua CMEI. Para el agua cruda, el 33.0% (4/12) fue positivo para al menos uno de los protozoos. El análisis de agua tratada para bacterias indicadoras y *Pseudomonas aeruginosa* reveló contaminación en una pequeña fracción de muestras. Los resultados demostraron por primera vez la contaminación y la ubicuidad de *Cryptosporidium* y *Giardia* en las principales fuentes de suministro y tratamiento de agua en una importante región turística de Brasil y el impacto de la contaminación fecal en el agua tratada destinada al consumo humano. Se enfatiza la necesidad de llevar a cabo el monitoreo sistemático de patógenos en el agua cruda y especialmente en el agua tratada para proteger la salud pública.

Palabras Clave: Agua bruta; agua tratada; *Cryptosporidium*; *Giardia*; *Pseudomonas aeruginosa*; Frontera.

LISTA DE SIGLAS

AB	Água Bruta
AT	Água Tratada
CLSI	<i>Clinical and Laboratory Standards Institute</i>
CMEI	Centro Municipal de Educação Infantil
CQA	Controle de Qualidade Analítica
CRL	Cloro Residual Livre DAPI 4',6-Diamidino-2-fenilindol (Fluoróforo)
DIC	<i>Diferencial Interference Contrast</i> (Microscopia de Contraste de Interferência Diferencial)
ETA	Estação de Tratamento de Água
EUA	Estados Unidos da América
FITC	Isotiocianato de Fluoresceína
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IPR	Initial Precision and Recovery (Precisão Inicial e Recuperação)
LACEN/PR	Laboratório Central do Estado do Paraná
N.A.	Não se aplica
NMP	Número Mais Provável
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PCA	<i>Plate Count Agar</i>
PR	Paraná
RIFD	Reação de Imunofluorescência Direta
S.A.	Sociedade Anônima
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SD	Desvio padrão
SESA/PR	Secretária de Estado da Saúde do Paraná
SMS	Secretária Municipal de Saúde
spp.	Espécies
SUS	Sistema Único de Saúde
UFC	Unidade Formadora de Colônias
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNIOESTE	Universidade Estadual do Oeste do Paraná
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
uT	Unidade de Turbidez
UT	Unidade de Tratamento
VS	Vigilância em Saúde
WHO	<i>World Health Organization</i>
WWAP	Programa Mundial de Avaliação da Água

LISTA DE SÍMBOLOS

L	litros
min	minutos
mL	mililitros
μL	microlitros
\leq	menor ou igual
®	registered
μ	mícrons ou micra
°C	graus celsius
\geq	maior ou igual
%	por cento
r	correlação
seg	segundos
V	volume

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esgotamento sanitário do município de Foz do Iguaçu	24
Figura 2 – Bacias Hidrográficas que compõem a região três do Paraná.	25
Figura 3 – Etapas do tratamento convencional de água nas ETA do município de Foz do Iguaçu - PR.	27
Figura 4 – Climatologia do município de Foz do Iguaçu	28
Figura 5 – Localização da ETA 171 e local de captação de água do rio Tamandúá.	42
Figura 6 – Localização da ETA 172 e local de captação de água no rio Paraná.	43
Figura 7 – Estações de Tratamento de Água 171 e 172 da SANEPAR e respectivos CMEI abastecidos do município de Foz do Iguaçu.	44
Figura 8 – Distritos sanitários do município de Foz do Iguaçu - PR e distribuição espacial das ETA e CMEI monitorados.	45
Figura 9 – Etapa de filtração das amostras de água bruta da ETA 171, mês de janeiro de 2018, eluição e raspagem das membranas.	47
Figura 10 – Lâmina de imunofluorescência direta contendo amostras de água bruta.	48
Figura 11 – Contagem em placa de bactérias heterotróficas em amostras de água	52
Figura 12 – Inoculação, leitura e determinação do perfil microbiano das amostras de água monitoradas	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estações de tratamento de água da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) presentes no município de Foz do Iguaçu e número de CMEI abastecidos (2018).....	48
Tabela 2 - Positividade para <i>Cryptosporidium</i> spp. e <i>Giardia</i> spp. e concentração por litro de oocistos e cistos em Águas Brutas e Tratadas em Foz do Iguaçu, no período de novembro de 2017 a abril de 2018.	57
Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos da Água Bruta (AB) e Água Tratada (AT) e em Centros Municipais de Educação Infantil (CMEI) de Foz do Iguaçu durante o período de Novembro de 2017 a Abril de 2018.....	58
Tabela 4 – Análises microbiológicas de águas brutas (AB), água tratadas (AT) e CMEI das EA 171 e 172 em Foz do Iguaçu, no período de novembro de 2017 à abril de 2018.....	59
Tabela 5 - Perfis de resistência antimicrobiana e espécies identificadas a partir de 10 isolados de <i>Enterococcus</i> provenientes de diferentes amostras hídricas	60
Tabela 6 – Descrição dos CMEI abastecidos pela ETA 171, município de Foz do Iguaçu - PR, 2018.....	85
Tabela 7 – Descrição dos CMEI abastecidos pela ETA 172, município de Foz do Iguaçu - PR, 2018.	86

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVO	19
2.1 Objetivos Específicos	19
3. QUADRO TEÓRICO	20
3.1 A água: disponibilidade e qualidade	20
3.2 Água e saúde pública	20
3.3 Água nas escolas	21
3.4 Região de fronteira	22
3.4.1 Aspectos socioeconômicos e sanitários da região de tríplice fronteira (Brasil, Paraguai e Argentina)	22
3.4.2 Água em região de tríplice fronteira (Brasil, Paraguai e Argentina)	24
3.4.3 Caracterização do tratamento de água distribuída em região de fronteira	25
3.5 Características pluviométricas da região de tríplice fronteira (Brasil, Paraguai e Argentina)	27
3.6 Doenças de veiculação hídrica	28
3.6.1 Protozoários patogênicos transmitidos pela água	28
3.6.1.1 Caracterização do protozoário <i>Giardia</i> spp.	31
3.6.1.2 Caracterização do protozoário <i>Cryptosporidium</i> spp.	34
3.6.2 Indicadores microbiológicos de contaminação fecal e bactérias patogênicas transmitidas através da água	37
3.6.3 Indicadores físico-químicos da água para consumo humano .. .	38
4. PERCURSO METODOLÓGICO	40
4.1 Local, delineamento do estudo e aspectos legais.	40
4.1.1 Execução do estudo	40
4.2 Caracterização dos locais de amostragem.	41
4.2.1 Coleta de amostras de águas brutas e tratadas dos principais mananciais e estações de tratamento de água do município de Foz do Iguaçu.	41

4.2.2 Coleta de amostras hídricas de Centros Municipais de Educação Infantil (CMEI) do município de Foz do Iguaçu.	44
4.2.3 Identificação, transporte e conservação das amostras	45
4.3 Exame parasitológico de amostras de água	46
4.3.1 Coleta e preparo das amostras	46
4.3.2 Processamento das amostras hídricas	47
4.3.3 Visualização por Reação de Imunofluorescência Direta para pesquisa de cistos de <i>Giardia</i> e oocistos de <i>Cryptosporidium</i>	48
4.3.3.1 Critérios de positividade para os protozoários	49
4.3.4 Cálculo do número de oocistos e/ou cistos encontrados por litro	50
4.4 Determinação dos parâmetros físico-químicos	50
4.5 Análise microbiológica das amostras de água	51
4.5.1 Quantificação de bactérias heterotróficas em água	51
4.5.2 Determinação quantitativa de Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> em água	52
4.5.3 Pesquisa de <i>Enterococcus</i> spp.	53
4.5.4 Determinação de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> em água para consumo humano	53
4.5.5 Identificação bacteriana.	53
4.5.5.1 Perfil de sensibilidade aos antimicrobianos	54
4.6 Valores de referência para amostras de água para consumo humano	55
4.7 Tabulação de dados e análise estatística	56
5. RESULTADOS	57
6. DISCUSSÃO	62
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICES	85
ANEXOS	88

1.INTRODUÇÃO

A água atua em funções essenciais ao funcionamento adequado do organismo, como em atividades metabólicas e manutenção da homeostase. Este recurso natural encontra-se em abundância na superfície do planeta Terra, entretanto, somente 3% correspondem à água doce e, deste total, 98% encontra-se na condição de água subterrânea (CONNOR; KONCAGÜL, 2015).

A pequena fração de água doce disponível, considerada de fácil acesso para as diversas atividades humanas – socioeconômicas, industriais, agropecuárias e consumo – é proveniente de rios, lagos e represas. Contudo, uma questão atual e com importantes implicações em saúde pública reside na qualidade e sanidade da água que será destinada ao consumo humano (AUGUSTO et al., 2012).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) e seus países membros, “todas as pessoas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”. Tal citação se refere a uma oferta de água que não represente danos ou ameaça significativa à saúde e, que a disponibilidade da mesma, seja ideal para atender a todas as necessidades a um custo condizente e de forma ininterrupta (WHO, 2011).

O Brasil é considerado o maior depositário natural de águas doces do planeta. Porém, o país apresenta graves problemas de cunho econômico, social e ambiental relacionado com a água: - situações de falta de água; - desperdício; baixa qualidade devido à contaminação química (metais tóxicos) ou por microrganismos patogênicos e, devido a desastres ambientais, como rompimentos de barragens, que comprometem a qualidade da água, dos ecossistemas e da fauna (DOWBOR; TAGNIN, 2005; FRANCO, 2007; AUGUSTO et al., 2012; LE SÁNCHEZ et al., 2018).

Neste sentido, o município de Foz do Iguaçu, situado em região de tríplice fronteira e a extremo oeste do estado do Paraná, destaca-se pela sua localização privilegiada (confluência dos Rios Paraná e Iguaçu) e, devido à ampla disponibilidade e uso da água. A cidade está diretamente ligada ao turismo relacionado às Cataratas de Iguaçu e o uso de água na geração de energia elétrica (Itaipu Binacional) (CURY; FRAGA, 2013).

A ampla quantidade de água doce disponível na região é benéfica. Entretanto, a poluição dos recursos hídricos oriunda principalmente de atividades antrópicas, tornam a população vulnerável e suscetível à aquisição de doenças de veiculação hídrica (AUGUSTO et al., 2012; SPILKI, 2015).

Os riscos à saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias: 1) riscos relativos à água contaminada com material fecal humano e animal - destinada ao consumo humano ou mediante ingestão acidental de águas recreacionais contendo vírus, bactérias patogênicas e parasitos; 2) através de contato com insetos que necessitam da água para desenvolvimento de parte ou a totalidade de seu ciclo biológico (AMARAL et al., 2003; SATO et al., 2013; COELHO et al., 2017; LEAL et al., 2018).

O monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano no Brasil é realizado conforme Portaria n.º 5 de 2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011; BRASIL, 2017). Desta forma, como tentativa de garantir os cuidados primários à saúde, preconiza-se a pesquisa de indicadores microbiológicos para a determinação da contaminação fecal da água. Tal aferição, usualmente é feita mediante isolamento e enumeração de enterobactérias, sendo que sua presença é uma evidência de que ela está contaminada com material fecal de origem humana ou de outros animais homeotérmicos, podendo representar um risco para a população (STANDRIDGE, 2008; LUYT et al., 2012; BARBOSA-VASCONCELOS et al., 2018).

Entretanto, salienta-se que embora a pesquisa microbiológica seja rotineiramente adotada pelo Brasil e por outros países, as mesmas são inativadas ou removidas mais rapidamente do ambiente, quando comparados à resistência de vírus entéricos e protozoários patogênicos, sendo ambos os grupos de patógenos não contemplados em legislações nacionais na água final destinada ao consumo humano (BRASIL, 2017; PLUTZER et al., 2018; SQUIRE; RYAN, 2017; JÚLIO et al., 2012; RAMO et al., 2017).

Outra questão está relacionada às tecnologias disponíveis para inativação de patógenos em água antes desta ser distribuída para a população, sendo que devido à facilidade de utilização e baixo custo, a adição de cloro é a mais amplamente utilizada por diversos países, inclusive o Brasil (BRASIL, 2011; FUJIOKA; SOLO-GABRIELE; BYAPPANAHALLI; KIRS, 2015).

A natureza robusta de oocistos e cistos de *Cryptosporidium* e *Giardia* respectivamente confere ampla resistência ambiental aos protozoários. Além disso, ambos estádios evolutivos apresentam resistência ao tratamento convencional de água especialmente à etapa de desinfecção química empregada com cloro e seus derivados (BETANCOURT; ROSE, 2004). Por estas razões, os protozoários constituem importante causa de surtos epidêmicos de veiculação hídrica. Dentre estes, merecem especial menção: *Giardia duodenalis*, *Cryptosporidium* spp., *Entamoeba histolytica*, *Toxoplasma gondii* e

Cyclospora cayetanensis em escala mundial. Entretanto, *Cryptosporidium* e *Giardia*, são os protozoários mais frequentemente identificados como agentes etiológicos causadores de surtos de veiculação hídrica *Cryptosporidium* spp. (BALDURSSON; KARANIS, 2011; MAHMOUDI et al., 2015; EFSTRATIOU; ONGERTH; KARANIS, 2017; ROSADO-GARCÍA et al., 2017).

Até o ano de 2010, 524 episódios de surtos de doenças diarreicas em seres humanos devido à presença de protozoários patogênicos veiculados pela água em todo o mundo foram notificados. *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp., foram os agentes etiológicos predominantes em 285 e 202 surtos epidêmicos respectivamente (PLUTZER; KARANIS, 2016).

Em atualização recente quanto aos surtos de veiculação hídrico ocasionados por protozoários patogênicos em escala mundial, verificou-se que no período de 2011 a 2016, em um curto período de tempo (5 anos), foram relatos 381 surtos, correspondendo a um aumento dos mesmos em nações desenvolvidas (EFSTRATIOU; ONGERTH; KARANIS, 2017). Destes, 63% foram ocasionados por espécies de *Cryptosporidium* e 37% por *Giardia duodenalis*.

Diante do exposto e considerando que não existem dados especialmente no que tange à epidemiologia ambiental e monitoramento de protozoários parasitos nos mananciais, água tratada e distribuída para os Centros Municipais de Educação Infantil de Foz do Iguaçu - Paraná e também, com o desígnio de complementar as ações de vigilância em saúde relacionada à água, este estudo teve como principal abordagem, avaliar a qualidade da água destinada ao consumo humano nesta importante região turística do país.

Assim sendo, o propósito primário no que concerne a avaliação dos aspectos parasitológicos, microbiológicos e físico-químicos da água é a proteção à saúde pública. Nesse sentido, os critérios adotados para assegurá-la têm por objetivo fornecer subsídios para o desenvolvimento de ações que, se adequadamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução da concentração mínima de constituintes na água conhecidos por serem danosos e perigosos à saúde humana.

2. OBJETIVO

Avaliar a qualidade da água destinada ao consumo humano no município de Foz do Iguaçu - PR (região de fronteira) antes e após o tratamento efetuado por duas ETA e em seis CMEI quanto aos aspectos parasitológicos, microbiológicos e físico-químicos.

2.1 Objetivos Específicos

- Verificar a ocorrência natural de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. na água bruta dos rios Paraná e Tamanduá do município de Foz do Iguaçu - PR;
- Realizar análises parasitológicas da água tratada de duas ETA e de seis CMEI visando comprovar a ausência dos protozoários patogênicos *Cryptosporidium* e *Giardia* na água destinada ao consumo humano no município de Foz do Iguaçu - PR;
- Caracterizar os aspectos microbiológicos e físico-químicos das águas brutas (rio Paraná e Tamanduá) e tratadas (ETA e CMEI);
- Determinar o perfil de sensibilidade aos antimicrobianos dos isolados bacterianos em água;
- Verificar a eventual correlação entre indicadores microbiológicos, parâmetros físico-químicos e a ocorrência dos protozoários nas águas analisadas.

3. QUADRO TEÓRICO

3.1 A água: disponibilidade e qualidade

Em âmbito global, a demanda por água é crescente. A população mundial necessita de água potável em quantidade e qualidade necessária para atender as suas necessidades e para garantir sua sobrevivência. Em função do aumento da expectativa de vida, a intensificação da produção industrial e de energia e manutenção do setor agrícola, o consumo de água quadruplicou na última década. A urbanização acelerada e a expansão dos sistemas urbanos de abastecimento de água e saneamento também contribuem para a demanda crescente (WHO, 2017).

Estima-se que a população mundial aumentará expressivamente e chegará em 9,3 bilhões de pessoas em 2050, sendo que a grande maioria, cerca de 6,3 bilhões, estará em áreas urbanas (ONU, 2017).

De acordo com o relatório da UNESCO (2017), a qualidade da água em todo o mundo merece atenção, visto que as práticas humanas têm comprometido a qualidade de água disponível, principalmente devido ao aumento do despejo de esgotos não tratados, combinado com o escoamento agrícola e as águas residuais despejadas de forma inadequada pela indústria. Os indicadores atuais da qualidade da água demonstram que em todo o mundo cerca de 3 em cada 10 pessoas, ou 2,1 bilhões de pessoas, não têm acesso à água potável disponível em casa e, 6 em cada 10, ou 4,5 bilhões, carecem de saneamento seguro, de acordo com o relatório da OMS publicado em 2017 (WHO, 2017).

Nesse sentido, existe uma estreita ligação entre a questão da contaminação e as infecções transmitidas através da água causada por bactérias, vírus e protozoários (COELHO et al., 2017).

Logo, é preciso compreender a magnitude do problema. A contaminação da água e os riscos inerentes à mesma podem acarretar severos danos à saúde pública, associados a infecções e consequentes surtos pelo mundo relacionados à água (WHO, 2017).

3.2 Água e saúde pública

A preocupação com a qualidade da água para consumo humano não é recente. Nos anos 90 passou-se a valorizar as etapas da coleta, análise e ações envolvidas no seu

processamento, com intuito de garantir a prevenção e controle acerca da qualidade da água (FREITAS; FREITAS, 2005; GIATTI, 2007).

Nos últimos anos, um dos focos de muitos grupos de pesquisa têm sido a avaliação do impacto das mudanças climáticas associadas a ações diretas ou indiretas do ser humano no meio ambiente, buscando compreender suas causas e consequências e propor intervenções sobre as repercussões dessas mudanças relacionando-as às condições de saúde e propondo uma avaliação conjunta da saúde humana, abordagem única que inclui o meio ambiente.

O cenário de mudanças climáticas e ambientais em escala mundial acarretam mudanças sobre as condições de saúde da população: influenciam e alteram os ciclos biogeoquímicos, afetando, sobretudo a qualidade da água, propiciando o aumento e contribuindo para dispersão e emergência de doenças de veiculação hídrica (BARCELLOS et al., 2009; MCMICHAEL; WOODRUFF; HALES, 2006; PACHAURI; MEYER, 2014).

Outros fatores que influenciam na contaminação da água, são as grandes redes e sistemas de distribuição, assim como, grandes reservatórios de água distribuídos pela cidade. O sistema de distribuição de água é complexo e extenso, neste caso, pode funcionar como um veículo de distribuição e difusão de agentes infecciosos para a população que consome a água. Os reservatórios podem atuar como locais de amplificação de riscos, uma vez que, se não forem corretamente vedados e realizadas manutenções periódicas, podem atuar como fontes de contaminação da água (FRISBIE; MITCHELL; SARKAR, 2015).

3.3 Água nas escolas

No ambiente escolar, a educação, as ações e serviços de saúde são estabelecidos como um dever do Estado assegurados no Estatuto da Criança e do Adolescente (CARACIOLA; ASSIS, 2015) e registrado também na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996).

As crianças em idade pré-escolar passam a maior parte do seu tempo diário nas escolas. Local este, onde acontecem etapas do desenvolvimento inicial do educando dentro do ambiente de ensino, e também interações relacionadas com o meio ambiente, processo saúde doença e consumo de água (SILVEIRA; CARDOSO, 2011).

A água entra em contato com os educandos não somente pela ingestão oral. É um ingrediente presente no preparo de alimentos, para lavar materiais e insumos utilizados pelas

crianças, durante a higienização das mesmas e está inserida em atividades recreativas. Diante do fato da água estar presente no cotidiano da criança, ocorre monitoramento da água nas escolas. Nesse sentido, inclui-se o acompanhamento dos serviços básicos de água potável, saneamento e higiene nas pré-escolas (ANANIAS; MARIN, 2012; MARTINS et al., 2015).

As escolas são ambientes que recebem grandes contingentes populacionais, logo se têm preocupações com a qualidade da água, a quantidade de água e a acessibilidade do ponto da água para todos os usuários. Um grande problema de saúde pública da faixa etária em idade pré-escolar está relacionado ao fato de crianças apresentarem frequentemente diarreia e algumas de suas complicações, relacionadas à possível problema na água consumida (ICHIHARA et al., 2014).

Os CMEI são locais de inserção, socialização e desenvolvimento integral de crianças de 0 a 6 anos. Sua função educativa, mais ampla, é promover a integração das famílias e a comunidade, garantindo direitos fundamentais dos indivíduos, perpassando por garantir sua saúde (FOZ DO IGUAÇU, 2018).

3.4 Região de fronteira

3.4.1 Aspectos socioeconômicos e sanitários da região de tríplex fronteira (Brasil, Paraguai e Argentina)

Foz do Iguaçu, importante cidade do extremo oeste do estado do Paraná, está localizada na região Sul do Brasil, no terceiro planalto paranaense. Geograficamente, faz divisa ao norte com o município de Itaipulândia, ao leste com as cidades de São Miguel do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipu, ao sul com a cidade argentina de Puerto Iguazu e a oeste com a cidade paraguaia de Ciudad del Este (MARTINS; RUSCHMANN, 2010).

A região de tríplex fronteira, apresenta-se com direitos e desigualdades pronunciadas. O nível de organização local remete para marcantes desafios na construção deste espaço, nas quais os limites e as formas de interação são fluídas e incertas, marcada pela intensa mobilidade populacional (NOGUEIRA; SILVA, 2009).

Como característica desta região de tríplex fronteira, têm-se um espaço territorial com constante interação da população dos três países. A região é um bom exemplo para o mundo de convivência pacífica entre os povos de diferentes costumes e religiões.

De acordo com a Delegacia da Receita Federal de Foz do Iguaçu - PR, a cidade possui 81 etnias (NASSER, 2014). Os Paraguaiois lideram essa contagem, ao todo são 3913 moradores do país vizinho. Na sequência, residiam na cidade 1810 moradores da Ásia Ocidental, principalmente libaneses. Os chineses representavam o terceiro maior contingente populacional da cidade com 1316 moradores (NASSER, 2014).

Do ponto de vista geográfico, na região de fronteira, segundo Peiter (2005), existem os espaços definidos e delimitados, no entanto, a construção socioespacial desse território apresenta a porosidade das relações, interação e fluxos.

Nesse aspecto dinâmico de relações, serviços e fluxos, tem destaque a continuidade territorial. Indivíduos que estão em um lado do espaço, em um determinado momento - consumindo água e alimentos - em outro, estão inseridos no país vizinho, com outras características sociais, culturais, políticas, de saneamento e saúde (NEVES; CAMARGO, 2015).

Foz do Iguaçu está em um dos lados da singularidade e particularidade específica da fronteira. A cidade está inserida em uma área de transição demográfica e populacional e apresenta facilidades nas condições de acessibilidade (WINTER; CAMPOS; DAIN; KORNIS; CUNHA, 2009).

A infraestrutura de Foz do Iguaçu atrai população de diversos lugares, sendo constituída por comerciantes informais, caminhoneiros, trabalhadores das cidades vizinhas, entre outros. Também, é uma das maiores cidades de toda a faixa de fronteira. No entanto, detêm uma significativa presença de atividades informais (MARQUES et al., 2009; BRASIL, 2018).

No ano de 2017 e 2018, visitaram a cidade em cada ano, cerca de 2 milhões de pessoas (FOZ DO IGUAÇU, 2017). Esse intenso fluxo de pessoas, estabelece um constante estado de atenção das ações em saúde pública e cuidados com a água que é consumida na região de fronteira.

O movimento de pessoas na região se manteve em crescimento, no ano de 2018, segundo dados publicados pelas Cataratas S/A e pelo ICMBio: o número de estrangeiros que visitou o Parque Nacional do Iguaçu superou 800 mil turistas (BRASIL, 2018).

Os atrativos turísticos, somados ao comércio no Paraguai, tornam a cidade de Foz do Iguaçu o terceiro local mais visitado do país (CURY; FRAGA, 2013). A cidade atende importante fluxo de turismo interno e de estrangeiros, tal aspecto remete ao atendimento de demandas nas diversas áreas, em especial, saúde e água consumida.

A população estimada da cidade em 2017 foi de 264 044 pessoas, sendo o sétimo município paranaense por população residente (IBGE, 2017). Em 2018 a população estimada foi de 258,823 habitantes (IBGE, 2018).

Segundo as informações do IBGE (2017), a mortalidade infantil média na cidade é de 13,55 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido à diarreia configuram 0,1 para cada 1.000 habitantes. O esgotamento sanitário atende 75,3% do município (Figura 1), estando adequado por atender mais de 70,0 % da população. No entanto, apresenta intensas desigualdades regionais e entre a população e no acesso aos serviços de água e esgoto.

O estado do Paraná apresenta como principais dados de saneamento: índice de atendimento total de rede de água de 93,33%; coleta de esgoto referido aos municípios que compõem o estado em 67,86%; tratamento de esgoto referido à água consumida de 69,77% e perdas de água na distribuição em torno de 34,73% (BRASIL, 2018).

Figura 1 – Esgotamento sanitário do município de Foz do Iguaçu - PR



Fonte: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/foz-do-iguacu/panorama>> Acessado em: 25 set.2017.

3.4.2 Água em região de tríplice fronteira (Brasil, Paraguai e Argentina)

A água no extremo oeste do Paraná divide países e caracteriza os territórios em três fronteiras. Compondo cada um dos espaços estão as cidades de Foz do Iguaçu, Puerto Iguazu

e Ciudad del Leste. Cada uma delas com suas características econômicas, sociais, políticas e com sistemas de saúde e saneamento próprios (WINTER et al., 2009; CURY; FRAGA, 2013).

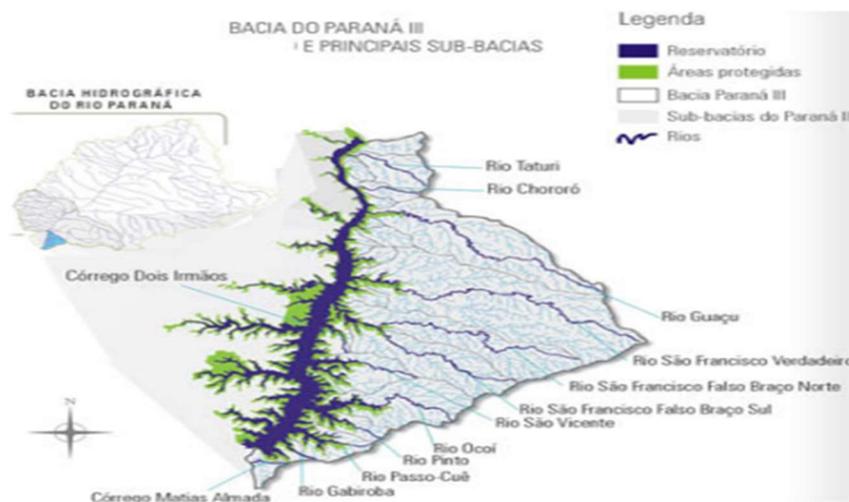
A tríplice fronteira, de acordo com a definição do subsistema socioambiental, apresenta motivos de integração entre Brasil e Argentina devido às Cataratas e o Parque Nacional do Iguaçu e, entre Brasil e Paraguai, devido à instalação da Usina Hidroelétrica Itaipu Binacional (NEVES; CAMARGO; NEVES, 2015).

O reservatório da Itaipu, com 1,350 km² de área inundada, possui reservatório extenso, sendo 770 km² no lado brasileiro e 580 km² no lado paraguaio, sendo o sétimo em tamanho no Brasil. Nas suas margens o contato com a água é direto devido aos terminais turísticos, balneários e praias localizadas em oito cidades: Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu, São Miguel do Iguaçu, Itaipulândia, Missal, Entre Rios do Oeste e Guaíra (ITAIPU, 2017).

A rede hidrográfica do território paranaense que drena suas águas diretamente no reservatório de Itaipu com cerca de 8.000 km² é denominada Bacia do Paraná III, subdividida em 13 sub-bacias, (Figura 2).

Em torno de 900.000 pessoas habitam essa região. Relativamente ao IDH-M, os índices situam-se entre 0,676 e 0,850, e o saneamento básico atende 50,0% das maiores aglomerações, com índices precários nos pequenos centros urbanos. A economia baseia-se no setor primário, agroindustrial, com alguns focos de industrialização, no centro oeste do estado e concentração turística no extremo oeste, região da tríplice fronteira com a Argentina e Paraguai (PARANÁ, 2017).

Figura 2 – Bacias Hidrográficas que compõem a região três do Paraná.



Fonte: Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (2017).

3.4.3 Caracterização do tratamento de água distribuída no município de Foz do Iguaçu

As ETA são locais que garantem a proteção à saúde da população, uma vez que sua principal função é produzir água potável. Sua matéria-prima é a água no estado bruto, captada a partir de mananciais. Sendo assim, o processo de tratamento de água dito convencional, apresenta com a principal finalidade a remoção de impurezas presentes na água provenientes da formação geológica do manancial e de atividades poluidoras ativas, inseridas nas áreas próximas (TARTARI et al., 2011).

Existem duas ETA no município de Foz do Iguaçu - PR, denominadas de ETA 171 e 172, localizadas no rio Tamanduí e Paraná, respectivamente. Ambas realizam o tratamento convencional completo da água através dos processos de adução, coagulação, floculação, filtração, desinfecção por cloração, fluoretação, estocagem e distribuição (SANEPAR, 2018).

As etapas de tratamento de água iniciam-se com a captação de água bruta, sendo conduzidas ao tanque de coagulação. São adicionados coagulantes, sendo os mais comuns, sulfatos de alumínio ou ferro, e também, quando a turbidez apresenta-se elevada, adicionam-se auxiliares de coagulação, como polímeros ou sílica (FRAZÃO; PERES; CURY, 2010).

Nas ETA do município de Foz do Iguaçu, é adicionado à água bruta o coagulante policloreto de alumínio, inorgânico, catiônico, pré-polimerizado, que garante a desestabilização das partículas em suspensão para união catiônica, garantindo a formação de flocos com maior peso (PIECHNICKI; KOVALESKI; SOUZA, 2011).

Na sequência, inicia-se o processo de floculação, realizado em flocladores, onde se formam os flocos de forma lenta e agregativa. Os flocos seguem seu fluxo em direção aos decantadores de alta taxa, e por ação da gravidade, precipitam e acondicionam-se no fundo. Os flocos formados apresentam densidade maior que a da água, e passam ao processo de decantação ou clarificação da mesma (TARTARI et al., 2011).

Na subsequência, ocorre a etapa de filtração, a água passa por filtros que retêm as partículas menores que não foram captadas na etapa anterior. As impurezas ainda presentes são retidas em filtros convencionais existentes, formando uma manta de lodo e a água clarificada direcionada às fases de desinfecção e correção do pH, para posteriormente serem aduzidas ao reservatório de distribuição (Figura 3). Etapa essa, onde ocorre significativa remoção de estruturas infectantes, como cistos e oocistos de parasitos (CANTUSIO NETO; FRANCO, 2004).

Após o processo de filtração, o cloro é utilizado com o objetivo de eliminar os microrganismos, bactérias e vírus. Em seguida, a água recebe um alcalinizante para correção do pH. Ao final, à água é adicionado flúor ou derivados, etapa chamada de fluoretação (RAMIRES; BUZALAF, 2007; CARVALHO et al., 2011).

Figura 3 – Etapas do tratamento convencional de água nas ETA do município de Foz do Iguaçu - PR.

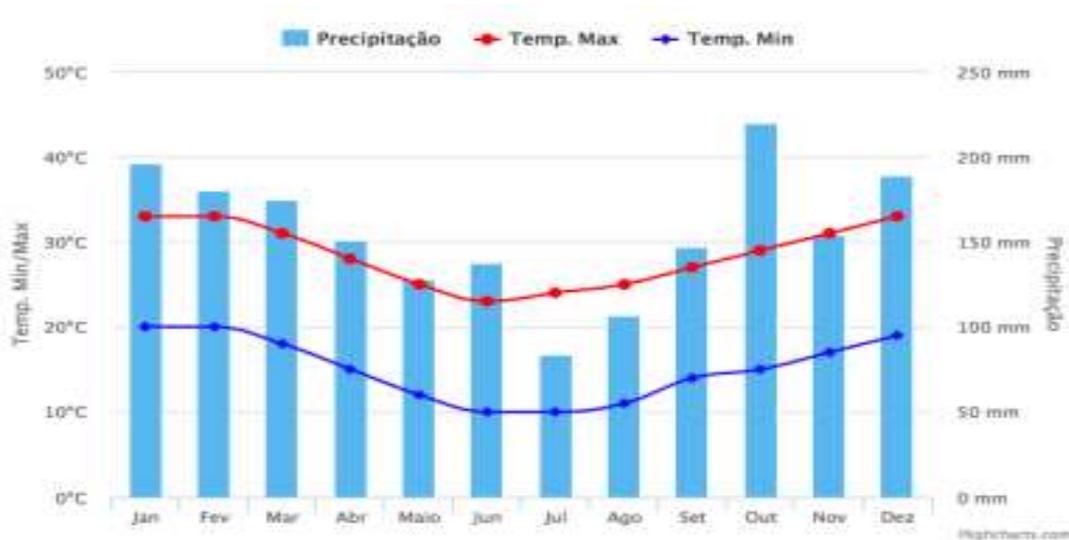


Fonte: Sanepar (2018) e Autor (2018).

3.5 Características pluviométricas da região de tríplice fronteira (Brasil, Paraguai e Argentina)

Os índices pluviométricos do município de Foz do Iguaçu - PR denotam as variações climatológicas ao longo do ano de 2017. Conforme dados da Figura 4, as médias de temperatura e precipitação publicadas pelo Climatempo (2018) são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos. Períodos de seca, compreendem os meses de maio a setembro, e de chuvas frequentes, os meses de outubro a abril de cada ano.

Figura 4 – Climatologia do município de Foz do Iguaçu - PR.



Fonte: Clima tempo (2018).

3.6 Doenças de veiculação hídrica

A água atua como importante veículo de enfermidades de origem infecciosa e parasitária, o que torna primordial conhecer os microrganismos envolvidos, realizar o monitoramento periódico de patógenos e, implantação de um sistema de saneamento que interrompa o ciclo de transmissão das doenças.

3.6.1 Protozoários patogênicos transmitidos pela água

O consumo de água contaminada em todo o mundo por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde, principalmente em regiões em desenvolvimento, afetando os países da América Latina (ROSADO-GARCÍA et al., 2017).

Algumas doenças parasitárias são consideradas negligenciadas e re-emergentes, tornam-se preponderantes em saúde pública quando associadas a agravantes, principalmente as diarreias (MACKEY et al., 2014).

Apresentam maior prevalência em crianças, principalmente as que estão em centros escolares de educação infantil. Quanto às parasitoses, fazem parte desse elenco às helmintoses e especialmente as protozooses intestinais como a giardiose e criptosporidose (THOMPSON, 2000; EDITORS, 2008; COELHO et al., 2017).

No Brasil, em crianças de 0 a 5 anos, idade pré-escolar, as parasitoses causadas por *Cryptosporidium* spp. e *Giardia duodenalis* representam uma importante causa de morbidade, como também, têm sido detectado com frequência em fezes de crianças com diarreia persistente (GONÇALVES et al., 2006; CARVALHO-ALMEIDA et al., 2006).

Teixeira, Heller Barreto (2007) relataram uma prevalência de *Giardia* em 18% das crianças em um estudo epidemiológico transversal, com 590 crianças, na cidade de Juiz de Fora, Brasil. Dessa forma, os dados corroboram que há alta prevalência de giardioses em crianças atendidas em creches no Brasil, principalmente naquelas localizadas em áreas pobres.

Um estudo recente, conduzido na região de fronteira, determinou a prevalência de giardiose entre crianças em idade pré-escolar no município de Foz do Iguaçu - PR. Os dados preliminares, demonstraram ocorrência preponderante de *Giardia duodenalis* nas amostras dos educandos que frequentam os CMEI investigados (CARVALHO; MOREIRA, 2016).

Em relação à transmissão pela água, *Cryptosporidium* e *Giardia* figuram entre os principais protozoários que causam diarreia em seres humanos. Ambos os protozoários parasitos apresentam características em comum, como a ampla resistência e longevidade no ambiente, que favorecem sua transmissibilidade pela via hídrica e alimentar (LEAL et al., 2013; FAO, 2014; FRANCO et al., 2016; COELHO et al., 2017).

É importante considerar que tanto a giardiose quanto a criptosporidiose apresentam elevado potencial de disseminação pela via hídrica ou alimentar e que a ingestão de baixas doses de ambos os protozoários parasitos são suficientes para ocasionar infecções - 25 a 100 cistos de *Giardia* e entre 9 a 1042 oocistos de *Cryptosporidium*, sendo que a média, para ambos, corresponde a ingestão de apenas 10 (oo)cistos (ROSE; HUIMAN; GENNACCARO, 2002; QUIHUI et al., 2010; COELHO et al., 2017).

Um dos desafios em águas de abastecimento público consiste na detecção dos protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia*, visto que a mesma é complexa, laboriosa e ainda apresenta custo proibitivo para a maioria dos países em desenvolvimento ou emergentes, incluindo o Brasil (ROSADO-GARCÍA et al., 2017; COELHO et al., 2017).

Para tanto, num período de 10 anos, diversos autores elencaram estudos que utilizaram a metodologia da Agência de Proteção Ambiental do Estados Unidos (USEPA 1623), com a atualização do método de referência mundial publicada em anos recentes (1623.1) com boa sensibilidade e especificidade de detecção destes protozoários em água (USEPA, 2012; GIGLIO et al., 2015).

Coelho e colaboradores no ano de 2017 realizaram revisão sistemática acerca de diversos aspectos da transmissibilidade de giardiose no Brasil, entre eles, sua detecção em água. Os autores concluíram que *Giardia* spp. apresenta ubiquidade em ambientes aquáticos no país e, que poucos estudos conduzidos no Brasil, de fato, realizam todas as etapas preconizadas pelo método de referência americano. Além disso, o método de concentração de amostras hídricas por filtração em membranas é o mais amplamente utilizado no Brasil (COELHO et al., 2017).

Entretanto, o Brasil lidera os relatos de isolamento e investigação da presença de ambos os protozoários patogênicos em amostras de água na América Latina e, junto com a Colômbia, são os únicos países que apresentam uma legislação para protozoários em água (ROSADO-GARCÍA et al., 2017).

No Brasil, o trabalho de Stancari Correia (2010) detectou a ocorrência de cistos de *Giardia* spp. em 10% das amostras e oocistos de *Cryptosporidium* spp. não foram encontrados em mananciais e águas de abastecimento público. Esses dados, são primordiais para que se monitore a presença de protozoários em água, pois podem atingir facilmente um grande contingente da população acarretando surtos.

Além disso, em Londrina, no Paraná, em 2015 foi realizado o monitoramento, por um ano, da água bruta e tratada de uma estação pública de tratamento de água. Os autores detectaram positividade para ambos os protozoários em amostras de água bruta mediante visualização dos mesmos por reação de imunofluorescência direta sendo detectada *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. em 8.33% das amostras analisadas e confirmadas por PCR. O sequenciamento evidenciou contaminação por *Cryptosporidium parvum* em ambas as amostras de água bruta e *Giardia duodenalis* em duas amostras de água bruta. Uma amostra de água tratada, mediante a reação em cadeia da polimerase (PCR) - 1/24 (4.16%) foi positiva para *Giardia* spp. e todas foram negativas para *Cryptosporidium* spp. (ALMEIDA et al., 2015).

Assim, os protozoários de veiculação hídrica apresentam relevância em saúde pública, sobretudo quando estão associados a surtos. No estado do Paraná, foram relatados dois surtos de amplas proporções em saúde pública, o primeiro deles, ocorreu em 2001 na cidade de Antonina, onde foi identificado o protozoário *Cyclospora cayetanensis* como agente causador de diarreia aquosa, cólica abdominal, náuseas, entre outros sintomas, em cerca de 600 indivíduos (MOURA et al., 2002).

O segundo surto epidêmico de veiculação hídrica ocorreu na cidade de Santa Isabel do Ivaí ocasionado por *Toxoplasma gondii* com 294 pessoas atingidas. O surto foi ocasionado mediante à veiculação pela água de oocistos de *Toxoplasma gondii* presentes em um dos reservatórios que abastecem a cidade. Nesse caso, oocistos de *Toxoplasma gondii* foram recuperados em uma caixa da água de uma escola pública do município (MOURA et al., 2006).

Atualmente, o surto mais recente - onde novamente a água foi a via incriminada – como disseminadora de oocistos de *Toxoplasma gondii*, no estado do Rio Grande do Sul, no qual, foram confirmados 647 casos de toxoplasmose. Dados de tal acometimento demonstram a magnitude do surto: foram notificados 1.563 casos da doença. Deste total, 1.291 considerados suspeitos e outros 212 ainda estão sob confirmação (SUL; SAÚDE, 2018).

3.6.1.1 Caracterização do protozoário *Giardia* spp.

Giardia spp. são organismos eucariotos com características primitivas e unicelulares. É um dos protozoários mais comuns encontrados no trato intestinal de mais de 40 espécies de animais incluindo seres humanos, com ampla prevalência e distribuição mundial (FENG; XIAO, 2011; HEYWORTH, 2016; ORTEGA-PIERRESA et al., 2018).

O protozoário é responsável por ocasionar cerca de 280 milhões de casos de diarreia em seres humanos, por vias de transmissão diversas, especialmente relacionadas à via hídrica e alimentar e, ocasionar perdas de anos potenciais de vida (DALYs) de 26.270 mil anualmente (WHO, 2017).

Na atualidade, são reconhecidas 8 espécies como válidas para o gênero *Giardia*, incluindo as espécies *Giardia cricetidarum* em hamsters e *Giardia peramelis* em marsupiais terrestres recentemente descritas (HILLMAN et al., 2016; LYU et al., 2018).

Entretanto, somente *Giardia duodenalis* (sinónimia *Giardia lamblia*/ *Giardia intestinalis*) apresentam potencial para infectar seres humanos, sendo considerada um complexo de espécies subdividido em 8 assembléias (AH) foram identificadas em humanos e outras espécies animais (MATEO et al., 2014; ADAMSKA, 2015; XIAO et al., 2018) (ORTEGA-PIERRESA et al., 2018).

As análises genéticas de *Giardia duodenalis* utilizando a menor subunidade de RNA ribossomal (18S rRNA) e outros marcadores genéticos (locus) demonstra diferença entre as

assembleias e, especialmente entre a especificidade de hospedeiros (THOMPSON, 2016; SQUIRE; RYAN, 2017). Entre eles, as assembleias A e B são as mais frequentes em infecções de seres humanos e, as únicas assembleias patogênicas, apresentando também, potencial zoonótico (ORTEGA-PIERRESA et al., 2018).

No entanto, as infecções pelas assembleias C, D, E e F foram esporadicamente relatados em humanos da África, China e em Alemães (SQUIRE; RYAN, 2017; ORTEGA-PIERRESA et al., 2018). O sequenciamento das assembleias de *Giardia duodenalis* A e B revelam que elas estão organizadas em pelo menos cinco sub-assembléias (AI-III, BIII – IV) (ORTEGA-PIERRESA et al., 2018).

O parasito *Giardia duodenalis* apresenta ciclo de vida simples e direto (monoxênico), abrangendo duas formas evolutivas, definidas como um cisto (forma infectante e de resistência ambiental) e um trofozoíto (forma vegetativa e proliferativa), sendo responsável pelas manifestações clínicas da infecção (EINARSSON; MA'AYEH; SVÄRD, 2016).

O cisto do parasito possui forma oval ou elíptica, medindo 12 µm por 8 µm, sendo disposto em sua parte externa por uma parede, composta de glicoproteínas, que confere resistência a condições ambientais e aos produtos químicos (VIVANCOS et al., 2018; ORTEGA-PIERRESA et al., 2018). Realiza reprodução assexuada na superfície do lúmen do intestino delgado do hospedeiro vertebrado, não sendo invasivo (FENG; XIAO, 2011).

Giardia duodenalis apresenta ampla gama de hospedeiros, no entanto, as características da infecção e seu potencial patogênico são mais expressivas em seres humanos (THOMPSON, 2016).

A giardiose pode ser considerada uma doença zoonótica, presente principalmente em indivíduos de baixa renda e com precárias ou ausentes condições de saneamento, com também, figura entre as principais protozooses de veiculação hídrica em países desenvolvidos que apresentam excelente infraestrutura sanitária como os Estados Unidos, Austrália e diversos países europeus (EFSTRATIOU; ONGERTH; KARANIS, 2017; OATES et al., 2012).

O entendimento da patogênese da giardiose ainda não está completamente elucidado, sendo que, o início dos sintomas geralmente coincide com o início da eliminação dos cistos, de forma intermitente (HIJJAWI et al., 2016).

A infecção e progressão da doença está relacionada à capacidade de encistamento do parasito, tornando o parasito com capacidade para sobreviver ao meio ambiente e sendo potencialmente infectante para um novo hospedeiro (GENOVA; TONELLI, 2016).

Entretanto, as principais hipóteses acerca da patogenia da giardiose estariam relacionadas com mecanismos imunológicos que podem envolver a liberação de histamina por mastócitos, indução de apoptose nas células epiteliais do intestino delgado, deficiências na produção de imunoglobulinas A, entre outros (ALI; HILL, 2003; HALLIEZ; BURET, 2013; HEYWORTH, 2014).

A giardiose é relatada em indivíduos assintomáticos e sintomáticos. Quando presente, as manifestações clínicas abrangem desde diarreia aguda a crônica, até inchaço, cólicas abdominais, perda de peso e má absorção de vitaminas lipossolúveis (HIJJAWI et al., 2016). A evolução do quadro clínico dos indivíduos sintomáticos varia de quadros de infecções brandas que se resolvem espontaneamente, como podem levar a doenças crônicas e, em alguns casos, relacionadas à falha terapêutica. Infecções por *Giardia*, podem resultar em síndrome do intestino irritável e alergias alimentares após a resolução dos sintomas (HALLIEZ; BURET, 2013; EINARSSON; MA'AYEH; SVÄRD, 2016).

Atualmente, a giardiose é designada como uma doença infecciosa re-emergente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nos países desenvolvidos, os surtos estão associados a locais de recreação, natação em águas superficiais e piscinas e viagens (BALDURSSON; KARANIS, 2011; HEYWORTH, 2016; EFSTRATIOU; ONGERTH; KARANIS, 2017). Nestes locais, a prevalência da parasitose é de 2 a 7%, sendo relatada nos Estados Unidos, Austrália, Canadá e Europa (THOMPSON, 2000; COHEN et al., 2008; PLUTZER et al., 2018).

Em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, a taxa de infecções intestinais é em torno de 40%, estando associada principalmente a precárias condições de tratamento e distribuição de água, assim como, as frágeis e ineficazes condições de saneamento e higiene pessoal (ROSADO-GARCÍA et al., 2017).

Crianças em idade escolar apresentam incidência alta dessa parasitose, na maioria das vezes tal condição se deve à falta de hábitos higiênicos e devido ao seu sistema imunológico ainda estar em formação (QUEIROZ; HELLER; SILVA, 2009). Além disso, apresentam maior vulnerabilidade para aquisição da infecção, particularmente aquelas que vivem em áreas com saneamento e qualidade da água deficiente, (RAMÍREZ et al., 2015).

Em CMEI, as crianças também correm maior risco de contrair infecções parasitárias devido à higiene inadequada e contato próximo (GONÇALVES et al., 2011). Em adição, a diarreia pediátrica em muitos países em desenvolvimento está associada ao parasitismo por

Giardia duodenalis, sendo que, se adquiridas na primeira infância, propiciam consequências danosas ao desenvolvimento da criança (MUHSEN; LEVINE, 2012).

Embora a doença geralmente seja autolimitada em indivíduos imunocompetentes, ela pode estar associada à diarreia, perda de peso, má absorção de nutrientes, retardamento do crescimento e comprometimento cognitivo em crianças com infecções crônicas, particularmente em países em desenvolvimento (THOMAS; ZWEIG; TOSH, 2014).

Os sintomas clínicos foram relacionados a vários fatores, como dose infecciosa, genótipo de *Giardia duodenalis* e estado nutricional e imunológico do hospedeiro (VIVANCOS et al., 2018).

Portanto, medidas que envolvem o rastreamento para identificar a infecção por *Giardia* em crianças e também em amostras ambientais, especialmente a água, pode ser parte de uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de programas de controle da giardiose para a proteção da saúde pública.

3.6.1.2 Caracterização do protozoário *Cryptosporidium* spp.

Cryptosporidium é um protozoário que foi descrito inicialmente em 1907 por Tyzzer que o isolou de glândulas gástricas de um camundongo (CAREY; LEE; TREVORS, 2004; PERALTA et al., 2016).

O parasito *Cryptosporidium* está classificado como pertencente ao Filo Miozoa, Subfilo Myzozoa, Intrafilo Apicomplexa, Superclasse Sporozoa, Classe Gregarinomorpha, Subclasse Gregaria e Ordem Cryptogregarida (RYAN et al., 2016).

O protozoário é atualmente considerado um parasito entérico, pertencente ao grupo das gregarinas. Estudos recentes, baseados em técnicas moleculares indicam que o *Cryptosporidium* está mais relacionado aos parasitas gregarine, isso porque, o mesmo, apresenta habilidades de realizar seu ciclo de vida (alguns estádios evolutivos) na ausência de células hospedeiras (RYAN; HIJJAWI, 2015; HEDSTROM, 2015).

Cryptosporidium é considerado o parasito causador da criptosporidiose, sendo a segunda maior causa de diarreia e morte em crianças de 0 – 5 anos no mundo, suplantado apenas por rotavírus. Atualmente, são descritas 38 espécies de *Cryptosporidium* (CHECKLEY et al., 2015; GUO et al., 2015).

Pelo menos 20 espécies do protozoário estão associadas à infecção moderada a severa em seres humanos, entretanto, *Cryptosporidium hominis* e *Cryptosporidium parvum* são responsáveis pela maioria das infecções (THOMPSON, 2008; KIRKPATRICK et al., 2008;

GENOVA; TONELLI, 2016). Entretanto, em alguns países, *Cryptosporidium meleagridis* apresenta prevalência considerável em populações humanas (CAREY; LEE; TREVORS, 2004; LI et al., 2015).

O protozoário é caracterizado como tendo ciclo de vida monoxênico, com alternância de reproduções sexuada (gametogonia) e assexuada (merogonia) em um mesmo hospedeiro. Cada geração se desenvolve e amadurece de forma rápida, com duração de aproximadamente 12 horas. Na etapa de esporogonia, são formados dois tipos de oocistos: parede fina (20% do total – responsável muitas vezes por infecções crônicas e prolongadas e pela autoinfecção interna) e, parede grossa (80% do total – que são eliminados nas fezes sendo extremamente resistentes aos estressores ambientais) (THOMPSON, 2016; FRANCO et al., 2016).

As principais vias de contaminação em humanos são a rota fecal-oral ou através de água e alimentos contaminados com o parasito (THOMPSON, 2008; THOMPSON, 2016). O oocisto de *Cryptosporidium* apresenta medidas de cerca de 3,0 a 6,5 µm por 3,0 a 8,5 µm, além disso, um indivíduo com criptosporidiose pode eliminar nas fezes de 109 a 1010 oocistos por grama de fezes (THOMPSON, 2008; THOMPSON, 2016).

Uma vez no meio ambiente, o parasito apresenta habilidade de sobreviver sob oscilações de temperatura, sendo que alguns estudos apontaram que os oocistos são capazes de manter sua infecciosidade em água do mar, por exemplo, por até um ano (BORGES; ALVES; FAUSTINO, 2007; CAREY; LEE; TREVORS, 2004; LI et al., 2015).

O *Cryptosporidium* não é somente um patógeno humano e representa uma causa significativa de morbidade e mortalidade. Além disso, por ser um patógeno zoonótico, está relacionado a infecções em animais domésticos e selvagens, favorecendo a contaminação de vários ambientes, inclusive mananciais utilizados para abastecimento de água (CANTUSIO NETO; FRANCO, 2004; RAZZOLINI; SANTOS; BASTOS, 2010; SQUIRE; RYAN, 2017).

A criptosporidiose é uma das causas mais comuns de diarreia não viral em humanos, com duração de 10 a 14 dias, com ampla ocorrência mundial. A transmissão ocorre, principalmente, através da rota fecal-oral, mediante ingestão de água e/ou alimentos contaminados com poucos oocistos de *Cryptosporidium*. Também, pode ser transmitido por contato direto com as fezes de humanos ou animais infectados, e ainda via inalação de aerossóis contendo oocistos (VANATHY et al., 2017).

A apresentação clínica mais comum da criptosporidiose humana é a diarreia aquosa abundante, dor abdominal, febre baixa, náuseas, episódios de vômitos e perda de peso. Pode

ser assintomática, autolimitada e até mesmo grave em pacientes imunocomprometidos (THOMPSON, 2008; GENOVA; TONELLI, 2016).

Esse parasito representa grande importância em saúde pública, visto que os oocistos infectantes são altamente resistentes aos fatores ambientais, incluindo o cloro, largamente utilizado no tratamento de água de abastecimento como principal desinfetante (MULLER et al., 2000).

Nesse sentido, são fatores relevantes em saúde pública associada a disseminação do protozoário, o grande número de oocistos eliminados por um hospedeiro infectado, a baixa especificidade por hospedeiro, a prolongada resistência dos oocistos em ambientes variados - os tornaram aptos a permanecer infecciosos por longos períodos no ambiente aquático (LIMA; STAMFORD, 2003; GARRIDO; FERREIRA, 2003).

A ocorrência desses parasitos no ambiente aquático é relevante, sendo necessário o monitoramento nos cursos de água de captação nas ETA, afinal, devido às características relacionadas ao formato e dimensões, os cistos e oocistos podem passar através dos filtros nas ETA, chegar aos tanques de reservação de água e conseqüentemente, atingir os consumidores e acarretar prejuízos a saúde dos mesmos (CANTUSIO NETO; FRANCO, 2004; FRANCO et al., 2016).

Em países em desenvolvimento e em suas regiões fronteiriças há escassez de informações e dados sobre a ocorrência de *Cryptosporidium* em fontes de água para abastecimento. Em vista disso, é de extrema importância proteger e selecionar as fontes de abastecimento de água e disponibilizar sistemas de tratamento adequados e eficientes na remoção dos oocistos, evitando-se possíveis problemas com infecções ou subestimação de casos de criptosporidiose (GARRIDO; FERREIRA, 2003; STANCARI; CORREIA, 2010).

O principal surto mundial de transmissão de criptosporidiose ocorreu pela via hídrica em Milwaukee, Wisconsin. No ano de 1993, cerca de 403.000 indivíduos foram acometidos por diarreia aquosa durante o surto (KENZIE; HOXIE; PROCTOR, 1994).

A causa do surto foi relacionada aos oocistos de *Cryptosporidium* que passaram pelo sistema de filtração de uma das estações de tratamento de água da cidade. Além disso, a criptosporidiose foi registrada como causa básica de morte para 7% dos indivíduos, aos demais acometidos com os sintomas sugestivos da patologia ela contribuiu como agravante de outras patologias (HOXIE et al., 1997).

Mais tarde, outros estudos comprovaram que a doença gastrointestinal foi devido à infecção com o parasito *Cryptosporidium hominis*. Em um dos estudos, conduzido por

Cicirello et al. (1997), definiram as características clínicas, laboratoriais e epidemiológicas da criptosporidiose associada a surtos em crianças. Para tanto, avaliaram amostras de fezes de crianças envolvidas no surto. Encontraram como resultado *Cryptosporidium* como único patógeno em 23% das 209 crianças incluídas no estudo. As características clínicas nesses pacientes foram mais prolongadas e associadas à perda de peso e cólicas abdominais em comparação com crianças negativas para *Cryptosporidium*.

3.6.2 Indicadores microbiológicos de contaminação fecal e bactérias patogênicas transmitidas através da água

A garantia da saúde da população requer água potável e segura, o que significa que ela deve estar livre de bactérias que indicam contaminação fecal e patogênicas. Os patógenos entéricos são os mais frequentemente encontrados, sendo assim, as fontes de contaminação fecal em água devido à atividade humana devem ser estritamente controladas (FREITAS; FREITAS, 2005; CARMO; BEVILACQUA; BASTOS, 2008).

Para tanto, o controle da qualidade da água consumida é realizado através da mensuração de alguns parâmetros como presença e níveis de coliformes fecais e totais. Os limites e uso do grupo coliforme como um indicador de possível presença de patógenos entéricos em água é definido no Anexo XX, da Portaria de Consolidação n.º 5/2017, dados oriundos da Portaria n.º 2914/2011 (BRASIL, 2011; BRASIL, 2017).

O grupo coliforme inclui uma grande diversidade de gêneros e espécies, principalmente aquelas pertencentes à família Enterobacteriaceae. Os membros do grupo coliforme são descritos como: aeróbios e anaeróbios facultativos, gram-negativos (HOFSTRA; VELD, 1988).

Tradicionalmente, a presença de bactérias do grupo coliforme em água potável tem sido correlacionada como um indicador de contaminação fecal ligado a tratamentos inadequados ou inabilidade em manter desinfecção residual em água tratada (REIS; DIAS; ABRAHÃO; MURAKAMI, 2012).

A preocupação da presença de bactérias fecais em água é significativo, pois existe uma relação com outros patógenos como vírus e protozoários, e conseqüentemente com a eficiência de remoção de cada um dos microrganismos pelos métodos de tratamento da água (EDITORS, 2008; BARBOSA-VASCONCELOS et al., 2018).

Para se aumentar a fidedignidade dos resultados da investigação da qualidade da água, adiciona-se a análise para *Enterococcus*, visto que este grupo apresenta maior sobrevivência que o supracitado anteriormente e pode ser considerado um indicador de contaminação fecal recente. O gênero *Enterococcus* engloba microrganismos provenientes de contaminação fecal, animal e humana. As principais espécies pertencentes a este gênero são *Enterococcus faecium* e *Enterococcus faecalis* (YAMANAKA; MONTEIRO; BEUX, 2012; BOEHM; SASSOUBRE, 2014).

Outro fator que contribui para a positividade de coliformes e para a presença de bactérias heterotróficas na água destinada ao consumo humano é o material do qual são constituídas as tubulações que distribuem a água. Nos casos em que ocorre a corrosão de encanamentos, principalmente os de ferro, podem produzir reentrâncias, cavidades e porosidades as quais acarretam o transporte de nutrientes para a superfície, precipitando compostos orgânicos e promovendo rachaduras que protegem as bactérias da desinfecção, acarretando a formação de biofilmes e proliferação bacteriana (OLIVEIRA et al., 2012).

3.6.3 Indicadores físico-químicos da água para consumo humano

A qualidade da água é determinada por seu atendimento a Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017, nesse sentido, garantir de forma contínua e frequente a satisfatoriedade dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e parasitários é fundamental na tentativa de reduzir riscos potenciais à saúde humana (BRASIL, 2017). A Portaria recomenda que os seguintes parâmetros físico-químicos sejam avaliados: cloro residual livre, flúor e turbidez.

Para isso, em relação a satisfatoriedade, são considerados os valores máximo e mínimo definidos na Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017, vigente no Brasil (BRASIL, 2017).

A fluoretação das águas nas estações de tratamento é obrigatória no Brasil desde 1974, conforme a Lei Federal 6.050 (BRASIL, 1974). Em 1975, a Portaria 635 estabeleceu padrões para a operacionalização da medida, incluindo os limites recomendados para a concentração do fluoreto, sendo considerado como valores ideais de fluoreto entre 0,600 e 1,500 mg/dL (BRASIL, 1975).

Para prevenir cárie dentária são aceitos valores de fluoreto em água de 1,5 mg/L para consumo no Brasil, caso não houver tecnologia de custo-benefício aceitável para ajuste e

adequação do seu excesso. No entanto, a ingestão diária de água com fluoreto em concentração superior a 0,9 mg/L representa risco à dentição em menores de oito anos (FRAZÃO; PERES; CURY, 2010).

O flúor está inserido nos programas de prevenção da cárie dentária, estudos publicados reforçam a ação do íon fluoreto como fator de proteção para minimizar acometimentos de afecções dentárias, desde que, dentro de valores aceitáveis, que não induzam a fluorose (MARTINS et al., 2006; CARVALHO et al., 2011; REIS, 2017).

Indicadores epidemiológicos associados à saúde, indicam que o correto consumo e ingestão do íon flúor são um benefício no controle da cárie dentária. O íon flúor pode ser encontrado em diferentes fontes vegetais, carnes, peixes, entre outros e, principalmente, na água. Atualmente, a fluoretação das águas de abastecimento público é considerado um método aceito e preventivo da cárie dentária, pois sua adição apresenta efetividade, custo baixo e amplo alcance (CARVALHO et al., 2011).

Assim, somadas todas as fontes de exposição ao flúor, se torna difícil estabelecer a real exposição das crianças em idade pré-escolar. Entretanto, deve-se observar e monitorar concentração de fluoreto acima de 0,900 mg F/L, e, os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água devem tomar medidas de alerta, correção e fornecer aos consumidores a seguinte informação: “Esta água não deve ser consumida diariamente por menores de oito anos de idade”, conforme a legislação vigente (BRASIL, 2005).

A turbidez é uma propriedade física dos fluidos que reflete à presença de materiais em suspensão que interferem na passagem da luz através do fluido. Nas amostras de água pode ser causada por presença de material orgânico, inorgânico ou por uma combinação de ambos. É medida através de um turbidímetro, onde é mensurada a perda de intensidade de um feixe de luz que passa através de uma solução. O resultado é expresso em Unidades de Turbidez (uT) (WHO, 2011).

4. PERCURSO METODOLÓGICO

4.1 Local, delineamento do estudo e aspectos legais

O presente estudo foi realizado no município de Foz do Iguaçu - PR, sendo está localizada no extremo oeste do Estado do Paraná, em uma região rodeada pelo Parque Nacional do Iguaçu e pelos rios Iguaçu e Paraná (25°32'03.6"S 54°34'34.2"W). Apresenta nove microbacias hidrográficas, sendo sete delas circunscritas ao perímetro municipal. Os principais rios são: Paraná, Iguaçu, Tamanduá, São João, Almada, M'Boicy e Monjolo (SANEPAR, 2018).

4.1.1 Execução do estudo

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório Central do Estado do Paraná – LACEN - Unidade de Fronteira - Foz do Iguaçu e no Laboratório de Parasitologia Ambiental da Universidade Federal do Paraná – UFPR - *Campus* Politécnico – Curitiba - PR. Além da estrutura física, também foram utilizados materiais, insumos e vidrarias dos laboratórios.

O apoio logístico para a coleta das amostras realizou-se através da parceria com a Vigilância Sanitária do município de Foz do Iguaçu - PR.

Para a operacionalização do projeto de pesquisa, nas etapas de coleta das amostras e análises, o pesquisador contou com apoio técnico de servidores do estado e do município.

O presente projeto foi submetido à Sanepar (CA 577/2017), Secretária Municipal de Educação de Foz do Iguaçu (Número do Processo 34979/2017) e a Secretária de Estado da Saúde do Paraná (Ofício SESA/PR 80/2017) para a aprovação e assinatura dos respectivos Termos de Ciência para a realização do mesmo. As autorizações foram obtidas, via despacho favorável dos respectivos diretores dos órgãos acima mencionados. Tais processos foram finalizados em outubro de 2017.

A realização das coletas das amostras iniciou-se somente após aprovação do mesmo, no mês de novembro de 2017.

Foram respeitados rigorosamente o sigilo e confidencialidade dos dados obtidos. Ao final, o produto do estudo será divulgado no meio científico/acadêmico e encaminhado à área da Sanepar, Secretária Municipal de Educação de Foz do Iguaçu e Secretária de Estado da Saúde do Paraná a qual à solicitação foi submetida anteriormente.

Os trabalhos veiculados e publicados mencionarão o apoio de cada um dos órgãos envolvidos.

4.2 Caracterização dos locais de amostragem

4.2.1 Coleta de amostras de águas brutas e tratadas dos principais mananciais e estações de tratamento de água do município de Foz do Iguaçu - PR

A Companhia de Saneamento do Paraná é a detentora do serviço de água e saneamento no município de Foz do Iguaçu. Possui duas unidades de tratamento de água, definidas a partir de sua implantação, como sendo Estação de Tratamento de Água 171 e 172 (Tabela 1), sendo que ambas distam cerca de 10 km entre elas (SANEPAR, 2018).

Tabela 1 – Estações de tratamento de água da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) presentes no município de Foz do Iguaçu e número de CMEI abastecidos (2018).

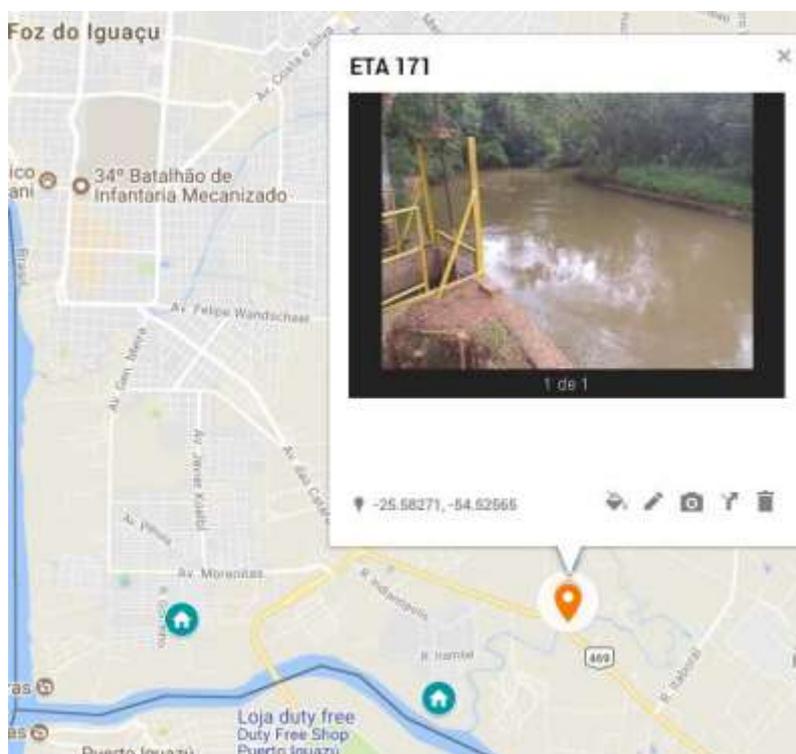
Estação de tratamento de Água	Localização	Fonte de captação da água	Número de CMEIs atendidos
171	Rodovia das Cataratas, Km 12	Rio Tamanduí	10
172	Rua Teresina, S/N	Rio Paraná	27

Fonte: O autor e SANEPAR (2018).

O tratamento completo de cada ETA envolve as etapas de coagulação com policloreto de alumínio), seguido de floculação, filtração com velocidade rápida e desinfecção com gás cloro. A etapa de decantação somente é realizada na ETA 171. A etapa de alcalinização para ajuste do pH é feita com hidróxido de sódio e a fluoretação da água é realizada com ácido fluossilícico (SANEPAR, 2018).

A partir de cada unidade de tratamento de água, a SANEPAR armazena a produção em nove reservatórios de água distribuídos nas regiões centrais e periféricas da cidade. A unidade de tratamento 171, com decantador, possui como fonte de captação de água o manancial Rio Tamanduá. O ponto de captação está localizado no final da Rua Cosmoética, com capacidade operante de 900 m³/h e, possui três elevatórias fixas, estando duas em operação e uma reserva (Figura 5). A turbidez média da água bruta varia por período, entre 20 e 50 uT (SANEPAR, 2018; SANEPAR, 2018)).

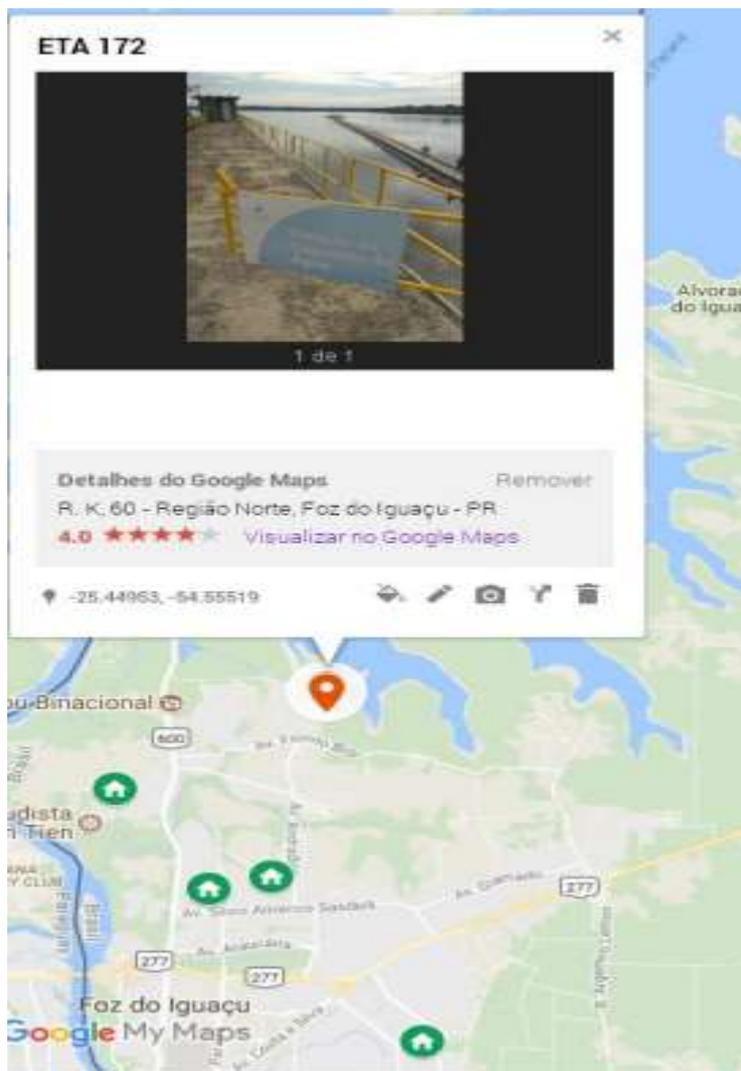
Figura 5 – Localização da ETA 171 da SANEPAR e local de captação de água do rio Tamanduá no município de Foz do Iguaçu - PR.



Fonte: Adaptado Google Maps (2018) e Autor (2018).

A unidade de tratamento de água 172, produz água potável para 70% da cidade, sua capacidade operante varia de 1.800 a 2.400m³ /h, podendo chegar a 3.600m³ /h. Sua fonte de captação é o manancial Rio Paraná, na região do lago da Usina de Itaipu (Figura 6). Sua estrutura apresenta sete elevatórios para água bruta, sendo quatro na parte fixa e três na captação flutuante. Seu sistema de filtração é direto e a turbidez média encontrada, em dias sem chuva, varia em torno de 2,0 a 4,0 uT (SANEPAR, 2018).

Figura 6 – Localização da ETA 172 e local de captação de água no rio Paraná.



Fonte: Adaptado Google Maps (2018) e Autor (2018).

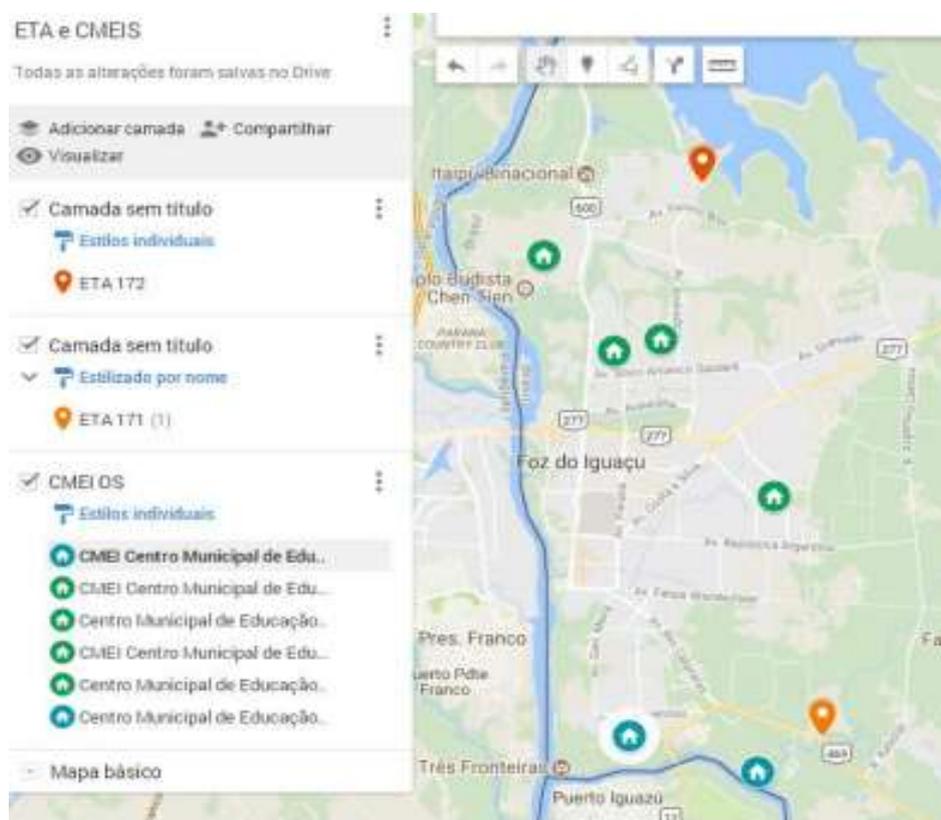
Foram coletadas amostras de água das ETA 171 e 172 no ponto de captação de água no sistema de tratamento (água bruta) e outro na saída do reservatório ou entrada do sistema de distribuição (água tratada), mensalmente, durante seis meses, no período de novembro de 2017 a abril de 2018.

No total, foram analisadas 12 amostras de água bruta correspondentes aos rios Tamandú e Paraná e 12 amostras de água tratada correspondente às ETA 171 e 172 (Figuras 5 e 6).

4.2.2 Coleta de amostras hídricas de Centros Municipais de Educação Infantil (CMEI) de Foz do Iguaçu

O município de Foz do Iguaçu - PR apresenta um contingente de educandos em idade pré-escolar de cerca de oito mil matriculados, os mesmos são atendidos em 37 CMEI. Esses estabelecimentos educacionais contam com abastecimento de água direto, proveniente da distribuição de duas ETA da SANEPAR (Tabela 1). Para este estudo, seis CMEI foram selecionados por conveniência (Figura 7).

Figura 7 – Estações de Tratamento de Água 171 e 172 da SANEPAR e respectivos CMEI abastecidos do município de Foz do Iguaçu.



Fonte: Adaptado Google Maps (2018) e Autor (2018).

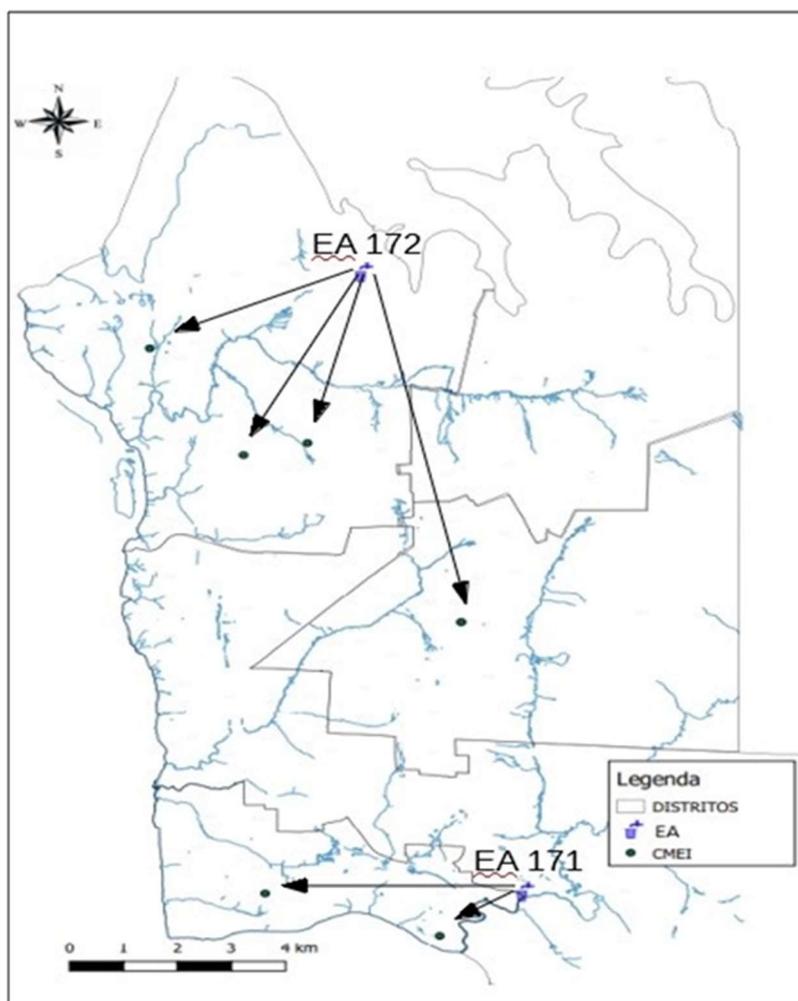
Para tanto, foram coletadas amostras de água na primeira torneira após o hidrômetro, antes da reservação, segundo as instruções do manual de coleta de amostras ambientais do Laboratório Central do Paraná (JESUS; SILVA; FELIPPE, 2014) em 2 CMEI que são abastecidos pela estação de tratamento de água 171 e em 4 CMEI abastecidos pela ETA 172,

definidos em função de terem participado previamente de estudos de prevalência de parasitos intestinais em crianças em idade pré-escolar em Foz do Iguaçu - PR.

Ao todo, 1.200 crianças são atendidas nos seis CMEI que foram escolhidos para análise da qualidade da água no presente estudo.

Um total de 36 amostras de água tratada foram coletadas dos CMEI selecionados durante o período de estudo conforme Figura 8.

Figura 8 – Distritos sanitários do município de Foz do Iguaçu - PR e distribuição espacial das ETA e CMEI monitorados.



Fonte: O autor (2018).

4.2.3 Identificação, transporte e conservação das amostras

Todas as amostras hídricas analisadas no presente estudo (n=60), sendo: água bruta (n=12), água tratada das ETA (n =12) e águas tratadas do CMEI (n=36/6 amostras/CMEI),

foram devidamente identificadas com data da coleta, horário, local da coleta, teor de cloro residual e turbidez encontrada.

Após a coleta, as amostras foram enviadas ao LACEN/PR, transportadas em caixa térmica, refrigeradas com gel congelável e reciclável, conservadas sob refrigeração (2 à 8°C) até o início das análises.

Em todas as etapas do processamento das amostras foram utilizados equipamentos de proteção individual: luvas descartáveis, avental, óculos de proteção e protetor facial.

4.3 Exame parasitológico de amostras de água

4.3.1 Coleta e preparo das amostras

As amostras foram coletadas e processadas no período de novembro de 2017 à abril de 2018. Para tanto, foram coletados volumes totais de todos os diferentes tipos de amostras em galões de polietileno (capacidade de 10 litros para água bruta e 20 litros para água tratada) descontaminados e tratados previamente com solução surfactante de Tween 80 a 0,1% como segue:

Grupo 1: Água bruta

10 litros do rio Tamanduá – ponto de captação da ETA 171

10 litros do rio Paraná / Lago de Itaipu – ponto de captação da ETA 172

Grupo 2: Água tratada das ETA

100 litros da ETA 171

100 litros da ETA 172

Grupo 3: Água Tratada dos CMEI

100 litros do CMEI 1

100 litros do CMEI 2

100 litros do CMEI 3

100 litros do CMEI 4

100 litros do CMEI 5

100 litros do CMEI 6

4.3.2 Processamento das amostras hídricas

Todas as amostras de água foram submetidas à técnica de filtração em membranas para concentração de cistos e oocistos de *Giardia* e *Cryptosporidium* respectivamente, eventualmente presente nas amostras, mediante filtração a vácuo, com bomba ajustada a um fluxo de 0,4 a 4,0 L/min. Para tanto, utilizaram-se membranas de ésteres mistos de celulose (diâmetro de 47 mm, Merck Millipore), com porosidade nominal de 3 µm. A etapa de eluição e concentração dos protozoários foi conduzida de acordo com Franco, Rocha-Eberhardt Cantusio Neto (2001) e, com modificações recomendadas pelo método 1623.1 da USEPA, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2012).

Após a filtração, cada membrana foi cuidadosamente removida do aparato de filtração e posicionada em placas de Petri estéreis. A eluição das membranas (Figura 9) foi realizada mediante raspagem e lavagem alternada das membranas, por um período de 20 minutos, com uma alça de plástico de bordos lisos e lavagem com solução de eluição a 0,1% de Tween 80 (surfactante).

Figura 9 – Etapa de filtração das amostras de água bruta da ETA 171, mês de janeiro de 2018, eluição e raspagem das membranas.



Fonte: O autor (2018).

O líquido obtido da etapa de eluição foi transferido para tubos cônicos estéreis e concentrado por dupla centrifugação ($1500 \times g$ por 15 min). O sobrenadante foi descartado e o sedimento resultante lavado com 1 mL de água ultrapura e, novamente submetido a processo de centrifugação, nas mesmas condições. Após o descarte do sobrenadante, o sedimento final obtido na centrifugação foi transferido para tubos de microcentrífuga e mantidos sob refrigeração (2 a 8°C) até a pesquisa dos protozoários parasitos.

4.3.1 Visualização por Reação de Imunofluorescência Direta para pesquisa de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium*

Os sedimentos obtidos na etapa anterior (preparo das amostras) foram examinados por coloração dupla com anticorpos monoclonais conjugados com isotiocianato de fluoresceína FITC (*kit* Merifluor™, Meridian, Bioscience) e com o corante vital DAPI (4,6'-diamidino-2-fenilindol, Sigma), no Laboratório de Parasitologia Ambiental do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná.

O sedimento obtido de cada amostra foi homogeneizado em vórtex durante 3 minutos e invertido por 3 vezes. Em seguida, foram pipetados 10 µL da amostra proveniente de água bruta e 20 µL proveniente de amostras de água tratadas e transferido para o poço (*well*) da lâmina de imunofluorescência (Figura 10). Após secagem das lâminas por 30 min em temperatura ambiente, foi adicionado 10µL de metanol absoluto em cada orifício contendo a amostra e mantido por 10 minutos.

Figura 10 – Lâmina de imunofluorescência direta contendo amostras de água bruta.



Fonte: O autor (2018).

Em seguida, adicionou-se uma gota do reagente de detecção (anticorpo monoclonal anti-*Cryptosporidium* e anti-*Giardia*) e uma gota do contra-corante proveniente do “kit”. A lâmina foi alocada em câmara úmida (placa de Petri, ao abrigo da luz), por 30 minutos. Decorrido o tempo, a lâmina foi removida da câmara úmida e lavada com três gotas de solução tampão previamente diluída 1:20 de acordo com as instruções do fabricante.

A seguir, adicionou-se 20µL de DAPI (corante vital), sendo o mesmo depositado em cada *well* da lâmina e mantido por 10 minutos em câmara escura. O excesso do corante foi removido com água destilada e o procedimento de lavagem repetido duas vezes com solução tampão em cada *well*.

A lâmina foi posicionada em câmara de secagem (placa de Petri), com sílica ao redor da lâmina e recoberta a placa de Petri com papel alumínio para mantê-la no escuro, por 1 hora. Decorrido esse tempo, foi adicionado em cada *well* uma gota do meio de montagem (*Kit Merifluor*), coberta com uma lamínula grande. Recolocou-se a lâmina em câmara úmida, coberta com alumínio, identificada e armazenada sob refrigeração até a leitura.

A leitura de todas as lâminas foram efetuadas em microscópio de imunofluorescência (Zeiss) utilizando o filtro de 520 nm e filtro de excitação de 450/490 nm. A confirmação da morfologia dos protozoários foi feita simultaneamente à leitura por FITC, utilizando filtros específicos para DAPI e também por microscopia de contraste de interferência diferencial (DIC) de acordo com os critérios estipulados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2012; RHODES et al., 2012).

4.3.3.1 Critérios de positividade para os protozoários

Para oocistos de *Cryptosporidium*, os seguintes critérios foram adotados para confirmação da contaminação pelo parasito em aumento de 400x:

Filtro de FITC: tamanho (4 a 6µm de diâmetro) formato (ovóides e esféricos) e grau e intensidade da fluorescência verde maçã brilhante, predominantemente na parede dos oocistos, formando um anel típico. Presença de sutura.

Filtro de DAPI: marcação de 1 a 4 núcleos dos esporozoítos em coloração de tonalidade azul-claro e azul-celeste.

Filtro de DIC: observação de esporozoítos (1-4), estrutura geral da parede do oocisto (lisa).

Foram consideradas como amostras negativas aquelas que apresentaram padrões incompatíveis com a fluorescência, exibindo reação cruzada e, aquelas com características escusas (fora do padrão) mediante a leitura por DAPI e por DIC, tais como: presença de apêndices, poros ou invaginações na parede das estruturas similares aos oocistos, um ou dois núcleos grandes, cloroplastos fluorescentes, cristais, entre outros.

Para cistos de *Giardia*, os seguintes critérios foram adotados para confirmação da contaminação pelo parasito em aumento de 400x:

Filtro de FITC: tamanho (8 a 18µm de diâmetro) formato (ovóides) e grau e intensidade da fluorescência verde maçã brilhante, predominantemente na parede dos cistos, formando um anel típico. Presença ou ausência de axonemas.

Filtro de DAPI: marcação de 2 a 4 núcleos em coloração de tonalidade azul-claro e azul-celeste.

Filtro de DIC: observação de núcleos (2-4), corpos medianos, axonemas e estrutura geral da parede do cisto (lisa).

Foram consideradas como amostras negativas aquelas que apresentaram padrões incompatíveis com a fluorescência, exibindo reação cruzada e, aquelas com características escusas (fora do padrão) mediante a leitura por DAPI e por DIC, tais como: presença de apêndices, poros ou invaginações na parede das estruturas similares aos oocistos, um ou dois núcleos grandes, cloroplastos fluorescentes, cristais, entre outros.

4.3.2 Cálculo do número de oocistos e/ou cistos encontrados por litro

A estimativa do número de cistos e oocistos presentes por litro de água examinada será calculada através da seguinte equação (CANTUSIO NETO; FRANCO, 2004):

$$X = N/K \times S/A$$

Onde:

X= Concentração encontrada de cistos e oocistos/L;

N = número de oocistos ou cistos visualizados no poço da lâmina;

K = 10 ou 20 (volume do sedimento examinado no poço = 10µL para água bruta e 20µL para amostras de água tratada);

S = volume total do sedimento obtido (µL);

A = volume filtrado da amostra (L).

4.4 Determinação dos parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos foram analisados no dia da coleta com o auxílio de uma sonda multiparamétrica (Hidrolab DS5X) para: turbidez (uT) e teor de cloro residual

livre (mg/L). O teor de flúor foi determinado por potenciômetro de flúor, a 22°C, no aparelho Orion 4 Star (Thermo Scientific) em mg/L.

4.5 Análise microbiológica das amostras de água

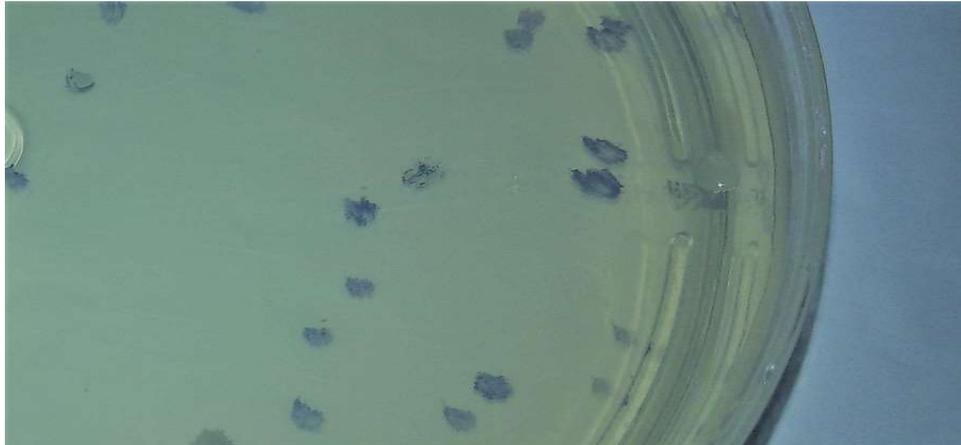
As amostras de água foram coletadas em recipientes previamente esterilizados, foi realizada a análise de índice de bactérias indicadoras de contaminação fecal: coliformes totais, contagem de bactérias heterotróficas, *Escherichia coli* e *Enterococcus* spp. A pesquisa de bactérias patogênicas envolveu a análise de *Pseudomonas aeruginosa* devido a sua importância e também possibilidade de exibir caráter oportunista em infecções e ampla resistência aos antibióticos utilizados na clínica.

Os valores foram tabulados por período para verificação eventual da associação e correlação entre estes indicadores e a ocorrência dos protozoários nas águas analisadas.

4.5.1 Quantificação de bactérias heterotróficas em água

Volumes decimais de 1,0 e 0,1 mL da amostra de água foram inoculados em profundidade em placas de Petri de tamanho de 90 × 15 mm, adicionando-se a seguir, meio de inoculação tipo Agar de Contagem em Placas (PCA) (Figura 11). Após o período de incubação de 48 horas, foi realizada a contagem das colônias, com o auxílio de um contador de colônias tipo Quebec. O resultado foi reportado por Unidades Formadoras de Colônia por mL (UFC/mL) (EATON; FRANSON, 2005).

Figura 11 – Contagem em placa de bactérias heterotróficas em amostras de água.

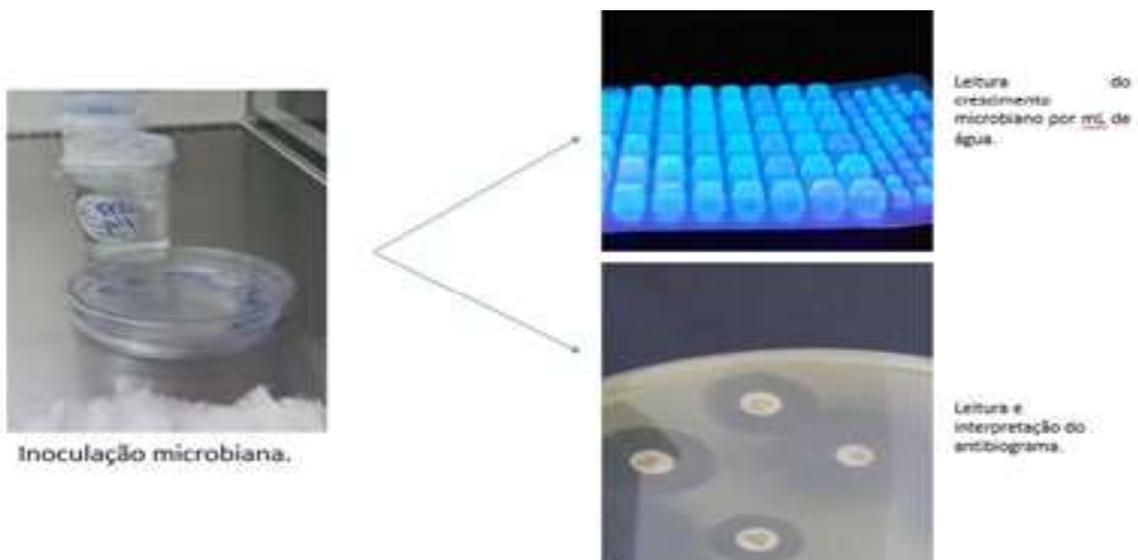


Fonte: O autor (2018).

4.5.2 Determinação quantitativa de Coliformes Totais e *Escherichia coli* em água

As amostras de água foram transferidas para uma proveta graduada de 100 mL, na sequência foi inoculado o meio Colilert[®]. Posteriormente, foram seladas e incubadas a temperatura de 35°C por 24 horas. Desse modo, obteve-se resultados quantitativos por coloração e fluorescência que propiciaram a quantificação e detecção simultânea de Coliformes totais e *Escherichia coli* (APHA/AWWA/WEF, 2012) (Figura 12).

Figura 12 – Inoculação, leitura e determinação do perfil microbiano das amostras de água monitoradas.



Fonte: O autor (2018).

4.5.3 Pesquisa de *Enterococcus* spp.

Amostras de água foram submetidas a pesquisa de *Enterococcus* spp. Para tanto, foi adicionado substrato a 100 mL de cada amostra, o qual na presença de *Enterococcus faecium* e *Enterococcus faecalis* reagiu, devido à presença das enzimas β -glucosidase que metaboliza o nutriente indicador do Enteroalert[®], 4-metil-lumbeliferil β -D-Glucosida. Após inoculação, o inóculo foi submetido a incubação, temperatura de 41°C (aceitável variação de 0,5°C) durante 24 horas, então procedeu-se a leitura (EATON; FRANSON, 2005); (IDEXX, 2017).

4.5.4 Determinação de *Pseudomonas aeruginosa* em água para consumo humano

Amostras de 100 mL de água foram submetidos a inoculação de substrato Pseudoalert[®] (IDEXX). Na sequência as amostras foram agitadas até completa dissolução do substrato e incubadas a temperatura de 38°C (com variação aceitável de 0,5°C), durante 24 horas.

As leituras foram realizadas após o período mencionando anteriormente, para tanto, observou-se a fluorescência azul com cor superior à presente na amostra de controle negativo. A leitura foi executada em ambiente escuro, usando lâmpada UV de 6 Watts, 365 nm, a uma distância de 12 cm da amostra. Foram contados os poços positivos e, de acordo com a tabela de interpretação de resultados algoritmo, foi obtido para cada amostra o Número Provável (NP) de bactérias *Pseudomonas aeruginosa* (APHA/AWWA/WEF, 2012); (IDEXX, 2013).

O referido teste apresenta sensibilidade de detecção de 1 Unidade Formadora de Colônias (UFC) em 100 mL de amostra.

4.5.5 Identificação bacteriana

As bactérias isoladas foram identificadas através do método MALDI-TOF, no equipamento VITEK-2[®], que consiste na aplicação da espectrometria de massa ao isolado bacteriano obtido das amostras de água.

O isolado foi colocado em uma placa com matriz de solução orgânica absorvente de energia, na sequência, o mesmo foi bombardeado com um laser que o evapora. Através de um sistema ionizante o material volatilizado, chegou a detectores, os quais registram o tempo

em que a substância entra em contato com o detector e sua quantidade. Cada patógeno tem um espectro característico que é interpretado em intensidade por massa (m/z). A base de dados computadorizada do Sistema MALDI-TOF interpreta e fornece o resultado do microrganismo isolado (SINGHAL et al., 2015).

4.5.5.1 Perfil de sensibilidade aos antimicrobianos

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do LACEN/PR e se basearam nas técnicas descritas pelo *Clinical and Laboratory Standards Institute*, respeitando rigorosamente as condições para o teste quanto ao inóculo, na qual a suspensão é realizada direta da colônia com crescimento de 16h, equivalente à escala 0,5 de MacFarland e incubação a temperatura de 35±2°C, por 16 a 18 horas em ar ambiente (CLSI, 2018).

Os isolados bacterianos foram testados quanto ao seu perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos pela técnica de disco-difusão de acordo com as normas do CLSI (HEIL; JOHNSON, 2016). Para tanto, os padrões de resistência de *E. coli* e *Enterococcus* spp. foram determinados por ágar-difusão em ágar Mueller-Hinton (Himedia) (CLSI, 2018).

Para o grupo das enterobactérias e *Pseudomonas aeruginosa*, os seguintes agentes antimicrobianos foram testados: AMI - Amicacina (30µg); AMC - Amoxicilina + Clavulanato (30 µg); AMP - Ampicilina (10µg); CPM - Cefepime (30µg); CFO - Cefoxitina (30µg); CAZ - Ceftazidima (30µg); CIP - Ciprofloxacino (5µg); CLO – Cloranfenicol (30 µg); GEN - Gentamicina (10µg); IPM - Imipenem (10µg); MER - Meropenem (10µg); SUT - Sulfametoxazol + Trimetoprim (25µg). Para os *Enterococcus* spp., 13 antimicrobianos foram utilizados: AMP – Ampicilina (10µg); CLO – Cloranfenicol (30µg); CIP – Ciprofloxacino (5µg); DOX – Doxicilina; ERI – Eritromicina (15 µg); LEV – Levofloxacina; LNZ – Linezolid; NOR – Norfloxacina (5 µg); PEN – Penicilina; RIF – Rifampicina (5 µg); TET – Tetraciclina (30 µg); TEC – Teicoplanina (30 µg); VAN – Vancomicina (30 µg) (MAGIORAKOS et al., 2012).

Os isolados foram considerados multirresistentes quando apresentarem resistência a pelo menos quatro classes diferentes de antimicrobianos (HEIL; JOHNSON, 2016; BOBENCHIK et al., 2015).

4.6 Valores de referência para amostras de água para consumo humano

Recomendações dos limites físico-químicos, microbiológicos e parasitológicos foram determinados pela Vigilância em Saúde (VS), Anexo XX, da Portaria de Consolidação n.º 5/2017, dados oriundos da Portaria n.º 2914/2011 (BRASIL, 2017).

A VS estabelece as seguintes recomendações, para a concentração máxima de íon fluoreto na água deve ser de 1,5 mg/L (dados oriundos da Portaria (n).º 635/GM/MS, 1975).

Segundo as determinações da VS, o limite máximo de turbidez na água deve ser de 5,0 uT, sendo que, o limite máximo em qualquer ponto do sistema, deve ser menor ou igual a 1,0 uT, para sistemas de tratamento de água que utilizam filtração rápida e menor ou igual a 2,0 uT para filtração lenta. Além disso, entre os 5% (cinco por cento) das amostras que podem apresentar valores de turbidez superiores ao anteriormente exposto (BRASIL, 2017).

O teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento de água deve ser de 2,0 mg/L e o teor mínimo deverá ser de 0,2 mg/L (BRASIL, 2017).

Para os aspectos microbiológicos a contagem de bactérias heterotróficas não deve ultrapassar o limite de 500 UFC/mL. Também, o Brasil (2017) define como padrão microbiológico da água para consumo humano a ausência de *E. coli* na saída do tratamento e no sistema de distribuição (reservatório e rede), para Coliformes totais ausência em 100 mL na saída do tratamento e no sistema de distribuição (reservatório e rede) ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

Outrossim, quando for identificada média geométrica anual maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100mL o monitoramento de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. no(s) ponto(s) de captação de água torna-se obrigatório. Também, quando a média aritmética da concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. for maior ou igual a 3,0 oocistos/L no(s) pontos(s) de captação de água, recomenda-se a obtenção de efluente em filtração rápida com valor de turbidez menor ou igual a 0,3 uT em 95% (noventa e cinco por cento) das amostras mensais ou uso de processo de desinfecção que comprovadamente alcance a mesma eficiência de remoção de oocistos de *Cryptosporidium* spp. (BRASIL, 2011).

4.7 Tabulação de dados e análise estatística

Para a tabulação dos dados foi utilizado o “software” Word (Microsoft Office 2010, Microsoft Corporation, EUA), onde se foi possível obter o número absoluto, a média do número e o percentual.

Para a construção dos gráficos foi utilizado o “software” Graph Pad Prism 5 e, para a construção das tabelas o ‘software’ Word Microsoft Office 2010.

Inicialmente, foi verificada a distribuição dos dados com o teste D’Agostino Pearson e/ou Shapiro-Wilk. Dados com distribuição normal foram comparados com o teste *t* de Student e, dados com distribuição não especificada foram comparados com o teste Mann-Whitney, considerando as variáveis (físico-químicas, microbiológicas e parasitológicas).

Foram realizados testes de correlação entre as variáveis físico-químicas, microbiológicas e/ou parasitológicas. Para tanto, os dados também foram testados para a verificação da distribuição para definição do teste estatístico a ser utilizado.

Dados com distribuição normal foram comparados com o teste de Pearson e, dados com distribuição não especificada foram comparados com o teste de Spearman.

Esses testes foram aplicados para amostras independentes Água Bruta (AB), Água Tratada (AT) e Centro Municipal de Educação Infantil (CMEI).

Níveis de confiança de noventa e cinco por cento foram definidos para os testes. Portanto, consideraram-se os seguintes intervalos de valores: 0 a 0,3 (correlação fraca); 0,3 a 0,7 (correlação moderada); 0,7-1 (correlação forte). A análise estatística foi realizada usando o ‘software’ BioEstat versão 5.0 com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

5. RESULTADOS

A contaminação por protozoários patogênicos foi detectada em 11,6% (7/60) das amostras analisadas. Desse total, a presença de *Giardia* spp. foi detectada em 57,1% (4/7) amostras e *Cryptosporidium* spp. em 42,9% (3/7) amostras.

Para a AB, 33,0% das amostras (4/12) foram positivas para um dos protozoários em ambos os rios monitorados. Cistos de *Giardia* spp. foram detectados apenas no rio Tamanduá, sendo a maior concentração detectada de 11,0 cistos/L e, oocistos de *Cryptosporidium* spp. foram detectados apenas no Rio Paraná utilizado para captação de água pela ETA 172 – maior concentração de 9,0 oocistos /L (Tabela 1).

Os protozoários *Giardia* e *Cryptosporidium* foram identificados em 8,3% das amostras de AT da ETA 172 (Tabela 2). Em 2,8% das amostras de água do CMEI foram detectados cistos de *Giardia*.

Tabela 2 - Positividade para *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. e concentração por litro de oocistos e cistos em Águas Brutas e Tratadas em Foz do Iguaçu, no período de novembro de 2017 a abril de 2018.

Fonte de água	Protozoários parasitos		Mês/Ano de detecção
	<i>Cryptosporidium</i> spp. (oocistos/L)	<i>Giardia</i> spp. (cistos/L)	
AB 171*	ND	9,0	Janeiro / 2018
	ND	11,0	Abril / 2018
AB 172*	9,0	ND	Fevereiro / 2018
	8,5	ND	Março / 2018
AT 171*	ND	ND	--
AT 172*	ND	1,6	Novembro / 2017
	0,3	ND	Fevereiro / 2018
CMEI 171*	ND	0,7	Janeiro / 2018
CMEI 172*	ND	ND	--

*Estações de Tratamento de água.

Água Bruta (AB), Água Tratada (AT) e CMEI das ETA 171 e 172

ND = não detectado.

Correlações estatísticas entre *Cryptosporidium* spp. e ou *Giardia* spp. e a turbidez, não foram observadas nas amostras de AB da ETA 171 e 172 e nos CMEI abastecidos pela ETA 171.

A análise dos parâmetros físico-químicos revelou que as amostras de água tratada das ETA e dos CMEI apresentaram valores aceitáveis pela legislação vigente (Tabela 3).

Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos da Água Bruta (AB) e Água Tratada (AT) e em Centros Municipais de Educação Infantil (CMEI) de Foz do Iguaçu durante o período de Novembro de 2017 a Abril de 2018.

Fonte de água	Parâmetros		
	Turbidez (uT)	Cloro (mg/L)	Flúor (mg/L)
AB 171*	29,0 ± 23,5 ^a	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,1 ^a
AB 172*	20,0 ± 14,3 ^b	0,0 ± 0,0	0,2 ± 0,1 ^a
AT 171*	1,0 ± 0,4 ^{a,b}	1,5 ± 0,2	1,0 ± 0,3 ^{a,b}
AT 172*	1,3 ± 0,5 ^{a,b}	1,4 ± 0,2	1,0 ± 0,1
CMEI 171	1,0 ± 0,2 ^b	1,2 ± 0,2 ^b	1,0 ± 0,2
CMEI 172	1,2 ± 0,5 ^b	1,0 ± 0,2 ^b	1,0 ± 0,3

*Estações de Tratamento de água. Dados apresentados como média ± desvio-padrão. ^a e ^b Indicam diferenças entre elementos na linha (p<0,05). Teste: Mann-Whitney.

Quanto às análises microbiológicas, os resultados evidenciaram importante contaminação por todas as bactérias indicadoras e *P. aeruginosa* em ambos os mananciais (AB) (Tabela 4). As amostras de água tratada da ETA 171 e dos CMEI abastecidos pela ETA 171, expressas em médias, apresentaram contaminação por *Enterococcus* spp. e, nos CMEI abastecidos pela ETA 172, detectou-se a presença de *E. coli* e *P. aeruginosa* (Tabela 4).

Tabela 4 – Análises microbiológicas de águas brutas (AB), água tratadas (AT) e CMEI das EA 171 e 172 em Foz do Iguaçu, no período de novembro de 2017 à abril de 2018.

Fonte de água	Indicadores Bacteriológicos			Bactérias patogênicas	
	Coliformes totais (UFC/mL)**	<i>Escherichia coli</i> (UFC/mL)**	Bactérias heterotróficas (UFC/mL)***	<i>Enterococcus spp.</i> (UFC/mL)**	<i>Pseudomona aeruginosa</i> (UFC/mL)**
AB 171*	>2.500,0 ± 0,0	1.555,0 ± 481,1	1.196,0 ± 1.555,2	1.063,0 ± 923,4	1.187,5 ± 909,4
AB 172*	2.052,3 ± 1.001,2	1,4 ± 1,0	31,3 ± 40,3	778,0 ± 1.097,0	2,0 ± 1,4
AT 171*	<1,0 ± 0,0	<1,0 ± 0,0	<1,0 ± 0,0	1,3 ± 1,0	<1,0 ± 0,0
AT 172*	<1,0 ± 0,0	<1,0 ± 0,0	1,2 ± 0,4	<1,0 ± 0,0	<1,0 ± 0,0
CMEI 171	<1,0 ± 0,0	<1,0 ± 0,0	1,3 ± 1,0	1,3 ± 1,0	<1,0 ± 0,0
CMEI 172	2,0 ± 3,1	1,1 ± 0,4	3,5 ± 12,2	<1,0 ± 0,0	1,4 ± 2,0

*Estações de Tratamento de água. Dados apresentados como média ± desvio-padrão. **valor máximo permitido (VMP) de unidade formadoras de colônias para amostras de água tratada, ≤ 1,0 número mais provável (NMP)/100 mL ou ausência. ***recomenda-se menor que 500,0 UFC/mL de bactérias heterotróficas.

Os dados da correlação entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, nas amostras de AB da ETA 171, demonstraram forte correlação entre a turbidez e *E. coli* (valor de r de 0,9545; valor de p de 0,003). Nas amostras de AT da ETA 172, observou-se forte correlação entre turbidez e cloro e as bactérias heterotróficas (valores de r de 0,8105 a 0,8428; valores de p de 0,0504 a 0,0351) respectivamente.

Nas amostras de água dos CMEI abastecidos pela ETA 172, detectou-se apenas correlações moderadas entre a turbidez e os coliformes totais e *P. aeruginosa* (valores de r de 0,4918 a 0,4566; valores de p = 0,0146 a 0,0249) respectivamente.

Do total de amostras hídricas (brutas e tratadas) obteve-se 52 isolados bacterianos, sendo que 32 pertenciam ao grupo das enterobactérias. Tais isolados mostraram resistência a uma ou mais drogas antimicrobianas. Em relação aos isolados de *E. coli*, porcentagens altas de resistência a alguns antibióticos foram observadas: 70,0% eram resistentes à ampicilina, cefoxitina e gentamicina.

Uma ampla heterogeneidade de padrões de resistência foi encontrada entre os isolados. Os padrões de resistência a múltiplas drogas, – 4 ou mais antimicrobianos – foram encontrados para *E. coli*, *Enterococcus* spp. e *P. aeruginosa*. Além disso, foi observado uma ocorrência de *E. coli* proveniente da AB da ETA 171 e duas ocorrências de enterobactérias da AB da ETA 172 que apresentavam resistência ao imipenem.

Enterococcus spp. foram isolados em 10 amostras, sendo que, somente 2 eram provenientes da AT, ETA 171. O perfil de resistência referiu-se a clindamicina e oxacilina (Tabela 4). Quanto à identificação da espécie, os principais isolados de enterococos corresponderam a *Enterococcus faecalis* (50,0%), *Enterococcus faecium* (40,0%) e *Enterococcus durans* (10,0%) (Tabela 5).

Tabela 5 - Perfis de resistência antimicrobiana e espécies identificadas a partir de 10 isolados de *Enterococcus* provenientes de diferentes amostras hídricas

Fonte de água	Mês/Ano da coleta	Perfil de resistência antimicrobiana	Número de isolados	Espécie identificada
AB 171	Novembro/17	-	1	<i>E. faecium</i>
AB 171	Dezembro/17	CLI; OXA	1	<i>E. faecalis</i>
AB 172	Dezembro/17	CLI; OXA	1	<i>E. faecalis</i>
AB 171	Janeiro/18	ERI; CLI; CLO; GEN; OXA	1	<i>E. faecalis</i>
AB 172	Fevereiro/18	CLI; OXA; SUT	1	<i>E. durans</i>
AB 171	Fevereiro/18	CLI; OXA	1	<i>E. faecalis</i>
AB 171	Março/18	CLI; OXA	1	<i>E. faecalis</i>
AB 171	Abril/18	CLI; OXA	1	<i>E. faecium</i>
AT 171	Abril/18	CLI; OXA	1	<i>E. faecium</i>
CMEI 171	Abril/18	CLI; OXA	1	<i>E. faecium</i>

Antibióticos testados: AMP – Ampicilina; CLI – Clindamicina; CLO – Cloranfenicol; CIP – Ciprofloxacina; DOX – Doxicilina; ERI – Eritromicina; LEV – Levofloxacina; LN2 – Linezolid; NOR – Norfloxacina; . OXA – Oxacilina; PEN – Penicilina; RIF – Rifampicina; TET – Tetraciclina; TEC – Teicoplanina; VAN – Vancomicina.

Para *P. aeruginosa*, obteve-se 9 isolados, sendo a maioria proveniente das amostras de AB (n=8) do Rio Tamanduá (56,0%) e do Rio Paraná (33,0%); um isolado bacteriano de *P. aeruginosa* foi detectado na AT, CMEI abastecidos pela ETA 172 (11%). Esses isolados apresentaram, principalmente, resistência microbiana a ceftazidima, gentamicina, imipenem e meropenem.

6. DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo realizado com o intuito de avaliar a qualidade da água destinada ao consumo humano em Foz do Iguaçu.

Assim, na análise parasitológica, a identificação de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. nos mananciais pesquisados, assemelha-se a dados obtidos em outras pesquisas e fontes de água onde detectou-se os mesmos parasitos (PLUTZER et al., 2016; BARBOSA-VASCONCELOS et al., 2018).

A presença de atividades agrícolas, de recreação e industriais em áreas próximas aos locais de captação de água está potencialmente ligada a contaminação da mesma, visto que, cada ETA apresenta características próprias, a ETA 171 está inserida próxima a região urbanizada da cidade e constantemente é utilizada para recreação, e na ETA 172 há presença frequente de excretas e animais perambulando.

Conseqüentemente foram detectados cistos de *Giardia* spp. em uma das ETA monitoradas em dois meses, outros trabalhos publicados relataram a ampla ocorrência de *G. duodenalis* em águas superficiais no Brasil (EFSTRATIOU et al., 2017). Outros locais investigados, houve a ocorrência de *G. duodenalis*, em países da África (SQUIRE E RYAN, 2017).

Neste estudo, ambas as ETA utilizam sistema de filtração rápida de água, logo os valores de turbidez deveriam ser inferiores a 1,0 uT (BRASIL, 2017). Para um adequado controle e monitoramento dos protozoários em AT, autores sugerem que o limite máximo de turbidez de 0,3 uT, o qual é considerado ideal para promover melhoras significativas na remoção de parasitos, em especial de oocistos de *Cryptosporidium* spp. (OLIVEIRA et al., 2013).

Outro fator é a facilidade de transmissão de tais protozoários, ambos apresentam baixas doses infectantes. Assim, mesmo a ingestão de um único cisto/oocisto exibe probabilidade de causar a infecção. A capacidade dos oocistos de *Cryptosporidium* spp., devido ao seu pequeno tamanho, penetrar e sobreviver na matéria orgânica (KRISTENSEN et al., 2018). Dessa forma, em relação à detecção de parasitos em água, o ideal seria a aplicação de métodos moleculares na caracterização genética de espécies distintas de *Cryptosporidium* e *Giardia*, de modo a adotar medidas preventivas necessárias, com identificação confiável, determinar se a espécie está viável e infectante ao ser humano e

proceder ao mapeamento da fonte de contaminação (ADEYEMO et al., 2018; PLUTZER et al., 2018).

Quanto a investigação microbiológica, as flutuações no crescimento bacteriano observadas ao longo dos seis meses, com altas concentrações (superiores a 1.000 UFC/mL) de *E. coli*, *P. aeruginosa* e enterococos encontrados em AB da ETA 171 e, concentrações menores que 1.000 UFC/mL, na AB da ETA 172, podem ser associadas principalmente ao arraste e escoamento superficial de água nas proximidades (LEAL et al., 2018). Outro fator importante é a presença de atividade antropogênica nas proximidades do local de captação de água da EA 171, rio Tamanduá.

Esses dados elevados estão de acordo com o observado por Barbosa-Vasconcelos et al. (2018) em seu trabalho no rio Ave, no norte de Portugal, que tem uma história de degradação da qualidade da água. Em se tratando de AB, esses dados podem ser esperados, uma vez que, a água no local de captação, dita bruta, apresenta consideráveis contagens de bactérias (BESSA et al., 2014; BARBOSA-VASCONCELOS et al., 2018).

Quanto a correlação entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, a forte correlação observada entre a turbidez e *E. coli*, nas amostras de AB da ETA 171, está de acordo com o observado no trabalho de Bessa et al. (2014). Contudo, nas amostras de AT da ETA 172, também foram detectados forte correlação entre (turbidez; cloro) e as bactérias heterotróficas. Bortoloti et al. (2018) avaliou a qualidade microbiológica de águas de fontes naturais e o perfil de bactérias heterotróficas mostrando correlação positiva entre a densidade de bactérias heterotróficas e a turbidez.

Nas amostras de água dos CMEI abastecidos pela ETA 172, detectaram-se correlações moderadas entre a turbidez e os coliformes totais e *P. aeruginosa*. O fato de ter dado correlação moderada é menos preocupante, visto que essas instituições trabalham com crianças com o sistema imune em formação (FERREIRA et al., 2017).

O número de cepas de *E. coli* identificadas no presente estudo indica que essa contaminação pode ser de origem fecal, portanto, a água que contém esses microrganismos está em condições higiênicas e sanitárias insatisfatórias, representando risco direto à saúde humana (KRISTENSEN et al., 2018).

As concentrações elevadas de *E. coli* encontradas no monitoramento realizado, em AB e em um CMEI, refletem a necessidade de monitoramento frequente e melhorias da qualidade da água para a proteção da saúde pública.

Quanto à resistência aos antimicrobianos, as bactérias pertencentes às enterobactérias, detectadas na AB, resistentes aos antimicrobianos: ampicilina, cefoxitina, gentamicina e sulfametoxazol com trimetoprim, assemelha-se ao publicado em outros estudos, os quais, demonstram que bactérias resistentes a antimicrobianos podem estar presentes e serem lançadas no ambiente a partir de fontes humanas e agrícolas (BESSA et al., 2014; BARBOSA-VASCONCELOS et al., 2018).

No entanto, o tratamento de águas pode não remover todos os organismos fecais, visto que, no presente estudo, foi encontrado *E. coli* em AT da fonte 172, e que apresentava resistência a ampicilina, cefoxitina e gentamicina.

Da mesma forma, a detecção de coliformes totais, *E. coli*, bactérias heterotróficas, *P. aeruginosa* e *Enterococcus* spp., nas amostras de água dos CMEI, principalmente nas instituições abastecidas pela ETA 172, estão de acordo com outras fontes, em localidades ao redor do mundo (BESSA et al., 2014).

Ainda, os altos níveis de *E. coli* e enterococos e uma notável variedade de perfis de resistência antimicrobiana observados neste estudo, corroboram a ideia de que as águas de abastecimento podem possuir um preponderante conjunto de determinantes de resistência antimicrobiana, facilmente distribuídos e aptos a atingir outros ambientes e hospedeiros (BESSA et al., 2014; BORTOLOTTI et al., 2018).

Diante de tais achados, comissões mundiais que avaliam e monitoram a qualidade da água indicam a necessidade de realizar procedimentos específicos para detecção de *Giardia* e *Cryptosporidium* sempre que os valores dos indicadores fecais estiverem próximos do limite máximo tolerável (KRISTENSEN et al., 2018).

Nesse sentido, em se tratando de saúde pública, é salutar apurar os indicativos da possível presença de protozoários em amostras de água. No Brasil, a presença de coliformes totais e *E. coli* é empregada com intuito de predizer a satisfatoriedade da qualidade da água. De forma específica, a legislação brasileira determina que, quando for identificada média geométrica anual maior ou igual a 1.000 *E. coli*/100mL, deve-se realizar monitoramento de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. na AB (BRASIL, 2017).

No referido estudo, a presença de *E. coli* apresentou média geométrica semestral em AB maior que 1.000 UFC/ml na ETA 171, demonstrando a necessidade em monitorar a presença de parasitos protozoários.

Os resultados significantes dos parâmetros físico-químicos entre a AB e AT para a turbidez ($p=0,00001$) e o flúor ($p=0,0001$), estão de acordo com VS, quanto maior a turbidez,

maior a chance de contaminação por *E. coli*. Bessa et al. (2014) também constatou a presença de *E. coli* e *Enterococcus* spp. em 144 e 78 isolados de amostras de água de estações de tratamento, respectivamente, em altas concentrações e relacionadas a valores de turbidez e perfis de resistência microbiana.

Os valores superiores de turbidez encontrados na AB da ETA 171 aos da AB da ETA 172, podem ser decorrentes das características dos rios, sendo o primeiro com característica lótica e o segundo lântico (WAGNER-RIDDLE et al., 2015; KRISTENSEN et al., 2018).

Assim sendo, o propósito de avaliar a qualidade da água no presente estudo está relacionado a proteção à saúde pública. Nesse sentido, os critérios adotados para assegurá-la têm por objetivo fornecer subsídios para o desenvolvimento de ações que, se adequadamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução da concentração mínima de constituintes na água conhecidos por serem danosos e perigosos à saúde humana.

Ao final, a identificação e monitoramento de microrganismos potencialmente patogênicos são primordiais em saúde pública, uma vez que, estão associados a um sério ônus social, econômico e epidemiológico em região de fronteira e em todo no mundo.

A presença de cistos e oocistos em amostras de água tratada revelam a eficácia limitada dos tratamentos convencionais na sua remoção e, destaca o potencial impacto e possíveis riscos à saúde pública associada à sua veiculação hídrica. Para futuros trabalhos, recomendasse o sequenciamento genético das amostras parasitológicas, para confirmar os resultados positivos, assegurando a qualidade do resultado quanto à espécie dos parasitos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destacou preponderantemente aspectos relacionados a físico-química, microbiologia e parasitologia da água em momentos específicos, servindo como um espelho de determinado momento e local de investigação.

Há flutuações físico-química consideráveis, presença de bactérias patogênicas e perfis de resistência e presença de parasitos protozoários de grande interesse em saúde pública.

Tais achados, reforçam a necessidade de adequação e monitoramento constante nas ETA 171 e 172 nas águas bruta e tratada, por parte das empresas detentoras do tratamento de água. Em relação à perspectiva parasitológica, foi o primeiro trabalho a descrever a ocorrência de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. em água de mananciais destinadas ao abastecimento da população de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

A pesquisa dos protozoários com o uso da Reação de Imunofluorescência Direta foi útil na quantificação de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. em diferentes matrizes de água.

A presença de cistos e oocistos em amostras de água tratada revelam a eficácia limitada dos tratamentos convencionais na sua remoção e destaca o potencial impacto e possíveis riscos à saúde pública associada a sua veiculação hídrica.

A continuidade do presente estudo será o sequenciamento genético das amostras parasitológicas, para confirmar os resultados positivos, assegurando a qualidade do resultado quanto a espécie dos parasitos.

Assim, a presença de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e cistos de *Giardia* spp. na região estudada reforça a necessidade de cumprimento da legislação vigente relacionada à potabilidade da água, garantindo o seu fornecimento seguro, evitando eventuais surtos de origem hídrica e impactos negativos em Saúde Pública da população iguaçuense.

REFERÊNCIAS

- ADAMSKA, M. Molecular characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia* occurring in natural water bodies in Poland. **Parasitology Research**. Springer Berlin Heidelberg, v. 114, p. 687 – 692, 2015. ISSN 0932-0113.
- ALI, S.; HILL, D. *Giardia intestinalis*. **Curr Opin Infect Dis**. v. 16, n. 5, p. 435 – 460, Oct 2003. 02/03/2018.
- ALMEIDA, J. C.; MARTINS, F. D. C.; FERREIRA NETO, J. M.; SANTOS, M. M. dos; GARCIA, J. L.; NAVARRO, I. T.; KURODA, E. K.; FREIRE, R. L. Occurrence of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* spp. in a public water-treatment system, Paraná, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, scielo, v. 24, p. 303 - 308, 09 2015. ISSN 1984-2961.
- AMARAL, L. A. do; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, Scielo, v. 37, p. 510 – 514, 08 2003. ISSN 0034-8910.
- ANANIAS, N. T. U.; MARIN, F. A. D. G. U. Educação Ambiental e água. 2012. — **Universidade Estadual Paulista (UNESP)**.
- APHA/AWWA/WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22. ed. **Washington DC: American Public Health Association**, 2012. ISSN 0875530133.
- AUGUSTO, L. G. da S.; GURGEL, I. G. D.; CÂMARA NETO, H. F.; MELO, C. H. de; COSTA, A. M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**, scielo, v. 17, p. 1511 – 1522, 06 2012. ISSN 1413-8123.
- BALDURSSON, S.; KARANIS, P. Waterborne transmission of protozoan parasites: review of worldwide outbreaks - an update 2004-2010. **Water Research**, v. 45, n. 20, p. 6603 – 6614, 2011. 10/06/2016.
- BARBOSA-VASCONCELOS, A.; MENDES, A.; MARTINS, F.; LOPES, E.; MACHADO, A.; BORDALO, A. A.; VAZ-PIRES, P.; VIEIRA, N.; COSTA, P. M. da;

BESSA, L. J. River water analysis using a multiparametric approach: Portuguese river as a case study. **J Water Health**, IWA Publishing, v. 16, n. 6, p. 991 – 1006, December 2018. 02/11/2018.

BARCELLOS, C. et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 3, n. 18, p. 285 – 304, jul-set 2009. 10/10/2017.

BETANCOURT, W. Q.; ROSE, J. B. Drinking water treatment processes for removal of *Cryptosporidium* and *Giardia*. **Veterinary Parasitology**, Elsevier, v. 126, n. 1-2, p. 219 – 234, December 2004. 04/05/2016.

BOBENCHIK, A. M.; DEAK, E.; HINDLER, J. A.; CHARLTON, C. L.; HUMPHRIES, R. M. Performance of Vitek 2 for Antimicrobial Susceptibility Testing of Enterobacteriaceae with Vitek 2 (2009 FDA) and 2014 CLSI Breakpoints. **Journal of Clinical Microbiology**, American Society for Microbiology, v. 53, n. 3, p. 816 – 823, 3 2015. ISSN 0095-1137.

BOEHM, A. B.; SASSOUBRE, L. M. **Enterococci: From Commensals to Leading Causes of Drug Resistant Infection**. Massachusetts Eye and Ear Infirmary, Bookshelf, 2014. 11/10/17.

BORGES, J. C. G.; ALVES, L. C.; FAUSTINO, M. A. da G. Criptosporidiose: uma revisão sobre a sua implicação na conservação dos mamíferos aquáticos. **Biota Neotropica**, scielo, v. 7, p. 91 – 96, 00 2007. ISSN 1676-0603.

BRASIL. Decreto nº 5.440. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. **Diário Oficial da Republica**. Presidência da República. Casa Civil.

BRASIL. Coleção das Leis de 1974: Atos do Poder Legislativo: leis de abril a junho. Lei Federal nº 6.050, de 24/05/1974. **Departamento de Imprensa Nacional**; v.3, Brasília, p. 107 –, 1974.

BRASIL. LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. **Diário Oficial da Republica**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 1996. 18/05/2017.

BRASIL. Portaria Ministério da Saúde Nº 2914/11. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 2011. 04/07/2017.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da Republica**. Brasília, 2017. 10/04/2018.

BRASIL. PORTARIA Nº 635. DE 26 DE DEZEMBRO DE 1975. Aprovar as Normas e Padrões, a seguir, sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, 26/12/1975. **Diário Oficial da Republica**. 04/05/2018.

BRASIL - MIGRAÇÕES TRANSFRONTEIRIÇAS. **International Centre for Migration Policy Development**, Viena. BRASIL, I. T. Ranking do Saneamento. [S.l.], 2018.

CANTUSIO NETO, R.; FRANCO, R. M. B. Ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e cistos de *Giardia* spp. em diferentes pontos do processo de tratamento de água, em Campinas, São Paulo, Brasil. 2004. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia.

CARACIOLA, A. B.; ASSIS, C. A. de. Reflexos da Doutrina da Proteção Integral da Criança e do Adolescente nos Dispositivos Processuais do Estatuto da Criança e do Adolescente. In: ANA CLÁUDIA POMPEU TOREZAN ANDREUCCI; ANDREA BOARI CARACIOLA; MICHELLE ASATO JUNQUEIRA. Estatuto da Criança e do Adolescente. 25 anos. São Paulo: LTr, 2015. p. 419 – 429. ISBN 978-85-361-8648-1.

CAREY, C.; LEE, H.; TREVORS, J. Biology, persistence and detection of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* oocyst. **Water Res.** 2004 Feb;38(4):818-62, Elsevier, v. 4, n. 38, p. 818 – 862, Feb 2004. PMID: 14769405. 05/01/2018.

CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 13, n. 4, p. 426 – 434, 2008. ISSN 1413-4152. 04/10/2018.

CARVALHO-ALMEIDA, T. T. et al. Detection of *Cryptosporidium* sp. in non diarrheal faeces from children, in a day care center in the city of São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, scielo, v. 48, p. 27 – 32, 02 2006. ISSN 0036-4665.

CARVALHO, F. F. de; MOREIRA, N. M. **Prevalência de giardíase entre crianças em idade pré escolar em região de fronteira – Foz do Iguaçu.** In: UNIOESTE (Ed.). I Encontro de Pós-Graduação de Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu: [s.n.], 2016. 10/10/2018.

CARVALHO, R. B. de; MEDEIROS, U. V. de; SANTOS, K. T. dos; PACHECO FILHO, A. C. Influência de diferentes concentrações de flúor na água em indicadores epidemiológicos de saúde/doença bucal. **Ciência & Saúde Coletiva**, ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva, v. 16, n. 8, p. 3509 – 3518, 08 2011. ISSN 1413-8123.

CHECKLEY, W. et al. A review of the global burden, novel diagnostics, therapeutics, and vaccine targets for *cryptosporidium*. **The Lancet. Infectious diseases**, v. 15, n. 1, p. 85 – 94, 1 2015. ISSN 1473-3099.

CICIRELLO, H. G. et al. *Cryptosporidiosis* in children during a massive waterborne outbreak in Milwaukee, Wisconsin: clinical, laboratory and epidemiologic findings. **Epidemiol Infect.** v. 1, n. 119, p. 53 – 60, Aug 1997. 10/03/2018.

CLIMATEMPO. **CLIMATOLOGIA Foz do Iguaçu - PR.** Foz do Iguaçu: [s.n.], 10/07/2018. Eletrônica. <https://www.climatempo.com.br/climatologia/272/fozdoiguacu-pr>.

CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 28th ed. CLSI supplement M100. **Clinical and Laboratory Standards Institute**, Wayne, Pennsylvania, 2018.

COELHO, C. H.; DURIGAN, M.; LEAL, D. A. G.; SCHNEIDER, A. de B.; FRANCO, R. M. B. Giardiasis as a neglected disease in Brazil: Systematic review of 20 years of publications. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, October 24, 2017, October 2017.

COHEN, S. A. et al. The SEEDs of Two Gastrointestinal Diseases: SocioEconomic, Environmental, and Demographic Factors Related to Cryptosporidiosis and Giardiasis in Massachusetts. **Environmental research**, v. 108, n. 2, p. 185 – 191, 10 2008. ISSN 0013-9351.

CONNOR, R.; KONCAGÜL, E. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. [S.l.], 2015. . 02/11/2017.

CURY, M. J. F.; FRAGA, N. C. Conurbação Transfronteiriça e o Turismo na Tríplice Fronteira: Foz Do Iguaçu (Br), Ciudad Del Este (Py) e Puerto Iguazú(Ar). **Revista Rosa dos Ventos**, v. 5, Referências 53 n. 3, p. 160 – 475, jul-set 2013. ISSN 2178-9061. 04/10/2018.

DOWBOR, L.; TAGNIN, R. (ed.). **Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade**. São Paulo: SENAC, 2005. 290 p. 01/01/2019.

EATON, A. D.; FRANSON, M. A. H. Standard methods for the examination of water and wastewater: **online**. Washington, DC. [S.l.]: illustrated, 2005.

EDITORS, T. P. M. The Neglected Diseases Section in *PLoS Medicine*: Moving Beyond Tropical Infections. **PLoS Medicine**, Public Library of Science, v. 5, n. 2, p. e59 –, 2 2008. ISSN 1549-1277.

EFSTRATIOU, A.; ONGERTH, J.; KARANIS, P. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2011-2016. **Water Res**, n. 1, p. 114 – 122, May 2017. 05/02/2018.

EINARSSON, E.; MA'AYEH, S.; SVÄRD, S. G. An up-date on *Giardia* and giardiasis. **Curr Opin Microbiol**, n. 34, p. 47 – 52, Dec 2016.

FENG, Y.; XIAO, L. Zoonotic Potential and Molecular Epidemiology of *Giardia* Species and Giardiasis. Clinical Microbiology Reviews, **American Society for Microbiology (ASM)**, v. 24, n. 1, p. 110 – 140, 1 2011. ISSN 0893-8512.

FOZ DO IGUAÇU. Educação Infantil de Foz do Iguaçu. Secretária Municipal de Educação, 2018. **Diário Oficial de Foz do Iguaçu**. 15/12/2018.

FRANCO, R.; ROCHA-EBERHARDT, R.; CANTUSIO NETO, R. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in raw water from the Atibaia river, **Rev Inst Med Trop**, n. 53, p. 109 – 111, 2001. 10/06/2017.

FRANCO, R. M. B. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. **Rev Panam Infectol**, v. 1, p. 36 – 43, 2007.

FRANCO, R. M. B.; NETO RC, SANTOS, LU.; SATO, M. *Cryptosporidium* Species and *Giardia* Genotypes Detected in Surface Water Supply of Campinas, Southeast Brazil, by Molecular Methods. **J Vet Med Res**, v. 3(3), n. 1053, 2016. 10/04/2017.

FRAZÃO, P.; PERES, M. A.; CURY, J. A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. **Rev de Saude Publica**, São Paulo. v. 45, n. 5, janeiro 2010. 10/10/2017.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 4, n. 10, p. 993 – 1004, 2005.

FRISBIE, S. H.; MITCHELL, E. J.; SARKAR, B. Urgent need to reevaluate the latest World Health Organization guidelines for toxic inorganic substances in drinking water. *Environmental Health*, **BioMed Central**, v. 14, p. 63 –, 2015. ISSN 1476-069X.

FUJIOKA, R. S.; SOLO-GABRIELE, H. M.; BYAPPANAHALLI, M. N.; KIRS, M. U.S. Recreational Water Quality Criteria: A Vision for the Future. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, MDPI, v. 12, n. 7, p. 7752 – 7776, 7 2015. ISSN 1661-7827.

GARRIDO, L. E. M.; FERREIRA, A. P. *Cryptosporidium parvum* - patógeno emergente de veiculação hídrica. 2003.

GENOVA, B. M. D.; TONELLI, R. R. Infection Strategies of Intestinal Parasite Pathogens and Host Cell Responses. **Frontiers in Microbiology**, **Frontiers Media S.A.**, v. 7, p. 256 –, 2016. ISSN 1664-302X.

- GIATTI, L. L. Considerations about Water Supply and Public Health: a case study in the Brazilian Amazonia. **Saúde e Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 134 – 144, 2007. 04/10/2017.
- GIGLIO, G. L.; PAZ, L. P. S.; FRANCO, R. M. B.; GUIMARÃES, J. R.; PAZ, L. P. S. Avaliação de diversos métodos de detecção de cistos de *Giardia* spp. e Oocistos de *Cryptosporidium parvum* presentes no resíduo gerado após o tratamento de água de abastecimento com turbidez elevada. 2015. Universidade de São Paulo.
- GONÇALVES, A. L. R.; BELIZÁRIO, T. L.; PIMENTEL, J. de B.; PENATTI, M. P. A.; PEDROSO, R. dos S. Prevalence of intestinal parasites in preschool children in the region of Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, scielo, v. 44, p. 191 – 193, 04 2011. ISSN 0037-8682.
- GONÇALVES, E. M. do N.; SILVA, A. J. da; EDUARDO, M. B. de P.; UEMURA, I. H.; MOURA, I. N. S.; CASTILHO, V. L. P.; CORBETT, C. E. P. Multilocus genotyping of *Cryptosporidium hominis* associated with diarrhea outbreak in a day care unit in São Paulo. *Clinics*, scielo, v. 61, p. 119 - 126, 04 2006. ISSN 1807-5932.
- GUO, Y. et al. Subtyping Novel Zoonotic Pathogen *Cryptosporidium* Chipmunk Genotype I. **Journal of Clinical Microbiology**, American Society for Microbiology, v. 53, n. 5, p. 1648 – 1654, 5 2015. ISSN 0095-1137.
- HALLIEZ, M. C.; BURET, A. G. Extra-intestinal and long term consequences of *Giardia duodenalis* infections. **World Journal of Gastroenterology: WJG**, Baishideng Publishing Group Co. Limited, v. 19, n. 47, p. 8974 – 8985, 12 2013. ISSN 1007-9327.
- HEDSTROM, L. *Cryptosporidium*: a first step toward tractability. **Trends in parasitology**, v. 31, n. 9, p. 401 – 402, 9 2015. ISSN 1471-4922.
- HEIL, E. L.; JOHNSON, J. K. Impact of CLSI Breakpoint Changes on Microbiology Laboratories and Antimicrobial Stewardship Programs. **Journal of Clinical Microbiology**, American Society for Microbiology, v. 54, n. 4, p. 840 – 844, 4 2016. ISSN 0095-1137. 10/01/2018.
- HEYWORTH, M. F. Immunological aspects of *Giardia* infections. **Parasite, EDP Sciences**, v. 21, p. 55 –, 2014. ISSN 1252-607X.

HEYWORTH, M. F. *Giardia duodenalis* genetic assemblages and hosts. **Parasite, EDP Sciences**, v. 23, p. 13 –, 2016. ISSN 1252-607X.

HIJJAWI, N.; YANG, R.; MUKBEL, R.; YASSIN, Y.; MHARIB, T.; RYAN, U. First genetic characterisation of *Giardia* in human isolates from Jordan. **Parasitol Res**, v. 115, p. 3723 - 3729, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00436-016-5132-0>>.

HILLMAN, A.; ASH, A.; ELLIOT, A.; LYMBERY, A.; PEREZ, C.; THOMPSON, R. A. Confirmation of a unique species of *Giardia*, parasitic in the quenda (*Isoodon obesulus*). **Int J Parasitol Parasites Wildl**, v. 5, n. 1, p. 110 - 115, Apr 2016.

HOFSTRA, H.; VELD, H. JHJ Methods for the detection and isolation of *Escherichia coli* including pathogenic strains. **J Appl Bacterio**, n. 65, p. 197S – 212S, 1988.

HOXIE, N. J.; DAVIS, J. P.; VERGERONT, J. M.; NASHOLD, R. D.; BLAIR, K. A. Cryptosporidiosis-Associated Mortality Following a Massive Waterborne Outbreak in Milwaukee, Wisconsin. **American Journal of Public Health**, v. 87, n. 12, p. 2032 – 2035, Dec 1997. IBGE. Panorama Foz do Iguaçu. Agosto 2017. 12/08/2017.

IBGE. População Brasileira. [S.l.], 2018. 10/07/2018.

ICHIHARA, M. Y. T.; BARRETO, M. L.; RODRIGUES, L. C.; LUNA, E. J. de A.; LEITE, J. P. G.; PEREIRA, S. M.; SANTOS, C. A. de S. T. Internação por diarreia aguda em menores de 2 anos no Brasil. 2014. Tese (Doutorado). Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16322>>.

ICMBIO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Visite os Parques. Brasília - DF: [s.n.], 2018. 02/01/2019.

IDEXX. IDEXX-QC *Pseudomonas*, Catalog, IDEXX. Catálogo n.º un3373-wqc-pse. [S.l.], 2013. 04/09/2017.

IDEXX. Entérococos d'IDEXX-QC - Catalogue IDEXX n.º UN3373-WQC-ENT 3. [S.l.], 2017. 1-800-638-6597. 04/09/2017.

IGUAÇU, F. do. FOZ DO IGUAÇU BATE RECORDE DE TURISTAS NO PRIMEIRO SEMESTRE. Foz do Iguaçu: ClickFoz, 2017. Online. ITAIPU. ITAIPU Energia. 2017.

JESUS, D. A. de; SILVA, A. L. C. da; FELIPPE, C. S. **MANUAL DE COLETA E ENVIO DE AMOSTRAS DE VIGILÂNCIA AMBIENTAL**. 1ª ed. ed. Curitiba, 2014. Páginas 8 a 15. MANUAL 1.40.002 - REVISÃO 00. 10/02/2016.

JÚLIO, C.; SÁ, C.; FERREIRA, I.; OLEASTRO, M.; MARTINS, S.; ANGELO, H.; GUERREIRO, J.; TENREIRO, R. Waterborne transmission of *Giardia* and *Cryptosporidium* at river beaches in Southern Europe (Portugal). **J Water Health**, v. 10, n. 3, p. 484 - 496, Sep 2012. ISSN 10.2166/wh.2012.030.

KENZIE, W. R. M.; HOXIE, N. J.; PROCTOR, M. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. **N Engl J Med**, n. 331, p. 161 – 167, 1994.

KIRKPATRICK, B. D.; HAQUE, R.; DUGGAL, P.; MONDAL, D.; LARSSON, C.; PETERSON, K.; AKTER, J.; LOCKHART, L.; KHAN, S.; PETRI, W. A. Association between *Cryptosporidium* Infection and Human Leukocyte Antigen Class I and Class II Alleles. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 197, n. 3, p. 474 - 478, 2 2008. ISSN 0022-1899.

LE SÁNCHEZ; ALGER, K.; ALONSO, L.; BARBOSA, F.; BRITO, M.; LAUREANO, F.; MAY, P.; ROESER, H.; KAKABADSE, Y. Os impactos do rompimento da Barragem de Fundão O caminho para uma mitigação sustentável e resiliente. Gland, Suíça, 2018.

LEAL, D. A. G.; FRANCO, R. M. B.; BEVILACQUA, P. D.; CURY, M. C.; GUARALDO, A. M. A.; GUIMARÃES, J. R. 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. 2013. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas . Instituto de Biologia.

LEAL, D. A. G.; SOUZA, D. S. M.; CAUMO, K. S.; FONGARO, G.; PANATIERI, L. F.; DURIGAN, M.; BARARDI, R. M.; FRANCO, R. M. B. Genotypic characterization and assessment of infectivity of human waterborne pathogens recovered from oysters and estuarine waters in Brazil. *Water Research*, v. 137, p. 273 - 280, jun 2018. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.03.024>>.

LI, N.; NEUMANN, N. F.; RUECKER, N.; ALDERISIO, K. A.; STURBAUM, G. D.; VILLEGAS, E. N.; CHALMERS, R.; MONIS, P.; FENG, Y.; XIAO, L. Development and Evaluation of Three Real-Time PCR Assays for Genotyping and Source Tracking *Cryptosporidium* spp. in **Water. Applied and Environmental Microbiology, American Society for Microbiology**, v. 81, n. 17, p. 5845 - 5854, 9 2015. ISSN 0099-2240.

LIMA, E. de C.; STAMFORD, T. L. M. *Cryptosporidium* spp. no ambiente aquático: aspectos relevantes da disseminação e diagnóstico. **Ciência & Saúde Coletiva**, scielo, v. 8, p. 791 – 800, 00 2003. ISSN 1413-8123.

LUYT, C. D.; TANDLICH, R.; MULLER, W. J.; WILHELMI, B. S. Microbial Monitoring of Surface Water in South Africa: An Overview. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, MDPI, v. 9, n. 8, p. 2669 – 2693, 8 2012. ISSN 1661-7827.

LYU, Z.; SHAO, J.; XUE, M.; YE, Q.; CHEN, B.; QIN, Y.; WEN, J. A new species of *Giardia* Künstler, 1882 (Sarcocystidae: Hexamitidae) in hamsters. **Parasit Vectors**, v. 11, n. 1, p. 20 - 202, Mar 2018. ISSN 29558978. Disponível em: <10.1186/s13071-018-2786-8>.

MACKAY, T. K.; LIANG, B. A.; CUOMO, R.; HAFEN, R.; BROUWER, K. C.; LEE, D. E. Emerging and Reemerging Neglected Tropical Diseases: a Review of Key Characteristics, Risk Factors, and the Policy and Innovation Environment. **Clinical Microbiology Reviews, American Society for Microbiology**, v. 27, n. 4, p. 949 - 979, 10 2014. ISSN 0893-8512.

MAGIORAKOS, A.; SRINIVASAN, A.; CAREY, R.; CARMELI, Y.; FALAGAS, M.; GISKE, C.; HARBARTH, S.; HINDLER, J.; KAHLMETER, G.; OLSSON-LILJE; PATERSON, D.; RICE, L.; STELLING, J.; MJ, S.; VATOPOULOS, A.; WEBER, J.; MONNET, D. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. **Clin Microbiol Infect**, v. 18, n. 3, p. 268 - 281, mar 2012. ISSN 10.1111/j.1469-0691.2011.03570.

MAHMOUDI, M. R.; KAZEMI, B.; HAGHIGHI, A.; KARANIS, P. Detection of *Acanthamoeba* and *Toxoplasma* in River Water Samples by Molecular Methods in Iran.

Iranian Journal of Parasitology, Tehran University of Medical Sciences, v. 10, n. 2, p. 250 – 257, 2015. ISSN 1735-7020.

MARQUES, D. H. F.; RODRIGUES, R. do N.; REZENDE, D. F. de A.; SOARES, W.; RODRIGUES, R. do N.; REZENDE, D. F. de A.; SOARES, W.; CARVALHO, J. A. M. de; RIGOTTI, J. I. R.; FERNANDES, D. M.; SPRANDEL, M. A. Circularidade na fronteira do Paraguai e Brasil. 2009. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/AMSA-84CKL9>>.

MARTINS, G. A. F.; OLIVEIRA, J. M. S.; BAFFI, M. A.; MORAES, M. R. B. Estudo epidemiológico e da qualidade da água em uma escola de ensino fundamental do município de Uberlândia, Minas Gerais: aspectos ambientais e sociais. Em *Extensão*, Uberlândia, v. 14, n. 2, p. 104 – 121, Julho 2015.

MARTINS, L. R. M. de; RUSCHMANN, D. van de M. Desenvolvimento Histórico Turístico Estudo de Caso: Foz do Iguaçu – PR. Anais do VI Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul, UCS Universidade de Caxias do Sul, p. 1 – 15, Julho 2010. ISSN 1806- 0447. 10/04/2017.

MARTINS, R. J.; GARBIN, C. A. S.; GARBIN, A. J. Í.; MOIMAZ, S. A. S.; SALIBA, O. Declínio da cárie em um município da região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil, no período de 1998 a 2004. **Cadernos de Saúde Pública**, scielo, v. 22, p. 1035 – 1041, 05 2006. ISSN 0102-311X.

MATEO, M.; MATEO, M.; MONTOYA, A.; BAILO, B.; SAUGAR, J. M.; AGUILERA, M.; FUENTES, I.; CARMENA, D. Detection and Molecular Characterization of *Giardia duodenalis* in Children Attending Day Care Centers in Majadahonda, Madrid, Central Spain. *Medicine*, Wolters Kluwer Health, v. 93, n. 15, p. e75 -, 10 2014. ISSN 0025-7974. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4616291/>>.

MCMICHAEL, A.; WOODRUFF, R.; HALES, S. Climate change and human health: present and future risks. **Lancet**, v. 9538, n. 2, p. 368 – 842, Sep 2006. 08/09/2017.

MOURA, J.; PENAFORTE, C.; KERTI, R.; DAUFENBACH, L. Z.; CAMARGO, N. J.; TREVISAN, R. Surto de doença diarreica aguda por *Cyclospora cayetanensis*, Antonina,

Paraná. **Bol Eletrônico Epidemiológico, Fundação Nacional da Saúde**, n. 3, p. 3 - 5, 2002.

MOURA, L. de; BAHIA-OLIVEIRA, L. M. G.; WADA, M. Y.; JONES, J. L.; TUBOI, S. H.; CARMO, E. H.; RAMALHO, W. M.; CAMARGO, N. J.; TREVISAN, R.; GRAÇA, R. M.; SILVA, A. J. da; MOURA, I.; DUBEY, J.; GARRETT, D. O. Waterborne Toxoplasmosis, Brazil, from Field to Gene. **Emerging Infectious Diseases, Centers for Disease Control and Prevention**, v. 12, n. 2, p. 326 - 329, 2 2006. ISSN 1080-6040. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3373086/>>.

MUHSEN, K.; LEVINE, M. M. A Systematic Review and Meta-analysis of the Association Between *Giardia lamblia* and Endemic Pediatric Diarrhea in Developing Countries. **Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America**, Oxford University Press, v. 55, n. Suppl 4, p. S271 – S293, 12 2012. ISSN 1058-4838.

MULLER, A. P. B.; PELLIZARI, V. H.; MATTE, G. R.; PELLIZARI, V. H.; SANCHEZ, P. S. Detecção de oocistos de *Cryptosporidium*, spp, em águas de abastecimento superficiais e tratadas da região metropolitana de São Paulo. 2000. Universidade de São Paulo.

NASSER, M. Cresce número de etnias registradas em Foz, 2014. Foz do Iguaçu: Rádio Cultura, 2014. 25/09/2017.

NEVES, P. D. M.; CAMARGO, F. M.; NEVES, G. D. M. Tríplice fronteira: Foz do Iguaçu, Ciudad del Este e Puerto Iguazu. **Revista Interface**, Edição nº 10, dezembro de 2015 – p. 70-78, n. 10, p. 70 – 78, Dez 2015. ISSN 1806-6062. 10/11/2017.

NOGUEIRA, V. M. R.; SILVA, M. G. da. Direito, Fronteiras e Desigualdade em Saúde. Volume 6 - Número 24 - Dezembro de 2009, Revista da Faculdade de Serviço Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, v. 6, n. 24, p. 83 – 98, Dezembro 2009. **Revista Em Pauta**. 04/10/2016.

OATES, S. C.; MILLER, M. A.; HARDIN, D.; CONRAD, P. A.; MELLI, A.; JESSUP, D. A.; DOMINIK, C.; ROUG, A.; TINKER, M. T.; MILLER, W. A. Prevalence, Environmental Loading, and Molecular Characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia*

Isolates from Domestic and Wild Animals along the Central California Coast. *Applied and Environmental Microbiology*, American Society for Microbiology, v. 78, n. 24, p. 8762 - 8772, 12 2012. ISSN 0099-2240.

OLIVEIRA, D. V.; MEDEIROS, A. W.; NACHTIGALL, G.; ZANIN, J. G.; GUED, A. P. Qualidade da água e identificação de bactérias gram-negativas isoladas do arroio dilúvio, Porto Alegre, PORTO ALEGRE, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL. *Evidência*, Joaçaba, v. 12, n. 1, p. 51 – 62, jan/jun 2012. ISSN 2236-6059. 04/09/17.

ONU. Integrates monitoring SDG6 synthesis report 2018 on water and sanitation. **Un Water**, n. SDG 6, 2017. 10/02/2018.

ORGANIZATION, W. H.; FUND, U. N. C. Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene. July 2017. ISBN 978-92-4-151289-3. 04/10/2017.

ORTEGA-PIERRESA, M. G.; JEXB, A. R.; ANSELLC, B. R.; SVÄRD, S. G. Recent advances in the genomic and molecular biology of *Giardia*. *Acta Tropica* 184 (2018) 67–72, **Published by Elsevier B.V.**, v. 184, p. 67 – 72, 2017 2018. 04/01/2019.

PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Climate Change 2014: **Synthesis Report**. [S.l.], 2014.

PARANÁ. Rio Paraná. 2017. Todos os direitos reservado. Revisado em: 01 junho, 2017. 10/12/2017.

PEITER, P. C. A Geografia da Saúde na Faixa de Fronteira Continental do Brasil na Passagem do Milênio. 2005. 334 p. (Programa de Pós-Graduação em Geografia) — Universidade Federal do Rio de Janeiro. 20/04/2017.

PERALTA, R. H. S.; VELÁSQUEZ, J. N.; CUNHA, F. de S.; PANTANO, M. L.; SODRÉ, F. C.; SILVA, S. da; ASTUDILLO, O. G.; PERALTA, J. M.; CARNEVALE, S. Genetic diversity of *Cryptosporidium* identified in clinical samples from cities in Brazil and Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Instituto Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, v. 111, n. 1, p. 30 - 36, 1 2016. ISSN 0074-0276.

PIECHNICKI, A. S.; KOVALESKI, J. L.; SOUZA, M. V. de. Utilização da metodologia de análise e solução de problemas na redução das perdas de água: Um estudo de caso na SANEPAR. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 3, n. 2, p. 90 – 98, Agosto 2011.

PLUTZER, J.; KARANIS, P. Neglected waterborne parasitic protozoa and their detection in water. **Water Res**, v. 15, n. 101, p. 318 – 332, Sep 2016. 10/01/2018.

PLUTZER, J.; LASSEN, B.; JOKELAINEN, P.; DJURKOVIĆ-DJAKOVIĆ, O.; UCSERA, I.; SROKA, J.; DEKSNE, G.; KEIDANE, D.; KARANIS, P. Review of *Cryptosporidium* and *Giardia* in the eastern part of Europe, 2016. *Euro Surveill, Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 23(4), 16-00825., v. 23, n. 4, p. 16 - 00825, Jan 2018.

QUEIROZ, J. T. M. de; HELLER, L.; SILVA, S. R. da. Análise da correlação de ocorrência da doença diarreica aguda com a qualidade da água para consumo humano no município de Vitória-ES. **Saúde e Sociedade**, scielo, v. 18, p. 479 – 489, 09 2009. ISSN 0104-1290.

QUIHUI, L.; MORALES, G. G.; MÉNDEZ, R. O.; LEYVA, J. G.; ESPARZA, J.; VALENCIA, M. E. Could giardiasis be a risk factor for low zinc status in schoolchildren from northwestern Mexico. A cross-sectional study with longitudinal follow-up. **BMC Public Health, BioMed Central**, v. 10, p. 85 -, 2010. ISSN 1471-2458.

RAMIRES, I.; BUZALAF, M. A. R. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária: cinqüenta anos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, scielo, v. 12, p. 1057 – 1065, 08 2007. ISSN 1413-8123.

RAMÍREZ, J. D.; DARÍOHEREDIA, R.; CIELO, C. H.; LIGIA, M. L.; MONCADA, I.; REYES, P.; PINILLA, A. E.; LOPEZ, M. C. Molecular diagnosis and genotype analysis of *Giardia duodenalis* in asymptomatic children from a rural area in Central Colombia. **Infect Genet Evol**, v. 32, p. 208 - 213, 2015.

RAMO, A.; CACHO, E.; SÁNCHEZ-ACEDO, C.; JOAQUÍNQUÍLEZ. Occurrence of *Cryptosporidium* and *Giardia* in raw and finished drinking water in north-eastern Spain. **Science of The Total Environment**, Elsevier, v. 580, p. 1007 – 1013, 15 February 2017.

RAZZOLINI, M.; SANTOS, T. da S.; BASTOS, V. Detection of *Giardia* and *Cryptosporidium* cysts/oocysts in watersheds and drinking water sources in Brazil urban areas. **J Water Health**, [PubMed], v. 8, n. 2, p. 399 – 404, 2010. ISSN 10.2166/wh.2009.172. 04/04/2018.

REIS, F.; DIAS, C. R.; ABRAHÃO, W. M.; MURAKAMI, F. S. Microbiological evaluation of water and surfaces of drinking fountains of parks from Curitiba – PR. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 13, n. 1, 2012. ISSN 1518-5192. 4/10/2017.

RHODES, E. R.; VILLEGAS, L. F.; SHAW, N. J.; MILLER, C.; VILLEGAS, E. N. A Modified EPA Method 1623 that Uses Tangential Flow Hollow-fiber Ultrafiltration and Heat Dissociation Steps to Detect Waterborne *Cryptosporidium* and *Giardia* spp. **Journal of Visualized Experiments: JoVE**, MyJove Corporation, n. 65, p. 4177 –, 2012. ISSN 1940-087X.

ROSADO-GARCÍA, F. M.; GUERRERO-FLÓREZ, M.; KARANIS, G.; HINOJOSA, M. D. C.; KARANIS, P. Water-borne protozoa parasites: The Latin American perspective. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, Elsevier, p. 1 – 16, 19 March 2017. 20/05/2017.

ROSE, J. B.; HUIMAN, D. E.; GENNACCARO, A. Risk and control of waterborne cryptosporidiosis. **FEMS Microbiology Reviews**, **Published by Elsevier Science**, n. 26, p. 113 – 123, April 2002. ISSN S 0 1 6 8 - 6 4 4 5 (0 2) 0 0 0 9 0 - 6. 05/05/2017.

RYAN, U.; HIJJAWI, N. New developments in *Cryptosporidium* research. **Int J Parasitol**, Epub, v. 6, n. 45, p. 367 – 373, Mar 2015. 04/03/2018.

RYAN, U.; PAPANINI, A.; MONIS, P.; HIJJAWI, N. It's official - *Cryptosporidium* is a gregarine: What are the implications for the water industry? **Water Res**, v. 105, n. 15, p. 305 – 313, Sep 2016. PMID: 27639055. 10/02/2018.

SANEPAR. Ofício Sanepar, Unidade de Foz do Iguaçu. 2018.

SANEPAR. Resposta ao Ofício 001/2018. Foz do Iguaçu, 2018.

SATO, M. I. Z.; GALVANI, A. T.; PADULA, J. A.; NARDOCCI, A. C.; LAURETTO, M. de S.; RAZZOLINI, M. T. P.; HACHICH, E. M. Assessing the infection risk of *Giardia* and

Cryptosporidium in public drinking water delivered by surface water systems in Sao Paulo State, Brasil. **Science of the Total Environment**, n. 442, p. 389 - 396, 2013.

SILVEIRA, J. T.; CARDOSO, M. R. de I. Avaliação de parâmetros microbiológicos de potabilidade em amostras de água provenientes de escolas públicas do Estado do Rio Grande do Sul. 2011. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SINGHAL, N.; KUMAR, M.; KANAUIA, P. K.; VIRDI, J. S. MALDI-TOF mass spectrometry: an emerging technology for microbial identification and diagnosis. **Front Microbiol**, v. 791, n. 6, Aug 2015. 10/12/2017.

SPILKI, F. R. Crise hídrica, saúde e parâmetros de qualidade microbiológica da água no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 71 – 78, Julho 2015. 04/10/2018.

SQUIRE, S.; RYAN, U. *Cryptosporidium* and *Giardia* in Africa: current and future challenges. **Parasit Vectors**, p. 10 – 195, 2017. 04/12/2018.

STANCARI, R. C. A.; CORREIA, M. Detecção de oocistos de *Cryptosporidium* spp e cistos de *Giardia* spp em mananciais e águas de abastecimento público. **Rev Inst Adolfo Lutz** 2010; 69(4):453-60, v. 4, n. 69, p. 453 – 460, 2010. 05/11/2016.

STANDRIDGE, J. *E. coli* as a public health indicator of drinking water quality. **Journal American Water Works Association**, v. 100, n. 2, p. 65 – 75, 2008.

SUL, C. E. de Vigilância em Saúde do Rio Grande do; SAÚDE, S. de Vigilância em. **Relatório de Atualização de Investigação de Surto**. Santa Maria, 2018. 04/01/2019.

TARTARI, R.; DÍAZ-MORA, N.; MÓDENES, A. N.; PIANARO, S. A. Lodo gerado na estação de tratamento de água Tamanduá, Foz do Iguaçu, PR, como aditivo em argilas para cerâmica vermelha: Parte I: caracterização do lodo e de argilas do terceiro planalto paranaense. **Cerâmica**, scielo, v. 57, p. 288 – 293, 09 2011. ISSN 0366-6913.

TEIXEIRA, J. C.; HELLER, L.; BARRETO, M. L. *Giardia duodenalis* infection: risk factors for children living in sub-standard settlements in Brazil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23(6):1489-1493, jun, 2007, Rio de Janeiro, v. 6, n. 23, p. 1489 – 1493, jun 2007.

THOMAS, L.; ZWEIG, A.; TOSH, A. An adolescent with chronic giardiasis mimicking anorexia nervosa. **Int J Adolesc Med Health**, v. 26, p. 293 – 295, 2014. 10/02/2019.

THOMPSON, R. Giardiasis as a re-emerging infectious disease and its zoonotic potential. **International Journal for Parasitology**, Elsevier, v. 30, p. 1259 – 1267, November 2000. 03/07/2016.

THOMPSON, R. Review of “*Cryptosporidium* and cryptosporidiosis” by Ronald Fayer and Lihua Xiao (eds.). **Parasites & Vectors**, BioMed Central, v. 1, p. 47 –, 2008. ISSN 1756-3305.

THOMPSON, R. Molecular epidemiology of *Giardia* and *Cryptosporidium* infections. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 40, p. 315 – 323, Jun 2016.

UNESCO. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. WWDR, 2017. 4/10/2017.

USEPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). Method 1623.1: *Cryptosporidium* and *Giardia* in Water by Filtration/IMS/FA. **Office of Water** EPA-816-R-12-001, Washington DC, 2012.

VANATHY, K.; PARIJA, S.; MANDAL, J.; HAMIDE, A.; KRISHNAMURTHY, S. Cryptosporidiosis: A mini review. **Trop Parasitol**, v. 2, n. 7, p. 72 – 80, Jul-Dec 2017. . 05/01/2018.

VIVANCOS, V.; GONZÁLEZ-ALVAREZ, I.; BERMEJO, M.; GONZALEZ-ALVAREZ, M. Giardiasis: Characteristics, Pathogenesis and New Insights About Treatment. **Curr Top Med Chem**, v. 18, n. 15, p. 1287 – 1303, 2018. 02/02/2019.

WHO, W. H. O. Guidelines for drinking-water quality. **WHO Library Cataloguing-in-Publication**, n. 4. ed., 2011. ISSN 978 92 4 154815 1. 05/01/2018.

WHO, W. H. O. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. **Library Cataloguing-in-Publication** Data, Geneva, n. Fourth Edition, 2017. ISBN 978-92-4-154995-0 Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 05/01/2018.

WINTER, L.; CAMPOS, A. M. de S. M.; DAIN, S.; KORNIS, G. E. M.; CUNHA, F. T. S. Transfronteirização e Financiamento dos Serviços de Saúde. 2009. () — Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

XIAO, S.; YINA, P.; ZHANGA, Y.; ZHAOA, X.; SUNA, L.; YUANA, H.; LUA, J.; HU, S. Occurrence, genotyping, and health risk of *Cryptosporidium* and *Giardia* in recreational lakes in Tianjin, China. *Water Research*, v. 141, p. 46 - 56, Maio 2018. Disponível em: <10.1016/j.watres.2018.05.016>. Acesso em: 04/01/2019.

YAMANAKA, E. H. U.; MONTEIRO, C. L. B. C. L. B.; BEUX, M. R. Incidência, fatores de virulência e resistência a antibióticos de *Escherichia coli* e *Enterococcus spp* isolados como indicadores de contaminação fecal em água de consumo de fontes alternativas de Curitiba e região metropolitana. 2012.

APÊNDICES

Tabela 6 – Descrição dos CMEI abastecidos pela ETA 171, município de Foz do Iguaçu - PR, 2018.

Ponto	CMEI	Região	Endereço	Crianças matriculadas
1	CMEI Vila Esmeralda	Vila Esmeralda	Rua Potiguara, 2518	107
2	CMEI Soldadinho de Chumbo	Profilurb I	Rua TV Bagre	249
3	CMEI Mamãe Agenora	Parque Ouro Verde	Rua Palometa, 257	102
4	CMEI Rosa Cirilo	Profilurb II	Rua Pirapitinga 352	84
5	CMEI Ariano Suasuna	Ouro Verde	Rua Golfinho, número 2070	200
6	CMEI Ouro Verde	Ouro Verde	Alameda Ágata, 367	144
7	CMEI Ozires Santos	Buba	Rua Amor Perfeito, no 417	240
8	CMEI Elfrida Keller	Vila Adriana	Rua das Papoulas, S/N	79
9	CMEI Novo Horizonte	Jardim Novo Horizonte	Rua Luiz Pinheiro, S/N	194
10	CMEI Victório Basso	Parque Imperatriz	Rua Engenho Novo, S/N	351

Fonte: O autor e Secretária Municipal de Educação de Foz Iguaçu (2018).

Tabela 8 – Descrição dos CMEI abastecidos pela ETA 172, município de Foz do Iguaçu - PR, 2018.

Ponto	CMEI	Região	Endereço	Crianças matriculadas
1	CMEI Ramona Dotto	Jardim Paraná	Rua Antonina, S/N	157
2	CMEI Professora Nilva de Jesus	Jardim Karla	R. Belo Horizonte, 594	256
3	CMEI Celeste Sotto Maior	Jardim Paraná	Rua Antonina	60
4	CMEI Antônio Ferreira Damião Neto	Jardim Curitibaano	Jardim Curitibaano	260
5	CMEI Flor de Acácia	Jardim Califórnia	Rua Ângela Ap. Andrade, 945	150
6	CMEI Dom Olívio	Porto Belo	Avenida Tancredo Neves, 4203	346
7	CMEI Osvaldo Goch	Vila Borges	Rua Ronie Peterson S/Nº	213
8	CMEI Campos do Iguaçu	Campos do Iguaçu	Rua Capibaribe, 1695	270
9	CMEI Jardim Lindóia	Jardim Lindóia	Rua Foz do Areia, 233	243
10	CMEI Maricota Basso	Jardim São Paulo	Rua Airton Ramos, S/N	250
11	CMEI Rubem Alves	Jardim São Paulo	Rua Jorge Sanways, no 4627	208
12	CMEI Inácia de Menezes	Região Morumbi II	Rua Pompeu de Toledo, S/N	270
13	CMEI São Francisco	Região Morumbi II	Rua Canindé	200
14	CMEI Bárbara de M. Januário	Região Morumbi	Rua Olímpico, 1223, Esquina Rua Cisne	256
15	CMEI Pingo de Gente	Cohapar III	Avenida Republica Argentina, 5935	110
16	CMEI Julia Ferrais	Portal da Foz	Rua Saracura, 202	147
17	CMEI Guilherme Augusto Terres dos Santos	Região Morumbi	Rua Tenente Eduardo Olmedo, no 1060	152
18	CMEI Zilda Arns Neumann	Região Morumbi	Rua Barão da Serra Negra, número 2169	240
19	CMEI Cláudio da Silva Lourenço	Três Bandeiras	Rua Pedro Francisco Keru, 50	220

Ponto	CMEI	Região	Endereço	Crianças matriculadas
20	CMEI Três Lagoas	Três Lagoas	Rua Camorin, 700	250
21	CMEI João de Aquino	Jardim Santa Rita	Rua Oscar Al- fredo Franco, 27	228
22	CMEI Pedro Lakus	Região Três Ban- deiras	Rua Franco Ve- lasco, 285	214
23	CMEI Amina Barakat	Vila Justus	Rua Planalto, s/n	51
24	CMEI José Bento Vidal	Vila C	Rua Vila Velha, s/n	387
25	CMEI Flor de Lis	Vila C	Rua "O", 655	379
26	CMEI Carlos Gauto	São Sebastião	Rua João Al- fredo Müller, 279	85
27	CMEI Amor Perfeito	Vila C	Rua Zulema de Araújo Frasson, s/n	299

Fonte: O autor e Secretária Municipal de Educação de Foz Iguaçu (2018).

ANEXOS

ANEXO 1 – Tramitação na Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu.



Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu

Praça Getúlio Vargas 280, Centro - CEP: 85851-340 Foz do Iguaçu - PR
E-mail: 24horas@fozdoiguacu.pr.gov.br | Site: http://www.pmfi.pr.gov.br/
Telefone: (45) 3521-1000

TRAMITAÇÕES E INFORMAÇÕES DO PROCESSO

Dados

Assunto: Autorização
 Nº do Processo: 34979 / 2017
 Requerente: GUSTAVO STRIEDER SCHERER
 Pessoa ID: 1110374
 Complemento: Autorização para realização de pesquisa e coleta de dados que serão utilizados para fins científicos de um projeto de pesquisa.
 AO SMED
 Último parecer: Protocolo / Arquivo!!
 Após audiência com o requerente, o pedido para realizar a atividade foi deferido.
 Fernando Ferreira Souza Lima / SMED

Ações possíveis



Tramitações

Recebido	Data	Despachado por	Enviado para	Data recebido	Recebido por	Unidade	Parecer
Sim	14/08/2017 13:49:53			14/08/2017	Ketlyn Cristiane Alves Pauli (Estagiária)	0019-Supervisão de Protocolo Geral e Arquivo - SPT/DPAD/SMAD	Início do andamento do processo.
Sim	14/08/2017 16:34:39	Helena Maris Lavratti Eckert	Marcia Regina Marquetto Mauricio (Secretaria de Escola Sênior)	18/08/2017	Denisia Alves (Assit. Adm. Junior)	0334-DVCMF/DPAE/SMED - Div. de Controle e Movimentação Funcional	Encaminha-se.
Sim	18/08/2017 10:26:50	Denisia Alves	SOLANGE ARIADENE LANG (Professora Pós Graduada)	30/10/2017	SOLANGE ARIADENE LANG (Professora Municipal da Educação- Pós Graduada)	0346-GAB/SMED - Gabinete do Secretário Municipal da Educação-	Correção de Fluxo.
Sim	30/10/2017 14:44:57	SOLANGE ARIADENE LANG	Elautério Francisco dos Santos (Assit. Adm Junior Chefe da DVAGE)	01/11/2017	Larissa Mayara Leite (Estagiária)	0020-Divisão de Arquivo Provisório SPT-DIAD-SMAD	Protocolo / Arquivo!! Após audiência com o requerente, o pedido para realizar a atividade foi deferido. Fernando Ferreira Souza Lima / SMED

ANEXO 2 – Tramitação na SANEPAR/ Unidade Regional de Foz do Iguaçu.



CA 577/2017 – URFI
Foz do Iguaçu, 10 de outubro de 2017.

Ilmo. Sr.
GUSTAVO STRIEDER SCHERER
Aluno do Mestrado
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Foz do Iguaçu – PR

Assunto: Autorização para coleta de insumos da Sanepar – Foz do Iguaçu

Prezado aluno:

Em atenção a sua solicitação para coleta de insumos da SANEPAR – Unidade Regional Foz do Iguaçu, informamos que está autorizado a realização da coleta a partir de 16/10/2017; conforme informações abaixo:

- 1 – **Projeto de pesquisa autorizado:** Pesquisa de parasitos em água para consumo humano em Centros Municipais de Educação Infantil em região de fronteira – Foz do Iguaçu;
- 2 – **Instituição responsável:** Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE;
- 3 – **Data da solicitação:** 09/08/2017 – data autorização: 11/10/2017;
- 4 – **Contato do responsável técnico pela pesquisa:** GUSTAVO STRIEDER SCHERER;
- 5 – **Mauro Alberto Betanin – (45) 999750660 – ETA Vila C** – responsável que acompanhará os pesquisadores ou combinar a logística do atendimento;
- 6 – **Insumo a ser coletado:** Água para consumo humano;
- 7 – **Período autorizado:** Outubro/2017 a Março/2018.

Sem mais para o momento.

Atenciosamente,



Luiz Carlos Medeiros
Coordenador Industrial – URFI



Nilton Luiz Perez Mollinari
Gerente Regional – URFI

SANEPAR – Unidade Regional Foz do Iguaçu – PR
CNPJ 76.484.013/0001-45
Avenida Brasil, 559 – CEP 85851-900
Fone: (45) 3521-4600 / 2102-4600 – Fax: (45) 3523-5266

Missão: Prestar serviços de Saneamento Ambiental de forma sustentável, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida.

Visão: Ser uma Empresa de excelência, comprometida com a universalização do saneamento ambiental.

Valores: Responsabilidade – Inovação – Competência – Respeito – Comprometimento – Profissionalismo – Transparência – Ética.

Política Ambiental: Buscar a sustentabilidade ambiental, social e econômica nas atividades da Companhia.

ANEXO 3 - *Qualis* da Revista de Saúde e Sociedade, Área de Enfermagem.

Área de Avaliação:

ENFERMAGEM + ▾

ISSN:

Título:

SAÚDE E SOCIEDADE

Classificação:

-- SELECIONE -- ▾

[Consultar](#) [Cancelar](#)

Periódicos

ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
1984-0470	SAÚDE E SOCIEDADE (ONLINE)	ENFERMAGEM	B1
0104-1290	SAÚDE E SOCIEDADE (USP. IMPRESSO)	ENFERMAGEM	B1

ANEXO 4 - Normas para submissão de artigo segundo a revista de Saúde e Sociedade.

Política editorial

A revista Saúde e Sociedade veicula produção científica de caráter crítico e reflexivo relacionada ao campo da saúde pública/coletiva. Tem por objetivo adicional socializar novas abordagens. Acolhe, ainda, a produção técnica que divulgue resultados de trabalhos em instituições com atuação em saúde pública/coletiva que consubstanciem uma contribuição relevante para o avanço do debate sobre temas desafiadores.

Serão particularmente valorizados artigos que priorizem a interface da saúde com as ciências sociais e humanas.

Áreas de interesse

Desde sua criação, em 1992, **Saúde e Sociedade** tem publicado trabalhos de diferentes áreas do saber que se relacionam à saúde pública/coletiva. Pretende abarcar a produção de diferentes ramos das ciências humanas e sociais, tanto a produção científica e teórica, como a referente às propostas de intervenção e prática institucional.

Tipos de artigos

Todos os tipos de manuscrito devem obedecer rigorosamente às regras de apresentação disponíveis no item “Preparação de manuscritos”, assim como no item “Ética em publicação científica e política de plágio”.

Saúde e Sociedade publica matérias inéditas de natureza reflexiva, de pesquisa e atualização do conhecimento, sob a forma de:

- a) *Artigos* - textos analíticos resultantes de pesquisas originais teóricas ou empíricas referentes a temas de interesse para a revista (até seis mil palavras);
- b) *Ensaio* - textos baseados em discussões teóricas, metodológicas ou temáticas que tragam aspectos inovadores ou problematizem questões em pauta no campo de interesse da revista (até sete mil palavras);
- c) *Relatos de experiências* - nas áreas de pesquisa, ensino e prestação de serviços de saúde (até seis mil palavras);
- d) *Comentários* - textos curtos em reação à matéria já publicada pela revista, oferecendo informações complementares, contribuições ou críticas respeitadas e construtivas, de modo a alimentar o debate acadêmico e técnico da produção do campo - ao indicar a modalidade da matéria no sistema Scholar, favor identificá-la como *Letter to the Editor* (até mil palavras); e
- e) *Entrevistas* - Depoimentos de personalidades ou especialistas da área visando, quer a reconstrução da história da saúde pública/coletiva, quer a atualização em temas de interesse da revista (até seis mil palavras).

- *Dossiês* - textos ensaísticos ou analíticos resultantes de estudos ou pesquisas originais sobre tema indicado pelos editores e a convite deles;
- *Editoriais* - textos temáticos de responsabilidade dos editores ou de pesquisadores convidados (até duas mil palavras);
- Comentários curtos, notícias ou críticas de livros publicados e de interesse para a área, a convite do corpo editorial;
- *Anais* - de congressos e de outros eventos científicos pertinentes à linha editorial da Revista, a convite dos editores.

Procedimentos de avaliação por pares

Na seleção de artigos para publicação, avalia-se o mérito científico do trabalho e sua adequação às normas editoriais adotadas pela revista. Todo texto enviado para publicação é submetido a uma pré-avaliação pelo Corpo Editorial. Uma vez aprovado, é encaminhado à revisão por pares (no mínimo dois pareceristas *ad hoc*). Tanto a identidade dos autores como a dos pareceristas é mantida em sigilo. O material será devolvido ao(s) autores caso os pareceristas sugiram mudanças e/ou correções. Em caso de divergência de pareceres, o texto será encaminhado a um terceiro parecerista para arbitragem. A decisão final sobre o mérito do trabalho é de responsabilidade do Corpo Editorial (editores, editores associados e editores associados *ad hoc*).

Os textos são de responsabilidade dos autores, não coincidindo necessariamente com o ponto de vista dos editores e do Corpo Editorial da revista.

Do ineditismo do material

O conteúdo dos artigos enviados para publicação não pode ter sido publicado anteriormente ou encaminhado simultaneamente a outro periódico. Os artigos já publicados na *Saúde e Sociedade*, para serem publicados em outros locais, ainda que parcialmente, necessitam de aprovação por escrito por parte dos Editores e neles deverá constar a informação de que o texto foi publicado anteriormente na revista Saúde e Sociedade, indicando o volume, número e ano de publicação.

Ética em publicação científica e política de plágio

A constatação da ocorrência de plágio implica em exclusão imediata do sistema de avaliação.

Saúde e Sociedade tem como referência os princípios de conduta e a política de plágio elaborados pelo *Committee on Publications Ethics – COPE* (<https://publicationethics.org>) e, a partir de 2019, adotará softwares específicos para aferição de similaridade textual ou de conteúdo entre o material submetido à avaliação/publicação e outras publicações, inclusive dos próprios autores.

A produção intelectual veiculada pela revista deve ser autoral e original. O corpo editorial apurará condutas que não sejam adequadas aos fins científicos, de acordo com os princípios

já citados, sem prejuízo da realização crítica da produção acadêmica e da expressão da liberdade do pensamento.

A Revista refuta enfaticamente as diversas formas de plágio e quaisquer intentos de apropriação indevida do produto do trabalho intelectual alheio, inclusive o autoplágio quando se justifica por imperativos do produtivismo acadêmico, incompatíveis com o compartilhamento responsável do conhecimento. A originalidade dos trabalhos submetidos para avaliação/publicação é considerada tanto em relação às fontes autorais dos conteúdos desenvolvidos e/ou referidos quanto em relação aos aspectos formais da redação.

Ao submeter seus trabalhos, pedimos aos autores que ponderem a efetiva necessidade de inclusão do nome de coautores em manuscritos, inclusive nos casos de participação de orientadores e coordenadores de pesquisas acadêmicas. Deve haver especial cuidado em relação à elaboração de trabalhos derivados de pesquisas acadêmicas de mestrado, doutorado, pós-doutorado e similares para que os autores não incorram em autoplágio. Ainda nos casos em que o manuscrito é inspirado ou derivado de pesquisas *stricto sensu*, é importante que a fonte de origem do conteúdo, salvaguardada a identidade dos autores durante o processo de avaliação, seja devidamente indicada e o texto apresentado seja efetivamente original.

Financiamento

Caso a matéria apresentada seja resultado de pesquisa financiada por entidades públicas ou privadas, esta informação deve obrigatoriamente ser fornecida na versão definitiva da publicação, mas não no manuscrito de submissão.

Da autoria

As pessoas designadas como autores devem ter participado na elaboração dos artigos de modo que possam assumir publicamente a responsabilidade pelo seu conteúdo. A qualificação como autor deve pressupor: concepção e o delineamento ou a análise e interpretação dos dados; redação do artigo ou a sua revisão crítica; e aprovação da versão a ser publicada.

No final do texto devem ser especificadas as contribuições individuais de cada autor na elaboração do artigo.

No arquivo que contém o manuscrito, a autoria e contribuição dos autores devem ser omitidas do texto, para que possa haver a devida avaliação cega por pares.

Preparação de manuscritos

Formato

Papel tamanho A4, margens de 2,5 cm, espaço 1,5, letra Times New Roman 12.

O número máximo de palavras, sempre incluindo ilustrações e referências bibliográficas, varia conforme o tipo da matéria (ver item Tipos de artigos).

Estrutura

Título: Até 50 palavras. Conciso e informativo. Na língua original e em inglês.

Nome(s) do(s) autor(es): todos devem informar a afiliação institucional (em ordem decrescente, por exemplo: Universidade, Faculdade e Departamento) e e-mail. O autor responsável pela correspondência também deve informar seu endereço completo (rua, cidade, CEP, estado, país).

Dados relativos à autoria, informações sobre os autores e financiamento devem estar à parte do artigo, em documento que não será enviado para avaliação cega (*supplemental file NOT for review*).

Resumos: Devem refletir os aspectos fundamentais dos trabalhos, com até 200 palavras, incluindo objetivos, procedimentos metodológicos e resultados. Devem preceder o texto e estar na língua do texto e em inglês (abstract).

Palavras-chave: Até 5 palavras-chaves, na língua do texto e em inglês, apresentados após o resumo.

Gráficos e tabelas: Os gráficos e tabelas devem ser apresentados em seus programas originais (por exemplo, em Excel: arquivo.xls), devidamente identificados, em escala de cinza, em arquivos separados do texto. Figuras, tabelas e imagens devem ser inseridos como arquivos separados do artigo.

Imagens: As imagens (figuras e fotografias) devem ser fornecidas em alta resolução (300 dpi), em JPG ou TIF, com no mínimo 8 cm de largura, em escala de cinza, em arquivos separados do texto.

Imagens que podem identificar os autores não devem estar no texto original. Também podem ser incluídas como arquivos separados do artigo.

Citações no texto: Devem seguir o padrão ABNT.

REFERÊNCIAS

Serão aceitas no máximo 30 referências por artigo, com exceção das revisões de literatura. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências bibliográficas citadas no texto. As referências deverão seguir as normas da ABNT NBR 6023, serem apresentadas ao final do trabalho e ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor. A seguir alguns exemplos:

Livro

FORTES, P. A. de C.; RIBEIRO, H. (Org.). *Saúde global*. São Paulo: Manole, 2014.

Capítulo de Livro

GOTLIEB, S. L. D.; LAURENTI, R.; MELLO JORGE, M. H. P. Crianças, adolescentes e jovens do Brasil no fim do século XX. In: WESTPHAL, M. F. *Violência e criança*. São Paulo: EDUSP, 2002. p. 45-72.

Artigo de Periódico

BASTOS, W. et al. Epidemia de *fitness*. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 485-496, 2013.

Tese

SANTOS, A. L. D. dos. *Histórias de jovens que vivenciaram a maternidade na adolescência menor: uma reflexão sobre as condições de vulnerabilidade*. 2006. Tese (Doutorado em Saúde Materno-Infantil)-Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Documento on-line

WHO GLOBAL MALARIA PROGRAMME. World malaria report: 2010. Geneva: WHO, 2010. Disponível em: <http://www.who.int/malaria/world_malaria_report_2010/worldmalariareport2010.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2011.

Legislação (Lei, Portaria etc.)

- Versão impressa

BRASIL. Lei nº 9887, de 7 de dezembro de 1999. Altera a legislação tributária federal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 8 dez. 1996. Seção 1, p. 13.

- Versão eletrônica

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 485, de 11 de novembro de 2005. Aprova a Norma Regulamentadora nº 32 (Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 16 nov. 2005. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/portarias/2005/p_20051111_485.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2007.

Artigo ou matéria de jornal

CUPANI, G. População sedentária preocupa médicos reunidos em simpósio. Folha de S. Paulo, São Paulo, 15 out. 2010. Equilíbrio e Saúde, p. 14.

Trabalho apresentado em evento (congresso, simpósio, seminário etc.)

- Versão impressa

COUTO, M. T.; SOTT, R. P. Ética, diversidade e saúde reprodutiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS EM SAÚDE, 2., 1999, São Paulo. *Livro de resumos...* São Paulo: Abrasco: Unifesp, 1999, p. 100.

- Versão eletrônica

CARVALHO, C. A. Religião e aids: segredos e silêncios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PREVENÇÃO EM DST/AIDS, 4., 2001, Cuiabá. *Anais...* Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2001, p. 71-72. Disponível em: <<http://www.portalsaudebrasil.com/artigospsb/public007.pdf>>. Acesso em: 18 ago.2006.

Open Access

A *Saúde e Sociedade* utiliza o modelo *Open Access* de publicação, portanto seu conteúdo é livre para leitura e download, favorecendo a disseminação do conhecimento.

Taxas

A *Saúde e Sociedade* não cobra taxas de submissão, avaliação ou publicação de artigos.

A tradução de um artigo aceito para publicação para um segundo idioma (que não seja o da submissão) pode ser considerada ou até sugerida pelo corpo editorial. As despesas de tradução caberão aos autores nela interessados.

Envio do material

Exclusivamente pelo sistema Scholar, acessível em

<https://mc04.manuscriptcentral.com/sausoc-scielo>

ANEXO 5 - Comprovante de submissão do artigo para a revista Saúde e Sociedade.

Thank you for your submission

Submitted to Saúde e Sociedade

Manuscript ID SAUSOC-2019-0581

Title Avaliação da qualidade da água para consumo humano em fronteira brasileira, Foz do Iguaçu

Authors Scherer, Gustavo
Pereira, Iracema
Rodrigues, Amanda
Leal, Diego
Moreira, Neide

Date Submitted 19-Jun-2019

ANEXO 6 - Anexo XX da Portaria de Consolidação número 5 do Ministério da Saúde de 03 de outubro de 2017.

ANEXO XX

DO CONTROLE E DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SEU PADRÃO DE POTABILIDADE (Origem: PRT MS/GM 2914/2011)

Art. 1º Ficam definidos os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 1º)

CAPÍTULO I

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO I)

Art. 2º Este Anexo se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 2º)

Parágrafo Único. As disposições deste Anexo não se aplicam à água mineral natural, à água natural e às águas adicionadas de sais destinadas ao consumo humano após o envasamento, e a outras águas utilizadas como matéria-prima para elaboração de produtos, conforme Resolução (RDC) nº 274, de 22 de setembro de 2005, da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 2º, Parágrafo Único)

Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 3º)

Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 4º)

CAPÍTULO II

DAS DEFINIÇÕES

(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO II)

Art. 5º Para os fins deste Anexo, são adotadas as seguintes definições: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º)

I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, I)

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido neste Anexo e que não ofereça riscos à saúde; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, II)

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido neste Anexo; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, III)

IV - padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, IV)

V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, V)

VI - sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, VI)

VII - solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, VII)

VIII - solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, VIII)

IX - rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável até as ligações prediais; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, IX)

X - ligações prediais: conjunto de tubulações e peças especiais, situado entre a rede de distribuição de água e o cavalete, este incluído; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, X)

XI - cavalete: kit formado por tubos e conexões destinados à instalação do hidrômetro para realização da ligação de água; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XI)

XII - interrupção: situação na qual o serviço de abastecimento de água é interrompido temporariamente, de forma programada ou emergencial, em razão da necessidade de se efetuar reparos, modificações ou melhorias no respectivo sistema; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XII)

XIII - intermitência: é a interrupção do serviço de abastecimento de água, sistemática ou não, que se repete ao longo de determinado período, com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XIII)

XIV - integridade do sistema de distribuição: condição de operação e manutenção do sistema de distribuição (reservatório e rede) de água potável em que a qualidade da água produzida pelos processos de tratamento seja preservada até as ligações prediais; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XIV)

XV - controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XV)

XVI - vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a este Anexo, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XVI)

XVII - garantia da qualidade: procedimento de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios realizados; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XVII)

XVIII - recoleta: ação de coletar nova amostra de água para consumo humano no ponto de coleta que apresentou alteração em algum parâmetro analítico; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XVIII)

XIX - passagem de fronteira terrestre: local para entrada ou saída internacional de viajantes, bagagens, cargas, contêineres, veículos rodoviários e encomendas postais. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XIX)

CAPÍTULO III
DAS COMPETÊNCIAS E RESPONSABILIDADES
(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO III)

Seção I
Das Competências da União
(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO III, Seção I)

Art. 6º Para os fins deste Anexo, as competências atribuídas à União serão exercidas pelo Ministério da Saúde (MS) e entidades a ele vinculadas, conforme estabelecido nesta Seção. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 6º)

Art. 7º Compete à Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS): (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 7º)

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água para consumo humano, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e respectivos responsáveis pelo controle da qualidade da água; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 7º, I)

II - estabelecer ações especificadas no Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA); (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 7º, II)

III - estabelecer as ações próprias dos laboratórios de saúde pública, especificadas na Seção V do Capítulo III; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 7º, III)

IV - estabelecer diretrizes da vigilância da qualidade da água para consumo humano a serem implementadas pelos Estados, Distrito Federal e Municípios, respeitados os princípios do SUS; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 7º, IV)

V - estabelecer prioridades, objetivos, metas e indicadores de vigilância da qualidade da água para consumo humano a serem pactuados na Comissão Intergestores Tripartite; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 7º, V)

VI - executar ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, de forma complementar à atuação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 7º, VI)

Art. 8º Compete à Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI/MS) executar, diretamente ou mediante parcerias, incluída a contratação de prestadores de serviços, as ações de vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano nos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água das aldeias indígenas. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 8º)

Art. 9º Compete à Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) apoiar as ações de controle da qualidade da água para consumo humano proveniente de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano, em seu âmbito de atuação, conforme os critérios e parâmetros estabelecidos neste Anexo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 9º)

Art. 10. Compete à ANVISA exercer a vigilância da qualidade da água nas áreas de portos, aeroportos e passagens de fronteiras terrestres, conforme os critérios e parâmetros estabelecidos neste Anexo, bem como diretrizes específicas pertinentes. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 10)

Seção II
Das Competências dos Estados
(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO III, Seção II)

Art. 11. Compete às Secretarias de Saúde dos Estados: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11)

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com os Municípios e com os responsáveis pelo controle da qualidade da água; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, I)

II - desenvolver as ações especificadas no VIGIAGUA, consideradas as peculiaridades regionais e locais; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, II)

III - desenvolver as ações inerentes aos laboratórios de saúde pública, especificadas na Seção V do Capítulo III; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, III)

IV - implementar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, IV)

V - estabelecer as prioridades, objetivos, metas e indicadores de vigilância da qualidade da água para consumo humano a serem pactuados na Comissão Intergestores Bipartite; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, V)

VI - encaminhar aos responsáveis pelo abastecimento de água quaisquer informações referentes a investigações de surto relacionado à qualidade da água para consumo humano; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, VI)

VII - realizar, em parceria com os Municípios, nas situações de surto de doença diarreica aguda ou outro agravo de transmissão fecal-oral, os seguintes procedimentos: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, VII)

a) análise microbiológica completa, de modo a apoiar a investigação epidemiológica e a identificação, sempre que possível, do gênero ou espécie de micro-organismos; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, VII, a)

b) análise para pesquisa de vírus e protozoários, no que couber, ou encaminhamento das amostras para laboratórios de referência nacional, quando as amostras clínicas forem confirmadas para esses agentes e os dados epidemiológicos apontarem a água como via de transmissão; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, VII, b)

c) envio das cepas de Escherichia coli aos laboratórios de referência nacional para identificação sorológica. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, VII, c)

VIII - executar as ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, de forma complementar à atuação dos Municípios, nos termos da regulamentação do SUS. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 11, VIII)

Seção III
Das Competências dos Municípios
(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO III, Seção III)

Art. 12. Compete às Secretarias de Saúde dos Municípios: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12)

I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, I)

II - executar ações estabelecidas no VIGIAGUA, consideradas as peculiaridades regionais e locais, nos termos da legislação do SUS; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, II)

III - inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s); (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, III)

IV - manter articulação com as entidades de regulação quando detectadas falhas relativas à qualidade dos serviços de abastecimento de água, a fim de que sejam adotadas as providências concernentes a sua área de competência; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, IV)

V - garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados, de acordo com mecanismos e os instrumentos disciplinados no Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, V)

VI - encaminhar ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano informações sobre surtos e agravos à saúde relacionados à qualidade da água para consumo humano; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, VI)

VII - estabelecer mecanismos de comunicação e informação com os responsáveis pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água sobre os resultados das ações de controle realizadas; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, VII)

VIII - executar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional e estadual; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, VIII)

IX - realizar, em parceria com os Estados, nas situações de surto de doença diarreica aguda ou outro agravo de transmissão fecal-oral, os seguintes procedimentos: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, IX)

a) análise microbiológica completa, de modo a apoiar a investigação epidemiológica e a identificação, sempre que possível, do gênero ou espécie de micro-organismos; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, IX, a)

b) análise para pesquisa de vírus e protozoários, quando for o caso, ou encaminhamento das amostras para laboratórios de referência nacional quando as amostras clínicas forem confirmadas para esses agentes e os dados epidemiológicos apontarem a água como via de transmissão; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, IX, b)

c) envio das cepas de *Escherichia coli* aos laboratórios de referência nacional para identificação sorológica. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, IX, c)

X - cadastrar e autorizar o fornecimento de água tratada, por meio de solução alternativa coletiva, mediante avaliação e aprovação dos documentos exigidos no art. 14. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, X)

Parágrafo Único. A autoridade municipal de saúde pública não autorizará o fornecimento de água para consumo humano, por meio de solução alternativa coletiva, quando houver rede de distribuição de água, exceto em situação de emergência e intermitência. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, Parágrafo Único)

Seção IV

Do Responsável pelo Sistema ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano

(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO III, Seção IV)

Art. 13. Compete ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13)

I - exercer o controle da qualidade da água; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, I)

II - garantir a operação e a manutenção das instalações destinadas ao abastecimento de água potável em conformidade com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e das demais normas pertinentes; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, II)

III - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, nos termos deste Anexo, por meio de: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, III)

a) controle operacional do(s) ponto(s) de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, quando aplicável; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, III, a)

b) exigência, junto aos fornecedores, do laudo de atendimento dos requisitos de saúde estabelecidos em norma técnica da ABNT para o controle de qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento de água; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, III, b)

IV - manter avaliação sistemática do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base nos seguintes critérios: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, IV)

V - encaminhar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios relatórios das análises dos parâmetros mensais, trimestrais e semestrais com informações sobre o controle da qualidade da água, conforme o modelo estabelecido pela referida autoridade; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, V)

VI - fornecer à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios os dados de controle da qualidade da água para consumo humano, quando solicitado; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, VI)

VII - monitorar a qualidade da água no ponto de captação, conforme estabelece o art. 40; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, VII)

VIII - comunicar aos órgãos ambientais, aos gestores de recursos hídricos e ao órgão de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios qualquer alteração da qualidade da água no ponto de captação que comprometa a tratabilidade da água para consumo humano; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, VIII)

IX - contribuir com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, por meio de ações cabíveis para proteção do(s) manancial(ais) de abastecimento(s) e das bacia(s) hidrográfica(s); (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, IX)

X - proporcionar mecanismos para recebimento de reclamações e manter registros atualizados sobre a qualidade da água distribuída, sistematizando-os de forma compreensível aos consumidores e disponibilizando-os para pronto acesso e consulta pública, em atendimento às legislações específicas de defesa do consumidor; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, X)

XI - comunicar imediatamente à autoridade de saúde pública municipal e informar adequadamente à população a detecção de qualquer risco à saúde, ocasionado por anomalia operacional no

sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano ou por não-conformidade na qualidade da água tratada, adotando-se as medidas previstas no art. 44; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, XI)

XII - assegurar pontos de coleta de água na saída de tratamento e na rede de distribuição, para o controle e a vigilância da qualidade da água. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 13, XII)

Art. 14. O responsável pela solução alternativa coletiva de abastecimento de água deve requerer, junto à autoridade municipal de saúde pública, autorização para o fornecimento de água tratada, mediante a apresentação dos seguintes documentos: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 14)

I - nomeação do responsável técnico habilitado pela operação da solução alternativa coletiva; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 14, I)

II - outorga de uso, emitida por órgão competente, quando aplicável; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 14, II)

III - laudo de análise dos parâmetros de qualidade da água previstos neste Anexo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 14, III)

Art. 15. Compete ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano por meio de veículo transportador: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 15)

I - garantir que tanques, válvulas e equipamentos dos veículos transportadores sejam apropriados e de uso exclusivo para o armazenamento e transporte de água potável; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 15, I)

II - manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e a fonte de água; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 15, II)

III - manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água, previstos neste Anexo; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 15, III)

IV - assegurar que a água fornecida contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 15, IV)

V - garantir que o veículo utilizado para fornecimento de água contenha, de forma visível, a inscrição "ÁGUA POTÁVEL" e os dados de endereço e telefone para contato. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 15, V)

Art. 16. A água proveniente de solução alternativa coletiva ou individual, para fins de consumo humano, não poderá ser misturada com a água da rede de distribuição. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 16)

Seção V

Dos Laboratórios de Controle e Vigilância
(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO III, Seção V)

Art. 17. Compete ao Ministério da Saúde: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 17)

I - habilitar os laboratórios de referência regional e nacional para operacionalização das análises de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano, de acordo com os critérios estabelecidos na Portaria nº 70/SVS/MS, de 23 de dezembro de 2004; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 17, I)

II - estabelecer as diretrizes para operacionalização das atividades analíticas de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 17, II)

III - definir os critérios e os procedimentos para adotar metodologias analíticas modificadas e não contempladas nas referências citadas no art. 22. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 17, III)

Art. 18. Compete às Secretarias de Saúde dos Estados habilitar os laboratórios de referência regional e municipal para operacionalização das análises de vigilância da qualidade da água para consumo humano. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 18)

Art. 19. Compete às Secretarias de Saúde dos Municípios indicar, para as Secretarias de Saúde dos Estados, outros laboratórios de referência municipal para operacionalização das análises de vigilância da qualidade da água para consumo humano, quando for o caso. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 19)

Art. 20. Compete aos responsáveis pelo fornecimento de água para consumo humano estruturar laboratórios próprios e, quando necessário, identificar outros para realização das análises dos parâmetros estabelecidos neste Anexo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 20)

Art. 21. As análises laboratoriais para controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano podem ser realizadas em laboratório próprio, conveniado ou subcontratado, desde que se comprove a existência de sistema de gestão da qualidade, conforme os requisitos especificados na NBR ISO/IEC 17025:2005. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 21)

Art. 22. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros previstos neste Anexo devem atender às normas nacionais ou internacionais mais recentes, tais como: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 22)

CAPÍTULO IV

DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO IV)

Art. 23. Os sistemas e as soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem contar com responsável técnico habilitado. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 23)

Art. 24. Toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 24)

Parágrafo Único. As águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 24, Parágrafo Único)

Art. 25. A rede de distribuição de água para consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 25)

Art. 26. Compete ao responsável pela operação do sistema de abastecimento de água para consumo humano notificar à autoridade de saúde pública e informar à respectiva entidade reguladora e à população, identificando períodos e locais, sempre que houver: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 26)

I - situações de emergência com potencial para atingir a segurança de pessoas e bens; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 26, I)

II - interrupção, pressão negativa ou intermitência no sistema de abastecimento; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 26, II)

III - necessidade de realizar operação programada na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão negativa; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 26, III)

IV - modificações ou melhorias de qualquer natureza nos sistemas de abastecimento; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 26, IV)

V - situações que possam oferecer risco à saúde. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 26, V)

CAPÍTULO V **DO PADRÃO DE POTABILIDADE** (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO V)

Art. 27. A água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, conforme disposto no Anexo 1 do Anexo XX e demais disposições deste Anexo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 27)

§ 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 27, § 1º)

§ 2º Nos sistemas de distribuição, as novas amostras devem incluir no mínimo uma recoleta no ponto onde foi constatado o resultado positivo para coliformes totais e duas amostras extras, sendo uma à montante e outra à jusante do local da recoleta. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 27, § 2º)

§ 3º Para verificação do percentual mensal das amostras com resultados positivos de coliformes totais, as recoletas não devem ser consideradas no cálculo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 27, § 3º)

§ 4º O resultado negativo para coliformes totais das recoletas não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 27, § 4º)

§ 5º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa no Anexo 1 do Anexo XX, não são tolerados resultados positivos que ocorram em recoleta, nos termos do art. 27, § 1º. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 27, § 5º)

§ 6º Quando o padrão microbiológico estabelecido no Anexo 1 do Anexo XX for violado, os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem informar à autoridade de saúde pública as medidas corretivas tomadas. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 27, § 6º)

§ 7º Quando houver interpretação duvidosa nas reações típicas dos ensaios analíticos na determinação de coliformes totais e *Escherichia coli*, deve-se fazer a recoleta. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 27, § 7º)

Art. 28. A determinação de bactérias heterotróficas deve ser realizada como um dos parâmetros para avaliar a integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede). (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 28)

§ 1º A contagem de bactérias heterotróficas deve ser realizada em 20% (vinte por cento) das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição (reservatório e rede). (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 28, § 1º)

§ 2º Na seleção dos locais para coleta de amostras devem ser priorizadas pontas de rede e locais que alberguem grupos populacionais de risco. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 28, § 2º)

§ 3º Alterações bruscas ou acima do usual na contagem de bactérias heterotróficas devem ser investigadas para identificação de irregularidade e providências devem ser adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), recomendando-se que não se ultrapasse o limite de 500 UFC/mL. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 28, § 3º)

Art. 29. Recomenda-se a inclusão de monitoramento de vírus entéricos no(s) ponto(s) de captação de água proveniente(s) de manancial(is) superficial(is) de abastecimento, com o objetivo de subsidiar estudos de avaliação de risco microbiológico. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 29)

Art. 30. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez expresso no Anexo 2 do Anexo XX e devem ser observadas as demais exigências contidas neste Anexo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 30)

§ 1º Entre os 5% (cinco por cento) dos valores permitidos de turbidez superiores ao VMP estabelecido no Anexo 2 do Anexo XX, para água subterrânea com desinfecção, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 30, § 1º)

§ 2º O valor máximo permitido de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), assim como o valor máximo permitido de 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta, estabelecidos no Anexo 2 do Anexo XX, deverão ser atingidos conforme as metas progressivas definidas no Anexo 3 do Anexo XX. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 30, § 2º)

§ 3º O atendimento do percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso no Anexo 2 do Anexo XX, deve ser verificado mensalmente com base em amostras, preferencialmente no efluente individual de cada unidade de filtração, no mínimo diariamente para desinfecção ou filtração lenta e no mínimo a cada duas horas para filtração rápida. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 30, § 3º)

Art. 31. Os sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água que utilizam mananciais superficiais devem realizar monitoramento mensal de *Escherichia coli* no(s) ponto(s) de captação de água. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 31)

§ 1º Quando for identificada média geométrica anual maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100mL deve-se realizar monitoramento de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. no(s) ponto(s) de captação de água. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 31, § 1º)

§ 2º Quando a média aritmética da concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. for maior ou igual a 3,0 oocistos/L no(s) pontos(s) de captação de água, recomenda-se a obtenção de efluente em filtração rápida com valor de turbidez menor ou igual a 0,3 uT em 95% (noventa e cinco por cento) das amostras mensais ou uso de processo de desinfecção que comprovadamente alcance a mesma eficiência de remoção de oocistos de *Cryptosporidium* spp. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 31, § 2º)

§ 3º Entre os 5% (cinco por cento) das amostras que podem apresentar valores de turbidez superiores ao VMP estabelecido no art. 30, § 2º, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser menor ou igual a 1,0 uT, para filtração rápida e menor ou igual a 2,0 uT para filtração lenta. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 31, § 3º)

§ 4º A concentração média de oocistos de *Cryptosporidium* spp. referida no art. 31, § 2º deve ser calculada considerando um número mínimo de 24 (vinte e quatro) amostras uniformemente coletadas ao longo de um período mínimo de um ano e máximo de dois anos. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 31, § 4º)

Art. 32. No controle do processo de desinfecção da água por meio da cloração, cloraminação ou da aplicação de dióxido de cloro devem ser observados os tempos de contato e os valores de concentrações residuais de desinfetante na saída do tanque de contato expressos nos Anexos 4, 5 e 6 do Anexo XX. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 32)

Art. 33. Os sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água supridas por manancial subterrâneo com ausência de contaminação por *Escherichia coli* devem realizar cloração da água mantendo o residual mínimo do sistema de distribuição (reservatório e rede),

Art. 34. É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 34)

Art. 35. No caso do uso de ozônio ou radiação ultravioleta como desinfetante, deverá ser adicionado cloro ou dióxido de cloro, de forma a manter residual mínimo no sistema de distribuição (reservatório e rede), de acordo com as disposições do art. 34. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 35)

Art. 36. Para a utilização de outro agente desinfetante, além dos citados neste Anexo, deve-se consultar o Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 36)

Art. 37. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, expressos nos Anexos 7 e 8 do Anexo XX e demais disposições deste Anexo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 37)

§ 1º No caso de adição de flúor (fluoretação), os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS de 26 de dezembro de 1975, não podendo ultrapassar o VMP expresso na Tabela do Anexo 7 do Anexo XX. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 37, § 1º)

Art. 38. Os níveis de triagem que conferem potabilidade da água do ponto de vista radiológico são valores de concentração de atividade que não excedem 0,5 Bq/L para atividade alfa total e 1Bq/L para beta total. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 38)

Parágrafo Único. Caso os níveis de triagem citados neste artigo sejam superados, deve ser realizada análise específica para os radionuclídeos presentes e o resultado deve ser comparado com os níveis de referência do Anexo 9 do Anexo XX. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 38, Parágrafo Único)

Art. 39. A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no Anexo 10 do Anexo XX. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 39)

§ 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 39, § 1º)

§ 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 39, § 2º)

CAPÍTULO VI
DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM
(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO VI)

Art. 40. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, supridos por manancial superficial e subterrâneo, devem coletar amostras semestrais da água bruta, no ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 40)

Art. 41. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano devem elaborar e submeter para análise da autoridade municipal de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema e solução, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nos Anexos 11, 12, 13 e 14 do Anexo XX. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41)

§ 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 1º)

I - distribuição uniforme das coletas ao longo do período; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 1º, I)

II - representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 1º, II)

a) aqueles próximos a grande circulação de pessoas: terminais rodoviários, terminais ferroviários, entre outros; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 1º, II, a)

b) edifícios que alberguem grupos populacionais de risco, tais como hospitais, creches e asilos; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 1º, II, b)

c) aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição como pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, entre outros; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 1º, II, c)

d) locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas os agentes de veiculação hídrica. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 1º, II, d)

§ 2º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto no Anexo 12 do Anexo XX, não se incluem as amostras extras (recoletas). (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 2º)

§ 3º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas, deve ser efetuada medição de turbidez e de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 3º)

§ 4º Quando detectada a presença de cianotoxinas na água tratada, na saída do tratamento, será obrigatória a comunicação imediata às clínicas de hemodiálise e às indústrias de injetáveis. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 4º)

§ 5º O plano de amostragem para os parâmetros de agrotóxicos deverá considerar a avaliação dos seus usos na bacia hidrográfica do manancial de contribuição, bem como a sazonalidade das culturas. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 5º)

§ 6º Na verificação do atendimento ao padrão de potabilidade expressos nos Anexos 7, 8, 9 e 10 do Anexo XX, a detecção de eventuais ocorrências de resultados acima do VMP devem ser analisadas em conjunto com o histórico do controle de qualidade da água. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 41, § 6º)

CAPÍTULO VII

DAS PENALIDADES

(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO VII)

Art. 42. Serão aplicadas as sanções administrativas previstas na Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977, aos responsáveis pela operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água que não observarem as determinações constantes deste Anexo, sem prejuízo das sanções de natureza civil ou penal cabíveis. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 42)

Art. 43. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal dos Municípios, ou órgãos equivalentes, assegurar o cumprimento deste Anexo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 43)

CAPÍTULO VIII

DAS DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

(Origem: PRT MS/GM 2914/2011, CAPÍTULO VIII)

Art. 44. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem, em conjunto, elaborar um plano de ação e tomar as medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 44)

Art. 45. É facultado ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de parâmetros estabelecidos neste Anexo, mediante justificativa fundamentada. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 45)

Art. 46. Verificadas características desconformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco à saúde, conforme relatório técnico, a autoridade de saúde pública competente determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa coletiva de

Art. 47. Constatada a inexistência de setor responsável pela qualidade da água na Secretaria de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, os deveres e responsabilidades previstos, respectivamente, nos arts. 11 e 12 do Anexo XX serão cumpridos pelo órgão equivalente. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 47)

Art. 48. O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da SVS/MS, a revisão deste Anexo no prazo de 5 (cinco) anos ou a qualquer tempo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 48)

Parágrafo Único. Os órgãos governamentais e não-governamentais, de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação, poderão requerer a revisão deste Anexo, mediante solicitação justificada, sujeita a análise técnica da SVS/MS. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 48, Parágrafo Único)

Art. 49. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão adotar as medidas necessárias ao fiel cumprimento deste Anexo. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 50)

Art. 50. Ao Distrito Federal competem as atribuições reservadas aos Estados e aos Municípios. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 51)