

I-205 - DIAGNOSTICO DA OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ITAIPAVA/RJ UTILIZANDO FERRAMENTAS DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA

Plínio Carlos da Silva⁽¹⁾

M.Sc. em Engenharia Ambiental - PEA/UFRJ, Engenheiro Químico pela UFRRJ.

Iene Christie Figueiredo

D.Sc. em Engenharia Ambiental, Prof^a. Assistente do Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Escola Politécnica – UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Rua Arari, 308 – apto. 403 – Padre Miguel - Rio de Janeiro, RJ – CEP: 21.875-260 – Brasil -
Tel.: +55 (21) 3337-0324 – email: pliniocarlos@poli.ufrj.br.

RESUMO

O presente artigo visa apresentar resultados a cerca da avaliação da operação na Estação de tratamento de água de Itaipava, no município de Petrópolis/RJ. Para tanto foram utilizadas ferramentas do Plano de Segurança da Água preconizadas pela Portaria nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde. A sua importância vem decorrente das grandes perdas humanas e econômicas ocasionadas por doenças de veiculação hídrica. A crescente preocupação, a nível mundial, com os diversos aspectos relativos à proteção da saúde pública, tem determinado o desenvolvimento de políticas e estratégias, relacionadas ao abastecimento de água para consumo humano; tais práticas visam garantir o fornecimento de água segura às populações, assim como mitigar as dificuldades de ordem técnica e econômica que são inerentes ao sistema de tratamento de água. Neste sentido, a Organização Mundial da Saúde, a partir da publicação na terceira edição dos Guias da OMS para a Qualidade da Água para Consumo Humano, propõe a adoção de ferramentas de avaliação e gerenciamento de riscos aplicados ao abastecimento de água para consumo humano. Tal abordagem é sistematizada sob a denominação de Planos de Segurança da Água. Os conceitos de boas práticas e de múltiplas barreiras e a metodologia de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), esses aplicados ao abastecimento de água para consumo humano fazem parte do escopo do Plano de Segurança da Água.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de água, Controle de Qualidade da Água, APPCC, Plano de Segurança da Água.

INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade da água é uma importante ferramenta para definição das técnicas de tratamento aplicadas à potabilização da água, além de controlar sua adequação aos padrões definidos para garantia da saúde pública. Nesse contexto insere-se a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como seu padrão de potabilidade.

Abordando os conceitos da garantia de qualidade da água, sob a ótica do saneamento e da saúde ambiental, o controle laboratorial feito através da comparação de valores paramétricos, como previsto na legislação em vigor, torna-se insuficiente para garantir a segurança da água para consumo humano, evidenciando assim a necessidade da adoção de medidas que vão além dessa análise de conformidade. Tal abordagem busca, entre outros, mitigar os efeitos danosos da carga de poluentes presentes em corpos hídricos, sobretudo àqueles destinados a produção de água para consumo humano.

Presente na legislação brasileira, o Plano de Segurança da Água tem por objetivo a garantia da segurança da água produzida (BASTOS *et al*, 2007). Esta ferramenta se baseia na prevenção da ocorrência de perigos e na busca de ações corretivas para os desvios identificados, garantindo que a água chegue segura à residência do consumidor. Recomendado pela Organização Mundial de Saúde para as entidades gestoras de sistemas de abastecimento público de água, através do *Guidelines For Drinking-Water Quality* (WHO, 2004), o Plano de

Segurança da Água é estruturado a partir da adoção de ferramentas de avaliação e gerenciamento de riscos o qual por sua vez são introduzidos a partir dos conceitos de boas práticas e de múltiplas barreiras assim como a metodologia de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

A APPCC tem como objetivo a identificação de perigo, determinação dos Pontos Críticos de Controle - PCC, estabelecimento de limites críticos e de medidas preventivas, monitoramento dos PCC, estabelecimento de ações corretivas; além de promover avaliações gerenciais de controle e questão da qualidade de todos os procedimentos e etapas previstas pelo próprio sistema.

Seguindo a recomendação da OMS, a Portaria MS nº 2914/2011 orienta a implantação do plano de segurança da água pelos responsáveis do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano e torna mais exigentes os padrões de qualidade, o que incita a necessidade de incorporação do que há de mais recente no conhecimento técnico-científico para o cumprimento das exigências de qualidade da água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados no trabalho foram disponibilizados pela Coordenação de Operações da ETA Itaipava - Companhia Águas do Imperador. O rio santo Antonio é a principal fonte de água destinada ao abastecimento do distrito de Itaipava; rio a qual está localizada a referida Estação de Tratamento de Água.

O tratamento de água realizado na ETA Itaipava é do tipo convencional (ciclo completo) com a vazão nominal de produção da ordem de 14 l/s; tendo a coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, correção de pH e distribuição a partir do reservatório de contato como sequência de tratamento. Utilizando o policloreto de alumínio como agente coagulante; a etapa de coagulação/floculação ocorre de forma não mecanizada em floculador hidráulico de fluxo vertical. A decantação é operada em dois decantadores de fluxo lamelar. A filtração ocorre em seis filtros descendentes de camada dupla. A etapa de desinfecção ocorre com cloro gasoso.

O desenvolvimento do trabalho em questão foi baseado nos moldes do Plano de Segurança da Água o qual, por sua vez, fundamenta-se na aplicação da metodologia da análise de perigos e pontos críticos de controle; o qual contempla a Identificação dos perigos, a Caracterização de Riscos e a Identificação e avaliação de medidas de controle; assim como o estabelecimento de limites críticos e operacionais.

A identificação e análise de perigos potenciais e caracterização de riscos foram realizadas para as seguintes etapas do sistema de tratamento de água de Itaipava: Captação de água bruta; Clarificação; Filtração; Desinfecção e Fluoretação/Correção do pH.

Para a análise do grau de risco onde verifica-se a probabilidade e impacto de ocorrência para cada elemento do sistema, aplicaremos a avaliação de acordo com a matriz de priorização de riscos; assim como para a determinação dos pontos críticos de controle a árvore de decisão proposta por Vieira & Moraes (2005).

Para cada perigo ou evento perigoso detectado, foram propostas medidas de controle e/ou ações corretivas que visem prevenir, eliminar ou reduzir o perigo identificado a um nível aceitável. Foram ainda propostas medidas quando os limites críticos estabelecidos não estavam de acordo com os valores máximos permitidos pela Portaria MS nº 2914/2011.

Os limites críticos foram adotados com base na Portaria MS nº 2914/2011, sendo eles: turbidez máxima da água filtrada de 1,0 NTU; concentração mínima de cloro residual livre na saída do tanque de contato equivalente a 0,5 mg.L⁻¹; valores de pH variando entre 6 e 9. Os limites operacionais foram estabelecidos com base na análise de séries históricas de dados de monitoramento de rotina da qualidade da água da ETA Itaipava no período de outubro de 2011 a novembro de 2012. Foram avaliados os parâmetros de pH da água bruta e filtrada, turbidez da água na entrada da estação e filtrada e o cloro residual livre; com frequência horária para todos os parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A etapa de avaliação do sistema mostrou que o principal uso das águas do Rio Santo Antonio é destinado ao tratamento para consumo humano.

Na região de barramento e no local de captação do Rio Santo Antonio está sujeita aos riscos trazidos pelos altos índices de turbidez, nutrientes e cargas tóxicas. Visto que a área em questão está sujeita a altos índices de precipitação (devido ao microclima da região); o que aumenta a probabilidade de arraste e deposição de sedimentos no leito do rio. Dada a sua ocupação, destaca-se de modo evidente o lançamento de esgotos e de resíduos no leito do rio sem adequado tratamento; assim como é possível considerar o risco de acidentes com cargas tóxicas, pois o rio Santo Antonio é em diversos momentos paralelos a estradas que cortam a região. Estes eventos ganham destaque, pois os perigos associados têm uma maior probabilidade de ocorrência e severidade de consequência. Nesse sentido medidas de preservação tornam cada vez mais urgentes.

Nas etapas de clarificação e filtração todas as medidas de controle sugeridas que visam à mitigação dos eventos perigosos levantados tiveram o parâmetro turbidez como argumento, uma vez que seus elevados índices podem indicar etapas de tratamento com baixo desempenho. A análise das referidas etapas prevê ainda que os perigos decorrentes são em sua maior parte oriundos da má formação do flocos e consequente baixa remoção de sólidos em suspensão no decantador que, ao chegarem aos filtros, podem colmatá-los. A elevada concentração de sólidos e a incorreta lavagem dos filtros são os principais perigos apontados para esta etapa.

As águas submetidas à desinfecção pelo cloro devem ter atenção especial à presença de turbidez, pois estas partículas podem abrigar microrganismos, protegendo-os contra a ação dos agentes desinfetantes. Além de serem potenciais precursores de formação de trihalometanos.

A relação de eventos perigosos, perigos e medidas de controle sugeridas para avaliação da planta de tratamento em estudo estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação de eventos perigosos, perigos e medidas de controle sugeridas.

Etapas	Eventos Perigosos	Perigos	Medidas de Controle
Captação da água bruta	Eventos meteorológicos associados à ocorrência de precipitação	Microrgânicos patogênicos e substâncias químicas perigosas	Restringir atividades potencialmente poluidoras na área de captação.
	Lançamento de esgotos e lixo domésticos	Microrgânicos patogênicos e substâncias químicas perigosas	Estabelecer mecanismos que visam estabilizar a qualidade da água em termos de vazão e presença de material em suspensão
Coagulação/floculação/sedimentação	Mau funcionamento hidráulico do decantador	Inadequação na remoção de turbidez	Estudar e estabelecer correlações entre os níveis de precipitação e o impacto causado para as etapas subsequentes.
	Descontinuidade na dosagem de coagulante devido à falhas mecânicas, elétricas ou estruturais	Presença de partículas em suspensão	

Continua

Continuação

Etapa	Eventos Perigosos	Perigos	Medidas de Controle
Filtração	Controle deficitário da taxa de filtração (altura da coluna d'água e velocidade de filtração)	Altos índices de sólidos em suspensão	<p>Operar com produtos devidamente certificados, assim como organizar um programa de garantia da qualidade na recepção de insumos utilizados.</p> <p>Elaborar e cumprir um programa de manutenção e calibração de máquinas e equipamentos assim como promover o treinamento de recursos humanos.</p> <p>Implantar sistema que permita ações de controle de processos de forma mais próxima possível do tempo real.</p> <p>Garantir o controle de qualidade dos agentes de desinfecção usados</p> <p>Garantir que o sistema de desinfecção seja capaz de responder as variações da qualidade da água</p>
	Recirculação inadequada da água de lavagens dos filtros	Aumento na carga de microrganismos patogênicos (cistos e oocistos) e substâncias químicas perigosas	
	Falha nos equipamentos de controle e monitoramento dos filtros	Turbidez elevada	
Desinfecção	Formação de subprodutos	Thialometanos	
Fluoretação/ correção do pH	Contaminação do reagente (corretor de pH e/ou agentes de fluoretação).	Substâncias químicas perigosas	

Na etapa de monitoramento operacional; isso no que concerne à determinação dos limites críticos seus subsídios derivam dos parâmetros de qualidade de água estabelecidos pela Norma de Potabilidade de Água vigente - Portaria MS 2914/2011. No que tange a análise em questão, o limite crítico adotado para a turbidez da água filtrada foi estabelecido em 1,0 NTU. 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 2914/2011 (0,5 mg.L⁻¹) e por fim, foi considerada a recomendação de que a desinfecção seja realizada em valor de pH entre 6 e 9.

Os limites operacionais foram estabelecidos com base na análise de séries históricas de dados de monitoramento disponíveis para as análises de rotina da qualidade da água na ETA em questão. Os pontos de amostragem estão distribuídos na entrada da estação de tratamento (Calha Parshall) e na saída do filtro; para análise da turbidez. A determinação do pH ocorre na água bruta e na água tratada, onde também o cloro residual livre é analisado.

No que tange a análise de dados de turbidez da água bruta (calha Parshall) e a da água tratada, pós-filtração; quando comparados, mostram uma aceitável eficiência de filtração, atendendo ao padrão estabelecido pela portaria 2914/2011. A turbidez da água filtrada apresenta no período avaliado 98% das amostras abaixo de 1,0 NTU e 77,52 % das amostras abaixo de 0,5 NTU. Mostrando um bom desempenho e estabilidade dos filtros na ETA Itaipava. A Figura 1 apresenta a série histórica para o parâmetro turbidez considerando as águas bruta e filtrada

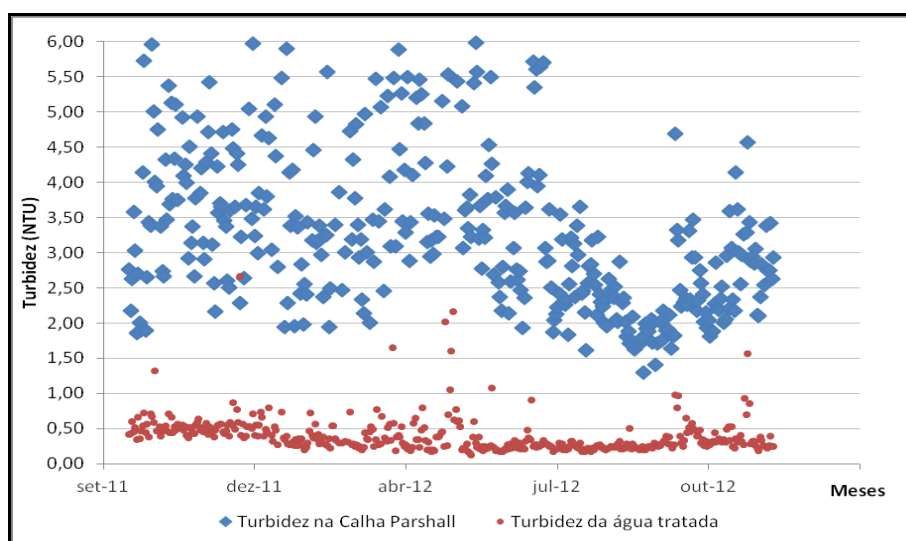


Figura 1 - Histórico da turbidez na água bruta e na água tratada na ETA Itaipava.

Com o objetivo de realizar uma efetiva remoção de sólidos em suspensão e dos microrganismos relacionadas a ela, como os protozoários *Cryptosporidium* e *Giardia*, mesmo que o trabalho não permita conclusões a esse respeito, e ainda promover o quanto antes o que determina a norma regulamentadora de procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; foi adotado o limite operacional para de turbidez da água filtrada em 0,5 NTU.

Considerando objetivo de estabelecer barreiras múltiplas faz-se necessário uma análise de turbidez da água decantada comparativamente com a água filtrada. A avaliação do banco de dados da turbidez da água decantada em relação à da água filtrada permitiria uma relação entre as mesmas e o estabelecimento de uma barreira múltipla, ao risco intrínseco a etapa de decantação, que seria um alto teor de sólidos em suspensão destinadas para etapa de filtração, ou seja, permitiria estabelecer um limite operacional para o decantador.

A serie histórica do pH na água tratada apresentou média anual 6,91; estando acima de 6,0 em praticamente 100% das amostras. Este resultado apresenta-se satisfatório quanto ao enquadramento proposto pela portaria MS 2914/2011, onde a referida norma recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição. A manutenção do pH nessa faixa previne que máquinas e equipamentos utilizados sejam protegidos quanto a corrosão; além de favorece uma melhor eficiência na etapa de desinfecção.

A análise da serie histórica da distribuição do cloro mostra que em nenhum momento os valores estiveram abaixo do valor mínimo permitido pela legislação; porém em 23,65% da análises o teor de cloro esteve acima do permitido (Figura 2). Isso mostra uma considerável discordância com a portaria vigente, podendo resultar em um aumento do risco à saúde humana. Visto que, o cloro pode reagir com substâncias orgânicas presentes na água, formando os nocivos trihalometanos. Nesse sentido torna-se importante o ajuste da operação a fim de estabelecer um limite operacional em torno 2 mg/L recomendados pela legislação vigente.

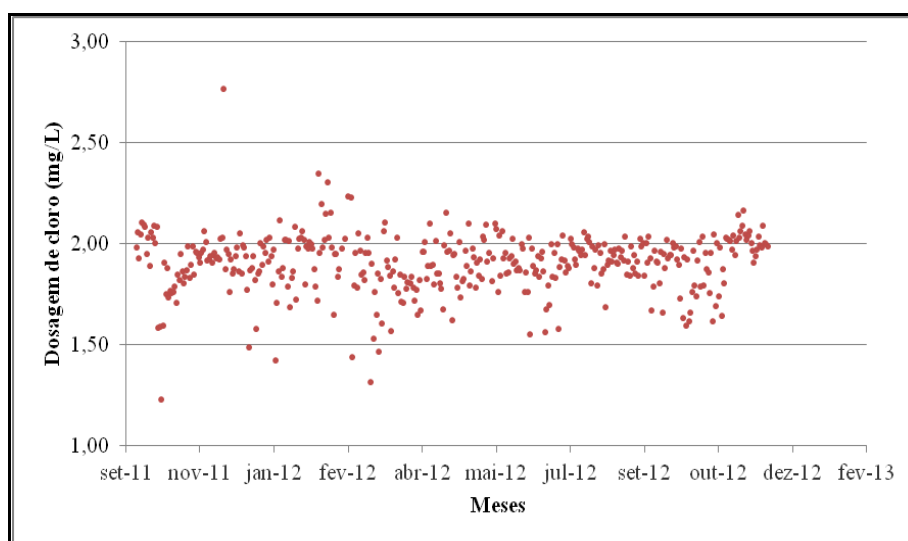


Figura 2 – Histórico do cloro residual livre na água tratada na ETA Itaipava.

CONCLUSÕES

Os elementos metodológicos presentes nos PSA, como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e os conceitos de múltiplas barreiras, permitem um apontamento dos riscos e perigos identificados no sistema. Possibilitou a identificação das possíveis causas das irregularidades e cuidados operacionais para garantir que os limites críticos estabelecidos não sejam violados.

A Identificação de perigos e caracterização de riscos, a identificação e avaliação de medidas de controle; assim como Estabelecimento de limites críticos e operacionais, através da análise dos parâmetros pH, cloro residual e turbidez, com base na Portaria MS nº 2914/2011, permitiu concluir que o processo de tratamento da ETA Itaipava estava adequado para garantir os padrões mínimos de potabilidade da água.

Nesse sentido, os parâmetros microbiológicos não aparecem no contexto das avaliações e medidas de controle sugeridas à mitigação dos eventos perigosos levantados. Diante disto, recomenda-se que estudos futuros sigam problematizando sob o aspecto microbiológico as etapas de avaliação do sistema e monitoramento operacional; assim como em todos os seus constituintes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Operações da Companhia Águas do Imperador, por todo apoio e atenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASTOS, R. K. X.; BEZERRA, N. R.; BEVILACQUA, P. D. Planos de Segurança da Água: Novos Paradigmas em Controle de Qualidade da Água Para Consumo Humano em Nítida Consonância Com a Legislação Brasileira. In 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2007.
2. BRASIL. Portaria MS Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2011.
3. CÁRDIA, R.C.P.; GALVÃO, R.M.A.; GODOY, J.M.O. IMPLANTAÇÃO DE PLANO DE SEGURANÇA NUMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.

4. OLIVEIRA, D. C.; BASTOS, R. K. X.; BEZERRA, N. R.; BEVILACQUA, P. D. VIANA, D. B. Determinação de Limites Críticos e Operacionais na Implantação dos Planos de Segurança da Água. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.
5. PÁDUA, VALTER LÚCIO. (coord.) Remoção de microorganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano. Rio de Janeiro: ABES – Projeto PROSAB, 2009. 504p.
6. VIEIRA, J. M. P, MORAIS, C. Experiência da Aplicação do Plano de Segurança da Água nas Águas do Cávado, S. A. Revista Engenharia Civil. Nº 33.2008. Universidade do Minho. Portugal.
7. 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, 2005. 161p.
8. WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking - water quality, 3rd ed. Geneva: WHO, 2004.