



**I-299 – ASSOCIAÇÃO DA PRESENÇA DE OOCISTOS DE *Cryptosporidium* spp. E DE CISTOS DE *Giardia* spp. COM A OCORRÊNCIA DE *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* e *E. faecium* NA REPRESA DE VARGEM DAS FLORES, CONTAGEM, MG, BRASIL**

**Ana Maria Moreira Batista<sup>(1)</sup>**

Bióloga pelo Unicentro Metodista Izabela Hendrix. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG.

**Fabiana de Cerqueira Martins<sup>(2)</sup>**

Bióloga pelo Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. Estagiária da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

**Daniel Adolpho Cerqueira<sup>(3)</sup>**

Biólogo pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Mestre em Microbiologia pelo ICB/UFMG. Biólogo da COPASA. Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG.

**Danusa Campos Teixeira<sup>(4)</sup>**

Química pela Universidade Federal de Ouro Preto. Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial do CNPq/Prosab no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG.

**Valter Lúcio de Pádua<sup>(5)</sup>**

Engenheiro civil pela Escola de Engenharia da UFMG. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Cantor Luiz Gonzaga, 400, bl 3 ap 301 – Castelo – Belo Horizonte - MG - CEP: 30840-340 - Brasil - Tel: (31) 8658-6455 - e-mail: ana\_mb7@yahoo.com.br

## RESUMO

O presente estudo foi realizado na represa de Vargem das Flores, um reservatório de abastecimento de água para os municípios de Betim, Contagem e Belo Horizonte, constituintes da região metropolitana dessa última cidade e capital do estado de Minas Gerais, Brasil, sendo um contribuinte para a sub-bacia do Rio Paraopeba que, por sua vez, pertence à Bacia Federal do Rio São Francisco. A escolha da represa Vargem das Flores se deu devido aos usos múltiplos desse reservatório, que são basicamente o abastecimento público e uso para a recreação. Foram avaliadas as condições de qualidade da água através da pesquisa dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. e de cistos de *Giardia* spp., protozoários de transmissão hídrica que denotam grande perigo à saúde pública, e também das bactérias *Escherichia coli* e *Enterococcus* spp. O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar as concentrações de contaminação fecal na represa e verificar a existência de correlação entre os indicadores biológicos *E. coli*, *Enterococcus* spp. com a ocorrência de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. Os estudos realizados nessa represa apontaram para uma correlação muito fraca entre as bactérias e os protozoários, de forma que essas não se mostraram boas indicadoras na previsibilidade de ocorrência do *Cryptosporidium* e da *Giardia*. Em relação às concentrações de *E. coli* e *Enterococcus* spp., a estação 3 foi a mais poluída, e a estação 1 foi a que apresentou melhor qualidade microbiológica da água tendo em vista esses parâmetros.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cryptosporidium* e *Giardia*, qualidade da água, manancial, abastecimento de água, indicadores de contaminação fecal.

## INTRODUÇÃO

Os protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia* são os causadores, respectivamente, da criptosporidiose e da giardiose. O *Cryptosporidium* vem sendo relatado na literatura como “patógeno emergente”. Juntos, *Cryptosporidium* e *Giardia* têm significado grande impacto ao saneamento e gerado agravos à saúde pública.

Esses protozoários vêm sendo relacionados com maior frequência a surtos de doenças de veiculação hídrica, e a maior parte desses eventos está associada ao consumo de água superficial não filtrada ou desinfetada de forma inadequada.



Um dos maiores problemas enfrentados para erradicação da criptosporidiose e da giardiose é a escassez de dados sobre a real ocorrência desses microrganismos nos mananciais de abastecimento público. Isso ocorre devido às dificuldades de implementação de métodos de análise para detecção do *Cryptosporidium* e da *Giardia* em amostras de água. Em vista disso, para se garantir a segurança microbiológica das águas para consumo humano, é necessário o emprego de organismos que apresentem alguma correlação com a ocorrência desses protozoários e possam ser utilizados como possível parâmetro substituto. Portanto, além do papel que exercem como indicadores de contaminação fecal, foi avaliada a existência de associação entre as bactérias *E. coli* e *Enterococcus* spp. e os protozoários *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações de contaminação fecal de um manancial destinado ao abastecimento público – Vargem das Flores – e verificar a existência de correlação entre os indicadores biológicos *E. coli*, *Enterococcus* spp. com a ocorrência de (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e de *Giardia* spp.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A represa de Vargem das Flores foi inaugurada em 1972, e está situada nas coordenadas geográficas 19° 53' 44,99" S e 44° 09' 01,56" W – coordenadas referentes à captação de água da ETA – (Figura 1) na parte sudoeste da região metropolitana de Belo Horizonte, dentro da bacia de drenagem do Rio Paraopeba, e abastece as cidades de Contagem, Betim, Belo Horizonte, Ribeirão das Neves, Vespasiano, Pedro Leopoldo, Ibirité e Santa Luzia.

A escolha do reservatório de Vargem das Flores para a pesquisa da ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp., de cistos de *Giardia* spp. e das espécies *E. coli* e *Enterococcus* spp., se deu devido à sua importância como manancial componente do abastecimento de água da região metropolitana de Belo Horizonte, das condições de poluição devida aos usos múltiplos desse reservatório e da escassez de informações sobre a ocorrência desses protozoários nessa fonte de água.

### DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Foram definidas quatro estações para a realização das coletas – estações 1, 2, 3 e 4 (que serão descritas a seguir) –, devido ao seu significado sanitário (pois essas estações são caracterizadas por uma densa ocupação e pela prática de atividades recreacionais) e questões de logística nas coletas (por serem as mesmas estações monitoradas pela Copasa).

A caracterização da área de estudo foi feita com o auxílio de um barco motorizado (Tohatsu – 18). À medida que as estações de coleta foram percorridas, os pontos foram delimitados por um Sistema de Posicionamento Global (GPS), da marca Garmin, modelo eTrex Legend. Após isso, as coordenadas foram lançadas e marcadas na própria fotografia (satélite) do manancial, através do site <http://earth.google.com>. A Figura 1 mostra o posicionamento das estações de monitoramento na represa.



**Figura 1:** Imagem satélite do manancial Vargem das Flores com a localização das estações de coleta monitoradas na presente pesquisa. Modificado de: <www.earth.google.com>. Acesso em: 5 jan. 2008).

As coordenadas, assim como a descrição das estações de coleta são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1: Descrição e marcação dos locais de coletas.**

Local	Descrição	Marcação dos pontos com GPS
Estação 1	Estação mais profunda, localizada junto à torre de tomada d'água da ETA	19° 55.056' S e 44° 09.933' W
Estação 2	Encontro dos dois braços principais da represa	19° 54.398' S e 44° 09.322' W
Estação 3	Ponto de afluência do córrego Água Suja	19° 53.701' S e 44° 09.421' W
Estação 4	Ponto de afluência do ribeirão Betim	19° 53.679' S e 44° 08.892' W

## PROCEDIMENTOS DE COLETA E MÉTODOS DE ANÁLISE

Para a realização das coletas para análise dos protozoários *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp., galões plásticos com capacidade para 10 L foram previamente lavados com Extran diluído e esterilizados por calor úmido (121°C a 1,5 atmosfera por 5 minutos) em autoclave, após isso foram ambientados, com 50 mL de solução tampão fosfato com Tween 20 a 1%, por agitação manual por três vezes. A secagem dos galões ocorreu à temperatura ambiente com prévia vedação do gargalo.

A coleta da água foi feita com auxílio da garrafa coletora de Van Dorn, sempre na profundidade de extinção do disco de Secchi, utilizada para avaliar a extensão da zona eufótica. O monitoramento para os protozoários foi realizado somente na profundidade de extinção do disco de Secchi devido ao significado limnológico desta profundidade; além disso, havia maior variedade de dados de outros parâmetros da qualidade da água – fitoplâncton, zooplâncton e clorofila – neste ponto. Ademais, o elevado custo das análises inviabilizaria a pesquisa economicamente, caso fossem analisadas amostras de todas as profundidades – superfície, secchi, 5m, 10m (no caso da estação 1) e fundo.

As técnicas de coleta, preservação e transporte das amostras bacteriológicas (*E. coli* e *Enterococcus* spp.) foram baseadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

A Tabela 2 apresenta todos os locais, parâmetros, frequências e métodos utilizados no monitoramento da represa de Vargem das Flores entre dezembro de 2007 a novembro de 2008. As análises foram realizadas no Laboratório Central da COPASA (Belo Horizonte – MG).



**Tabela 2: Localização, parâmetros, frequência e métodos utilizados para o monitoramento da represa de Vargem das Flores, MG, no período de dezembro de 2007 a novembro de 2008.**

Local	Pontos	Parâmetro	Frequência	Método e Referência
Estações	Superfície, Secchi, 5 m, *10 m, Fundo	<i>E. coli</i>	mensal	Teste substrato enzimático segundo APHA (2005), seção 9223B
	Superfície, Secchi, 5 m, *10 m, Fundo	<i>Enterococcus</i> spp.	mensal	Técnica substrato definido, de acordo com ASTM (2005), D6503-99.
	Secchi	<i>Cryptosporidium</i> spp.	mensal	Método 1623 (USEPA, 2005)
	Secchi	<i>Giardia</i> spp.	mensal	Método 1623 (USEPA, 2005)

\*10 m, profundidade coletada apenas na estação 1.

Em campo, durante a coleta das amostras, foram registradas a data, horário, condições do tempo, temperatura do ambiente e das amostras. As amostras foram mantidas sob refrigeração a <10 C° até o momento das análises, sendo estas realizadas dentro de 24h, no máximo, após as coletas.

#### **DETERMINAÇÃO DOS (OO)CISTOS DE *Cryptosporidium* spp. E DE *Giardia* spp.**

A identificação e quantificação de (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. foram realizadas de acordo com o Método 1623 (USEPA, 2005). As etapas, materiais e reagentes utilizados no método 1623 estão resumidos na Tabela 3, entretanto recomenda-se enfaticamente a consulta à descrição original da EPA para que o procedimento de análise seja devidamente seguido.



**Tabela 3: Resumo do material e métodos de análise das amostras de água para pesquisa de (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. pelo método 1623 (adaptado de USEPA, 2005).**

Etapa	Material	Reagentes
Coleta	Galões plásticos com capacidade para 10 L; autoclave; recipientes de plásticos c/ capacidade para 8 L; garrafa coletora de Van Dorn; disco de Secchi	Solução de Tampão Fosfato c/ Tween 20 – 1% concentrada, pH 7,4 (PBST 1%); extran diluído
Filtração	Módulos de filtro em espuma de porosidade 1 µm (Sistema Filta-Max – IDEXX/EUA); bomba peristáltica (Modelo: R60 DZ71D4 /Fabricante: Sew/Brasil)	Solução de Tampão Fosfato c/ Tween 20 – 1% concentrada, pH 7,4 PBST 1%
Eluição	Chave Allen 4 mm; Stomacher (Modelo: MK1204/ Fabricante: Boitton/Brasil); bolsa plástica (Nasco Whirl-Pak)	Solução de Tampão Fosfato c/ Tween 20 – 1% concentrada, pH 7,4 PBST 1%
Concentração	Béquers; tubos cônicos de centrífuga de 250 e 50 mL; balança digital; centrífuga (Modelo: CT 6000D/ Fabricante: Cientec/Brasil) com aceleração de 1500 g correspondente neste modelo a 2700 rpm – por 15 minutos; aparato para sucção à vácuo; pipeta de Pasteur; vórtex (Modelo: MS1 Minishaker / Fabricante IKA)	Solução de Tampão Fosfato c/ Tween 20 – 1% concentrada, pH 7,4 PBST 1%
Purificação – Separação Imunomagnética – Sistema Dynal/Biobeads	Tubo de lado chato ( <i>Leighton</i> ); kit Dynal (Oslo/Noruega); agitador rotativo (Homogeneizador sanguíneo – Modelo: AP22 /Fabricante: Phoenix) a 18 rpm por 1 hora; pipeta de Pasteur; concentradores magnéticos MPC-1 e MPC-M – Magnetic Particle Concentrator; tubos Eppendorf de 1,5 mL; banho seco (Fabricante: Quimis)	Solução de Tampão Fosfato c/ Tween 20 – 1% concentrada, pH 7,4 PBST 1%; água destilada; reagentes de separação imunomagnética ( <i>Crypto-Combo</i> e <i>Giardia-Combo</i> ), solução tampão-A 10x e 1x concentrada e tampão-B 10x concentrada (Kit Dynabeads GC-Combo – Oslo/Noruega)
Deteção e quantificação – Imunofluorescência e coloração com DAPI	Lâmina com 3 poços; lamínula Perfecta 24 x 60 mm; pipeta de Pasteur; *câmara úmida; microscópio (Kit Merifluor/EUA) – Coloração DAPI/Sigma (4',6-diamidino-2-fenilindol) – Contraste de Interferência Diferencial (CID) – (Modelo do microscópio: DMLB/ Fabricante: Leica/Alemanha; com filtro UV – ultravioleta –, DIC – Contraste de Interferência Diferencial – e epifluorescência);	Solução de Tampão Fosfato sem Tween 20 – 1% concentrada, pH 7,4 (PBS 1%) e PBST 1%, Solução de Tampão Fosfato c/ Tween 20 – 1% concentrada, pH 7,4; controles positivo e negativo, reagente de detecção (anticorpo anti- <i>Crypto</i> /anti- <i>Giardia</i> marcado com fluorescência – FITC), contra-corante, meio de montagem (glicerol) (Kit Merifluor/EUA); corante DAPI/Sigma (4', 6-diamidino-2-fenilindol); metanol absoluto

\*câmara úmida, composta por um vasilhame de plástico forrado por filtros de papel (diâmetro de 12,5 cm) levemente umedecidos com água destilada, e incubada à temperatura ambiente, em local escuro.

O método 1623 – para quantificação de *Cryptosporidium* e *Giardia* em água através da filtração, separação imunomagnética (IMS) e imunofluorescência direta – foi preconizado para a determinação desses protozoários em amostras de água bruta ou tratada. A confirmação de *Cryptosporidium* e *Giardia* é feita pelo corante DAPI (4', 6'-diamidino-2-fenilindol) e pelo CID (microscopia de contraste de interferência diferencial).

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para avaliar a concentração de *E. coli* e *Enterococcus* spp., os dados foram comparados em todas as profundidades fazendo uso do teste Kruskal-Wallis (teste não-paramétrico), no qual foi adotado o nível de significância de 5%. A escolha do teste foi devida ao fato de não se ter número de dados suficientes para



determinar o tipo de distribuição. O teste Kruskal-Wallis também foi utilizado para melhor comparar as diferenças entre as estações em cada profundidade separadamente.

O teste de Spearman foi utilizado para a avaliação da correlação entre os (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e de *Giardia* spp. e dos parâmetros (*E. coli* e *Enterococcus* spp.), em cada estação de coleta da represa de Vargem da Flores na profundidade do disco de Secchi.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### AValiação Comparativa dos Indicadores Biológicos nas Profundidades de Todas as Estações Monitoradas

#### *E. coli*

As Figuras enumeradas de 2 a 5 referem-se às concentrações da bactéria *E. coli* em cada profundidade separadamente, em todas as estações monitoradas. A Tabela 4 apresenta os valores de p ao nível de significância de 5%.

Primeiramente são apresentados todos os gráficos “box-whisker” juntamente com a tabela, e posteriormente é feita a discussão conjunta dos resultados.

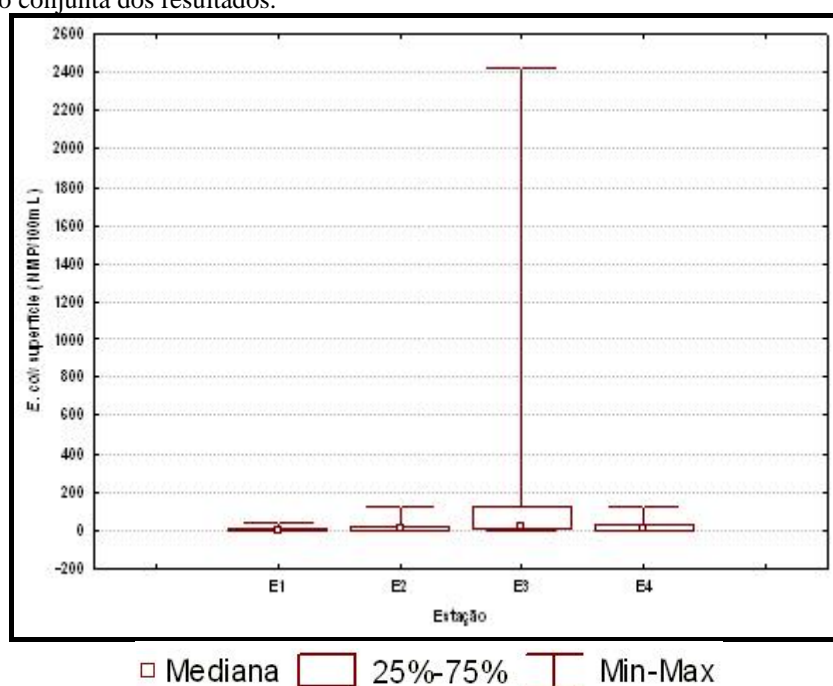
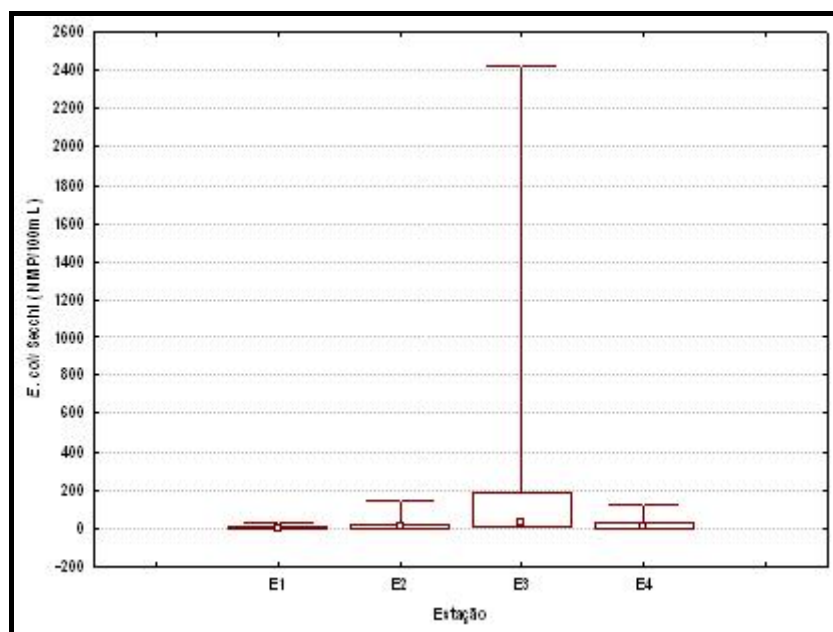


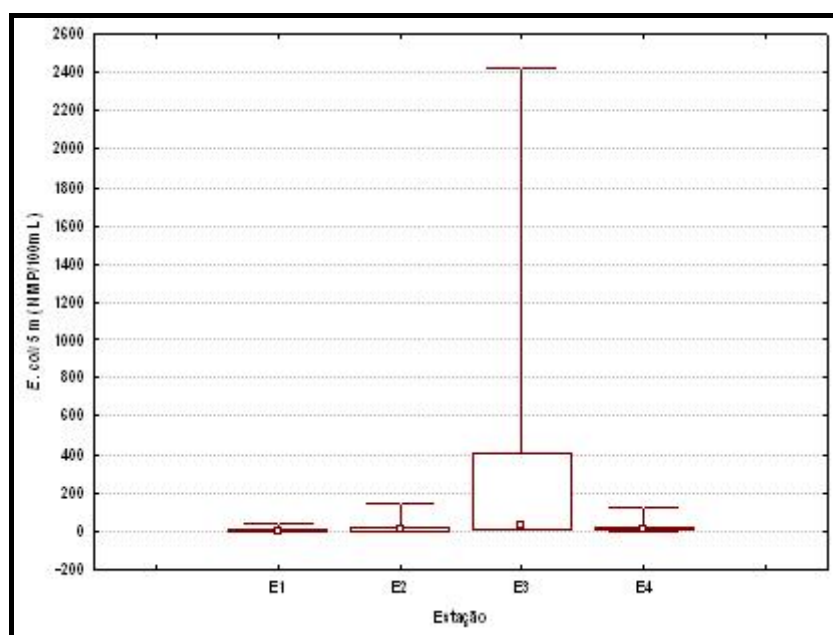
Figura 2: Gráfico “box-whisker” das concentrações de *E. coli* (NMP/100 mL) no período de dezembro de 2007 a novembro de 2008, verificadas na superfície das estações 1, 2, 3 e 4 (E1, E2, E3 e E4), da represa de Vargem das Flores – MG.





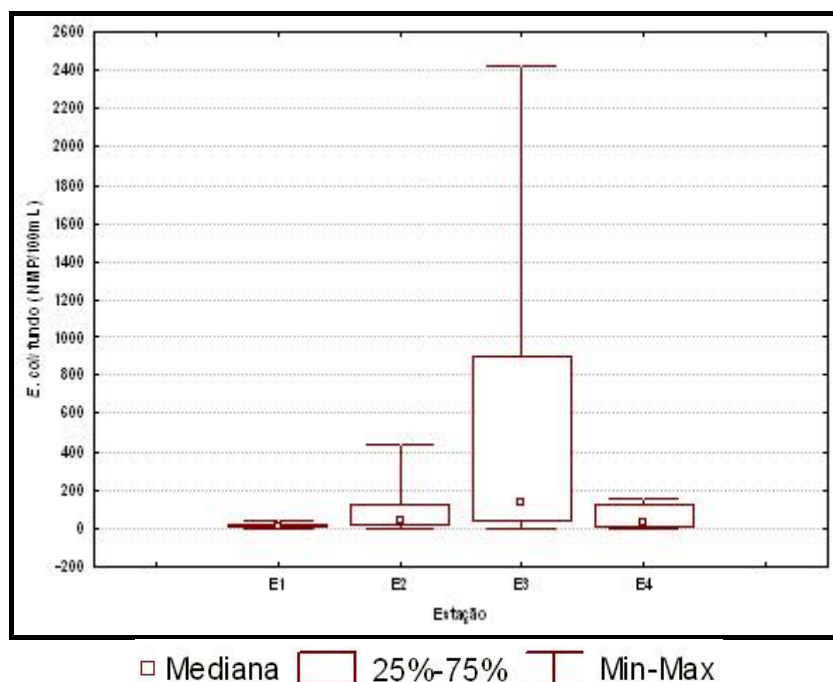
□ Mediana □ 25%-75% I Min-Max

Figura 3: Gráfico “box-whisker” das concentrações de *E. coli* (NMP/100 mL) no período de dezembro de 2007 a novembro de 2008, verificadas na profundidade de extinção do disco de Secchi em E1, E2, E3 e E4, da represa de Vargem das Flores – MG.



□ Mediana □ 25%-75% I Min-Max

Figura 4: Gráfico “box-whisker” das concentrações de *E. coli* (NMP/100 mL) no período de dezembro de 2007 a novembro de 2008, verificadas na profundidade de 5m em E1, E2, E3 e E4, da represa de Vargem das Flores – MG.



**Figura 5:** Gráfico “box-whisker” das concentrações de *E. coli* (NMP/100 mL) no período de dezembro de 2007 a novembro de 2008, verificadas no fundo de E1, E2, E3 e E4, da represa de Vargem das Flores – MG.

**Tabela 4:** Valores de p ao nível de significância de 5% (Kruskal-Wallis) das concentrações de *E. coli* nas distintas profundidades em todas as estações monitoradas.

<i>E. coli</i> em cada profundidade (E1 x E2 x E3 x E4)		
Profundidade	Valor de p	Diferenças
Superfície	0,012	E1 x E3
Secchi	0,001; 0,048	E1 x E3; E2 X E3
5 m	0,002	E1 x E3
Fundo	0,005	E1 x E3

Ao observar os gráficos “box-whisker” percebe-se maior variabilidade das concentrações de *E. coli* na estação 3, em todas as profundidades monitoradas. Esta estação apresentou diferenças significativas quando comparada com a estação 1 na superfície, Secchi, 5 m e fundo e quando comparada com a estação 2 mostrou diferenças significativas apenas na profundidade de Secchi, como evidenciado na Tabela 4.

De acordo com Souza (2003), um dos problemas potenciais da qualidade da água de Vargem das Flores, decorrentes do processo de ocupação da bacia, é a contaminação com bactérias do grupo Coliformes. A estação 3 tem uma vasta ocupação o que, juntamente com a intrusão pontual de esgotos através do tributário Água Suja, justifica a quantidade superior de *E. coli* nessa estação quando comparada com as estações 1 e 2, que estão localizadas mais à jusante e possuem menor ocupação urbana.

A estação 4 apresentou medianas ligeiramente menores das concentrações de *E. coli* do que a estação 3. Embora essa estação também receba influência dos córregos tributários, principalmente do ribeirão Betim, a estação 4 possui valores de profundidade da coluna d’água superiores à estação 3, o que proporciona uma diluição mais eficiente dos poluentes afluentes a esse local, o que contribuiu para que nenhuma diferença significativa, ao nível de significância de 5%, das concentrações de *E. coli* entre a estação 4 e as demais foi verificada. Além disso, a reversão de esgotos afluentes ao ribeirão Betim para outra bacia, iniciada em 1998, pode ter contribuído para a redução da carga de esgotos domésticos e consequente redução da carga fecal afluente à estação 4.

Vieira *et al.* (2004) fizeram um estudo de avaliação da qualidade da água de Vargem das Flores para o padrão de balneabilidade. Ao final do período de monitoramento, os autores concluíram a inadequação da água do manancial para o padrão de balneabilidade em vários pontos da represa de acordo com as concentrações dos





parâmetros microbiológicos analisados: coliformes termotolerantes e *E. coli* – Resolução CONAMA nº 274 / 2000. Dentre esses pontos caracterizados como impróprios estão o córrego Água Suja e a cabeceira da represa no sentido Contagem. Este ponto representou, na presente pesquisa, o encontro dos afluentes vindos da cabeceira e estão mais próximos às estações 3 e 4.

### ***Enterococcus* spp.**

Conforme apresentado na Tabela 5, não houve diferença significativa entre as concentrações de *Enterococcus* spp., ao nível de significância de 5%, entre as distintas profundidades nas estações monitoradas, portanto os gráficos “box-whisker” não são apresentados.

**Tabela 5: Valores de p ao nível de significância de 5% (Kruskal-Wallis) das concentrações de *Enterococcus* spp. nas distintas profundidades em todas as estações monitoradas.**

<b><i>Enterococcus</i> spp. cada profundidade (E1 x E2 x E3 x E4)</b>		
<b>Profundidade</b>	<b>Valor de p</b>	<b>Diferenças</b>
Superfície	0,555	Nenhuma
Secchi	0,494	Nenhuma
5 m	0,313	Nenhuma
Fundo	0,496	Nenhuma

Além de não terem sido verificadas diferenças nas concentrações de *Enterococcus* spp. entre as estações monitoradas, as medianas foram relativamente baixas, o que pode ser atribuído ao fato dessa bactéria estar presente em menor quantidade do que os coliformes termotolerantes e *E. coli* em fezes humanas (STANDRIDGE, 2008; STEVENS *et al.*, 2003).

### **CORRELAÇÕES ENTRE PROTOZOÁRIOS E BACTÉRIAS**

Na Tabela 6 estão apresentadas as correlações obtidas entre os protozoários *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* e os parâmetros *E. coli* e *Enterococcus* spp. em todas as estações monitoradas.

**Tabela 6: Matriz de correlação, segundo Spearman, dos valores de turbidez (uT), (oo)cistos (nº/L), *E. coli* e *Enterococcus* spp. (NMP/100mL) no período de dezembro de 2007 a novembro de 2008, na represa de Vargem das Flores – MG.**

<b>E</b>	<b><i>Cryptosporidium</i> e <i>E. coli</i></b>	<b><i>Cryptosporidium</i> e <i>Enterococcus</i> spp.</b>	<b><i>Giardia</i> e <i>E. coli</i></b>	<b><i>Giardia</i> e <i>Enterococcus</i> spp.</b>
1	0,315	0,703	0,472	0,780
2	-0,093	0,379	0,214	0,272
3	0,305	0,397	0,258	-0,005
4	0,100	0,275	-0,028	-0,173

E – Estação de coleta.

A correlação obtida entre as variáveis *Cryptosporidium* spp. e *E. coli* foi muito fraca em todas as estações monitoradas – Tabela 6. Portanto, a *E. coli* não se comportou como um indicador adequado da presença deste protozoário na presente pesquisa. Em relação à correlação entre *Giardia* spp. e *E. coli*, houve correlação moderada apenas na estação 1.

Quanto aos *Enterococcus* spp., houve correlação alta com o *Cryptosporidium* spp. e com a *Giardia* spp. na estação 1 (números em vermelho na Tabela 6), contudo nas demais estações a correlação dessa bactéria com os protozoários mostrou-se fraca.

Em relação às estações 2, 3 e 4, as bactérias e os protozoários apresentaram correlação fraca. Uma possível explicação para tal fato, seria que, embora *Cryptosporidium*, *Giardia*, *E. coli* e coliformes totais tenham sua principal origem nas fezes humanas e animais e são supostamente e equanimemente diluídos quando afluem ao corpo d'água, esses patógenos entéricos e indicadores fecais podem apresentar diferentes taxas de sobrevivência e sedimentação. Enquanto a infecciosidade de (oo)cistos é influenciada por vários fatores ambientais, inclusive temperatura, umidade, predação e exposição à radiação ultravioleta, (oo)cistos são conhecidos por sua capacidade de sobreviver meses na água quando comparados com bactérias de indicação fecal, que morrem mais rapidamente do que os protozoários (KEELEY & FAUKNER, 2008).



Segundo Nieminski *et al.* (2008), assim como a turbidez, a *E. coli* não é um indicador confiável da presença de *Cryptosporidium*. As análises realizadas pelos autores indicaram que os níveis de previsibilidade da ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* regulamentados para sistemas que abastecem mais de 10.000 pessoas – de *E. coli* > 10/100 mL em mananciais lênticos e *E. coli* > 50/100 mL em mananciais lóticos –, não representam aumento na ocorrência de *Cryptosporidium* conforme preconizado pela LT2ESWTR (USEPA, 2006).

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A estação 1 apresentou água de melhor qualidade do que as demais estações (2, 3 e 4), sendo que a maior concentração de *E. coli* foi verificada na estação 3, o que indica uma água de pior qualidade neste local em relação a esse parâmetro.

Os parâmetros *E. coli* e *Enterococcus* spp. apresentaram correlação muito fraca com a presença dos (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e de *Giardia* spp. e, portanto, de acordo com essa pesquisa, se mostraram pobres como indicadores da ocorrência desses protozoários na fonte.

## AGRADECIMENTOS

À Finep e CNPq pela concessão de bolsa à primeira autora e de recursos financeiros para a realização da pesquisa no âmbito do Prosab e à Copasa pelo apoio logístico e financeiro para a realização das análises.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Active Standard. Standard Test Method for Enterococci in Water Using Enterolert. Developed by Subcommittee. D19.24, 2005. Disponível em: [http://www.astm.org/database.cart/redline\\_pages/D6503.htm](http://www.astm.org/database.cart/redline_pages/D6503.htm). Acesso em: 10 dez. 2007.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 21. ed. Washington: APHA: AWWA: WEF, 2005.
3. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 274 de 8 de janeiro de 2000, com republicação em 08/01/2001. *Diário Oficial da União*. Brasília: CONAMA, 2000.
4. KEELEY, A.; FAUKNER, R. B. Influence of land use and watershed characteristics on protozoa contamination in a potential drinking water resources reservoir. *Water Research, Science Direct – IWA*, v. 42, p. 2803-2813, 2008.
5. NIEMINSKI, E.; DURRANT, G.; HOYT, M.; KIDD, R.; OWENS, M.; PETERSON, L.; PETERSON, S.; TANNER, W.; ROSEN, J.; CLANCY, J. Is monitoring for *E. coli* a good surrogate for *Cryptosporidium* occurrence in water? American Water Works Association- wqtc Conference Proceedings, 2008 (CD room).
6. SOUZA, Amilton Diniz. *Variações espaciais e temporais de parâmetros de qualidade de água em um reservatório tropical (represa de Vargem das Flores – Contagem – MG) e suas implicações com aspectos limnológicos*. 2003. 245f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.
7. STANDRIDGE, J. *E. coli* as a public health indicator of drinking water quality. *Journal American Water Works Association*, v. 100, n. 2, p. 65-75, 2008.
8. STEVENS, M.; ASHBOLT, N.; CUNLIFE, D. Recommendations to change the use of coliforms as microbial indicators of drinking water quality. *National Health and Medical research Council*, 2003. Disponível em: [http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/\\_files/eh32.pdf](http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/_files/eh32.pdf). Acesso em: 9 de dezembro de 2008.
9. TALLON, P.; MAGAJNA, B.; LOFRANCO, C.; LEUNG, K. Microbial indicators of faecal contamination in water: a current perspective. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 166, p. 1139-166, 2005.
10. VIEIRA, M. B. C. M.; COURA, V. C.; SILVA, M. C. C.; SOARES, R. C. G.; SALVADOR, D. P. Monitoramento da balneabilidade e dos protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia* das águas da represa de



- Vargem das Flores – MG - Brasil. 2004. Disponível em: [http://www.lapecco.com.br/vargem\\_flores.htm](http://www.lapecco.com.br/vargem_flores.htm). Acesso em: 12 de dezembro de 2008.
11. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Method 1623: *Cryptosporidium* and *Giardia* in Water by filtration/IMS/FA. Washington, DC, April, 2005 (EPA-821-R-01-025).
  12. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Enhanced Surface Water Treatment Rule, Long Term 2. January, 2006.