

## IV-198 - RECIRCULAÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGENS DOS FILTROS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA GAVIÃO, QUE ABASTECE FORTALEZA – CE E REGIÃO METROPOLITANA

### **Delano Sampaio Cidrack<sup>(1)</sup>**

Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará. Mestre Bioquímica Vegetal pela Universidade Federal do Ceará. Especialista em Saneamento Ambiental pela Universidade de Fortaleza. Biólogo da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece.

### **Alisson Carlos Melo Oliveira**

Tecnólogo em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centec. Especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela FIC/CE. Analista Ambiental da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece.

### **Ana Maria Roberto Moreira**

Formação: Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento – USP. Engenheira de Projetos da GPROJ/Cagece

### **José Airton Pereira Lima**

Mestre em Engenharia Sanitária – UFC e Coordenador Técnico da UNMPA

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Lauro Vieira Chaves, 1030 – Vila União - Fortaleza - Ce - CEP: 60420-280 - Brasil - Tel: (85) 3101-1815 – e-mail:[delano.cidrack@cagece.com.br](mailto:delano.cidrack@ cagece.com.br)

### **RESUMO**

O sistema de abastecimento de água da região metropolitana e do município de Fortaleza é atendido por meio da Estação de Tratamento de Água – ETA Gavião com capacidade nominal de 10 m<sup>3</sup>/s. O manancial de abastecimento é assegurado pelos reservatórios artificiais superficiais que compõem o eixo de açudes Pacajús-Pacoti/Riachão-Gavião. A situação crítica da capacidade de armazenamento dos açudes no Nordeste Brasileiro e em especial no Estado do Ceará, influenciado pela seca durante os últimos cinco anos, propiciou a diminuição da oferta de água para abastecimento, levando a empresa de saneamento a implantar de maneira emergencial dispositivos de recirculação de água para atender os volumes requeridos. Devido essa crise hídrica a ETA produz atualmente 6,8 m<sup>3</sup>/s. O presente trabalho vem propor uma alternativa emergencial para a “Recuperação das Águas de Lavagem dos Filtros da Estação de Tratamento de Água GAVIÃO”, sem considerar nesta etapa o tratamento e disposição do lodo, sendo este ainda disposto na *wetland*. Como medida emergencial, para minimizar os efeitos da seca, foi projetado um sistema para recuperação das águas de lavagem dos filtros da ETA, contemplando Captação, Estação Elevatória de Água Recuperada (EEAR) e Adutora de Água recuperada. Com base nas análises realizadas, foi observado que o ponto mais a jusante da ETA, as concentrações de alumínio, DQO e sólidos suspensos totais apresentaram características físico-químicas e bacteriológicas de melhor qualidade, contudo no trecho da saída da lavagem dos filtros os respectivos valores foram considerados elevados na ordem de 107%, 10,3% e 141%, respectivamente. Quanto ao aspecto bacteriológico as condições à montante apresentaram maior predominância de *E.coli*. O estudo contemplou também a comparação da qualidade da água do manancial de abastecimento com a água recirculada no ponto mais a jusante, apresentando resultados variações entre os parâmetros turbidez, condutividade, cloreto, sulfato, sódio, alumínio e manganês. Aspectos relacionados a qualidade da água tratada foram comparados antes e depois do processo de recirculação da água, demonstrando que o parâmetro turbidez foi que apresentou maior variação. Entretanto o principal objetivo, de incremento do volume de água a ser ofertado ao abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, foi atingido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recirculação, Lavagem dos Filtros, Recuperação, Estação de Tratamento de Água.

## INTRODUÇÃO

O abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza é assegurado pelos reservatórios artificiais superficiais que compõem o eixo de açudes Pacajús-Pacoti/Riachão-Gavião. A partir de 1993, o sistema de abastecimento recebeu reforço com a construção do Canal do Trabalhador, extensão de 102 km e capacidade máxima de adução em 6 m<sup>3</sup>/s.

Esse incremento é fruto do transporte das águas lançadas do Açude Orós por via do Rio Jaguaribe, sendo em Itaiçaba seu destino e o ponto de captação para iniciar a transferência de água ao Açude Pacajus e, deste, recalçadas por meio de Estações Elevatórias para o Sistema Integrado Pacoti/Riachão/Gavião.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) que realiza o abastecimento da cidade de Fortaleza e região metropolitana - ETA/Gavião possui instalações próximas às margens do Açude Gavião. Apresenta capacidade nominal de produção de 10 m<sup>3</sup>/s e a adução da água após tratamento é realizada por meio de adutoras que transferem a água para dois reservatórios apoiados no morro do Ancuri. A capacidade de armazenagem de cada um desses reservatórios é de 40.000 m<sup>3</sup>.

Existe outra planta de tratamento chamada ETA Oeste que produz 1 m<sup>3</sup>/s de água tratada para abastecer as cidades Caucaia e região oeste da Capital, que já possui uma Estação de Tratamento de Resíduos – ETRG para recuperação das águas de lavagens de filtros. Que não será debatido aqui, pois o objeto do presente trabalho é a ETA Gavião.

Inicialmente, a ETA Gavião foi projetada para funcionar com tecnologia convencional de tratamento. A estrutura contemplava câmara de mistura rápida e floculadores mecanizados, decantadores de fluxo horizontal e filtros rápidos por gravidade. Posteriormente, em 1995, a tecnologia de tratamento foi modificada, passando de convencional à filtração direta descendente, com acréscimo de 25% na área filtrante. Os incrementos de processo e infraestrutura elevaram a capacidade da ETA para 6,9 m<sup>3</sup>/s, e mais tarde, em 2007, foi elevada para 10 m<sup>3</sup>/s com a construção de seis novas unidades de filtração. Devido o agravamento da crise hídrica, a ETA produz hoje, apenas, 6,8 m<sup>3</sup>/s.

A tecnologia utilizada para tratamento das águas de lavagem de filtros é a de *wetlands* (terras úmidas), que escoam para rio Cocó. A depuração do lodo nesse sistema se dá através: da ação de filtragem mecânica – que é dependente da granulometria e composição do solo; da retenção de cátions e ânions – relacionada a capacidade de troca iônica do solo; e da ação biológica – realizada pelos microrganismos presentes no solo e pelo requerimento de nutrientes para o crescimento das plantas (CHAVES, 2012). Portanto, para escolha do ponto de captação da água de lavagem dos filtros, foram realizadas coletas na entrada e na saída do *wetland*. O volume das águas da lavagem dos filtros, corresponde a 5% da produção.

Um levantamento realizado pelo Ministério da Integração Nacional revela que o Ceará tem a pior crise hídrica do Nordeste e, se não houver um aumento no volume de chuvas, o quadro tende a agravar-se ainda mais. Como medida emergencial, para minimizar os efeitos da seca, foi projetado um sistema para recuperação das águas de lavagem dos filtros da ETA. Uma comissão foi organizada para analisar e definir uma alternativa viável, considerando os aspectos econômicos e de qualidade do efluente.

Após várias reuniões ficou definido que a melhor alternativa: O bombeamento da água de lavagem pós-*wetland* de volta para a ETA, obtendo-se permissões temporárias dos órgãos ambientais e reguladores, até que se tenha o projeto da ETRG definitiva. O projeto concebido propõe as seguintes intervenções: Captação, Estação Elevatória de Água Recuperada (EEAR) e Adutora de Água recuperada.

Portanto, o presente trabalho vem propor uma alternativa emergencial para a “Recuperação das Águas de Lavagem dos Filtros da Estação de Tratamento de Água GAVIÃO”, sem considerar nesta etapa o tratamento e disposição do lodo, sendo este ainda disposto na *wetland*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A Estação de Recirculação foi concluída em 06/09/2016, de acordo com o projeto executivo elaborado pela Gerência de Projetos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece, a um custo de R\$ 4.302.888,72. A

Estação capta o efluente da lavagem de filtros em um ponto mais a jusante da ETA. Esse ponto foi escolhido por se encontrar numa situação em que o efluente já percorreu todo o *wetland*, ou seja, teoricamente, apresentaria uma água de melhor qualidade (figura 1).

Foram coletadas amostras de efluente imediatamente logo após a saída dos filtros e no ponto escolhido para captação. As análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition, no Laboratório Central da Cagece. Os resultados encontrados foram comparados com o que preconiza as resoluções CONAMA 357/2005 para águas doce de classe 2.



**Figura 1: Estação de elevatória de água recirculada. Utilização de gabões que melhoram, ainda mais a qualidade da água.**

## RESULTADOS

Como pode ser observado na Tabela 1, o ponto mais a jusante da ETA apresentou características físico-químicas e bacteriológicas de melhor qualidade. Neste ponto as concentrações de alumínio, DQO e sólidos suspensos totais foram de 1, 138,45 e 120 mg/L, respectivamente. Enquanto no ponto, imediatamente, após a saída da água de lavagem dos filtros, encontraram-se valores 107%, 10,37% e 141%, maiores, para esses mesmos parâmetros.

Ainda na Tabela 1, analisando os aspectos bacteriológicos, observou-se uma maior predominância de *Escherichia coli* na amostra mais a montante da ETA.

**Tabela 1: Análise físico-química do rejeito de lavagem dos filtros no ponto, mais a montante, após o deságue na *wetland* e no ponto mais a jusante da ETA.**

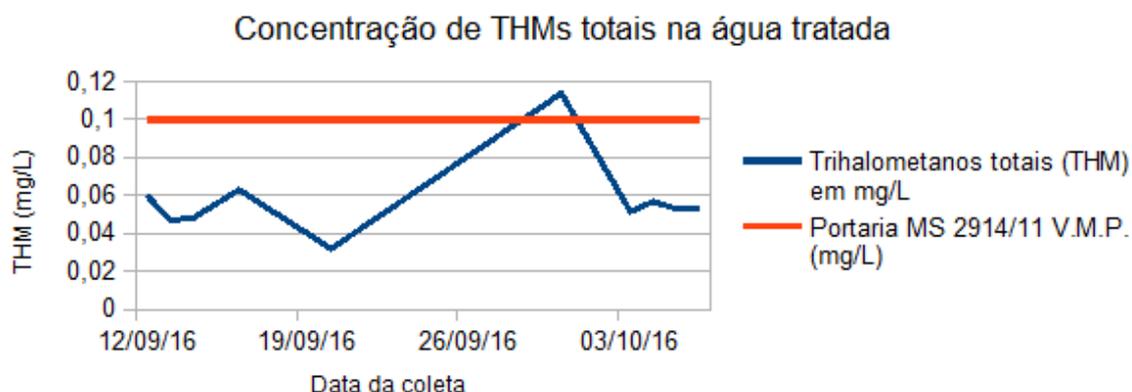
Parâmetros	Ponto mais a montante	Ponto mais a jusante	Unidades
Alumínio	2,07	1	mg /L
Coliformes totais	2,50E+002	2,80E+004	NMP/100mL
DQO	152,82	138,45	mg /L
<i>Escherichia coli</i>	7,50E+000	4,10E+000	NMP/100mL
Materiais flutuantes	Presente	Presente	-
Sólidos Sedimentáveis	35	10	mL/L
Sólidos Suspensos Totais	290	120	mg /L

Foram realizadas análises físico-químicas na água bruta do açude Gavião e na água de recirculação (Tabela 2). Nitidamente pode-se observar a diferença entre as duas amostras, destacando-se os parâmetros turbidez, condutividade, cloretos, sulfato, sódio, amônia, alumínio e manganês com as maiores variações entre as amostras.

**Tabela 2: Análise físico-química da água bruta do açude Gavião e da água de lavagem de filtros no ponto de captação em comparação com os valores máximos permitidos (V.M.P.) na Resolução CONAMA 357/05.**

Parâmetros	Água bruta	Água do ponto mais a jusante	CONAMA 357/05 V.M.P.	Unidades
Turbidez	5,29	69,5	100	uT
Ferro total dissolvido	0,04	0,03	0,3	mg Fe/L
pH	8,07	7,79	6,0 a 9,5	-
Dureza total	94,55	105,6	NE	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Cálcio	5,45	5,88	NE	mg Ca/L
Magnésio	19,42	21,73	NE	mg Mg/L
Condutividade	575,4	806,2	NE	µS/cm
Cloreto	91,75	177,37	250	mg Cl-/L
Sulfato	4	8	250	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L
Sódio	68	130	NE	mg Na/L
Potássio	12	15	NE	mg K/L
Nitrato	0,66	0,69	10	mg N-NO <sub>3</sub> -/L
Nitrito	ND	ND	1	mg N-NO <sub>2</sub> -/L
Amônia	0,42	0,98	2	mg N-NH <sub>3</sub> /L
Alumínio	0,02	0,04	NE	mg Al/L
Fluoreto	0,48	0,52	1,4	mg F-/L
Manganês	0,05	0,8	0,1	mg Mn/L
Sólidos Dissolvidos Totais	316,47	-	500	mg /L
Cor verdadeira	15	7,5	75	uH

A figura 2 apresenta o gráfico de acompanhamento da concentração de trihalometanos (THM) totais em amostras de águas tratadas coletadas entre os dias 12/09/16 e 06/10/16. Somente a amostra coletada no dia 30/09/16 apresentou resultados de THM totais acima do V.M.P na Portaria 2914/11/MS.



**Figura 2: Gráfico relacionando a concentração de THM totais com o valor máximo permitido na Portaria MS 2914/11. Somente a amostra do dia 30/09/16 apresentou resultado acima do estabelecido em legislação.**

Comparando as análises físico-químicas em amostras de águas tratadas coletadas antes (agosto/16) e depois (setembro e outubro/16) da recirculação, pode-se perceber um aumento nos valores de turbidez (Tabela 3).

**Tabela 3: Análise físico-química da água tratada coletada nos meses de agosto, setembro e outubro/16. Note-se que nos meses de setembro e outubro houve um aumento dos valores de turbidez, ou seja, depois da implantação da recirculação.**

Parâmetros	Água tratada coletada em Agosto	Água tratada coletada em Setembro	Água tratada coletada em Outubro	Padrões da Portaria nº 2914/2011	Unidades
Turbidez	0,34	1,64	0,67	0,5	uT
Cor Aparente	2,5	2,5	2,5	15	uH
pH	7,68	7,55	7,64	6,0 a 9,5	-
Alcalinidade – Hidróxidos	Ausência	Ausência	Ausência	NE	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Alcalinidade – Carbonatos	Ausência	Ausência	Ausência	NE	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Alcalinidade – Bicarbonatos	100,08	99,74	106,86	NE	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Dureza Total	97,12	95,54	97,51	500	mg CaCO <sub>2</sub> /L
Cálcio	6,32	6,4	6,38	NE	mg Ca/L
Magnésio	19,52	19,9	19,57	NE	mg Mg/L
Condutividade	591,4	590,3	543,5	NE	µS/cm
Cloreto	105,96	97,91	106,12	250	mg Cl/L
Sulfato	10	4	4	250	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L
Sódio	65	61	79	200	mg Na/L
Potássio	14	11	15	NE	mg K/L
Nitrato	0,07	0,57	0,65	10	mg N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L
Nitrito	ND	ND	ND	1	mg N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L
Amônia	0,34	0,29	0,09	1,5	mg N-NH <sub>3</sub> /L
Alumínio	0,08	0,08	0,04	0,2	mg Al/L
Fluoreto	0,67	0,74	0,94	1,5	mg F <sup>-</sup> /L
Manganês	ND	ND	ND	0,1	mg Mn/L
Ferro Total	0,03	0,06	0,04	0,3	mg Fe/L
Sólidos Totais	325,27	324,66	298,92	1000	mg/L
Coliformes Totais	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL	
Escherichia Coli	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL	

A figura 3 representa o gráfico de incremento de vazão com a recirculação. Em média esse valor foi de 0,231 m<sup>3</sup>/s, sendo que a meta estabelecida era de 0,3 m<sup>3</sup>/s. Com o agravamento da crise hídrica, a Companhia de Recursos Hídricos passou a limitar a oferta de água oriunda do açude Gavião. Em fevereiro de 2016 a Cagece captava 7,58 m<sup>3</sup>/s, em fevereiro de 2017 esse valor passou para 7,08 m<sup>3</sup>/s. A compensação só foi possível com incremento de 0,27 m<sup>3</sup>/s advindo da recirculação. Atualmente, a vazão ofertada pela Companhia de Recursos Hídricos é de 7,1 m<sup>3</sup>/s, somados aos 0,28 m<sup>3</sup>/s da recirculação, tem-se 7,38 m<sup>3</sup>/s.

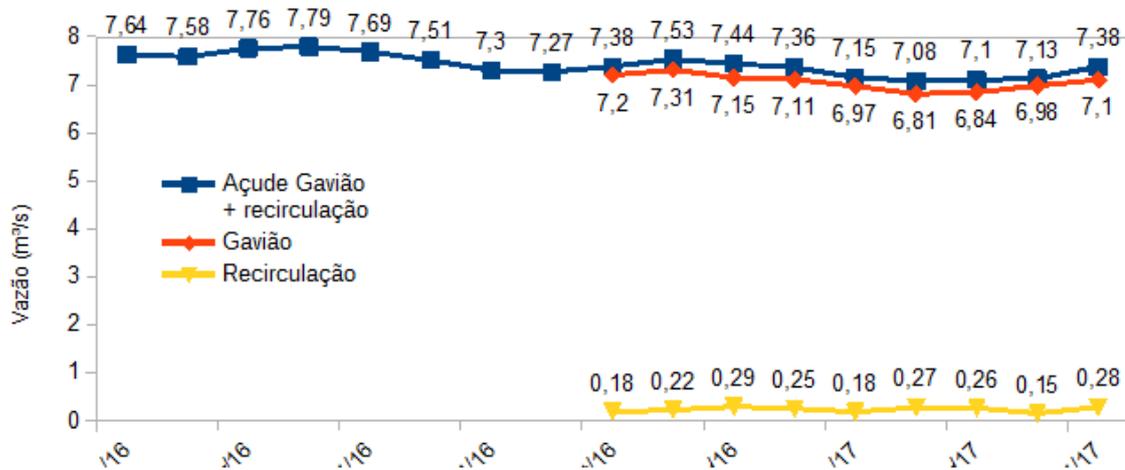


Figura 3: Gráfico relacionando a vazão recuperada da lavagem de filtros com a meta estabelecida. Somente no mês de novembro foi possível atingir o valor de 0,3m³/s.

## DISCUSSÃO

Analisando os parâmetros físico-químicos das amostras de rejeito coletadas nos pontos mais a montante e mais a jusante da ETA (Tabela 1), observa-se que houve uma redução nos valores absolutos dos mesmos, indicando uma influência do sistema de autodepuração por terras úmidas (*wetland*). Chaves, 2012, já havia obtido resultados semelhantes, indicando que o melhor ponto de captação para um projeto de reaproveitamento seria o ponto mais a jusante da ETA.

Comparando a água de rejeito, nesse ponto, com o a água bruta do açude Gavião (Tabela 2), percebe-se que o custo operacional para o seu tratamento somente poderia ser justificado em um cenário de situação hídrica pelo qual passa o Estado do Ceará.

Considerando que o procedimento operacional, objeto desse estudo, não incluiu processos de clarificação do rejeito, podem haver riscos associados a protozoários. Freitas *et al.* 2010, em ensaios com águas de lavagens de filtros, encontraram concentrações na ordem de grandeza de  $10^1$  cistos de *Girdia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* spp por litro, quando comparadas com amostras clarificadas. Em estudo anterior, Freitas, 2007, encontrou oocistos de protozoários na água filtrada quando a vazão de recirculação da água não clarificada ultrapassou em 20% a vazão de projeto da ETA. No presente estudo, a vazão de recirculação representa 3% da vazão de projeto.

Ainda como reflexo da falta de uma etapa de clarificação, os resultados de turbidez, após o incremento de volume com água recirculada, nos meses de setembro e outubro de 2016, mostram-se acima 0,5 NTU (Tabela 3). Em setembro, quando o sistema foi colocado em operação, houve um aumento bastante significativo da turbidez, 382%, isso pode ser explicado pelo fato de nesse primeiro momento a água de recirculação ter sua entrada diretamente nos filtros. Já a partir do mês de outubro, o ponto de entrada mudou para os floco-decantadores, reduzindo a quantidade de sedimentos e a carreira de filtração.

A estação de recirculação foi construída para uma vazão de 0,3 m³/h, entretanto está sendo aduzido, em média, 0,231 m³/h (figura 3). Ocorre que na fase de projeto, o volume ofertado de água bruta era de 8 m³/h, mas com o agravamento da crise hídrica, esse valor foi reduzido para 7,1 m³/h, impactando na quantidade de rejeito gerado. Aliado a isto, a qualidade desse rejeito está piorando a cada dia, uma vez que está ficando cada vez mais concentrando. Observa-se que o volume gerado de efluente está diretamente relacionado com a qualidade da água bruta afluente à estação de tratamento de água, fato este consolidado na literatura (DI BERNARDO, 1993). Ou seja, tem-se que se reduzir a vazão do efluente recirculado com o intuito de diminuir a carreira de filtração e, como consequência, reduzir o volume de água tratada na lavagem de filtros. Entretanto, o incremento de volume oriundo da recirculação está se mostrando essencial para o enfrentamento da crise

hídrica em Fortaleza e Região Metropolitana. Sem esta ação estariam sendo aplicadas medidas de racionamento.

## **CONCLUSÕES**

Apesar de na literatura demonstrar que os perigos associados a protozoários estão diretamente ligados ao percentual da vazão de recirculação em relação a vazão de projeto, será necessário confirmar essa informação com análises específicas;

Em um momento mais oportuno se faz necessária incluir uma etapa de clarificação do rejeito, bem como uma estação para tratamento do resíduo gerado;

Esta é uma solução de caráter temporário, mas se justifica diante da crise hídrica que assola o Estado do Ceará;

O processo de tratamento e o padrão de qualidade da água tratada não foram comprometidos, considerando que foram atendidos os padrões determinados pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, ressalvados o caso do parâmetro turbidez.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 22<sup>a</sup> ed. Washington: American Public Health Association, 2012.
2. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
3. CHAVES, K. O. Desenvolvimento e aplicação de sistema de floco-flotação por ar dissolvido para tratamento da água de lavagem do filtro da ETA Gavião. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Ambiental) - Universidade Federal Ceará, Fortaleza, 2012
4. FREITAS, A. G. Recirculação de água de lavagem de filtros e perigos associados a protozoários. Eng Sanit Ambiental,, v. 15, n. 1, p.37-46, mar. 2010. Disponível em: <[http://www.dec.ufv.br/modules/mastop\\_publish/files/PublicacoesdoPrograma/bastos/Eng Sanit Ambient\\_v\\_15\\_n\\_1\\_2010.pdf](http://www.dec.ufv.br/modules/mastop_publish/files/PublicacoesdoPrograma/bastos/Eng_Sanit_Ambient_v_15_n_1_2010.pdf)>. Acesso em: 27 dez. 2016.
5. FREITAS, A. G. Recirculação de água de lavagem de filtros em escala piloto: Uma contribuição para avaliação de perigos associados à presença de protozoários. 2007. 122 f. Dissertação – Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.