

**USO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO COM SULFATO DE ALUMÍNIO FERROSO
PARA MELHORIA DA FLOCULAÇÃO E DECANTAÇÃO NAS ÁGUAS
TRATADAS PELO SAAE DE FORMIGA-MG**

ANA CAROLINA SANTOS MELONI¹, ODILON LÚCIO DO COUTO¹, ELAINE GONÇALVES
COSTA¹, LUCAS RIBEIRO LEAL², KÁTIA DANIELA RIBEIRO³

RESUMO

O presente trabalho, realizado no Sistema Autônomo de Água e Esgoto – SAAE – do município de Formiga (MG), teve como objetivo avaliar a otimização do sistema de tratamento de água através da adição de hidróxido de cálcio à montante do sulfato de alumínio ferroso, visando a melhoria dos processos de floculação e decantação. A melhoria provém das reações ocorridas entre o hidróxido de cálcio com o coagulante sulfato de alumínio ferroso formando hidróxido de alumínio, que se trata de um gel aderente às sujeiras ocasionando a decantação. Foram realizados vários testes em jar-test para a determinação das melhores doses de hidróxido de cálcio e sulfato de alumínio ferroso a serem utilizadas no tratamento de água, bem como a determinação dos parâmetros cor, turbidez e pH. Obtiveram-se resultados satisfatórios, acarretando em diminuição da turbidez e cor, o que proporciona, conseqüentemente, diminuição na lavagem dos filtros e redução no desperdício da água tratada antes utilizada no processo de limpeza dos filtros e posteriormente jogada na rede de esgoto.

Palavras-chave: Tratamento de água para abastecimento, Jar-test, Cor, Turbidez.

INTRODUÇÃO

O sistema de água potável é um conjunto de estruturas, equipamentos e instrumentos destinados a produzir água de consumo humano a fim de entregá-la aos usuários em quantidade e qualidade adequadas. É de vital importância para a saúde pública que a comunidade conte com um abastecimento seguro que satisfaça as necessidades domésticas tais como o consumo, a preparação de alimentos e a higiene pessoal (CORSAN, 2009).

Mais de 90% das estações de tratamento de água (ETA's) em operação utilizam os processos de coagulação e floculação na potabilização de águas. Os agentes coagulantes mais empregados são sais de ferro e alumínio, gerando como subprodutos lodos químicos que contêm as impurezas retiradas da água bruta e hidróxidos metálicos floculentos precipitados (GONÇALVES et al., 2009).

No SAAE (Sistema Autônomo de Água e Esgoto) de Formiga-MG, o tratamento de água constitui-se dos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção de pH. O processo de coagulação/floculação vem apresentando problemas, pois as partículas não estão ganhando tamanho e peso necessários para que possam decantar. Como resultado, a água chega com elevada turbidez nos filtros, ocorrendo uma sobrecarga nos mesmos. Com esta sobrecarga, há um grande desperdício de água tratada, uma vez que as partículas vão sendo retidas nos filtros, sujando-os e reduzindo sua eficiência, fazendo com que a água filtrada apresente valores de turbidez acima do máximo valor permissível na legislação, exigindo, portanto, maior frequência de lavagem dos filtros.

Para resolver este problema, torna-se necessário aprimorar o tratamento da água, principalmente no que se refere aos processos de coagulação, floculação e decantação. Neste sentido, a utilização de produtos químicos, os quais, aplicados conjuntamente com o coagulante, resultam em melhoria na eficiência de remoção de partículas presentes nesta água.

Acredita-se que a adição de hidróxido de cálcio à montante da adição do coagulante sulfato de alumínio ferroso ocasione um aumento da alcalinidade da água e uma maior desestabilização e agregação da matéria coloidal, proporcionando uma maior aglomeração dessas partículas desestabilizadas, formando flocos maiores, acarretando em uma decantação mais rápida, diminuindo

¹ Graduando em Engenharia Ambiental, UNIFOR-MG, carol.meloni@gmail.com, odiloncouto@gmail.com

² Bacharel em Engenharia Ambiental, jucaleal28@yahoo.com.br

³ Professora Titular I, UNIFOR-MG, katiadr@bol.com.br

as partículas suspensas na água e, conseqüentemente, reduzindo a quantidade de partículas que chegam aos filtros, resultando em uma maior eficiência do sistema.

Assim sendo, o presente trabalho objetivou analisar os efeitos da adição de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) à montante da adição do sulfato de alumínio ferroso ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) sobre o processo de coagulação, avaliando os valores de turbidez, cor e pH da água tratada em função das combinações de doses de hidróxido de cálcio e sulfato de alumínio ferroso aplicadas no sistema

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos laboratórios do SAAE de Formiga-MG. Para a obtenção dos resultados, foram feitos estudos em jar-test para determinação da melhor dose de Ca(OH)_2 e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ a ser utilizada no processo de coagulação/decantação. Foram coletadas várias amostras simples de água bruta, que foram homogeneizadas transformando-se numa amostra composta que foi submetida a vários testes. A caracterização da amostra composta de água bruta utilizada está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - Análise da água bruta coletada na ETA de Formiga-MG.

Parâmetro	Média
pH	7,31
Turbidez (UNT)	29,54
Cor (uH)	205,43
Acidez (mg/L)	25,35
Alcalinidade (mg/L)	3,60

TABELA 2 - Média e desvio padrão das análises da água bruta coletada na ETA Formiga-MG

	Média	Desvio padrão
pH	7,31	0,07
Turbidez (UNT)	29,54	3,77
Cor (uH)	205,43	28,01
Acidez (mg/L)	25,35	1,37
Alcalinidade (mg/L)	3,60	0,70

FONTE: Dados da pesquisa, 2009

Utilizou-se hidróxido de cálcio nas concentrações de 1,8 a 3,6 mg L^{-1} , e sulfato de alumínio ferroso nas concentrações de 22 a 32 mg L^{-1} , variando ambas concentrações de 2 em 2 mg L^{-1} . Para cada combinação foram determinados os parâmetros pH, turbidez e cor, utilizando-se um peagâmetro, um turbidímetro e um fotômetro, respectivamente. Os resultados obtidos foram confrontados com os dados da Tabela 1, a fim de se determinar a eficiência de remoção dos parâmetros cor e turbidez para cada combinação dos reagentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as análises observou-se que, com a adição de sulfato de alumínio ferroso, houve a necessidade da adição de hidróxido de cálcio para estabelecimento de um pH em torno de 7, pois o hidróxido de cálcio aumenta consideravelmente o pH da água e o sulfato de alumínio ferroso o diminui, afetando a coagulação.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de todas as análises feitas no jar-test. Em comparação à água bruta, obteve-se uma considerável redução nos parâmetros de cor, turbidez e pH.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela3. Resultados das análises feitas em Jar-test.

Sulfato de alumínio ferroso (mg L ⁻¹)	Hidróxido de cálcio (mg L ⁻¹)	pH	Turbidez (UNT)	Cor (uH)
22	1,8	6,93	6,45	24
22	2,0	6,92	6,21	21
22	2,2	6,92	5,98	20
22	2,4	6,94	5,83	15
22	2,6	6,95	5,84	18
22	2,8	6,94	5,78	20
22	3,0	6,96	5,54	23
22	3,2	6,98	5,36	15
22	3,4	6,95	5,42	12
22	3,6	6,98	5,46	10

Continua...

Tabela 2 (continuação)

24	1,8	6,89	5,76	15
24	2,0	6,93	5,22	11
24	2,2	6,93	4,74	9
24	2,4	6,99	4,31	35
24	2,6	7,01	4,21	15
24	2,8	7,03	4,16	21
24	3,0	7,04	4,18	26
24	3,2	7,06	4,23	12
24	3,4	7,08	4,12	18
24	3,6	7,08	3,98	9
26	1,8	6,9	5,76	13
26	2,0	6,93	5,25	23
26	2,2	6,95	4,66	18
26	2,4	6,99	4,37	20
26	2,6	7,05	4,43	21
26	2,8	7,1	4,35	20
26	3,0	7,12	4,4	19
26	3,2	7,11	4,25	25
26	3,4	7,13	4,26	23
26	3,6	7,14	4,24	18
28	1,8	6,98	5,6	42
28	2,0	6,94	6,52	19
28	2,2	6,92	5,64	36
28	2,4	6,96	5,62	28
28	2,6	7,01	5,98	23
28	2,8	7,03	5,54	29
28	3,0	7,03	5,23	24
28	3,2	7,09	4,98	26
28	3,4	7,11	4,78	23
28	3,6	7,12	4,75	23
30	1,8	6,78	4,83	27
30	2,0	6,85	4,1	18
30	2,2	6,83	3,86	5

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

30	2,4	6,84	3,79	10
30	2,6	6,88	3,38	12
30	2,8	7,02	4,04	58
30	3,0	7,03	4,04	28
30	3,2	6,98	4,19	50
30	3,4	7,12	3,97	39
30	3,6	7,13	4,02	16
32	1,8	6,78	3,93	19
32	2,0	6,8	3,99	7
32	2,2	6,79	3,53	5
32	2,4	6,83	3,81	17
32	2,6	6,84	3,65	3
32	2,8	6,88	3,56	19
32	3,0	6,86	3,52	18
32	3,2	6,92	3,6	21
32	3,4	6,95	3,5	14
32	3,6	6,98	3,4	23

UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez

uH - unidade Hazen de cor

Em todas as análises feitas, houve expressiva redução da cor, atingindo-se valores satisfatórios visto que o padrão de aceitação para consumo humano exigido pela Portaria 518/2004 é que o valor do parâmetro cor seja menor que 15 uH. Além disso, a água ainda passará pelo processo de filtração e desinfecção que irá reduzir ainda mais a cor.

A melhor combinação para a redução da cor foi com 32 mg L^{-1} de sulfato de alumínio ferroso e $2,6 \text{ mg L}^{-1}$ de hidróxido de cálcio, chegando a uma cor de 3 uH após a decantação. Esta combinação proporcionou uma redução de 98,54% deste parâmetro, com relação à cor da água bruta da Tabela 1.

Quanto à turbidez, observa-se que, o melhor resultado foi obtido com a adição de 30 mg L^{-1} de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e $2,6 \text{ mg L}^{-1}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

O padrão de aceitação para consumo humano da Portaria 518/2004 é menor do que 5 UNT. Conseguiu-se atingir, nos testes em jar-test, valores de turbidez de 3,38 UNT utilizando 30 mg L^{-1} de sulfato de alumínio ferroso e $2,6 \text{ mg L}^{-1}$ de hidróxido de cálcio, o que corresponde a uma redução de 88,56% desse parâmetro quando comparado com a turbidez da água bruta (Tabela 1). Essa redução implica numa menor quantidade de flocos nos filtros e maior tempo de filtragem dos mesmos, ou seja, aumento do intervalo entre uma retrolavagem e outra. Cabe salientar que a água ainda passará pela filtragem, reduzindo ainda mais a turbidez.

Conforme Portaria 518/2004, no sistema de distribuição, o pH da água deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5 e o pH obtido neste trabalho variou de 6,78 a 7,14, sempre próximo à zona de neutralidade. Portanto, para todas as combinações de reagentes analisadas, o pH manteve-se dentro da legislação. Com a adição de sulfato de alumínio ferroso o pH da água abaixa, obtendo um pH mais ácido e, com a adição do hidróxido de cálcio, o pH da água aumenta, levando-a a um pH mais alcalino. Portanto, na adição combinada dos reagentes, os efeitos neutralizam-se. Observou-se, então, que, de uma maneira geral, quanto menor a quantidade de sulfato de alumínio ferroso e maior a de hidróxido de cálcio, maior o pH, e vice-versa.

Depois das análises feitas com diferentes doses de sulfato de alumínio ferroso e hidróxido de cálcio, a que proporcionou o melhor valor de turbidez foi a combinação de 30 mg L^{-1} de sulfato de alumínio ferroso com $2,6 \text{ mg L}^{-1}$ de hidróxido de cálcio, e a melhor cor foi obtida com a combinação de 32 mg L^{-1} de sulfato de alumínio ferroso com $2,6 \text{ mg L}^{-1}$ de hidróxido de cálcio (Tabela 3). Estes resultados levam em conta somente as doses aplicadas neste trabalho, pois, com maiores quantidades dos produtos, pode-se obter melhores resultados, mas há conseqüentemente um grande aumento nos custos.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 3 – Reduções máximas obtidas para os parâmetros turbidez e cor

Sulfato de alumínio ferroso (mg l^{-1})	Hidróxido de Cálcio (mg l^{-1})	Turbidez (UNT)	Cor (uH)
32	2,6	3,65	3
30	2,6	3,38	12

Observa-se que a dose de $2,6 \text{ mg l}^{-1}$ de hidróxido de cálcio proporcionou a maior remoção tanto da cor quanto da turbidez, apresentando-se como a ideal. Quanto à dose de sulfato de alumínio ferroso, pode-se indicar a dose de 32 mg l^{-1} como a ideal, visto que proporcionou maior remoção de cor e remoção de turbidez (87, 64%) próxima da maior remoção obtida (88,56%).

CONCLUSÕES

1. A adição de hidróxido de cálcio à montante do sulfato de alumínio ferroso aumentou a eficiência do processo de coagulação/decantação da ETA de Formiga-MG, proporcionando a diminuição da turbidez, cor e neutralização do pH da água tratada, acarretando também na diminuição da lavagem dos filtros, o que resulta em um menor desperdício de água tratada.
2. A melhor dose para otimização do processo de coagulação/decantação foi de 32 mg l^{-1} de sulfato de alumínio ferroso e de $2,6 \text{ mg l}^{-1}$ de hidróxido de cálcio.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO - CORSAN. **Tratamento de Água**. Porto Alegre – Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://www.corsan.com.br/sistemas/trat_agua.htm>. Acesso em: 26 out. 2009.

GONÇALVES, R.F.; PIOTTO, Z.C.; RESENDE, M.B. **Influência dos Mecanismos de Coagulação da Água Bruta na Reciclagem de Coagulantes em Lodos de Estações de Tratamento de Água**. Departamento de Hidráulica e Saneamento - Universidade Federal do Espírito Santo - Agência FCAA - Vitória – ES. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/coagulacao.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2009.

MACEDO, J.A.B. **Métodos Laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**, 3ed. Juiz de Fora: CRQ, 2005. 600p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 518**: padrão de potabilidade da água para consumo humano. Brasília, 2004.