

Cryptosporidium e *Giardia*: desafios em águas de abastecimento público

Cryptosporidium and *Giardia*: challenges in public water supplies

Brisa Maria Fregonesi*

Carolina de Freitas Sampaio*

Mariana Frari Ragazzi**

Karina Aparecida de Abreu Tonani***

Susana Inés Segura-Muñoz****

602

O Mundo da Saúde, São Paulo - 2012;36(4):602-609
Artigo Original • Original Paper

Resumo

As doenças de veiculação hídrica causadas por protozoários oportunistas re-emergiram como relevantes problemas de saúde pública nos últimos anos, apesar dos avanços tecnológicos nos processos de tratamento de água. Nesse marco, *Cryptosporidium* e *Giardia* são agentes que apresentam (oo)cistos resistentes ao tratamento convencional de água e se caracterizam por causar sérias morbidades em indivíduos imunocomprometidos. No Brasil, o controle de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água por técnicas específicas e sensíveis ainda está pouco difundido. O presente estudo visou analisar criticamente as evidências científicas sobre a contaminação da água de abastecimento público por *Cryptosporidium* e *Giardia*. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura produzida entre 2001 e 2011 nas bases de dados PUBMED e LILACS. A partir dos resultados obtidos, verificou-se uma distribuição cosmopolita desses parasitas disseminados em diferentes fontes de água tratada, representando um potencial risco para a saúde pública e um desafio para a vigilância ambiental, considerando a especificidade e alto custo das técnicas analíticas reconhecidas internacionalmente para análise desses patógenos em água.

Palavras-chave: *Cryptosporidium*. *Giardia*. Água Potável.

Abstract

Water-borne diseases caused by opportunistic protozoa re-emerged as an important public health problem in recent years, despite technological advances in water treatment processes. In this context, agents such as *Cryptosporidium* and *Giardia* produce (oo)cysts resistant to conventional water treatment and can cause serious cases of morbidity in immunocompromised individuals. In Brazil, water control by specific and sensitive techniques aimed at detecting *Cryptosporidium* and *Giardia* still is not widespread. The aim of this study was to do a critical analysis of the scientific evidence on the contamination of public water supplies by *Cryptosporidium* and *Giardia*. We did a systematic review of the literature produced from 2001 to 2011 in PUBMED and LILACS databases. From the results, we find a cosmopolitan distribution of these parasites in different sources of treated water, representing a risk to public health and a challenge for environmental monitoring, considering the specificity and high cost of internationally recognized analytical techniques for identifying these pathogens in water.

Keywords: *Cryptosporidium*. *Giardia*. Drinking Water.

* Bióloga. Mestranda em Ciências pelo Programa de Enfermagem em Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto-SP, Universidade de São Paulo, Brasil. Bolsista do Laboratório de Parasitologia e Ecotoxicologia Ambiental (LEPA/EERP/USP).

** Bióloga. Mestre em Ciências pelo Programa de Enfermagem em Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto-SP, Universidade de São Paulo, Brasil. Bolsista do Laboratório de Parasitologia e Ecotoxicologia Ambiental (LEPA/EERP/USP).

*** Biomédica. Doutora em Ciências pelo Programa de Enfermagem em Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto-SP, Universidade de São Paulo, Brasil. Bolsista do Laboratório de Parasitologia e Ecotoxicologia Ambiental (LEPA/EERP/USP).

**** Bióloga. Doutora em Ciências pelo Programa de Enfermagem em Saúde Pública pela Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto-SP, Universidade de São Paulo, Brasil. Professora Associada do Departamento de Enfermagem Materno Infantil e Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto-SP, Universidade de São Paulo, Brasil. Laboratório de Parasitologia e Ecotoxicologia Ambiental (LEPA/EERP/USP). E-mail: susis@eerp.usp.br

As autoras declaram não haver conflito de interesses.

INTRODUÇÃO

Segundo a WHO¹, 1,8 milhão de pessoas, principalmente crianças, morrem anualmente por causa de doenças gastrointestinais, propagadas pela falta de água tratada. Dentre os principais agentes biológicos patogênicos encontrados na água contaminada destacam-se bactérias, vírus, protozoários e helmintos².

No Brasil, a cobertura do tratamento de água para consumo humano atualmente atinge 91% das pessoas que vivem em domicílios urbanos e 23,8% das que vivem em zonas rurais³, fator que tem diminuído a exposição da população a microrganismos de veiculação hídrica. A cloração representa um benefício indiscutível à saúde humana, uma vez que o cloro é um desinfetante comum capaz de destruir e/ou inativar a maioria dos organismos patogênicos transmitidos pela água⁴. Sabe-se, porém que os processos convencionais de tratamento da água não são totalmente eficientes para certos parasitas, como os protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia*⁵, que possuem (oo)cistos resistentes aos processos de cloração e ao aumento de temperatura, permanecendo viáveis por muito tempo no ambiente.

Cryptosporidium e *Giardia* são protozoários parasitas de veiculação hídrica que infectam uma ampla variedade de hospedeiros vertebrados, inclusive humanos⁶. A cryptosporidiose e giardíase se caracterizam por gerar nos pacientes acometidos quadros de diarreia de diversa severidade, causando sérias morbidades em seus hospedeiros, principalmente em indivíduos imunocomprometidos⁷.

A transmissão de ambos os parasitas se dá pela rota fecal-oral, por meio do contato direto com as fezes de pessoas infectadas ou por contato indireto por ingestão de água ou alimentos contaminados⁶.

Na literatura, há relatos da presença de *Cryptosporidium* e *Giardia* em águas subterrâneas e em águas superficiais, incluindo lagos, mares e rios, bem como em água tratada^{8,9,10,11,12}.

A análise de protozoários em água traz uma série de desafios científicos e tecnológicos, uma vez que as metodologias reconhecidas internacionalmente são de alta especificidade tecnológica. Observa-se que a inserção desse tipo de

metodologia na rotina de laboratórios certificadores da potabilidade da água ainda é incipiente no Brasil. As legislações pertinentes à temática vêm apresentando avanços recentes com a inclusão da recomendação para o monitoramento de *Cryptosporidium* e *Giardia* em associação com outros microrganismos indicadores.

O método 1623 proposto pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) para detecção de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água é reconhecido internacionalmente por sua alta eficiência e inclui as fases de concentração, separação imunomagnética e microscopia de imunofluorescência¹³. Sabe-se, porém, que para sua implementação é requerida vasta experiência por parte dos analistas e investimentos econômicos consideráveis, levando em conta o alto custo dos insumos e dos equipamentos utilizados, tornando-se, assim, pouco acessível em muitos laboratórios¹⁴.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo reunir as evidências científicas sobre a contaminação da água destinada para abastecimento público pelos protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia*, em um período compreendido de 10 anos, abordando o significado desses parasitas para a saúde pública, bem como os desafios para a vigilância ambiental.

MÉTODO

Para o presente estudo, foi definido como problema a presença dos protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia* em águas utilizadas para consumo humano. A busca por literatura foi conduzida com publicações entre 2001 e 2011, em duas bases de dados, PUBMED e LILACS. Os artigos foram identificados utilizando os unitermos: "*Cryptosporidium*" and "*Giardia*" and "*Drinking water*", "*Cryptosporidium*" and "*Giardia*" and "*Environmental health*" and "*Cryptosporidium*" and "*Giardia*" and "*Waterborne disease*".

Para seleção dos artigos, foram utilizados os critérios definidos no Teste de Relevância, descritos a seguir: a) o estudo descreve (oo)cistos de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água destinada ao abastecimento público?; b) o estudo foi publicado entre os anos de 2001 e 2011?; c) o estudo aborda questões referentes à veiculação hídrica

de *Cryptosporidium* e *Giardia*?; d) o estudo traz elementos sobre cryptosporidiose e giardíase?; e) o estudo foi publicado em português, inglês ou espanhol?; f) o estudo define a metodologia analítica?; g) O estudo desenvolve a pesquisa analítica de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água destinada ao abastecimento público?; h) O estudo aborda o significado de *Cryptosporidium* e *Giardia* para a saúde pública?. Fizeram parte dessa revisão sistemática de literatura somente os artigos que responderam afirmativamente a todos os critérios de inclusão. Não foram incluídos estudos descritivos ou comparativos de métodos, revisões bibliográficas, editoriais ou comunicações.

A busca nas bases de dados e a aplicação do Teste de Relevância foram realizadas por dois pesquisadores, de maneira independente, com a finalidade de garantir a objetividade do método. O Teste de Relevância foi aplicado duas vezes. A primeira aplicação foi realizada nos resumos, totalizando 150 artigos relacionados com a temática durante o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2011, dos quais foram excluídos 114 no total, 1 por não possuir resumo, 47 por não contemplarem os critérios de inclusão e 66 por constituírem estudos de revisão bibliográfica, editoriais comunicações ou estudos descritivos. Por fim, foram selecionados 36 artigos, lidos na íntegra, para segunda aplicação do Teste de Relevância.

Esses 36 artigos foram organizados, revisados e analisados para a confirmação de sua inclusão ou exclusão na pesquisa. Diante das

divergências sobre a inclusão ou exclusão de alguns trabalhos, um terceiro pesquisador foi consultado, seguindo o rigor metodológico. Assim, foram excluídos mais 6 artigos, 5 por não estarem disponíveis na íntegra e 1 por estudar apenas a eficiência do método aplicado, não realizando análise em amostras de água destinada ao consumo humano. Ao selecionar os estudos na íntegra, as informações foram organizadas em quadros sinópticos, apresentando a referência bibliográfica, com complementação de análise e discussão das evidências contidas nos estudos selecionados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de protozoários em água traz uma série de desafios científicos e tecnológicos, uma vez que as metodologias reconhecidas internacionalmente são de alta especificidade tecnológica. Em vista disso, várias técnicas estão sendo desenvolvidas para detecção e identificação de protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia* em água. Concentração, purificação e detecção são as três etapas fundamentais em todos os métodos que foram aprovados para a vigilância de rotina de cistos e oocistos. Essas etapas foram otimizadas de forma que baixos níveis de ocorrência natural de cistos e oocistos de protozoários podem ser eficientemente recuperados¹⁵.

No Quadro 1, estão organizados os 15 trabalhos que utilizaram o método 1623 da USEPA para análise de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água de abastecimento público.

Quadro 1. Sinopse de estudos que utilizaram o Método 1623 da USEPA¹³ para detecção e identificação de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água de abastecimento público

Referência e País	Título	Fonte de água	Parasita (*)
Castro-Hermida, et al. Water Res. 2010;44(20):5887-96. Espanha	Cryptosporidium and Giardia detection in water bodies of Galicia, Spain.	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C+, G+
Aström, et al. J Water Health. 2007;5 Suppl 1:81-97. Suécia	Evaluation of the microbial risk reduction due to selective closure of the raw water intake before drinking water treatment.	Bruta (superficial)	C+, G+
Plutzer, et al. J Water Health. 2007;5(4):573-84. Hungria	First investigations into the prevalence of Cryptosporidium and Giardia spp. in Hungarian drinking water.	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C+, G+
Fong, et al. Environ Health Perspect. 2007;115(6):856-64. Islândia	Massive microbiological groundwater contamination associated with a waterborne outbreak in Lake Erie, South Bass Island, Ohio.	Tratada (subterrânea)	C-, G-
Carmena, et al. J Appl Microbiol. 2007 Mar;102(3):619-29. Espanha	Presence of Giardia cysts and Cryptosporidium oocysts in drinking water supplies in northern Spain.	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C+, G+

Quadro 1. Sinopse de estudos que utilizaram o Método 1623 da USEPA¹³ para detecção e identificação de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água de abastecimento público (continuação)

Alarcón, et al. Biomedica. 2005;25(3):353-65. Rússia e Bulgária	Presence and viability of <i>Giardia</i> spp. and <i>Cryptosporidium</i> spp. in drinking water and wastewater in the high basin of Bogotá river.	Superficial Subterrânea Tratada	C+, G+ C+, G+ C-, G-
Briancesco, et al. Environ Monit Assess. 2005 May;104(1-3):445-57. Itália	An Italian study on <i>Cryptosporidium</i> and <i>Giardia</i> in wastewater, fresh water and treated water.	Superficial Subterrânea Tratada	C+, G+ C-, G- C-, G-
Ho, et al. Chemosphere. 2003;52(9):1441-50. China	Chemical and microbiological qualities of The East River (Dongji-ang) water, with particular reference to drinking water supply in Hong Kong.	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C-, G-
Stancari, et al. Rev Inst Adolfo Lutz. 2010;69(4):453-60. Brasil	Occurrence of <i>Cryptosporidium</i> spp oocysts and <i>Giardia</i> spp cysts in water sources and public water supplies.	Superficial Subterrânea Tratada	C-, G- C-, G+ C-, G+
Castro-Hermida, et al. Sci Total Environ. 2011;409(13):2451-9. Espanha	<i>Cryptosporidium</i> spp. and <i>Giardia</i> duodenalis in two areas of Galicia (NW Spain). (**)	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C+, G+
Helmi, et al. Environ Monit Assess. 2011;179(1-4):163-75. Luxemburgo	Two-year monitoring of <i>Cryptosporidium parvum</i> and <i>Giardia lamblia</i> occurrence in a recreational and drinking water reservoir using standard microscopic and molecular biology techniques. (**)	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C-, G-
Castro-Hermida, et al. Sci Total Environ. 2008 Nov 1;405(1-3):45-53. Espanha	Presence of <i>Cryptosporidium</i> spp. and <i>Giardia</i> duodenalis through drinking water. (**)	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C+, G+
Almeida, et al. Korean J Parasitol. 2010;48(1):43-8. Portugal	Presence of <i>Cryptosporidium</i> spp. and <i>Giardia</i> duodenalis in drinking water samples in the north of Portugal. (**)	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C+, G+
Plutzer, et al. Int J Hyg Environ Health. 2008;211(5-6):524-33. Hungria	Detection and characterization of <i>Giardia</i> and <i>Cryptosporidium</i> in Hungarian raw, surface and sewage water samples by IFT, PCR and sequence analysis of the SSUrRNA and GDH genes. (**)	Bruta (superficial)	C+, G+
Keeley, et al. Water Res. 2008;42(10-11):2803-13. EUA	Influence of land use and watershed characteristics on protozoa contamination in a potential drinking water resources reservoir. (**)	Bruta (superficial)	C+, G+

* C corresponde ao *Cryptosporidium* spp.; G corresponde ao *Giardia* spp.; + corresponde à presença do parasita em pelo menos uma amostra estudada; - corresponde à ausência do parasita em todas as amostras estudadas.

** Estudos nos quais o Método 1623 da USEPA¹⁴ foi complementado com técnicas de PCR.

O método 1623 da USEPA, utilizado nos trabalhos compilados no Quadro 1 para detecção de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água, é reconhecido internacionalmente por sua alta eficiência e foi o mais utilizado pelos autores nos artigos que fizeram parte da presente revisão sistemática. Esse método inclui as fases de concentração, separação imunomagnética e microscopia de imunofluorescência¹³, porém possui limitações, como necessidade de ampla experiência por parte dos analistas e custo elevado, tornando-se, assim, inacessível para muitos laboratórios¹⁴. Uma das desvantagens analíticas é que o método identifica os gêneros, *Cryptosporidium* ou *Giardia*, mas não espécie e, dessa forma, não pode estimar a viabilidade ou infectividade de (oo)cistos detectados segundo as espécie^{13,16}.

A aplicação do método 1623 da USEPA em combinação com métodos moleculares e de cultura de tecidos tem melhorado a capacidade de detectar baixos níveis de contaminação por protozoários em água¹⁷, sendo que, cada vez mais, pesquisas estão sen-

do desenvolvidas para preencher as deficiências relacionadas aos testes. De acordo com o Quadro 1, nota-se que, em 6 trabalhos, os autores optaram por utilizar a técnica de PCR para complementar o Método 1623 da USEPA, a fim de identificar a espécie dos parasitas.

Não existe um procedimento universalmente aceito para avaliação de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água. Até o ano de 1998, o método recomendado pela USEPA, para análise de protozoários em água potável nos Estados Unidos, era o Método Tradicional, ou também denominado Método da Regra de Coleta de Informações (ICR). Sabe-se, porém, que há uma série de problemas com o método ICR devido à baixa eficiência de recuperação, altas taxas de falsa-positividade e falsa-negatividade, assim como baixa precisão e exatidão¹⁸.

No Quadro 2, estão organizados os 15 trabalhos nos quais foram utilizados métodos alternativos para detecção e identificação de *Cryptosporidium* e *Giardia*, em água destinada ao abastecimento público.

Quadro 2. Sinopse de estudos que utilizaram métodos alternativos para detecção e identificação de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. em água de abastecimento público

Referências e País	Título	Técnica empregada	Fonte de água	Parasita (*)
Dorner, et al. J Water Health. 2007;5(2):241-57. Canadá	Pathogen and indicator variability in a heavily impacted watershed.	PCR	Bruta (superficial)	C+, G+
Levantesi, et al. Sci Total Environ. 2010;408(21):4923-30. Espanha, Bélgica, Itália	Quantification of pathogenic microorganisms and microbial indicators in three wastewater reclamation and managed (...)	PCR	Tratada (superficial)	C+, G+
Moulin, et al. Water Res. 2010;44(18):5222-31. França	Contribution of treated wastewater to the microbiological quality of Seine River in Paris.	NF T90-455	Bruta (superficial)	C+, G+
Aubert, et al. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2009;104(2):290-5. França	Detection of Toxoplasma gondii oocysts in water: proposition of a strategy and evaluation in Champagne-Ardenne (...)	NF T 90-455	Superficial Subterrânea Tratada	C+, G+ C+, G+ C+, G+
Mons, et al. Water Res. 2009;43(1):211-7. França	Monitoring of Cryptosporidium and Giardia river contamination in Paris area.	NF T90-455	Bruta (superficial)	C+, G+
Abd El-Salam, et al. J Egypt Public Health Assoc. 2008;83(5-6):468-86. Egito	Quality of Bottled Water Brands in Egypt Part II: Biological Water Examination.	APHA (1995)	Água engarrafada	C-, G+
Khalidi, et al. Water Res. 2011;45(9):2906-14. França	Intensive exploration of a karst aquifer leads to Cryptosporidium water supply contamination.	Citometria de fase sólida	Superficial Subterrânea (bruta)	C+, G+ C+, G+
Shortt, et al. Health Popul Nutr. 2006;24(1):64-70. Sri Lanka	Cryptosporidium and Giardia as determinants for selection of an appropriate source of drinking-water in southern Sri Lanka.	Centrifugação e leitura direta no microscópio de luz	Superficial Subterrânea (bruta)	C+, G+ C+, G+
Karanis, et al. Environ Res. 2006;102(3):260-71. Rússia e Bulgária	Occurrence of Giardia and Cryptosporidium in water supplies of Russia and Bulgaria.	Filtração, floculação, purificação de sacarose, IF e contraste diferencial	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C+, G+
Hänninen, et al. Int J Hyg Environ Health. 2005;208(3):163-71. Finlândia	Monitoring of Cryptosporidium and Giardia in the Vantaa river basin, southern Finland	Filtração, eluição, IMS, segundo Rimhanen-Finne et al., 2002, IF PCR	Bruta (superficial)	C+, G+
Ali, et al. Water Res. 2004;38(18):3931-9. Egito	Detection of enteric viruses, Giardia and Cryptosporidium in two different types of drinking water treatment facilities.	Métodos de coloração convencional (Kinyoun modificado) + PCR	Bruta Tratada (superficial)	C+, G+ C-, G-
Kistemann, et al. Appl Environ Microbiol. 2002;68(5):2188-97. Alemanha	Microbial load of drinking water reservoir tributaries during extreme rainfall and runoff.	Método Her Majesty's Stationery Office: filtração, flotação e IF	Bruta (superficial)	C+, G+
Franco, et al. Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2001;43(2):109-11. Brasil	Occurrence of Cryptosporidium oocysts and Giardia cysts in raw water from the Atibaia River, Campinas, Brazil.	Filtração em membrana, raspagem ou dissolução, centrifugação e IF	Bruta (superficial)	C+, G+
Simmons, et al. Water Res. 2001;35(6):1518-24. Nova Zelândia	Contamination of potable roof-collected rainwater in Auckland, New Zealand.	Método Tradicional da USEPA (ICR)	Tratada (pluvial)	C+, G-
Costamagna, et al. Parasitol Latinoam. 2005;60(3-4):122-6. Argentina	Parásitos en aguas del arroyo Napostá, aguas de recreación y de consumo en la ciudad de Bahía Blanca (...)	Filtração, processamento, IF dítora	Tratada (superficial)	C+, G-

* C corresponde ao *Cryptosporidium* spp.; G corresponde ao *Giardia* spp.; + corresponde à presença do parasita em ao menos uma amostra estudada; - corresponde à ausência do parasita em todas as amostras estudadas.

De acordo com o Quadro 2, verifica-se que 2 trabalhos utilizaram PCR para detecção e identificação de *Cryptosporidium* e *Giardia*, 3 utilizaram a Norma Francesa NF T90-455, uma técnica adaptada do método 1623 da USEPA, e 1 trabalho fez o uso do Método Tradicional da USEPA. Os outros 9 trabalhos apresentaram metodologias que variaram no desenvolvimento das técnicas, sendo que a técnica combinada de PCR utilizada nesses estudos foi feita para complementação e identificação da espécie dos parasitas.

Por meio dos resultados expostos nos Quadros 1 e 2, observou-se que, em todos os artigos relacionados com a presença *Cryptosporidium*

e *Giardia* em água bruta superficial, foram identificados (oo)cistos desses protozoários em pelo menos uma amostra. Esgotos urbanos, agrícolas e industriais, assim como águas pluviais, foram descritas como as principais fontes de contaminação nos estudos avaliados.

No que diz respeito aos estudos realizados com *Cryptosporidium* e *Giardia* em águas procedentes de fontes subterrâneas, nota-se que há um número reduzido de relatos se comparados com águas de superfície. Isso pode ser explicado pelo fato das fontes de água superficiais serem mais utilizadas do que as fontes subterrâneas para fins de abastecimento público na maioria dos países

e estarem mais susceptíveis à contaminação do que as águas subterrâneas¹⁹. Do total de 30 artigos selecionados, apenas 7 estudaram a presença de *Cryptosporidium* e *Giardia* em amostras de águas subterrâneas, sendo que 4 artigos apresentaram resultados positivos para ambos os parasitas em pelo menos uma amostra estudada, o que evidencia a capacidade de disseminação desses protozoários também em corpos de água naturalmente mais protegidos.

Os trabalhos analisados confirmam que a presença desses parasitas em águas destinadas ao abastecimento representa um sério risco para a saúde pública, especialmente para pessoas mais vulneráveis, como idosos, crianças e gestantes, e indivíduos imunocomprometidos⁷.

A giardíase é apontada como a maior causa de gastroenterite em todo o mundo. As evidências mostram que 60% dos indivíduos infectados por *Giardia* sejam assintomáticos ou apresentem sintomas inespecíficos. Entretanto, alguns indivíduos apresentam a forma crônica da parasitose, com perda de peso e má absorção de nutrientes, principalmente crianças^{20,21}. Os estudos apontam que a cryptosporidiose em indivíduos imunocompetentes pode ser assintomática ou causar uma diarreia autolimitada com duração de uma ou duas semanas. Em indivíduos imunocomprometidos, especialmente os que apresentam contagens de células CD4 menores que 150 células/mm³, podem vir a desenvolver uma infecção severa e persistente. Em crianças, os repetidos episódios de diarreia causados por *Cryptosporidium* podem ainda comprometer o crescimento e o desenvolvimento cognitivo²⁰. Sabe-se que não existe um tratamento eficaz contra a cryptosporidiose, uma vez que os medicamentos testados até hoje não apresentam resultados homogêneos para todos os pacientes e não promovem a cura parasitológica²².

De acordo com Karanis, et al²³, tanto para giardíase como para cryptosporidiose, o potencial de disseminação de (oo)cistos desses protozoários é um agravante no contexto de saúde pública. Durante uma manifestação sintomática, são eliminados junto com as fezes até $1,44 \times 10^9$ cistos de *Giardia* e cerca de 10^{10} oocistos de *Cryptosporidium*. Dessa forma, os parasitas podem atingir um corpo d'água e contaminar um

hospedeiro susceptível direta ou indiretamente, considerando que a dose mínima para causar uma infecção pode variar entre 25 e 100 cistos de *Giardia* e entre 9 e 1042 oocistos de *Cryptosporidium*. Sabe-se, ainda, que os (oo)cistos podem permanecer viáveis por mais de 150 dias em água e por até 130 dias em fezes, além de serem resistentes aos processos de tratamento convencional da água e à cloração⁵.

No presente estudo, pôde-se verificar que 18 artigos estudaram a presença de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água tratada, sendo que 11 apresentaram resultados positivos para *Cryptosporidium*, e 10 apresentaram resultados positivos para *Giardia*. A partir desses resultados, pode ser inferido que os processos de tratamento de água não foram 100% eficientes na remoção e/ou inativação desses parasitas corroborando que tratamento convencional de água apresenta baixa redução de certos microrganismos, como já relatado por Rose, et al⁵.

O controle desses protozoários vem gerando uma grande preocupação para as instituições responsáveis pelo abastecimento de água potável em todo o mundo. Dessa forma, novos estudos estão sendo desenvolvidos com a finalidade de propor tecnologias que promovam a remoção e/ou inativação de oocistos de *Cryptosporidium* e cistos de *Giardia* para que haja um tratamento seguro da água destinada ao abastecimento público.

Dentre essas tecnologias destacam-se as técnicas de filtração com eficiência aumentada nos sistemas de tratamento de água, a fim de assegurar uma adequada retenção na passagem dos referidos protozoários. Nesse mesmo contexto, a desinfecção da água por luz UV é vista por diversos pesquisadores como uma alternativa eficaz para inativar protozoários, além de requerer um curto tempo de contato com o parasita¹⁷.

Ainda, os resultados expressos nos Quadros 1 e 2 mostram que os protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia* possuem uma distribuição cosmopolita, sendo encontrados em todos os continentes. Os resultados mostraram que 20 dos artigos selecionados foram realizados em países europeus, 5 em países americanos, 2 em países da Ásia, 2 da África e 1 da Oceania.

Apesar da relevância epidemiológica, social e ambiental da contaminação de águas de

abastecimento público por *Cryptosporidium* e *Giardia*, evidenciou-se, durante a execução deste trabalho, a escassez de estudos relacionados a essa temática em diversos países, incluindo o Brasil, uma vez que apenas dois dos trabalhos selecionados foram realizados nesse país. Durante a realização do estudo, houve dificuldade para a obtenção de dados reais sobre a ocorrência de agravos à saúde associados ao consumo de água, seja de forma endêmica ou como surtos epidêmicos. Assim, ficou evidenciada a carência de um adequado sistema de informação sobre doenças de veiculação hídrica relacionada com baixos índices desse tipo de infecções, que impede ter um panorama epidemiológico mais exato para essas duas doenças oportunistas.

No Brasil, foi publicada recentemente a Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011²⁴, do Ministério da Saúde, a qual recomenda a necessidade de monitorar a presença de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água, perante sua significância sanitária, quando for identificada média geométrica anual maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100mL. Entretanto, pouco se tem registrado no País sobre a real extensão do problema, incluindo informações epidemiológicas e de qualidade parasitológica da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Revisão Sistemática da Literatura possibilitou verificar que o desenvolvimento de pesquisas em análises de protozoários parasitas em amostras ambientais vem crescendo continuamente,

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Combating waterborne disease at the household level. 2007 [acesso 20 Mar 2012]. Disponível em: http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease/en/index.html
2. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. 2011 [acesso 12 Abr 2012]. Disponível em http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa nacional por amostra de domicílios – síntese de indicadores 2007. [acesso 19 Mar 2012]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2007/default.shtm>
4. Santos SM, Gouveia N. Trihalomethanes in drinking water and adverse effects on pregnancy. Rev Bras Epidemiol. 2011;14(1):106-19.
5. Rose JB, Huffman DE, Gennaccaro A. Risk and control of waterborne cryptosporidiosis. FEMS Microbiol Rev. 2002;26(2):113-23.
6. Xiao L, Fayer R. Molecular characterisation of species and genotypes of *Cryptosporidium* and *Giardia* and assessment of zoonotic transmission. Int J Parasitol. 2008;38(11):1239-55.
7. Lobo ML, Xiao L, Antunes F, Matos O. Occurrence of *Cryptosporidium* and *Giardia* genotypes and subtypes in raw and treated water in Portugal. Lett Appl Microbiol. 2009;48(6):732-7.

porém o monitoramento de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água de abastecimento, realizado por entidades Estaduais no Brasil, ainda não ocorre rotineiramente. Atribui-se esse fato a diversas limitações financeiras, metodológicas e por falta de recursos humanos capacitados¹⁵.

O reconhecimento da existência desses parasitas patogênicos em diversas fontes de águas usadas para consumo humano evidencia a necessidade de avançar na proteção das águas superficiais e subterrâneas, bem como otimizar os processos dos sistemas de tratamento de água, além de manter uma distribuição que garanta a segurança e a saúde da população.

Além disso, sugerimos o monitoramento constante da água de consumo em hospitais e unidades de saúde, pois são os locais de maior frequência de indivíduos de grupos de risco, ou seja, mais propensos a desenvolver complicações ao ingerir água contaminada com (oo)cistos de *Cryptosporidium* e *Giardia*. Verifica-se a necessidade de incrementos nas pesquisas sobre os agravos à saúde dos grupos de risco da população, como imunocomprometidos em diferentes faixas etárias, idosos e crianças, levando-se em conta os diversos fatores envolvidos, dado sua relevância epidemiológica, ambiental e de saúde pública.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo pelo apoio institucional para o desenvolvimento desse trabalho.

8. Shortt RL, Boelee E, Matsuno Y, Madramootoo C, van der Hoek W, Faubert G. *Cryptosporidium* and *Giardia* as determinants for selection of an appropriate source of drinking-water in southern Sri Lanka. *J Health Popul Nutr.* 2006;24(1):64-70.
9. Plutzer J, Karanis P, Domokos K, Törökne A, Márialigeti K. Detection and characterisation of *Giardia* and *Cryptosporidium* in Hungarian raw, surface and sewage water samples by IFT, PCR and sequence analysis of the SSUrRNA and GDH genes. *Int J Hyg Environ Health.* 2008;211(5-6):524-33.
10. Sunderland D, Graczyk TK, Tamang L, Breyse PN. Impact of bathers on levels of *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Giardia lamblia* cysts in recreational beach waters. *Water Res.* 2007;41(15):3483-9.
11. Azman J, Init I, Wan Yusoff WS. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* (oo)cysts in the river water of two recreational areas in Selangor, Malaysia. *Trop Biome.* 2009;26(3):289-302.
12. Juárez-Figueroa LA, Silva-Sánchez J, Uribe-Salas FJ, Cifuentes-García E. Microbiological indicators of water quality in the Xochimilco canals, Mexico City. *Salud Publica Mex.* 2003;45(5):389-95.
13. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Method 1623: *Cryptosporidium* and *Giardia* in water by filtration/IMS/FA. 2005 [acesso 7 Abr 2012]. Disponível em: <http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/bioindicators/crypt-sum.cfm>
14. Koompapong K, Sutthikornchai C, Sukthana Y. *Cryptosporidium* oocyst detection in water samples: floatation technique enhanced with immunofluorescence is as effective as immunomagnetic separation method. *Korean J Parasitol.* 2009;47(4):353-7.
15. Skotarczak B. Methods for parasitic protozoans detection in the environmental samples. *Parasite.* 2009;16(3):183-90.
16. Nam S, Lee G. A new duplex reverse transcription PCR for simultaneous detection of viable *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Giardia duodenalis* cysts. *Biomed Environ Sci.* 2010;23(2):146-50.
17. Betancourt WQ, Rose JB. Drinking water treatment processes for removal of *Cryptosporidium* and *Giardia*. *Vet Parasitol.* 2004;126(1-2):219-34.
18. McCuin RM, Clancy JL. Modifications to United States Environmental Protection Agency methods 1622 and 1623 for detection of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in water. *Appl Environ Microbiol.* 2003;69(1):267-74.
19. Ottoni AB, Ottoni AB. A importância da preservação dos mananciais para a saúde e sobrevivência do ser humano. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental; 1999 Maio 10-14; Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: Abes Rio; 1999.
20. Franco RMB. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. *Rev Panam Infectol.* 2007;9(4):36-43.
21. Wensaas KA, Langeland N, Rortveit G. Post-infectious gastrointestinal symptoms after acute Giardiasis. A 1-year follow-up in general practice. *Fam Pract.* 2010;27(3):255-9.
22. Dillingham RA, Lima AA, Guerrant RL. Cryptosporidiosis: epidemiology and impact. *Microbes Infect.* 2002;4(10):1059-66.
23. Karanis P, Kourenti C, Smith H. Waterborne transmission of protozoan parasites: a worldwide review of outbreaks and lessons learnt. *J Water Health.* 2007;5(1):1-38.
24. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011 [acesso 25 Mar 2012]. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_2914_12_12_2011.pdf