



I-327 - OCORRÊNCIA DE (OO) CISTOS DE *GIARDIA* spp. E *CRYPTOSPORIDIUM* spp. EM MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM VIÇOSA - MG

Rafael K.X. Bastos⁽¹⁾

Engenheiro Civil (UFJF), Especialização em Engenharia de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ), Ph.D. em Engenharia Sanitária (University of Leeds), professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Paula D. Bevilacqua

Veterinária (UFV), Especialização em Epidemiologia (UFMG), Mestre em Epidemiologia (UFMG), Doutora em Epidemiologia (UFMG), professora do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa.

Rosane Cristina de Andrade

Engenheira Ambiental (UFV), Especialização em Gestão e Manejo Ambiental para Agroindústrias (UFLA), Mestranda em Engenharia Civil (UFV)

Patrícia Finamore Araujo

Engenheira Ambiental (UFV), mestranda em Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ)

Jacqueline Evangelista Fonseca

Graduanda em Ciências Biológicas (UFV)

Endereço⁽¹⁾: Rua Maestro João Salgado Amorim, 100, Bairro de Lourdes, Viçosa-MG. Telefone: (31) 3899 - 2352; Fax: (31) 3899-2819; e-mail: rkxb@ufv.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência de (oo)cistos de *Giardia* spp. e de *Cryptosporidium* spp. nas bacias de captação do Ribeirão São Bartolomeu (SB) e do Rio Turvo (RT), mananciais que abastecem estações de tratamento de água (ETAs) do município de Viçosa, MG, buscando – se identificar as respectivas fontes de contaminação. São apresentados resultados de monitoramento mensal (novembro de 2007 a julho de 2008) realizado em vários pontos representando contribuições das respectivas sub-bacias de drenagem, além dos pontos de captação para abastecimento das ETAs, totalizando nove e dezesseis pontos de coleta, respectivamente no SB e no RT. Nos dois mananciais, oocistos de *Cryptosporidium* estiveram presentes em frequência e concentrações mais elevadas que cistos de *Giardia*. Atividades pecuárias e lançamento de esgotos sanitários são identificados como as principais fontes de contaminação, de forma pontual ou difusa. Nas sub-bacias do SB, as concentrações de (oo)cistos de *Cryptosporidium* e de *Giardia* variaram desde níveis não detectáveis até 135 oocistos L⁻¹ e 30 cistos L⁻¹. Nas do RT, entre níveis não detectáveis a 131 oocistos L⁻¹ e 72 cistos L⁻¹. No ponto de captação do RT (captação direta), (oo)cistos foram detectados em frequências e concentrações mais elevadas que no SB (segunda de duas represas em série), mostrando a importância do efeito do amortecimento em ambientes lênticos das cargas de (oo)cistos afluentes às ETAs.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação de mananciais, dejetos animais, esgotos sanitários, protozoários.

INTRODUÇÃO

A associação entre consumo de água e transmissão de *Giardia* é reconhecida desde 1946 (CRAUN, 1979). Por sua vez, o *Cryptosporidium* é reconhecido como patógeno humano desde 1976 e, mais recentemente, a importância de sua veiculação hídrica, com destaque para o conhecido surto em Milwaukee (EUA) em 1993, com aproximadamente 400.000 casos, 4.400 hospitalizações e mais de 100 óbitos (CRAUN *et al.*, 1998; SMITH e ROSE, 1998).

Giardia e *Cryptosporidium* são hoje considerados como os principais agentes responsáveis por surtos de doenças associadas ao consumo de água em várias partes do mundo (FRANCO, 2007; KARANIS *et al.*, 2007). Entretanto, no Brasil ainda não existem dados devidamente documentados e comprovados de surtos de giardiose e de criptosporidiose de transmissão hídrica, os quais têm sido descritos, em sua maioria, como episódios de ocorrência entre crianças que frequentam creches, com via de transmissão por contato interpessoal (FRANCO, 2007). Em Viçosa-MG, local em que foi realizado o presente trabalho, *Giardia* spp. é



o terceiro parasita intestinal mais prevalente (DIAS, 2007), entretanto também aqui não se dispõe de evidências de transmissão via abastecimento de água. Não obstante, alguns trabalhos dão conta de contaminação relativamente elevada por (oo)cistos dos mananciais de abastecimento para consumo humano no município (BASTOS et al., 2004; DIAS, 2008).

Giardia e *Cryptosporidium* apresentam distribuição cosmopolita e potencial zoonótico, controverso no caso da *Giardia*, mas comprovado para o *Cryptosporidium*. Existem seis espécies reconhecidas de *Giardia*, sendo que vários mamíferos e humanos são os principais hospedeiros de *G. duodenalis* (sinonímia: *Giardia lamblia*; *Giardia intestinalis*); entretanto, estudos moleculares mostraram que existem pelo menos sete genótipos hospedeiro específicos, dentre os quais somente dois subgenótipos foram encontrados em humanos e animais. Com relação ao *Cryptosporidium*, atualmente são reconhecidas 16 espécies, as quais têm diferentes mamíferos como principais hospedeiros e, dentre estas, sete exibem a capacidade de infectar o ser humano. Porém, de forma cosmopolita, *Cryptosporidium parvum* e *C. hominis* são os principais patógenos humanos (o primeiro também de bovinos) (FRANCO 2007).

Em todo caso, reconhecidamente, esgotos sanitários e atividades agropecuárias constituem algumas das principais fontes de contaminação de mananciais de abastecimento por (oo)cistos de *Giardia* e *Cryptosporidium* e, assim, em bacias e corpos d'água sem proteção e disciplina de uso e ocupação do solo, a ocorrência de (oo)cistos tende a acompanhar os níveis de poluição fecal (CROCKETT e HAAS, 1997; STATES et al., 1997, WHO 2006a). Sabe-se também que a concentração de (oo)cistos em águas naturais pode ser influenciada pela precipitação pluviométrica e por características do próprio ambiente aquático - mananciais lóticos tendem a apresentar, em geral, médias mais elevadas de concentrações de oocistos que os lênticos, e os dois ambientes mais que os subterrâneos (ATHERHOLT et al., 1998; WHO 2006).

Além do já mencionado potencial zoonótico, outras características da *Giardia* e do *Cryptosporidium* tendem a facilitar sua transmissão via abastecimento de água, como por exemplo: (i) as cargas elevadas de excreção das formas infectantes, os (oo)cistos, (ii) as baixas doses infectantes; (iii) as reduzidas dimensões dos (oo)cistos, dificultando sua remoção por processos de tratamento de água, tais como a decantação e a filtração; (iv) a robustez dos (oo)cistos proporcionando-lhes elevada resistência ambiental à vários dos desinfetantes utilizados no tratamento da água (principalmente ao cloro) (USEPA, 2006; WHO, 2006).

Por outro lado, a detecção dos (oo)cistos em amostras ambientais, principalmente quando presente em baixas concentrações (como é de se esperar em amostras de água tratada), ainda enfrenta limitações analíticas (ALLEN et al., 2000). Portanto, a abordagem preferencial em termos de avaliação e gerenciamento de risco tem sido o monitoramento da água bruta, acompanhado da estimativa de remoção necessária por meio do tratamento da água, para se resguardar determinado nível de risco assumido como tolerável (USEPA, 2006; WHO, 2006).

Nesse sentido, no presente trabalho objetivou-se verificar a ocorrência, e discutir as possíveis fontes de contaminação, de (oo)cistos de *Giardia* spp. e de *Cryptosporidium* spp. nas bacias de captação do Ribeirão São Bartolomeu e Rio Turvo Sujo, mananciais superficiais que abastecem estações de tratamento de água do município de Viçosa, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

Entre os meses de novembro de 2007 a julho de 2008 foi implementado um programa de monitoramento nas bacias de captação do Ribeirão São Bartolomeu (SB) e do Rio Turvo Sujo (RT).

O SB tem sua nascente e sua foz localizadas dentre os limites do município de Viçosa. Sua bacia de captação (aproximadamente 2.500 ha) é caracterizada por atividades agropecuárias relativamente intensas desenvolvidas por pequenos produtores rurais e, mais recentemente, expansão urbana, com a implantação de condomínios e loteamentos. Usos conflitantes e desequilíbrio no balanço oferta x demanda de água configuram-se como alguns dos principais problemas deste manancial: demanda de cerca de 150 L s⁻¹ apenas para o abastecimento para consumo humano e reduzida oferta de água - vazão de aproximadamente 100 L s⁻¹ e 200 L s⁻¹, respectivamente em períodos de estiagem e de chuvas. A montante do ponto de captação para o abastecimento de duas estações de tratamento de água (ETAs), o curso d'água recebe dois barramentos consecutivos, compondo duas represas em série.



O RT também percorre bacia não protegida, bem mais ampla (cerca de 40.000 ha, abrangendo, além de Viçosa, quatro outros municípios) e com atividades agropecuárias também relativamente intensas. A captação para o abastecimento de uma terceira ETA se dá de forma direta no RT. As três ETAs empregam tratamento convencional em ciclo completo.

No SB e no RT foram selecionados, respectivamente, oito e quinze pontos de amostragem, reunindo as contribuições de sub-bacias de drenagem pré-delimitadas. Além disso, foram coletadas amostras junto aos pontos de captação de água nos dois mananciais (Figura 1).

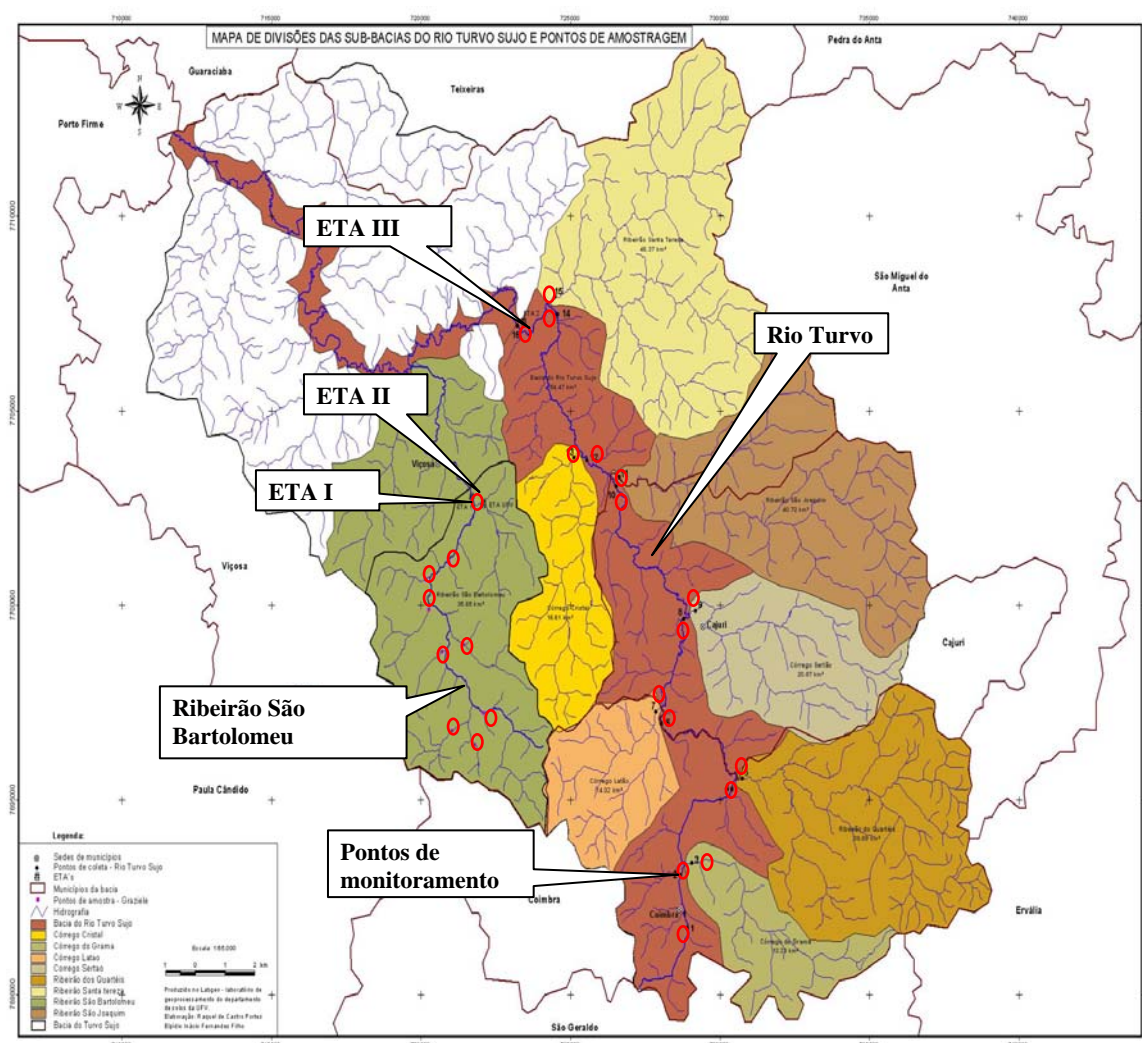


Figura1 – Pontos de amostragem nas bacias de captação do ribeirão São Bartolomeu e Rio Turvo

Para a pesquisa de protozoários utilizou-se, na etapa de concentração, a técnica de filtração em membrana (FRANCO *et al.*, 2001), em amostras de água com valores de turbidez menores que 10uT; e floculação com carbonato de cálcio (VESEY *et al.*, 1993), para amostras com turbidez maior que 10uT. A identificação e enumeração dos (oo)cistos foram realizadas por imunofluorescência direta utilizando kit Merifluor™.

Estudos conduzidos em paralelo, explorados parcialmente neste trabalho, permitiram o mapeamento do uso e ocupação do solo na bacia do SB, bem como a identificação de fontes de contaminação, pontuais (lançamentos individuais de esgotos residenciais, efluente de estação de tratamento de esgotos, suinoculturas e caprinocultura) e difusas (propriedades rurais com exploração de bovinos) (Figura 2).

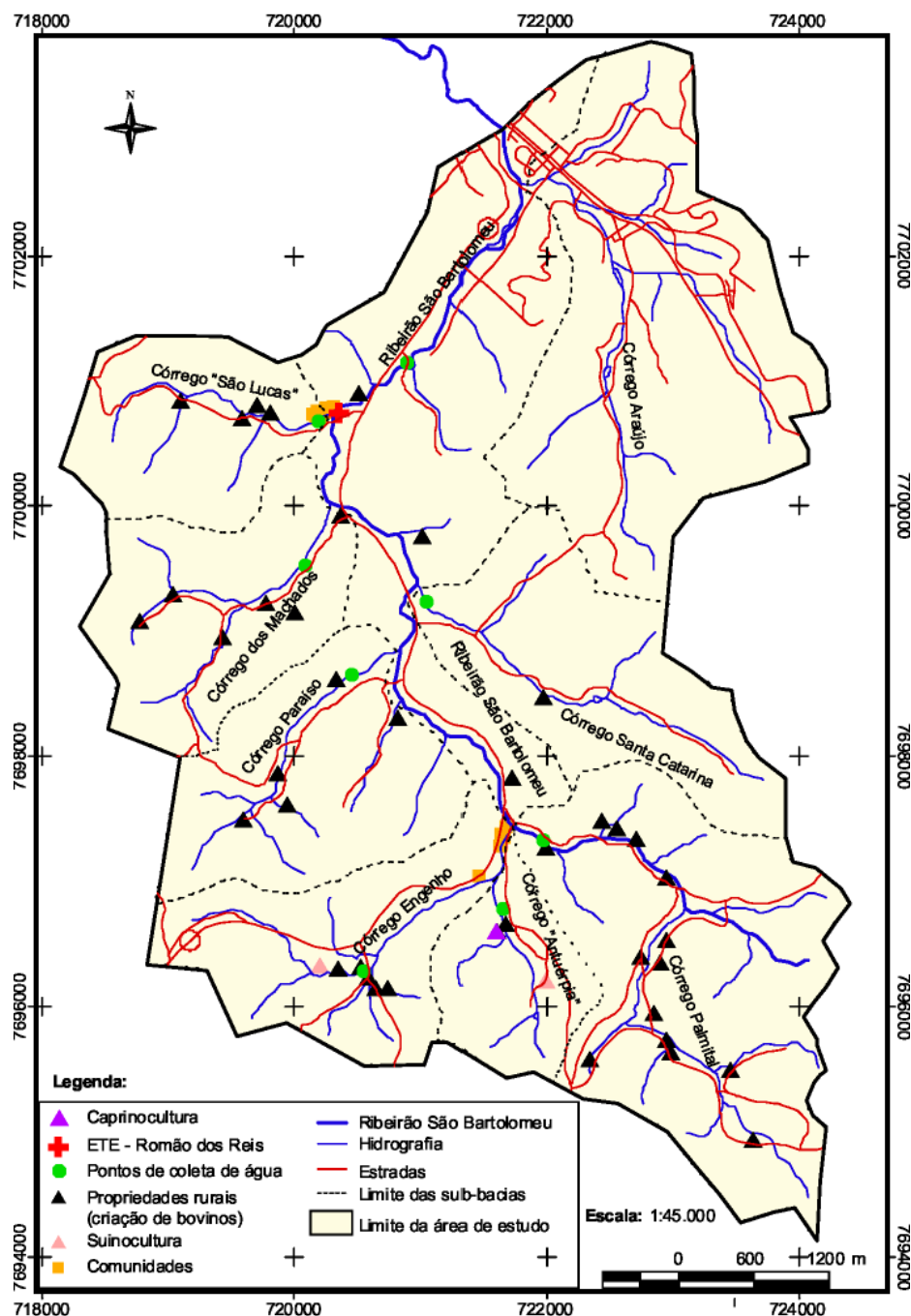


Figura 2 – Pontos de coleta de amostras de água e identificação de fontes de contaminação (estação de tratamento de esgotos, assentamento humanos e propriedades rurais com exploração animal) nas sub-bacias do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG, 2008.

Fonte: Dias (2007).

RESULTADOS

Na Figura 3, os resultados do monitoramento nos oito pontos de amostragem no SB são apresentados na forma de gráficos “Box Plot”. Em geral, oocistos de *Cryptosporidium* estiveram presentes em frequência e concentrações mais elevadas do que os cistos de *Giardia*. Nas sub-bacias analisadas, as concentrações de (oo)cistos de *Cryptosporidium* e de *Giardia* variaram desde níveis não detectáveis até 135 oocistos L^{-1} e 30 cistos L^{-1} .

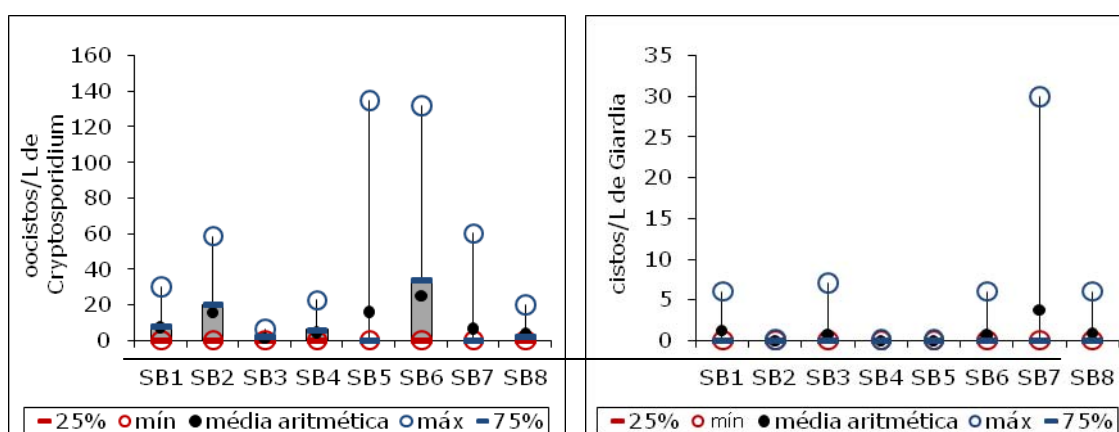


Figura 3 – Ocorrência de (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. nas sub-bacias do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG, novembro de 2007 a julho de 2008.

Nas Figuras 4 e 5 encontram-se os resultados do monitoramento nos 15 pontos de amostragem no RT, também na forma de gráficos “Box Plot”. Assim como no SB, oocistos de *Cryptosporidium* estiveram presentes em frequência e concentrações mais elevadas do que os cistos de *Giardia*. Nesse manancial, as concentrações de (oo)cistos variaram de níveis não detectáveis a 131 oocistos L^{-1} e 72 cistos L^{-1} .

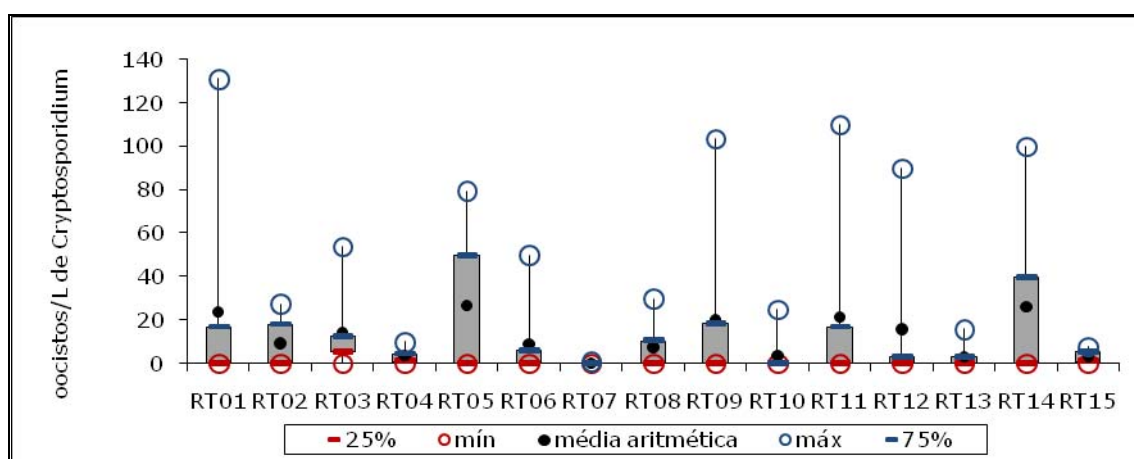


Figura 4 – Ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. nas sub-bacias do Rio Turvo, novembro de 2007 a julho de 2008.

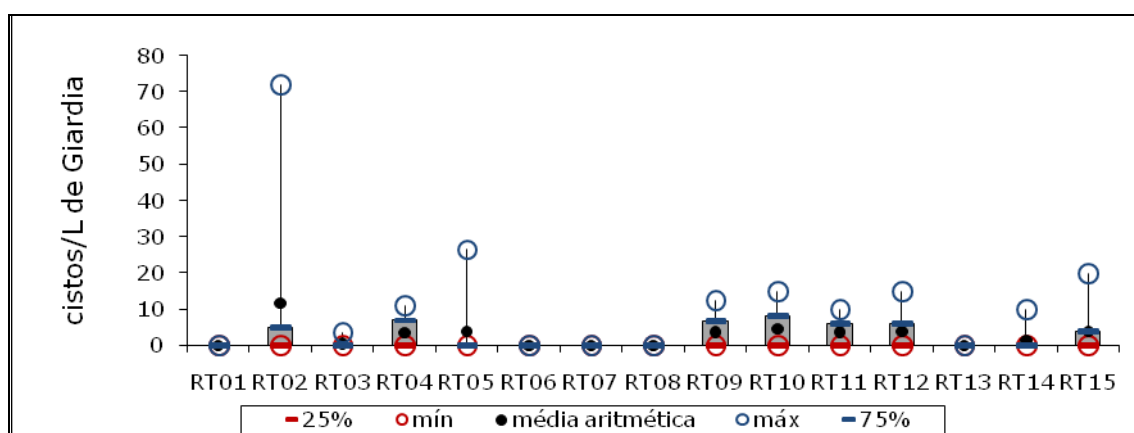


Figura 5 - Ocorrência de cistos de *Giardia* spp. nas sub-bacias do Rio Turvo, novembro de 2007 a julho de 2008.



Em geral, foram registradas amplas variações de concentrações de (oo)cistos entre as sub-bacias e mesmo em cada sub-bacia, o que encontra correspondência em vários relatos de literatura (LECHEVALLIER e NORTON, 1995; ISAAC- RENTON *et al.*, 1996).

No caso do presente estudo, o levantamento das fontes pontuais e difusas de poluição ajuda a explicar os resultados encontrados. No SB, as sub-bacias SB4 (Paraíso), SB6 (Antuérpia) e SB7 (Córrego do Engenho), com contaminação relativamente elevada (principalmente por oocistos) (Figura 3) são também as que apresentam exploração pecuária mais intensa. Em particular, na sub-bacia SB6, que apresentou as mais altas concentrações e maior frequência de detecção de (oo)cistos, encontra-se a maior densidade de animais, bovinos em criação semi-extensiva e suínos e caprinos em criação intensiva. Já na sub-bacia SB3 (Santa Catarina), que apresentou baixa contaminação por (oo)cistos (Figura 3), o esgoto doméstico é canalizado em fossa séptica e a exploração animal é pequena.

Na bacia do RT, bem mais ampla e recebendo maior contribuição de esgotos sanitários (pois corta quatro municípios), não somente os oocistos de *Cryptosporidium*, como também e mais nitidamente os cistos de *Giardia* foram encontrados com maior frequência e, ou em concentrações mais elevadas.

Assim, em geral, tais observações parecem confirmar resultados de trabalhos anteriores conduzidos na bacia do SB por Dias (2007), que registrou que a ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* esteve mais nitidamente associada à presença de atividades agropecuárias, enquanto a de cistos de *Giardia* à descarga de esgotos sanitários.

No RT no ponto de captação (direta), (oo)cistos de *Cryptosporidium* e *Giardia* foram detectados, respectivamente, em cinco e duas dentre as nove amostras coletadas com valores médios e máximos de 5,3 e 30 oocistos L⁻¹ e 0,9 e 5,5 cistos L⁻¹, respectivamente. No ponto de captação do SB (segunda de duas represas em série) oocistos de *Cryptosporidium* foram detectados em três dentre as nove amostras coletadas com valores médio e máximo de 2,6 e 12 oocistos L⁻¹, respectivamente. Nesse mesmo ponto, cistos de *Giardia* foram detectados em apenas um evento de amostragem (2,5 cistos L⁻¹). Tais resultados revelam, portanto, o importante papel das represas na remoção de (oo)cistos, reduzindo a carga de patógenos afluente à ETA. Resultados similares são reportados por Hachich *et al.*, (2004), que em estudo em diversos mananciais do estado de São Paulo verificaram que, de modo geral, mananciais lênticos apresentaram menor ocorrência de (oo)cistos de protozoários do que os lóticos.

CONCLUSÕES

Cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. foram detectados em elevadas frequências e concentrações nos mananciais de abastecimento de água para consumo humano e sua ocorrência foi associada a atividades agropecuárias e descarga de esgotos sanitários.

As amplas variações de ocorrência de (oo)cistos destes protozoários, por vezes em elevadas concentrações, certamente impõe dificuldades operacionais, além de requerer elevada eficiência no tratamento da água.

Sob a perspectiva das múltiplas barreiras, a implementação de medidas de controle nas bacias de captação deve constituir a primeira e importantes barreiras de proteção, incluindo o tratamento de esgotos sanitários, quando cabível, o controle do lançamento de esgotos (por meio de programas de implantação de fossas em aglomerados populacionais rurais), o controle da própria expansão urbana, além manejo de animais (restrição de acesso direto aos cursos d'água) e, também quando cabível, o tratamento de dejetos de animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, M.J., CLANCY, J.L., RICE, E.W. The plain, hard truth about pathogen monitoring. *Journal of the American Water Works Association*, v.92, n.9, p.64-76, 2000.
2. ATHERHOLT, T.B., Le CHEVALLIER, M.W., NORTON, W.D., ROSEN, J. Effect of rainfall on *Giardia* and *Crypto*. *Journal of the American Water Works Association*, v.90, n.9, p.66-80, 1998.
3. BASTOS, R.K.X.; HELLER, L.; VIEIRA, M.B.M.;BRITO, L.A.; BEVILACQUA, P.D.; NASCIMENTO, L.E. *Giardia* sp. cysts and *Cryptosporidium* spp. (oo)cysts dynamics in southeast Brazil:



- occurrence in surface water and removal in water treatment processes. *Water Science and Technology*, v.4, n. 2 pp 15–22, 2004.
4. CRAUN, G.F. Waterborne giardiasis in the United States: a review. *American Journal of Public Health*, v.69, n.8, p.817-819, 1979.
 5. CRAUN, G.F., HUBBS, S.A., FROST, F. et al. Waterborne outbreaks of cryptosporidiosis. *Journal of the American Water Works Association*, v.90, n.9, p.81-91, 1998.
 6. CROCKETT, C.S., HAAS, C.N. Understanding protozoa in your watershed. *Journal of the American Water Works Association*, v.89, n.9, p.62-73, 1997
 7. DIAS, G.M.F. Qualidade microbiológica da água da bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa - MG: análise epidemiológica, ambiental e espacial. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Veterinária, 2007, 161p. (Dissertação, Mestrado em Medicina Veterinária).
 8. DIAS, G.M.F.; BEVILACQUA, P.D.; BASTOS, R.K.X.; OLIVEIRA A.A.; CAMPOS G.M.M. *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. em água de manancial superficial de abastecimento contaminada por dejetos humano e animal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* v.60, n.6, p.1291-1300, 2008
 9. FRANCO, R.M.B.; CANTUSIO NETO, R.; BRANCO, N. Detecção de *Cryptosporidium* sp e *Giardia* sp em água pela técnica de filtração em membrana: estudo comparativo entre diferentes técnicas de eluição. *Jornal Brasileiro de Patologia*, 37(4): 205, 2001.
 10. FRANCO, R.M.B. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. *Revista Panamericana de Infectologia*, v.9, n.1, p.36-43, 2007.
 11. HACHICH, E.M.; SATO, M.I.Z.; GALVANI, A.T.; MENEGON, J.R.N.; MUCCI, J.L.N. *Giardia* and *Cryptosporidium* in source waters of São Paulo State, Brazil. *Water Science and Technology* v.50, n.1, p. 239-245, 2004.
 12. ISAAC-RENTON, J.; MOOREHEAD, W.; ROSS, A. Longitudinal studies of *Giardia* contamination in two community-drinking water supplies: cysts levels, parasite viability and health impact. *Applied and Environmental Microbiology*, v.62, n.1, p.47-54, 1996.
 13. KARANIS, P., KOURENTI, C., SMITH, H. Waterborne transmission of protozoan parasites: A worldwide review of outbreaks and lessons learnt. *Journal of Water and Health*, v. 5, n. 2, p. 1-38, 2007.
 14. LECHEVALLIER, M.W.; NORTON, W.D. *Giardia* and *Cryptosporidium* in raw and finished water. *Jour. AWWA*, v.87, n.9, p.54-68, 1995.
 15. SMITH, V. H.; ROSE, B. J. Waterborne Cryptosporidiosis: Current Status. *Parasitology Today*, v 14, n 1, p 14 - 22, 1998.
 16. STATES, S., STADTERMAN, K., AMMON, L. et al. Protozoa in river water sources, occurrence and treatment. *Journal of the American Water Works Association*, v.89, n.9, p.74-83, 1997
 17. USEPA. *National Primary Drinking Water Regulations: Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule; Final Rule*. 40 CFR Parts 9, 141, and 142. Washington DC: USEPA, 2006.
 18. VESEY, G.; SLADE, J.S.; BYRNE, M. et al. A new method for the concentration of *Cryptosporidium* oocysts from water. *Journal of Applied Bacteriology*, v.75, p.82-86, 1993.
 19. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Guidelines for drinking water quality [electronic resource]: incorporating first addendum*. Vol. 1, Recommendations. – 3rd ed. Geneva: WHO, 2006a. 595p. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf> Acesso em: 19 Ago. 2008.