

I-395 - DETERMINAÇÃO DE LIMITES CRÍTICOS E OPERACIONAIS NA IMPLANTAÇÃO DOS PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA

Daniel Cobucci de Oliveira⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Engenheiro da Fundação Nacional de Saúde – Superintendência de Minas Gerais.

Rafael Kopschitz Xavier Bastos

Engenheiro Civil (UFJF), Especialização em Engenharia de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ), PhD em Engenharia Sanitária (University of Leeds, UK), Professor Associado, Departamento de Engenharia Civil (UFV).

Paula Dias Bevilacqua

Médica Veterinária (UFV), Especialização em Epidemiologia (UFMG), Mestre em Epidemiologia (UFMG), Doutora em Epidemiologia (UFMG), Professora Associada, Departamento de Veterinária (UFV).

Demétrius Brito Viana

Engenheiro Ambiental (UFV). Mestrando em Engenharia Civil (UFV).

Endereço⁽¹⁾: Rua Espírito Santo, 500, 5º Andar - Centro - Belo Horizonte - MG - CEP: 30160-030 - Brasil - Tel: (31) 3248-2923 - e-mail: daniel.oliveira@funasa.gov.br

RESUMO

Este trabalho apresenta estudos de caso em Viçosa-MG de aplicação da metodologia de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) no âmbito da implementação de Planos de Segurança da Água. Ensaios de tratabilidade da água e a avaliação de desempenho de duas estações de tratamento de água forneceram subsídios para a definição de limites críticos e operacionais com vistas ao controle de perigos microbiológicos. Apesar das duas estações de tratamento de água serem abastecidas pelo mesmo manancial e contarem, essencialmente, com os mesmos processos de tratamento, foram definidos limites operacionais distintos para turbidez da água bruta, decantada e filtrada em cada uma das estações.

PALAVRAS-CHAVE: APPCC, Plano de Segurança da Água, Tratamento de Água, Turbidez.

INTRODUÇÃO

O controle de qualidade da água para consumo humano tem passado por uma revisão de paradigmas, deslocando o foco principal do controle laboratorial do produto final (água tratada) para a gestão preventiva de risco. As duas primeiras edições das Diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) sobre qualidade da água para consumo humano (WHO, 1984; WHO, 1995) tinham como foco principal limites máximos de contaminantes a serem observados na água (ou seja, o padrão de potabilidade) e o respectivo controle (programas de monitoramento por meio do controle laboratorial). Já na segunda edição, mas principalmente na terceira (WHO, 2004), como forma mais efetiva de garantia da segurança da qualidade da água para consumo humano, passa a ganhar destaque o enfoque preventivo de gestão de risco, aplicado de forma abrangente e integrada, desde a captação até o consumo. Tal abordagem, na terceira edição das Diretrizes da OMS, recebe a denominação de Planos de Segurança da Água (PSA) (WHO, 2006).

Os PSA estão baseados em princípios e instrumentos já consolidados em outros setores (por exemplo, na indústria de alimentos), tais como: a abordagem de boas práticas, de múltiplas barreiras, avaliação e gerenciamento de risco, gestão de qualidade (normas de certificação ISO) e a metodologia de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (WHO, 2005; WHO, 2006).

O sistema APPCC está baseado em sete princípios fundamentais: (i) identificação de perigo, (ii) determinação dos Pontos Críticos de Controle - PCC, (iii) estabelecimento de limites críticos e de medidas preventivas, (iv) monitoramento dos PCC, (v) estabelecimento de ações corretivas, (vi) documentação de todos os procedimentos, (vii) estabelecimento de processos de verificação do sistema APPCC (FAO, 1998). Pontos Críticos são caracterizados por situações ou locais nos quais os perigos identificados podem estar presentes. Por sua vez, Pontos Críticos de Controle (PCC) se referem aos pontos do processo ou operação que devem ser supervisionados com vistas à eliminação do perigo ou à redução do risco a níveis aceitáveis. Aos PCC devem

ser associados limites críticos, programas de monitoramento e respectivas medidas de controle dos perigos e riscos, os quais devem se basear em parâmetros de fácil determinação e que possibilitem respostas ágeis, como, por exemplo, limites de parâmetros químicos, físicos ou microbiológicos estabelecidos em instrumentos legais ou padrões da empresa e, ou baseados em dados científicos ou na experiência operacional. Podem ainda ser estabelecidos limites operacionais, os quais, em geral, são mais restritivos que os limites críticos, propiciando margem de segurança, servindo de alerta e permitindo maior tempo para ajustes de processo antes que os limites críticos sejam violados (OPS, INPPAZ, 2001). Podem também ser identificados Pontos de Controle (PC), onde o monitoramento também é importante, porém não constituem a última ou principal barreira no controle do perigo, tal como nos PCC.

A metodologia APPCC tem sido adaptada e aplicada aos sistemas de abastecimento de água para consumo humano (HAVELAAR, 1994; DEWETTINCK et al., 2001; HOWARD, 2003); no Brasil, os exemplos são ainda escassos. A identificação dos PCC e, por conseguinte, o estabelecimento de limites críticos ou operacionais, tem sido identificada como a etapa mais problemática na aplicação da APPCC ao abastecimento de água para consumo humano e, segundo Hellier (2003), profissionais envolvidos pela primeira vez com a metodologia tendem a apontar um grande número de PCC, alguns dos quais, na prática, não se caracterizam como PCC propriamente ditos.

Neste trabalho, por meio de estudos de caso em Viçosa-MG, são explorados recursos e instrumentos que possam facilitar o estabelecimento de limites críticos e operacionais em estações de tratamento de água como parte da implementação de Planos de Segurança da Água.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do trabalho, foram considerados estudos em duas estações de tratamento de água (ETA) em Viçosa-MG, as quais captam água em pontos adjacentes no mesmo manancial de abastecimento: Ribeirão São Bartolomeu (SB). No campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), o SB recebe cinco barramentos consecutivos, sendo que as duas primeiras represas cumprem função de reservatórios de acumulação e na terceira se encontram as estruturas de captação de água para abastecimento do campus universitário (ETA I) e de parte da cidade (ETA II).

A ETA I trata cerca de 50 L.s⁻¹ e opera em ciclo completo: (i) coagulação com sulfato de alumínio líquido e mistura rápida em calha Parshall; (ii) floculador hidráulico com seis câmaras; (iii) decantação convencional em decantador circular; (iv) filtração rápida em dois filtros de fluxo descendente; (v) desinfecção com cloro gás. A ETA II trata em média 100 L.s⁻¹ e opera também em ciclo completo: (i) coagulação com sulfato de alumínio líquido e mistura rápida em calha Parshall; (ii) floculador hidráulico com 13 câmaras (iii) decantação convencional em decantador circular; (iv) filtração rápida em quatro filtros de fluxo ascendente; (v) desinfecção com cloro gás.

Na aplicação da APPCC foram considerados perigos microbiológicos associados à ocorrência na água bruta de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp, bactérias e vírus patogênicos. A identificação dos PC e PCC foi realizada com aplicação da árvore de decisão, adaptada do modelo proposto por Vieira e Moraes (2005) para adequação do modelo original do sistema APPCC (CODEX, 2003) aos sistemas de abastecimento de água (OLIVEIRA, 2010) (etapa não detalhada no presente trabalho). Os limites críticos foram estabelecidos de acordo com padrão de potabilidade vigente no Brasil (BRASIL, 2004). Os limites operacionais foram estabelecidos com base na análise de séries históricas de dados de monitoramento de rotina da qualidade da água nas ETAs e dos resultados de um programa de monitoramento complementar implementado no período de novembro de 2008 a outubro de 2009: monitoramento mensal no ponto de captação e nas etapas do tratamento: pH, cloro residual livre, turbidez; (oo)cistos de *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., coliformes totais e *E. coli*. A determinação dos limites operacionais foi também subsidiada por ensaios de tratabilidade da água e avaliação de desempenho das ETAs, realizados de acordo com os métodos e técnicas descritos em CEPIS (1992) e Di Bernardo *et al.* (2002).

RESULTADOS

Os pontos identificados como PCC ou PC estão apresentados na Tabela 1 (OLIVEIRA, 2010).

Tabela 1: Pontos Críticos de Controle e Pontos de Controle ETAs I e II

Etapa de tratamento	PCC		PC	
	Protozoários	Bactérias e Vírus	Protozoários	Bactérias e Vírus
Coagulação	X	-	-	X
Floculação	X	-	-	X
Decantação	X	-	-	X
Filtração	X	-	-	X
Desinfecção	-	X	-	-

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES CRÍTICOS

Os limites críticos foram estabelecidos conforme o padrão de potabilidade brasileiro, com base em parâmetros que possam ser monitorados de forma sistemática e que proporcionem respostas imediatas, ou seja: turbidez da água filtrada e os parâmetros de controle da desinfecção. Assim, o limite crítico adotado para a turbidez da água filtrada (efluente de cada filtro) foi estabelecido em 1 uT. Para a desinfecção com cloro, o limite crítico adotado foi o teor mínimo de cloro residual livre na saída do tanque de contato estabelecido na Portaria MS nº 518/2004 (0,5 mg.L⁻¹) e o tempo de contato recomendado de 30 min, perfazendo assim valor de CT de 15 mg.min⁻¹ L⁻¹. Além disso, foi considerada a recomendação de que a desinfecção seja realizada em valor de pH inferior a 8 (BRASIL, 2004).

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES OPERACIONAIS

Como as duas ETAs captam água em pontos próximos no mesmo manancial, o diagrama de coagulação serve às ETA I e II. Foram obtidas remoções de turbidez superiores a 80% em ampla faixa de valores de pH e de doses de sulfato de alumínio a partir de valor pH de 6,5 e de doses acima de 8 mg L⁻¹. As melhores remoções foram encontradas para valores de pH entre 7,5 e 8 e doses entre 13 mg L⁻¹ e 18 mg L⁻¹ (Figura 2), com base no que foram definidos os limites operacionais para a etapa da coagulação.

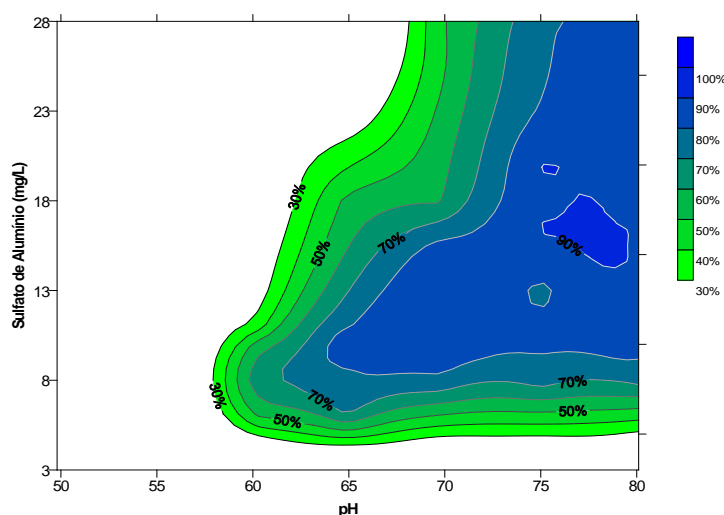


Figura 2: Diagrama de coagulação da água bruta do Ribeirão São Bartolomeu, valores de remoção de turbidez (decantação) em ensaios de jarros.

Vale ressaltar que os limites operacionais acima definidos servem apenas como norteadores dos parâmetros adequados de coagulação, o que deve ser realizado cotidianamente por meio de ensaios de jarros.

LIMITES OPERACIONAIS – ETA I

Para determinação dos limites operacionais relacionados com a turbidez das águas bruta, decantada, filtrada (efluentes reunidos dos filtros 1 e 2) e filtradas 1 e 2 (efluentes isolados dos filtros 1 e 2), foram avaliados dados do monitoramento horário desse parâmetro no período de janeiro de 2002 a março de 2008. A ETA I apresenta elevada eficiência de filtração, atendendo ao padrão estabelecido na Portaria 518/2004 (1 uT) em 97 % do período avaliado e abaixo de 0,5 uT em 80% e 77% do tempo, respectivamente nos filtros 1 e 2 (Figura 3).

O limite operacional para turbidez da água filtrada foi fixado em 0,5 uT, sendo que esse valor corresponde à meta recomendada na norma dos EUA, bem como na brasileira, para remoção efetiva de cistos de *Giardia*. Para remoção efetiva de oocistos de *Cryptosporidium* dever-se-ia produzir água filtrada com 0,3 uT (USEPA, 2006), mas o atendimento à tal meta se mostra mais difícil na ETA I (Figura 3).

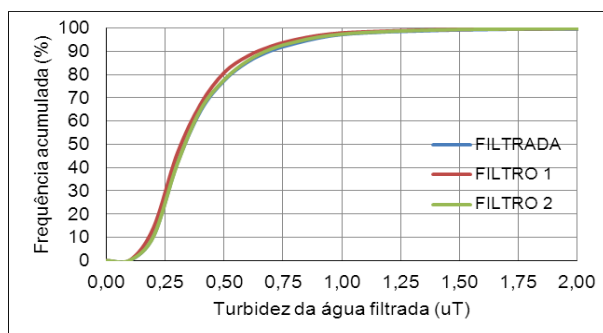


Figura 3: Frequência acumulada de turbidez da água filtrada, ETA I, Viçosa-MG, janeiro de 2002 a março de 2008

A avaliação do banco de dados da turbidez da água decantada em relação às classes estabelecidas de turbidez da água filtrada permitiu verificar que 75% dos dados de água filtrada com turbidez inferior a 0,5 uT estavam associados com turbidez decantada abaixo de 4,0 uT. Assim sendo, este foi o valor assumido como limite operacional para turbidez da água decantada (Figura 4).

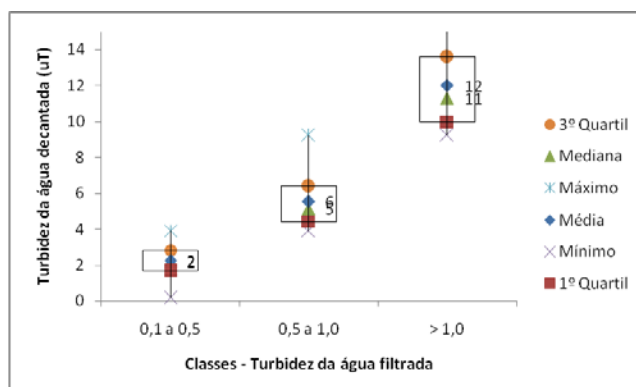


Figura 4: Classes de turbidez da água filtrada x turbidez da água decantada, ETA I, Viçosa-MG, janeiro de 2002 a março de 2008.

Ao se avaliar o banco de dados completo, independentemente da classe de água filtrada, percebe-se que em 80% do período avaliado a turbidez da água decantada atendeu ao limite operacional estabelecido (Figura 5).

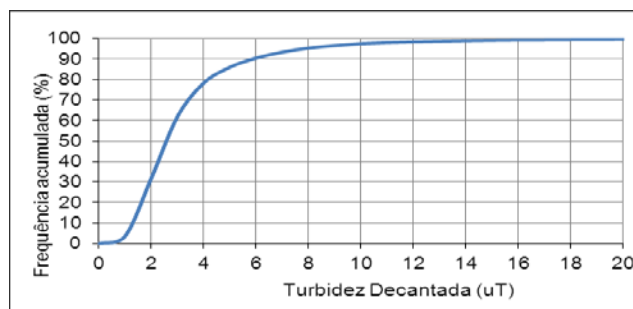


Figura 5: Frequência acumulada de turbidez da água decantada, ETA I, Viçosa-MG, janeiro de 2002 a março de 2008

O mesmo procedimento realizado para estabelecimento do limite operacional da água decantada foi repetido, agora com o objetivo de estabelecer o limite para a água bruta. Porém, se adotado o mesmo critério, ou seja, o valor do terceiro quartil da água decantada para a classe de turbidez até 4,0 uT, chegaríamos ao valor de 10 uT para água bruta (Figura 6). A adoção desse valor acarretaria a necessidade de acionamento excessivo de medidas corretivas, uma vez que apenas 51% dos dados avaliados se encontravam abaixo desse limite (Figura 7). Portanto, nesse caso, foi adotado o valor correspondente ao primeiro quartil da classe seguinte (16 uT) (Figura 6) e, ao se avaliar todo o banco de dados, nota-se que 74% dos dados se encontravam abaixo desse valor (Figura 7).

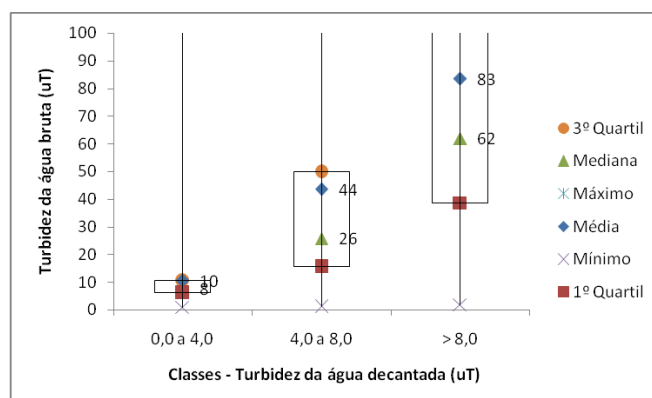


Figura 6: Classes de turbidez da água decantada x turbidez da água bruta, ETA I, Viçosa-MG, janeiro de 2002 a março de 2008

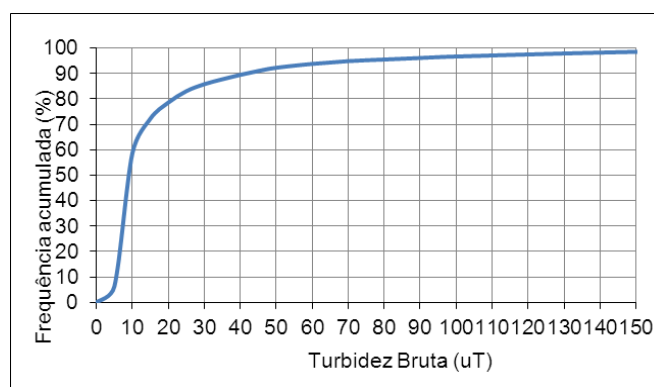


Figura 7: Frequência acumulada de turbidez da água bruta, ETA I, Viçosa-MG, janeiro de 2002 a março de 2008

A carga disponível nos filtros da ETA I é de 1,60 m. Portanto, a limpeza dos filtros deveria ocorrer quando a o nível da água dentro da caixa do filtro atingir esse valor ou, de acordo com o limite operacional adotado, quando a turbidez da água filtrada alcançar 0,5 uT.

Nas Figuras 8 e 9 apresentam-se os resultados médios do monitoramento de turbidez e de, respectivamente, oocistos de *Cryptosporidium* e de cistos de *Giardia* na água bruta e ao longo das etapas de tratamento na ETA I. Os valores médios de (oo)cistos e de turbidez indicam decaimento similar desses parâmetros ao longo do tratamento, o que parece referendar a remoção de turbidez como indicador da remoção de (oo)cistos. Nessas figuras, 'Captação 1' e 1 'Captação 2' se referem aos pontos de coleta de amostras nas represas em série do SB, sendo que o segundo ponto corresponde ao ponto de captação de água para abastecimento das ETAS I e II.

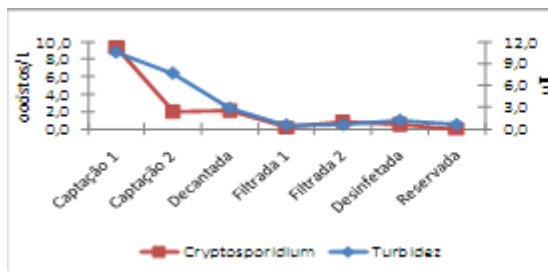


Figura 8: Valores médios de turbidez e de concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. no ponto de captação de água e na ETA I

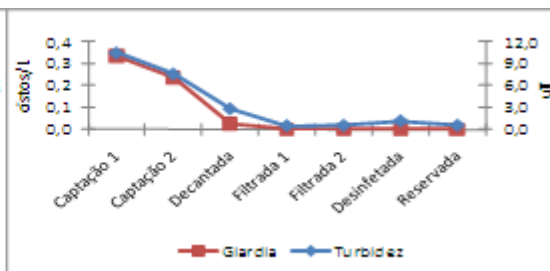


Figura 9: Valores médios de turbidez e de cistos de *Giardia* spp. no ponto de captação de água e na ETA I

LIMITES OPERACIONAIS – ETA II

Para determinação dos limites operacionais relacionados com a turbidez das águas bruta, decantada, filtrada (média da turbidez dos filtros 1, 2, 3 e 4) e filtradas 1, 2, 3 e 4 (efluentes isolados de cada filtro), foram avaliados dados do monitoramento horário desse parâmetro no período de abril de 2006 a maio de 2007.

Os filtros da ETA II apresentaram eficiências distintas, com destaque para o filtro 1 que apresentou qualidade de efluente bastante inferior à dos demais. Portanto, o limite operacional da filtração foi determinado com base na turbidez média dos quatro filtros, em cuja curva de frequência acumulada se nota que o padrão da norma brasileira (1 uT) foi alcançado em 95% do período avaliado e que a recomendação de efluente filtrado com turbidez inferior a 0,5 uT foi atendida em apenas 60% desse período (Figura 10). Por essas razões, o limite operacional foi fixado em 0,75 uT, no entendimento de que este é o valor que, atualmente, a ETA II tem capacidade de atender de forma mais sistemática.

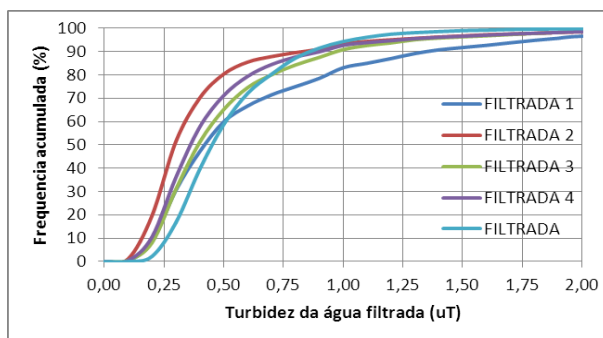


Figura 10: Frequência acumulada de turbidez da água filtrada, ETA II, Viçosa-MG, abril de 2006 a maio de 2007

De acordo com a Figura 11, 75% dos dados de água filtrada abaixo de 0,75 uT estiveram associados a valores de água decantada abaixo de 7,0 uT e, com base nisso, este foi o valor fixado como limite operacional para a água decantada da ETA II. No período avaliado, 70% dos dados de água decantada mantiveram-se abaixo do limite operacional adotado (Figura 12).

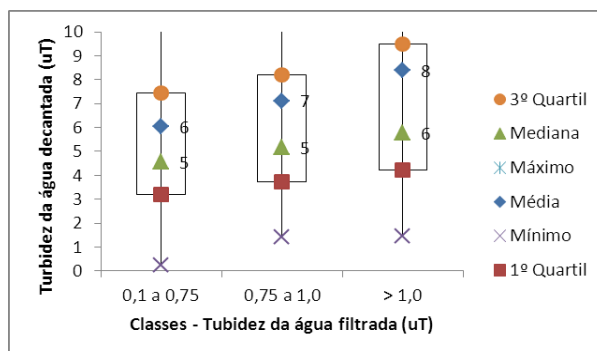


Figura 11: Classes de turbidez da água filtrada x turbidez da água decantada ETA II, Viçosa-MG, abril de 2006 a maio de 2007

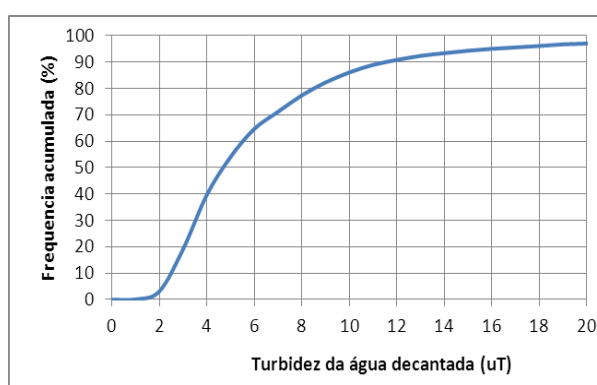


Figura 12: Frequência acumulada de turbidez da água decantada ETA II, Viçosa-MG, abril de 2006 a maio de 2007

Para o estabelecimento do limite operacional de água bruta na ETA II, se fosse adotado o valor do terceiro quartil da água decantada para a classe de turbidez até 7,0 uT, chegaríamos ao valor de 12 uT para água bruta (Figura 13). A adoção desse valor acarretaria medidas corretivas excessivas, uma vez que apenas 53% dos dados avaliados estiveram abaixo desse limite (Figura 14). Portanto foi adotado o valor correspondente ao primeiro quartil da classe seguinte (20 uT) (Figura 13) e, ao se avaliar todo o banco de dados, se nota que 69% dos dados estiveram abaixo desse limite operacional adotado para água bruta (Figura 14).

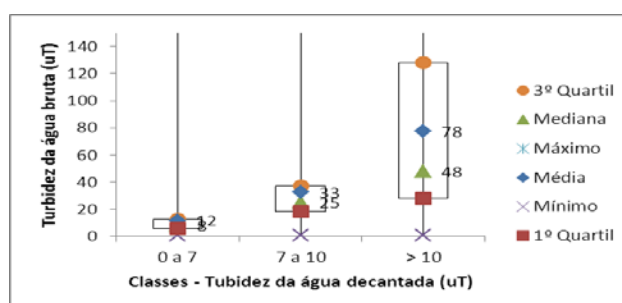


Figura 13: Classes de turbidez da água decantada x turbidez da água bruta ETA II, Viçosa-MG, abril de 2006 a maio de 2007

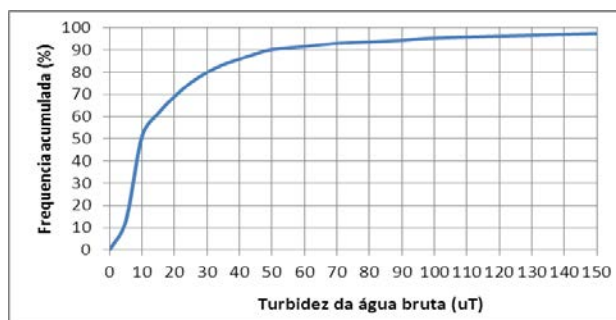


Figura 14: Frequência acumulada de turbidez da água bruta ETA II, Viçosa-MG, abril de 2006 a maio de 2007

A carga disponível nos filtros da ETA II é de 1,65 m. Portanto, a limpeza dos filtros deveria ocorrer quando o nível da água dentro da caixa do filtro atingir esse valor ou, ou, de acordo com o limite operacional adotado, quando a turbidez da água filtrada alcançar 0,75 uT.

As Figuras 15 e 16 apresentam os resultados médios do monitoramento de, respectivamente, *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. e de turbidez na ETA II. Destaca-se a presença de (oo)cistos no efluente dos filtros 1 e 3, o que pode indicar problemas estruturais nesses filtros e, ou reflexo de operação inadequada de lavagem.

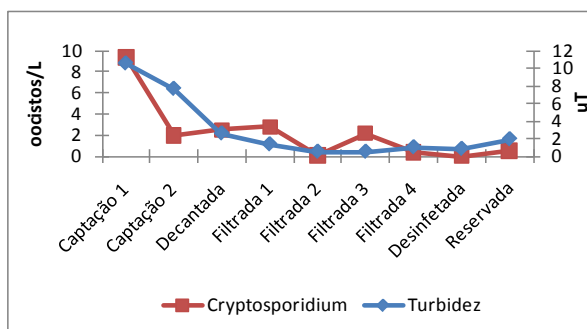


Figura 15 Valores médios de turbidez e de concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. no ponto de captação de água e na ETA II

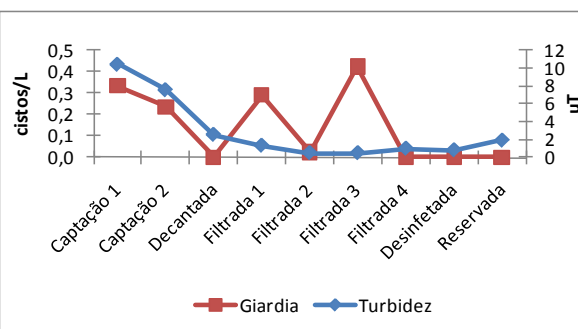


Figura 16 Valores médios de turbidez e de concentração de cistos de *Giardia* spp. no ponto de captação de água e na ETA II

Os dados mensais da ocorrência de (oo)cistos de *Giardia* e *Cryptosporidium*, comparados com a turbidez, indicam em alguns casos a presença desses organismos patogênicos quando os valores de turbidez eram baixos e, por outro lado, momentos em que os valores de turbidez eram elevados e, no entanto, não sendo identificada a presença de (oo)cistos (Figuras 17 a 20).

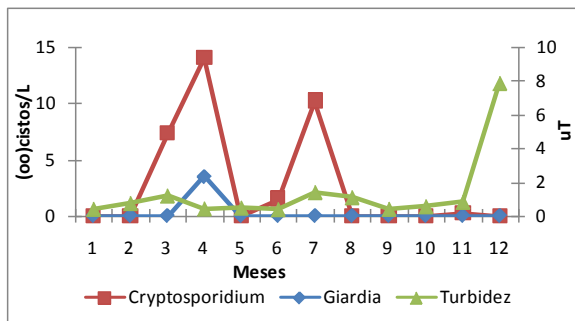


Figura 17 Concentração de (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. e valores de turbidez, efluente do filtro 1, ETA II

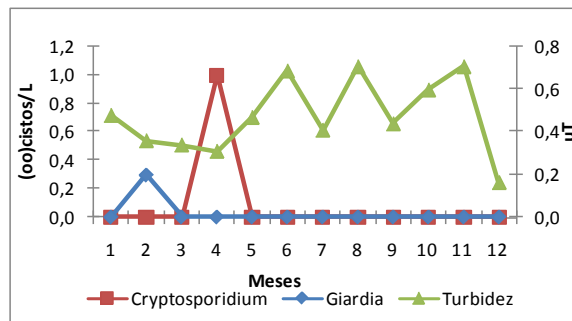


Figura 18 Concentração de (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. e valores de turbidez, efluente do filtro 2, ETA II

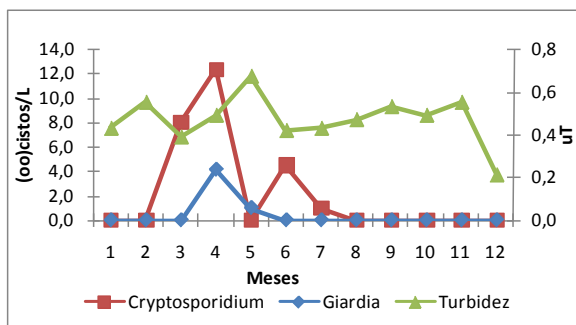


Figura 19 Concentração de (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. e valores de turbidez, efluente do filtro 3, ETA II

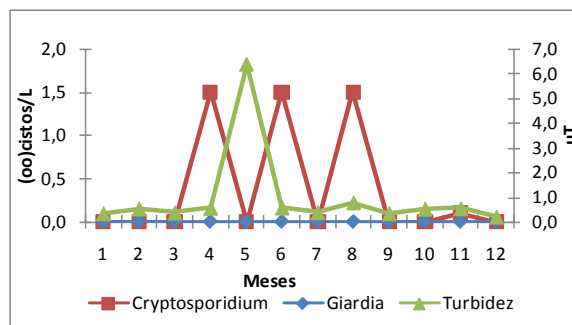


Figura 20 Concentração de (oo)cistos de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. e valores de turbidez, efluente do filtro 4, ETA II

Deve ser destacado que no quarto evento de coleta de amostras de água, foi identificada maior contaminação do manancial – 88 e 12 oocistos de *Cryptosporidium* spp.L⁻¹ respectivamente nos pontos ‘Captação 1’ e ‘Captação 2’. Este foi também o único evento de coleta quando foi identificada a presença de cistos de *Giardia* spp. Nota-se que este evento trouxe como consequência contaminação do efluente de todos os filtros avaliados, tanto da ETA I quanto da ETA II, sendo que apenas o Filtro 2 da ETA II apresentou turbidez abaixo de 0,5 uT.

Na Tabela 2 são reunidas as informações sobre os limites críticos e operacionais adotados para as ETAs I e II.

Tabela 2: Limites críticos e operacionais, ETAs I e II

Local	Parâmetros	Limites Críticos		Limites Operacionais	
		ETA I	ETA II	ETA I	ETA II
Entrada do tratamento	Turbidez	-	-	16 uT	20 uT
Coagulação	Coagulante	-	-	13 - 18 mg Al ₂ (SO ₄) ₃ L ⁻¹	
	pH	-	-	7,5 a 8,0	
Decantação	Turbidez	-	-	4,0 uT	7,0 uT
Filtração	Turbidez	1,0 uT		0,50 uT	0,75 uT
	Perda de carga	-	-	1,60 m	1,65 m
Desinfecção	CRL	0,5 mg.L ⁻¹		-	-
	pH	< 8,0		-	-
	TDH ⁽¹⁾	30 min.		-	-

(1) TDH: tempo de detenção hidráulica

CONCLUSÕES

Ensaio de tratabilidade da água e avaliação de desempenho de estações de tratamento de água fornecem importantes subsídios para o estabelecimento de limites críticos e operacionais na aplicação da metodologia APPCC para a implementação de Planos de Segurança da Água.

Nos estudos de caso apresentados, vale destacar que apesar das duas estações de tratamento de água serem abastecidas pelo mesmo manancial e contarem, essencialmente, com os mesmos processos de tratamento (porém, com configurações e vazões distintas), foram definidos limites operacionais distintos para turbidez da água bruta, decantada e filtrada em cada estação. De acordo com os aspectos conceituais em torno de limites operacionais e críticos, isso significa que a ETA II requer cuidados operacionais redobrados para que os limites críticos não sejam violados, uma vez que apresenta margem de segurança menor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à *The Coca Cola Company* pela concessão de bolsa de mestrado por meio do *Water Quality Support Program Academic Partnership* e ao Ministério da Saúde pelo aporte de recursos financeiros e pela concessão de bolsa de Apoio Técnico de Nível Superior para o desenvolvimento do projeto 'Plano de Segurança da Água', no âmbito do qual foi realizado o presente trabalho. Agradecemos ainda à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) pelo apoio para participação no Congresso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1. p. 266.
2. CEPIS - CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. *Ciclo: Tratamiento, Serie: Filtración rápida. Evaluación*. Lima, Perú: CEPIS, 1992.
3. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Working principles for risk analysis for application in the framework of the Codex Alimentarius. In: Report of the Twenty- Sixty session of the Codex Alimentarius Commission - Appendix IV; 2003, 30 June - 7 July; Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/006/y4800e/y4800e0o.htm>> Acesso em: 05 jun. 2009.
4. DEWETTINCK, T.; HOUTTE, E. V.; GEENENS, D.; HEGE, K. V.; VERSTRAETE, W. HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) to guarantee safe water reuse and drinking water production – a case study. *Water Science and Technology*, v. 43, n. 12, p. 31-38, 2001.
5. DI BERNARDO, L; DI BERNARDO, A; CENTURIONE FILHO, P. L. *Ensaio de tratabilidade de água e de resíduos gerados em estações de tratamento de água*. São Carlos-SP: Rima, 2002. 236p.
6. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Food quality and safety systems: a training manual on Food Hygiene and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System*. Roma: FAO; 1998. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/W8088E/w8088e00.htm>> Acesso em 06 jun. 2009.
7. HAVELAAR, A. H. Application of HACCP to drinking water supply. *Food Control*, v. 5, n. 3, p. 215-220, 1994.
8. HELLIER, K. HACCP at Melbourne Water - Implementation from catchment to tap. In: WATER SAFETY CONFERENCE, Berlin, 2003, *Proceedings....* Berlin: Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency), p. 29-33, 2003.
9. HOWARD, G. Water safety plans for small systems: Applying HACCP principles for cost-effective monitoring in developing countries. *Water Science and Technology*, v. 47, n.3, p. 215-220, 2003.
10. OLIVEIRA, D. C. *Aplicação de análise de perigos e pontos críticos de controle no tratamento de água para consumo humano*, 2010, 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2010.
11. OPS - ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DA SAÚDE, INPPAZ - INSTITUTO PAN-AMERICANO DE PROTEÇÃO DE ALIMENTOS. *HACCP: instrumento essencial para a inocuidade de alimentos*. Buenos Aires, Argentina: OPS, INPPAZ, 2001. 333p.
12. USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *National primary drinking water regulations. Long term 2 interim enhanced surface water treatment; final rule*. Part II (40 CFR, Parts 9, 141, and 142). Washington-DC, Federal Register, Rules and regulations, vol. 71 n. 3, Thursday, January 5, 2006, p.654-786
13. VIEIRA, J. M. P, MORAIS, C.. *Planos de segurança da água para consumo humano em sistemas públicos de abastecimento*. Universidade do Minho: Sociedade Industrial Gráfica Lda, 2005. 161p
14. WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for Drinking-Water Quality, first edition*. Vol. 1 - Recommendations. Geneva: WHO, 1984.
15. WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for Drinking-Water Quality, second edition*. Vol. 1 - Recommendations. Geneva: WHO, 1993, 188p.
16. WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Water Safety Plans. Managing drinking-water quality from catchment to consumer*. Geneva: WHO, 2005.
17. WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for drinking-water quality, third edition*. Vol. 1 - Recommendations. Geneva: WHO, 2006. 515p.