

USO DA TÉCNICA DE FILTRAÇÃO EM MARGEM NO RIO BEBERIBE-PE PARA REMOÇÃO DE MICRORGANISMOS PATOGENICOS

Dayana Andrade de Freitas^{1*} & Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral² & Francisca Janaína Soares Rocha³ & Anderson Luiz Ribeiro de Paiva⁴ & Tatiane Barbosa Veras de Albuquerque⁵ & José Adson Andrade de Carvalho Filho⁶

Resumo – Os sistemas de Filtração em Margem (FM) têm sido reportados como uma significativa barreira contra microorganismos patogênicos de veiculação hídrica. O objetivo deste estudo é abordar a remoção/eliminação pela FM de cistos de protozoários como, cistos de *Giardia spp.* e amebas, além de ovos e larvas de helmintos. Um projeto piloto de FM instalado nas margens do rio Beberibe conta com um poço de produção e sete poços de observação. Amostras de água do rio Beberibe demonstraram a presença de cistos de *Giardia spp.*, e cistos de amebas patogênicas como *Entamoeba histolytica/dispar*, *Endolimax nana*. Em relação aos helmintos foram encontrados ovos de *Ascaris lumbricoides*, *Hymenolepis nana* e *Hymenolepis diminuta* e na forma de larva Ancilostomídeo e *Strongyloides stercoralis*. Para as amostras de água do poço de produção não foi encontrado nenhuma forma infectante de parasitas intestinais. Evidenciando resultados positivos na eliminação/remoção de microorganismos patogênicos como protozoários e helmintos pela técnica de FM. As concentrações de coliformes totais no rio Beberibe variaram de ≥ 1.600 a ≥ 160.000 NMP/100mL, já para *Escherichia coli* a variação foi de 50.000 a ≥ 160.000 NMP/100 mL. Para as amostras do poço de produção os coliformes totais e *Escherichia coli* estiveram ausentes.

Palavras-Chave – Filtração em Margem, remoção de microorganismos patogênicos, protozoários e helmintos.

BANK FILTRATION FOR PATHOGENIC MICRORGANISMS REMOVAL

Abstract – Bank Filtration (BF) have been reported as a significant barrier against waterborne pathogens. BF pilot project has been installed at Beberibe river with a production well and seven observation wells. Water samples of Beberibe river demonstrated the presence of *Giardia spp.*, *Entamoeba histolytica/dispar*, *Endolimax nana*. Helminths such as *Ascaris lumbricoides*, *Ancilostomideo duodenales*, *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta* and *Strongyloides stercoralis* were found at Beberibe river water. Samples of production well water not found infectious form of intestinal parasites. BF technique showed positive results for elimination/removal of pathogenic microorganisms such as protozoa and helminths. Concentrations of total coliforms in Beberibe river ranged from 1,600 to $\geq 160,000$ MPN/100mL and concentrations of *Escherichia coli* ranged from $\geq 50,000$ to 160,000 MPN/100 mL. Samples of the well production were absent for total coliforms and *Escherichia coli*. Results of microorganisms removal demonstrated BF as a significant barrier to waterborne pathogens.

Keywords – Bank filtration, pathogenic microorganisms removal, protozoa and helminths.

¹ * Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil UFPE, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife – PE, Brasil, Fone: 0 xx (81) 2126-7760, e-mail: dayanafandrade@yahoo.com.br;

² Prof. Titular da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, e-mail: jcabral@ufpe.br; jaimejcabral@yahoo.com;

³ Profa. Adjunto da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Departamento de Medicina tropical e-mail: janarocha@web.de;

⁴ Prof. Adjunto da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, campus do Agreste, Caruaru – PE e-mail: alrpaiva@yahoo.com;

⁵ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil UFPE, e-mail: tatiane_veras@yahoo.com.br;

⁶ Graduando do Curso de Ciências Ambientais UFPE, e-mail: adson.carvalhojr@gmail.com

INTRODUÇÃO

O problema de abastecimento de água para as populações não advém só da quantidade de água, mas, principalmente, da qualidade da água disponível, sendo muitas vezes um fator determinante no quadro de escassez, sobretudo nas grandes cidades onde a poluição compromete os mananciais e acarreta inúmeros outros problemas, dos quais os mais visíveis são as enchentes e as doenças de veiculação hídrica.

As doenças de veiculação hídrica emergiram como um dos principais problemas de Saúde Pública nos últimos 25 anos (Estados Unidos e Reino Unido), apesar da adoção de regulamentos e medidas cada vez mais restritivas e dos avanços em tecnologia de tratamento (Smith *et al.* 2006).

Entre os organismos patogênicos para o homem que se transmitem pela água contaminada encontram-se protozoários e helmintos intestinais. Estes liberam suas formas infectantes e pré-infectantes nas fezes dos indivíduos parasitados humanos e animais contaminando, assim, mananciais hídricos utilizados para o consumo humano.

As parasitoses intestinais humanas mais frequentes são causadas por protozoários, como *Cryptosporidium spp.*, *Giardia spp.*, amebas entre outros, e por helmintos como *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Ancilostomideo duodenales*, que causam dano de natureza funcional e carencial aos hospedeiros.

De acordo com a OMS (2003) as infecções por helmintos acometem aproximadamente 3,5 milhões de pessoas do país, sendo a maioria crianças. No Brasil, a cada ano cerca de 65.000 óbitos acontecem devido à *Ancilostomídeos* e 60.000 associados à *Ascaris lumbricoides*.

Entre os protozoários patogênicos intestinais que despertam uma maior preocupação são os protozoários, *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium parvum*, que são conhecidos por serem extremamente resistentes a agentes químicos de desinfecção (Coffey *et al.* 2007), e por sua longevidade no meio ambiente (Ives *et al.* 2007).

No Brasil, a ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium spp.* e cistos de *Giardia spp.* é relatada em amostras de água superficial e de esgoto, bruto e tratado, sendo frequentemente detectados numa ampla faixa de concentração (Cantusio Neto *et al.* 2006). De acordo com a Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, recomenda a pesquisa de cistos de *Giardia lamblia* e oocistos de *Cryptosporidium parvum*, para avaliação da potabilidade das águas (BRASIL, 2011).

Os sistemas de Filtração em Margem (FM) têm sido reportados como uma significativa barreira contra microorganismos patogênicos de veiculação hídrica. Esta barreira é eficaz durante passagem da água do manancial de superfície através de material sedimentar das margens e leito do rio para o poço de produção, e pode reduzir a presença dos protozoários *Giardia spp.* e *Cryptosporidium spp.* (Weiss *et al.* 2005).

A Filtração em Margem é caracterizada pela locação de poços de bombeamento junto ao manancial, fazendo com que haja uma diferença de carga hidráulica entre o manancial e o lençol freático, ocorrendo uma indução da água através do meio poroso até o poço de produção, onde vários processos físico-químicos, hidrodinâmicos, mecânicos e biológicos ocorrem, atuando na melhoria da qualidade da água (Ray *et al.* 2002).

Existem relatos do uso da Filtração em Margem no processo de remoção de poluentes existentes no curso d'água como, matéria orgânica, carbono orgânico total e dissolvido, precursores dos subprodutos da desinfecção (DPBs) (Maeng *et al.* 2010), pesticidas e outros contaminantes orgânicos (Ray, 2004), turbidez (Dash *et al.* 2010; Freitas *et al.* 2012), assim como resíduos farmacêuticos (Heberer *et al.* 2004).

Resultados positivos quanto à redução/eliminação de coliformes totais e *Escherichia coli* pela Filtração em Margem foram encontradas por Dash *et al.* (2010) na Índia, no rio Ganges. Além disso, a FM também é eficiente na remoção de microorganismos patogênicos, que os métodos tradicionais de tratamento não removem, como, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, (Weiss *et al.* 2005); cianobactérias (Sens *et al.* 2006; Freitas *et al.* 2012) e suas cianotoxinas (Dillon *et al.* 2002) que apresentam riscos potenciais ao homem e aos vertebrados em geral.

Tratamentos de água alternativos como a Filtração em Margem é notável no cenário Mundial. Vários países europeus como, Alemanha, Holanda, França, Suíça, Hungria, República Eslováquia, Finlândia, têm utilizado a técnica de FM como importante fonte para produção de água para consumo humano. Outros países como Índia, China, Coréia e Egito também já utilizam a FM para fins de abastecimento. Os Estados Unidos passaram a empregar essa técnica em virtude de seu baixo custo, além de promover a remoção de microorganismos patogênicos como *Cryptosporidium spp.* e *Giardia spp.* (Ray *et al.* 2002).

O objetivo deste estudo é avaliar o desempenho da Filtração em Margem, no projeto piloto instalado no rio Beberibe-PE, na remoção de microrganismos patogênicos de veiculação hídrica, caracterizados pelos parasitas intestinais, como, protozoários e helmintos. É foco deste artigo, abordar a remoção/eliminação pela Filtração em Margem de cistos de protozoários como, cistos de *Giardia spp.*, além de outros cistos como do grupo das amebas e também de ovos e larvas de helmintos. Adicionalmente também foi analisada a presença/ausência de coliformes totais e *Escherichia coli*. Assim como os níveis de turbidez da água do rio Beberibe e do poço de produção.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área experimental do projeto piloto de Filtração em Margem está incluída na Bacia Hidrográfica do rio Beberibe (Figura 1), no estado de Pernambuco, na Região Metropolitana do Recife (RMR), na divisa entre as cidades de Olinda e Recife, delimitadas pelas coordenadas UTM 9115500m a 9116000m Norte e 289500m a 290000 Leste.

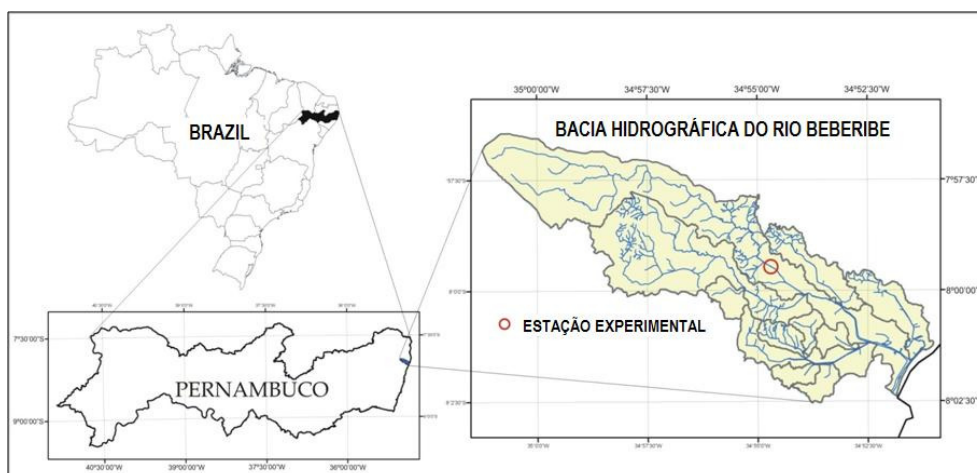


Figura 1 – Localização da área experimental do projeto piloto de Filtração em Margem na Bacia Hidrográfica do rio Beberibe - Pernambuco

A bacia hidrográfica do Beberibe pertence ao primeiro grupo de Bacias Hidrográficas Litorâneas (GL-1), localizada no litoral norte do Estado de Pernambuco. O rio Beberibe possui uma área de 81 km², e encontra-se totalmente inserida na RMR (Figura 4.1), envolve parte dos

municípios de Recife, correspondente a uma área de 64,51 km²; Olinda com 21,29 km² e Camaragibe com 14,19 km² (GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2009a).

A área experimental do projeto piloto de Filtração em Margem está mais precisamente instalada no terreno da Estação Elevatória de Caixa d' água, a estrutura física do projeto piloto de Filtração em Margem instalado nas margens do rio Beberibe conta com um poço de produção e sete poços de observação (Figura 1). No final do mês de outubro de 2012 foram perfurados três novos poços de produção junto ao rio.

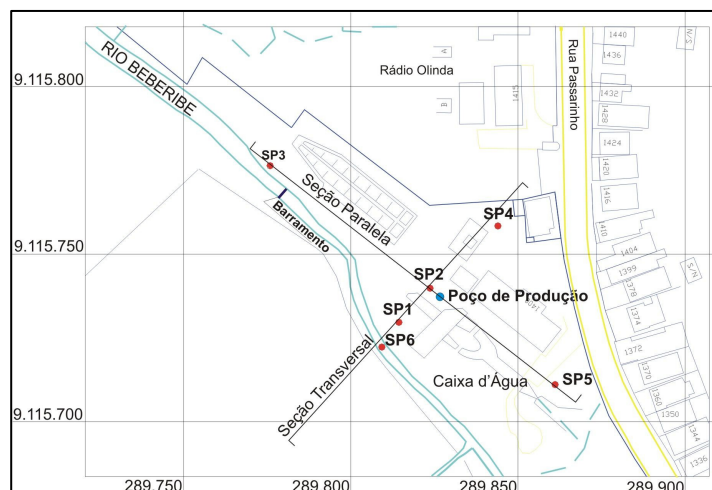


Figura 1 - Localização do poço de produção (Poço) e dos poços de observação (SP1, SP2, SP3, SP4, SP5, SP7, SP8) instalados nas margens do rio Beberibe, na Estação Elevatória de Caixa d' Água, Olinda-PE.

Metodologia

Durante os meses de maio a outubro de 2012 foram coletadas amostras de água, em duplicata, do poço de produção submetido às condições de FM e do rio Beberibe em dois pontos. As amostras assim que coletadas, cerca de 1 litro, foram encaminhadas ao Laboratório de Parasitologia, Departamento de Medicina Tropical da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) para análise de microrganismos patogênicos.

Na análise dos parasitas intestinais, chamados enteroparasitas, inclui cistos de protozoários, amebas, helmintos entre outros. Primeiramente as amostras, cerca de 250 mL, foram dispostas em cálices cônicos de sedimentação por 24 horas, método de sedimentação espontânea. Posteriormente a alíquota referente ao volume sedimentado da amostra foi centrifugado a 900 rpm durante cinco a dez minutos. Para cada amostra em duplicata foram feitos duas lâminas (esfregaços) com cerca de 1 mL do centrifugado, totalizando um número de quatro lâminas para as amostras do poço de produção e para as amostras do rio Beberibe como foram analisados dois pontos, ao todo totalizam oito lâminas para caracterização dos enteroparasitas encontrados na água do rio. Feitas as lâminas, é realizada a coração com lugol e analisado ao microscópio óptico com aumentos 10X e 40X, investigando-se a presença de formas contaminantes de enteroparasitas (Gelli *et al.* 1979), incluindo cistos de *Giardia spp.*, cistos de amebas e ovos e larvas de helmintos.

No momento de coleta foram mensurados em campo parâmetros como temperatura e turbidez medida através de turbidímetro portátil da Hanna Instruments modelo HI93703, com precisão de 0.00 a 1.000 uT.

Ainda foram avaliados parâmetros bacteriológicos nas amostras de água do rio Beberibe e do poço de produção pela determinação de Coliformes Totais e de *Escherichia coli* no período de junho a outubro de 2012. Para as amostras de água do poço de produção utilizou-se o método *Defined Substrate Technology* e o procedimento Quanti-Tray, que se trata de um método Presença/Ausência com substrato Cromogênico/Fluorogênico para determinação do número mais provável (NMP) em amostras de 100 mL. Para as amostras de água do rio Beberibe foi utilizado o Método de Fermentação em tubos múltiplos com substrato homogêneo com resultado também em NMP/100mL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os protozoários encontrados no rio Beberibe estão os cistos de *Giardia ssp.* (com presença em 75% das amostras), para o grupo das amebas cistos de *Entamoeba histolytica/díspar* (100%), *Entamoeba coli* (50%), *Endolimax nana* (100%), *Iodamoeba butschlii*, *Isospora belli*, e *Paramecium ssp.* (87,5%).

As espécies de amebas *Entamoeba coli* e *Iodamoeba butschlii* são parasitas que se localizam no intestino do ser humano, porém não o prejudica. Já as espécies de *Entamoeba histolytica*, *Endolimax nana* e *Isospora belli* são patogênicas e portanto prejudiciais ao hospedeiro (Rey 2002; Neves 2004).

Entre os helmintos foram encontrados nas amostras de água do rio Beberibe em forma de larva e ovo *Ancilostomideo*, na forma de larva *Strongyloides stercoralis* (37,5%), e na forma de ovo *Ascaris lumbricoides* (100%), *Hymenolepis nana* (62,5%) e *Hymenolepis diminuta*. Todas as espécies de helmintos encontradas no rio Beberibe são patogênicas.

A tabela 1 mostra a caracterização dos enteroparasitas, caracterizados pelos protozoários e helmintos encontrados nas amostras de água do rio Beberibe.

Para as amostras de água do poço de produção não foi encontrado nenhuma forma de microrganismo. Evidenciando resultados positivos na eliminação/remoção de microrganismos patogênicos como protozoários e helmintos pela técnica de Filtração em Margem.

Tabela 1 – Enteroparasitas encontrados em amostras de água do rio Beberibe durante maio a outubro de 2012

Microrganismos	14/05/12	29/05/12	11/06/12	25/06/12	20/08/12	03/09/12	15/10/12	29/10/12
<i>Giardia ssp.</i>	X	X		X	X	X	X	
<i>Entamoeba histolytica/díspar</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Entamoeba coli</i>		X	X		X			X
<i>Endolimax nana</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Iodamoeba butschlii</i>		X						
<i>Isospora belli</i>	X							
<i>Paramecium ssp.</i>	X	X	X	X		X	X	X
Larva de <i>Strongyloides stercoralis</i>		X	X		X			
Larva de <i>Ancilostomideo</i>		X	X					
Ovo de <i>Ascaris lumbricoides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Ovo de <i>Ancilostomideo</i>	X	X			X	X		

<i>duodenales</i>								
Ovo de <i>Hymenolepis nana</i>	X	X		X			X	X
Ovo de <i>Hymenolepis diminuta</i>								X

Num estudo feito por Ferreira *et al.* (2008) no Córrego Monte Alegre localizado na área de influência do aterro sanitário de Ribeirão Preto, estado de São Paulo a análise parasitológica encontrou um ovo de *Hymenolepis spp.* e duas larvas de *Strongyloides stercoralis*, a densidade parasitária foi baixo devido a coleta no período chuvoso.

Em relação à turbidez a Tabela 2 mostra os níveis para a água do rio Beberibe e para a água do poço de produção.

Tabela 2 – Turbidez para a água do rio Beberibe e para a água do poço de produção.

Turbidez	29/05/12	11/06/12	25/06/12	20/08/12	03/09/12
Rio Beberibe	173	49,61	100	97	18,48
Poço de Produção	0,27	0,00	0,27	0,00	0,27

Os níveis de turbidez para a água do rio Beberibe variaram de 18,3 a 173 uT, no entanto para a água do poço de produção a faixa de variação da turbidez foi de 0,00 a 0,27 uT.

Dentre os fatores envolvidos na mensuração da qualidade da água, a turbidez é um importante parâmetro, devido à facilidade de aderência dos microrganismos patogênicos à compostos orgânicos e inorgânicos (Medema *et al.* 1998). A presença de microrganismos patogênicos está associada ao grau de turbidez da amostra, de forma que quanto maior o grau de turbidez na água, maior a possibilidade de se encontrar o parasito, tanto na água não-tratada como na água tratada. Isto pode ser comprovado de acordo com os resultados de turbidez para o rio Beberibe, que apresentou níveis maiores de turbidez e, portanto maior possibilidade de encontrar microrganismos patogênicos na água, do que para as amostras do poço de produção submetido às condições de FM.

A correlação entre alguns parâmetros de qualidade da água, como turbidez e parâmetros bacteriológicos, com a presença de microrganismos patogênicos é um subsídio para prever a sua ocorrência no ambiente aquático e com isso orientar quanto à performance dos tratamentos empregados e aos procedimentos preventivos.

A tabela 3 mostra os resultados das concentrações de coliformes totais e *Escherichia coli* para as amostras de água do rio Beberibe e do poço de produção.

Tabela 3 – Concentrações de Coliformes Totais e *Escherichia coli* encontrados no rio Beberibe, Olinda-PE no período de junho a outubro de 2012

Parâmetro	25/06/12	19/07/12	23/07/12	09/08/12	20/08/12	03/09/12	20/09/12	15/10/12
Coliformes Totais	≥ 160.000	≥ 160.000	≥ 1.600	≥ 160.000	≥ 160.000	≥ 160.000	≥ 160.000	≥ 160.000
<i>Escherichia coli</i>	90.000	160.000	160.000	160.000	50.000	160.000	≥ 160.000	≥ 160.000

As concentrações de coliformes totais no rio Beberibe variaram de ≥ 1.600 a ≥ 160.000 NMP/100mL, já para *Escherichia coli* a variação foi de 50.000 a ≥ 160.000 NMP/100 mL. Para as amostras do poço de produção os coliformes totais e *Escherichia coli* estiveram ausentes, destacando mais uma vez o potencial da Filtração em margem como uma barreira significativa de microrganismos patogênicos de veiculação hídrica.

CONCLUSÕES

O projeto piloto de Filtração em Margem instalado nas margens do rio Beberibe, no estado de Pernambuco, demonstrou potencial na remoção/eliminação de microrganismos patogênicos como cistos de *Giardia spp.* e cistos de amebas como *Entamoeba histolytica/díspar*, *Endolimax nana*, além de ovos e larvas de helmintos como *Ascaris lumbricóides*, *Ancilostomideo duodenales*, *Hymenolepis nana*.

Para as amostras de água do poço de produção não foi encontrado nenhuma forma contaminantes de enteroparasitas. Evidenciando resultados positivos na eliminação/remoção de microrganismos patogênicos como protozoários e helmintos pela técnica de Filtração em Margem.

O projeto piloto de FM também foi eficiente na redução dos níveis de turbidez, onde os níveis de turbidez para a água do rio Beberibe variaram de 18,3 a 173 uT, no entanto para a água do poço de produção a faixa de variação da turbidez foi de 0,00 a 0,27 uT.

Em relação aos parâmetros bacteriológicos, para as amostras do poço de produção os coliformes totais e *Escherichia coli* estiveram ausentes, destacando mais uma vez o potencial da Filtração em margem como uma barreira significativa de microrganismos patogênicos de veiculação hídrica.

A correlação entre alguns parâmetros de qualidade da água, como turbidez e parâmetros bacteriológicos, comprova que as amostras do rio Beberibe têm maior possibilidade de apresentar microrganismos patogênicos na água, do que para as amostras do poço de produção submetido às condições de FM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL (2011). Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. Brasília, 2011.
- CANTUSIO NETO, R.; SANTOS, L.U.; FRANCO, R.M. (2006) Evaluation of activated sludge treatment and the efficiency of the disinfection of *Giardia* species cysts and *Cryptosporidium* oocysts by UV at a sludge treatment plant in Campinas, south-east Brazil. *Water Science and Technology*, 54(3), pp. 89-94.
- COFFEY, R.; CUMMINS, E.; CORMICAN, M.; FLAHERTY, V.O.; KELLY, S. (2007) Microbial exposure assessment of waterborne pathogens: human and ecological risk assessment. *International Journal*, 13, pp.1313–1351.
- DASH, R. R., BHANU PRAKASH, E. V. P., KUMAR, P., MEHROTRA, I., SANDHU, C. & GRISCHEK, T. River bank filtration in Haridwar, India: removal of turbidity, organics and bacteria. *Hydrogeology Journal*, v.18, n.4, p.973–983, 2010.
- DILLON, P.J.; MILLER, M.; FALLOWFIELD, H.; HUTSON J. (2002) The potential of riverbank filtration for drinking water supplies in relation to microcystin removal in brackish aquifers. *Journal of Hydrology*, 266, pp.209–22.

- FAULKNER, B.; OLIVAS, Y.; WARE, M.; ROBERTS, M.; GROVES, J.; BATES, K.; MCCARTY, S. (2010) Removal efficiencies and attachment coefficients for *Cryptosporidium* in sandy alluvial riverbank sediment. *Water Research*, 4(9), pp.2725–2734.
- Ferreira, M.D.; Alves, R. I.S.; Abreu, K.A.; Muñoz, S.I.S.; Ferreira, P.C. (2008) Parasitas e bactérias prevalentes no Córrego Monte Alegre localizado na área de influência do Aterro Sanitário de Ribeirão Preto. *O Mundo da Saúde São Paulo*, 32(3), PP. 287-293.
- FREITAS, D. A.; CABRAL, J. J. S. P., PAIVA, A. R.; MOLICA, R. J. R. Application of Bank Filtration Technology for Water Quality Improvement in a Warm Climate: A Case Study at Beberibe River in Brazil. *Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA*. doi: 10.2166/aqua.2012.097
- GELLI, D. S., TACHIBANA T., OLIVEIRA, I. R., ZAMBONI, C. Q., PACHECO, J. A., & SPITERI, N. (1979) Condições higiênico - sanitárias de hortaliças comercializadas na idade de São Paulo, SP, Brasil. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 39, pp. 37–43.
- HEBERER, T.; MECHLINSKI, A.; FANCK, B.; KNAPPE, A.; MASSMANN, G.; PEKDEGER, A.; FRITZ, B. (2004) Field Studies on the Fate and Transport of Pharmaceutical Residues in Bank Filtration. *Ground Water Monitoring & Remediation*. 24(2).
- IVES, R.L.; KAMARAINEN, A.M.; JOHN, D.E.; ROSE, J.B. (2007) Use of cell culture to assess *Cryptosporidium parvum* survival rates in natural groundwaters and surface waters. *Applied and Environmental Microbiology*, 73, pp. 5968–5970.
- MAENG, S. K., AMEDA, E., SHARMA, S. K., GRÜTZMACHER, G. & AMY, G. (2010) Organic micropollutant removal from wastewater effluent-impacted drinking water sources during bank filtration and artificial recharge. *Water Research*, 44(14), pp. 4003–4014.
- NEVES, David P. **Parasitologia Humana**. 11. ed. São Paulo: Atheneu, 2004.
- OMS. Organização Mundial de Saúde. Disponível em: <http://www.opas.org.br/prevenção/>. 2000/2003.
- RAY, C. (2004) Modeling RBF efficacy for mitigating chemical shock loads. *Journal American Water Works Association*, 96(5), pp. 114–128.
- RAY, C.; MELIN, G.; LINSKY, R. B. *Riverbank Filtration: improving source-water quality*. Kluwer Academic Publishers. California, USA, 2002.
- REY, L. *Bases da Parasitologia Médica*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- SENS, M.L.; DALSSASSO, R. L.; MONDARDO, R. I.; FILHO, L. C. M. Filtração em Margem. In: PROSAB 4. (Org.). Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano, Capítulo 5. PROSAB, ABES. Rio de Janeiro. 2006.
- SMITH, A.; REACHER, M.; SMERDON, W.; ADAK, G.K.; NICHOLS, G.; CHALMERS, R.M. (2006) Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-2003. *Epidemiology Infection* 134, pp.1141-1149.
- WEISS, W., BOUWER, E., ABOYTES, R., LECHEVALLIER, M., O'MELIA, C., LE, B. & SCHWAB, K. (2005) Riverbank filtration for control of microorganisms: results from field monitoring. *Water Research*, 39(10), pp.1990–2001.