



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

ANÁLISES DO PROCESSO DE DESINFECÇÃO DAS ÁGUAS PARA O CONSUMO HUMANO.

Juliana Lisita de Souza Mattos⁽¹⁾; Luana da Mata⁽¹⁾; Kátia Daniela Ribeiro⁽¹⁾; Alex Magalhães de Almeida⁽²⁾; Flávio Leonildo de Melo⁽³⁾.

⁽¹⁾Engenheira Ambiental e Sanitarista. Formiga-MG. e-mail: julianalsmattos@gmail.com; e-mail: luanasm-14@hotmail.com. ⁽²⁾Professor Titular. Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG. Formiga-MG. e-mail: katiadr@bol.com.br; alexmalmeida42@yahoo.com.br. ⁽³⁾ Técnico Químico do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Formiga-MG. e-mail: flavioleonildo@gmail.com

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos.

RESUMO - A água é um elemento essencial para a sobrevivência dos seres vivos e a sua disponibilidade é um fator importante na estrutura do ecossistema. Dessa forma, é de vital importância que esse recurso natural apresente condições físicas e químicas adequadas para o consumo e que esteja isento de substâncias nocivas que possam produzir efeitos deletérios aos organismos (BRAGA et al., 2005). A qualidade de determinada água para consumo é avaliada por uma série de parâmetros que resultam em análises físicas, químicas e biológicas, esperando-se que a água apresente-se sempre livre de agentes patogênicos. O objetivo deste trabalho foi testar a eficiência de diferentes produtos na desinfecção da água da Estação de Tratamento de Água - ETA Santa Luzia 1, Formiga-MG. Foram aplicados à água da ETA agentes oxidantes como o Hipoclorito de Sódio (NaClO), Hipoclorito de Cálcio [Ca(ClO)₂] e o Tricloro. Amostras de água tratada com cada desinfetante foram coletadas na ETA e em 6 pontos de distribuição, escolhidos aleatoriamente, determinando-se os parâmetros coliformes totais e *Escherichia coli*, cloro residual livre, cor, turbidez e pH. De acordo com os resultados, o tricloro apresentou maior rendimento gerando menor perda de cloro residual (38%) do que o Ca(ClO)₂ (47,3%) e o NaClO (41,7%). Os parâmetros físicos pH, turbidez, cor e temperatura mantiveram-se dentro dos padrões de potabilidade para todos os tratamentos e os coliformes totais e fecais mantiveram-se ausentes. O NaClO foi considerado o melhor produto a ser utilizado na ETA.

Palavras-chave: Coliformes. Desinfetante. Tratamento de água. Padrões de potabilidade.

ABSTRACT - Water is an essential element for the survival of living beings and their availability is an important factor in ecosystem structure. It is very important that this resource presents adequate physical and chemical conditions for consumption and doesn't have harmful substances that can have harmful effects on organisms. The quality of water is assessed by a number of parameters that result in physical, chemical and biological analysis, it is expected that the water present is always free of pathogens. The objective of this study was to test the efficiency of different



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

products used for water disinfection. The study was conducted in the Water Treatment Plant Santa Luzia 1, located at Formiga, Minas Gerais, Brazil. It was applied in the water three oxidizing agents: sodium hypochlorite (NaClO), calcium hypochlorite [Ca(ClO)₂] and Trichloro. Water samples treated with each disinfectant were collected in treatment plant and in six distribution points, chosen at random, determining the parameters: total coliforms and *Escherichia coli*, free residual chlorine, color, turbidity and pH. Results showed that trichloro causes less loss of residual chlorine (38%) in comparison of the Ca(ClO)₂ (47.3%) and NaClO (41.7%). Physical parameters pH, turbidity, color and temperature were maintained within the potability patterns for all treatments and total and fecal coliforms remained absent. The NaClO was considered the best product to be used in the studied water treatment plant.

Keywords: Coliforms. Disinfectant. Water treatment. Potability standards.

Introdução

A água é um elemento essencial à vida e ao funcionamento do ecossistema terrestre como a dinâmica dos solos, clima e o ciclo hídrico. Seu uso é indispensável para o desenvolvimento metabólico de todos os seres vivos, considerando-a como um solvente universal. Possui funções importantes no nosso organismo como a termorregulação, transporte de nutrientes e excreção de sais nocivos.

A água encontrada na natureza não é considerada pura, pois de acordo com Richter e Azevedo Netto (1991), água pura é um líquido incolor, inodoro, insípido e transparente. Mas, devido ser um bom solvente, nunca é encontrada em estado de pureza absoluta pois contém várias impurezas que vão desde alguns miligramas por litro na água da chuva e mais de 30 mil miligramas por litro na água do mar. Dos 103 elementos químicos conhecidos, a maior parte é encontrada de uma ou outra forma nas águas naturais.

Na década atual, o tratamento de água tornou se um fator primordial, visto que os impactos ambientais nos meios hídricos já são considerados fatores relevantes. A proteção, recuperação e melhoria das condições do meio ambiente, em particular dos recursos hídricos e do solo, visam minimizar os impactos ambientais e as incidências associadas a ocorrências de seca, cheias e deslizamentos nas encostas. Portanto, é necessário um maior investimento no saneamento básico e adequação às normas legislativas vigentes para promoção e melhoria da saúde coletiva e a sustentabilidade das futuras gerações.

A água que sai de uma Estação de Tratamento de água normalmente é utilizada para o consumo doméstico das comunidades, por isso há a necessidade de considerar as características físico químicas e microbiológicas tais como



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

quantidade de cloro residual livre (CLR), pH, turbidez, sólidos em suspensão, temperatura, coliformes totais e *Escherichia coli*.

Segundo Meyer (1994), a reatividade do cloro diminui com o aumento do pH. As águas para abastecimento público apresentam, geralmente, valores de pH entre 5 e 10. Nessa faixa, a forma predominante do cloro é o ácido hipocloroso, definido como cloro residual livre (CRL), e o íon hipoclorito. A presença do CRL é importante pois garante a qualidade bacteriológica da água em todas as etapas.

O uso do cloro na desinfecção da água feita de acordo com os padrões da portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde (MS) assegura eficiência e segurança à população. Contudo, os derivados clorados de origem inorgânica, como o gás cloro, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e os derivados clorados de origem orgânica cujo principal representante é o dicloro isocianurato de sódio, tem contribuído para o controle das doenças de origem hídrica e alimentar, do processo de desinfecção de pisos, equipamentos e utensílios em áreas de industriais e de residências (ANDRADE e MACÊDO, 1996).

A cloração da água contendo matéria orgânica favorece a formação dos trihalometanos (THMs). Essa reação ocorre devido à presença do halógeno (cloro) com substâncias húmicas ou fúlvicas presentes na água, as popularmente chamadas de matéria orgânica. Observa-se que apenas alguns tipos de cloro como o hipoclorito de cálcio e hipoclorito de sódio são capazes de gerar os THMs. Alguns tem sido identificados como cancerígenos, mas é possível fazer o controle através da remoção desses compostos precursores antes de sua reação com o cloro. Esse processo é realizado no tratamento convencional nas etapas de coagulação, floculação, decantação e filtração. Contudo, a Portaria nº 2914/11 do MS regulamenta a qualidade da água para consumo humano e limita o teor de trihalometanos a 0,01mg/L.

É importante ressaltar a observação de alguns pesquisadores (CLARK et al, 2001; BOCCELLI et al, 2003) que concluem que a formação e concentração de subprodutos da desinfecção na fase líquida resultantes da reação do CRL com compostos orgânicos naturais está diretamente relacionada com a sua demanda em fase aquosa. Sendo assim, quanto maiores forem os valores de demanda de cloro observados para uma determinada água bruta ou tratada submetida ao processo de cloração, também maiores serão suas concentrações de subprodutos da desinfecção, tipicamente quantificadas pelas concentrações de THMs na fase líquida.

Apesar disso, pode-se dizer que o clorofórmio, o principal composto dos THMs, em período de curta duração e exposição não constitui risco à saúde humana.

Sendo assim, o objetivo principal do presente estudo foi analisar a eficiência de diferentes produtos de desinfecção no combate dos microorganismos patogênicos causadores de doenças e avaliar os custos e rendimentos dos produtos utilizados no processo de potabilização das águas.

Material e métodos



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

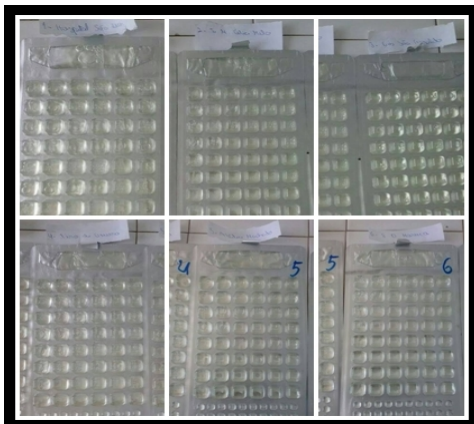
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

No presente trabalho, visando analisar e promover um melhor investimento da qualidade da água da Estação de Tratamento do Município de Formiga- MG, de acordo com a portaria nº 2914/11, foram aplicados às canaletas de contenção agentes oxidantes como o Hipoclorito de Sódio, Hipoclorito de Cálcio e o Tricloro, sendo este último usado geralmente para o tratamento de poços artesianos.

Após tratamento com um determinado tipo de desinfetante, foram coletadas amostras de água na ETA e também na rede de distribuição, em seis pontos aleatórios, distribuídos pela cidade de Formiga-MG e análises para determinação do cloro residual livre (CLR), pH, turbidez, sólidos em suspensão, temperatura, coliformes totais e *Escherichia coli* foram realizadas em dois dias consecutivos para cada produto testado.

Foi utilizado o método de substrato COLILERT da INDEX, para quantificação dos indicadores microbiológicos (FIG. 1). Este método é feito através de um substrato cromogênico, utilizado para detecções simultâneas, identificações específicas e confirmativas de coliformes totais e *E. coli* presentes na água. As amostras foram seladas e incubadas à temperatura de 35,5 °C, por 24 horas, com resultados pelo desenvolvimento de coloração amarela e observação de fluorescência.

FIG 1- Análises microbiológicas- COLILERT.



As análises colorimétricas foram realizadas usando-se um fotômetro e determinaram o CRL e a cor (FIG. 2). Para o pH, foi necessário um pH-metro (FIG. 3).

FIG 2- Fotômetro



FIG 3 - pH-metro



A turbidez foi averiguada através de um turbidímetro (FIG. 4).

FIG 4- Turbidímetro



XIII Congresso Nacional de MEIO AMBIENTE

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br



Resultados e discussão

Foi constatado que, entre os três tipos de desinfetantes, o tricloro foi o produto de maior rendimento (TAB. 1), gerando a menor perda do cloro residual com uma porcentagem de 38%. Todavia, esse produto apresenta alta volatilidade que é prejudicial à saúde do operador da ETA, visto que sua dosagem é manual, ou seja, necessita que os operadores da ETA entrem em contato direto com o produto (FIG. 5).

TAB 1 – Tabela Comparativa dos Oxidantes nos processos de tratamento de água

Hipoclorito de Sódio					
	pH	Turbidez	Cloro	% Perda CRL	Coliformes e Escherichia Coli
ETA	7,16	0,39	1,27		
Pontas de Rede	7,14	0,78	0,74	41,17	Ausente
Hipoclorito de Cálcio					
	pH	Turbidez	Cloro	% Perda CRL	Coliformes e Escherichia Coli
ETA	7,05	0,4	1,1		
Pontas de Rede	7,07	1,12	0,58	47,3	Ausente
Tricloro					
	pH	Turbidez	Cloro	% Perda CRL	Coliformes e Escherichia Coli
ETA	7,25	0,44	1,37		
Pontas de Rede	7,11	0,89	0,85	38	Ausente

Fonte: Dados da pesquisa

FIG 5- Pastilhas de tricloro.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br



Já o hipoclorito de cálcio era o produto utilizado antigamente na ETA estudada, apresentando-se o menos eficiente de todos desinfetantes testados devido à necessidade de grande quantidade a ser lançada na água, gerando perda de cloro durante o processo de desinfecção.

Os parâmetros físicos pH, turbidez e temperatura das amostras se mantiveram dentro dos padrões exigidos pela portaria durante todo o período de estudo e as análises de trihalometano apresentaram resultados menor que 0,01mg/L, ou seja, ausência em 100%, ou seja, os diferentes tipos de desinfetantes não influíram nas propriedades físicas analisadas, nem na formação de trihalometanos.

Quanto aos custos do tratamento realizado com cada desinfetante, de acordo com a produção de água tratada da ETA estudada, que é de 15.000 m³/dia, gerou-se um custo de R\$29,00/dia ao se usar o Hipoclorito de Sódio, R\$476,00/dia ao se usar o Hipoclorito de Cálcio e R\$230,00/dia ao se usar o Tricloro, pois foram necessários 91,8kg de NaClO, ao valor comercial de R\$0,32/Kg; 34,0Kg de Ca(ClO)₂ ao valor comercial de R\$14,00/Kg; e 23,0Kg de Tricloro ao valor comercial de R\$10,00Kg. Verifica-se que o menor custo é obtido ao se utilizar o hipoclorito de sódio e o mesmo apresentou a segunda melhor eficiência quanto à perda de cloro residual, indicando-o como o mais viável economicamente para a ETA estudada.

Conclusões

- 1- Os produtos testados apresentaram eficazes para a desinfecção das águas da ETA estudada.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br

- 2- O Hipoclorito de Sódio é o melhor produto a ser utilizado tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, pois atende bem às necessidades do consumidor além de ser economicamente mais viável, seguro e eficaz tanto para a população do município quanto para os operadores que são encarregados de tratar a água com qualidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Autarquia SAAE do Município de Formiga-MG pelo financiamento do trabalho.

Referências

ANDRADE, N. J., MACÊDO, J. A. B. Higienização na indústria de alimentos. São Paulo : Varela, 1996. 182p.

BOCCELLI, D.L. et al. *A reactive species model for chlorine decay and THM formation under rechlorination conditions*. Water Research, pag 2654-2666, vol 37, 2003.

BRAGA et al. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Brasília, DF, 2011.

CLARK, R.R. et al. *Predicting the formation of chlorinated and brominated by-products*. Journal of Environmental Engineering, pag 493-501, June, 2001.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. Cad. Saúde Pública, v.10, n.1,p.99-110, 1994.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. de. Tratamento de água. São Paulo: Blucher, 1991.