



ESTUDO DE TRATABILIDADE EM ESCALA DE BANCADA PARA AVALIAR A EFICIÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE COAGULANTE NA ÁGUA DE UM MANANCIAL DA CIDADE DE OURO BRANCO/MG

NEVES T.C.¹, BARBOSA A.¹, DANIEL K.T.², MELGAR L.Z.² e SANTOS E.P.C.C.³

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Engenharia Civil

² Universidade de São João Del-Rei, Departamento de Engenharia Química

³ Universidade de São João Del-Rei, Departamento de Tecnologia em Engenharia de Civil, computação e humanidades

E-mail para contato: eliane.santos@ufsj.edu.br

RESUMO – No presente trabalho foi realizado um estudo de tratabilidade para avaliar o desempenho de diferentes doses do coagulante sulfato de alumínio, na redução da cor aparente e da turbidez. Para o estudo foi utilizada a água do lago Soledade, localizado na cidade de Ouro Branco/MG, a qual é captada e tratada por meio do tratamento convencional por uma empresa da região. Para realizar o experimento foram coletadas catorze amostras, no período de junho a outubro de 2017. Todas as análises foram realizadas em duplicata e seguiram as prescrições do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Diante dos resultados obtidos nos ensaios em bancada, pôde-se observar que os melhores resultados de redução de turbidez e cor foram para a dose 30 mg . L⁻¹. Os resultados mostraram que houve diferença significativa, considerando um nível de significância de 5%, entre os valores de turbidez da água tratada com as doses de 30 mg . L⁻¹ e 35 mg . L⁻¹, $p = 4,33\%$, ou seja, menor que $p_0 = 5\%$.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com relatório da UNESCO (2019), desde 1980 o uso dos recursos hídricos no mundo vem crescendo cerca de 1% ao ano. Isso está relacionado com o aumento populacional, o desenvolvimento sócio econômico e as mudanças no padrão de consumo. Essa demanda tende a continuar crescendo à mesma taxa até 2050, o que representa um aumento de 20 a 30% em relação à demanda atual, principalmente devido ao aumento do consumo nos setores industrial e doméstico.

O acesso à água em quantidade e com qualidade é essencial tanto para prevenir doenças, quanto para produção industrial e agrícola. Para isso, é necessário que se protejam os mananciais e que se trate a água de forma que possa atender às necessidades do homem e aos padrões exigidos pelos órgãos fiscalizadores.

A água tratada para o consumo humano deve atender à Portaria consolidada nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde, que estabelece normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Já a qualidade da água para a indústria deve atender aos requisitos do processo de produção industrial envolvido e do produto a ser produzido.



Quando se trata a água, independente da técnica de tratamento utilizada, há a formação de resíduos, os quais também devem ser tratados, a fim de proteger o meio ambiente e de atender à legislação vigente, especialmente às Leis nº 9.433/1997, nº 9.605/1998 e a Resolução CONAMA nº 237/1997. Entretanto, no Brasil, ainda há várias estações de tratamento de água cujos resíduos gerados são lançados sem tratamento em corpos d'água.

As características dos resíduos gerados durante o tratamento de água dependem: a) da técnica de tratamento utilizada para tratar a água; b) dos produtos utilizados durante o tratamento; c) da maneira como se operam e limpam as unidades de tratamento; d) da frequência de descarte dos resíduos; e) das características da água bruta e f) da vazão tratada e os locais onde é gerado o lodo, ou seja, no decantador, no floculador ou nos filtros.

Nos últimos anos, em diversos países, empresas que tratam a água vêm realizando estudos visando diminuir a dose e os tipos dos produtos utilizados para tratar a água, com objetivo de diminuir a quantidade de lodo gerado durante o tratamento de água.

De acordo a AWWA (1990), os dois componentes principais dos resíduos do tratamento de água (RTA) são os materiais contidos na água – solúveis ou insolúveis – e os produtos utilizados para a remoção destes materiais. As características químicas e físicas dos RTA variam conforme a composição química do coagulante. Consequentemente, problemas relacionados com o manuseio, o tratamento e a disposição dos RTA podem ser minimizados pelo ajuste do processo de coagulação e, em alguns casos, pela mudança do coagulante. Essas alterações têm contribuído para diminuir tanto o custo do tratamento de água quanto o volume dos resíduos gerados.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo de tratabilidade, comparando o desempenho de diferentes doses do coagulante sulfato de alumínio, na redução da cor aparente e da turbidez utilizando a água do lago Soledade na cidade de Ouro Branco/MG, a qual é captada e tratada por uma empresa na região.

2. METODOLOGIA

Para realizar o estudo foram coletadas amostras de água bruta do lago Soledade, manancial de onde uma empresa da região capta água para ser tratada pelo ciclo completo ou tratamento convencional e utiliza o coagulante testado. Foram coletadas catorze amostras no período de junho a outubro de 2017. Os parâmetros avaliados, tanto da água bruta, quanto da água tratada, por meio dos testes em bancada foram: cor aparente, turbidez e pH. Todas as análises foram realizadas em duplicatas. A alcalinidade foi analisada somente para a água bruta, pois é um parâmetro cujo conhecimento é necessário para que se possa tratar a água com mais eficácia.

Todas as análises foram realizadas seguindo as prescrições do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005).

A Tabela 1 apresenta os equipamentos utilizados para as análises. Os ensaios foram realizados no laboratório de saneamento da Universidade Federal de São João del-Rei, campus Alto do Paraopeba, em Ouro Branco/MG.



Tabela 1 – Equipamentos utilizados no estudo

Equipamentos	Finalidade
Turbidímetro Digital Portátil Digimed-TU	para a quantificação da turbidez
pHmetro Digimed DN22	para medir o pH.
Espectrofotômetro Geahaka modelo uis 200g	para quantificar a cor
Jar-test Policontrol Floccontrol iii	para executar o estudo de tratabilidade

Para definir as doses dos coagulantes que seriam utilizadas no estudo foram realizados testes em bancada preliminarmente, avaliando diversas dosagens de coagulante. Após esses experimentos, definiu-se as seguintes doses, as quais foram usadas no estudo de tratabilidade: 35; 32,5; 30; 27,5 e 25 mg . L⁻¹. A tabela 2 apresenta os valores dos parâmetros utilizados no *jar test* durante os ensaios de tratabilidade.

Tabela 2 – Parâmetros utilizados nos ensaios de tratabilidade

Etapa do tratamento	Gradiente de Velocidade (G= s-1)	Tempo
Mistura rápida	800	30 segundos
Floculação	120, 100, 80, 60, 40	5 min para cada G usado
Decantação	20	25 min

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta um gráfico de barras com os resultados de turbidez e de cor aparente da água bruta, obtidos durante os experimentos no período de junho a outubro de 2017. Como pode ser observado, os picos de cor aparente e de turbidez ocorreram simultaneamente. Nos dias em que foram observados os picos, houve uma grande intensidade de chuva na região, o que pode ter contribuído para esse aumento, pois é comum ocorrer o carreamento de partículas do solo para o corpo d'água.

Figura 1 – Gráfico de tempo × cor aparente e turbidez da água bruta.



Vale ressaltar que os números dos eixos das abscissas das Figuras 1 e 2 se referem às amostras 1 e 2 no mês de junho; amostras 3, 4 e 5 ao mês de agosto; amostras 6, 7, 8, 9 e 10 ao

mês de setembro e as amostras 11, 12, 13, 14 ao mês outubro. Todas coletadas em 2017.

Observa-se que o maior pico de cor aparente ocorreu em junho (amostra 1), atingindo o valor de 33 uH, e que o segundo maior ocorreu no mês de agosto (amostra 4), com valor de 31 uH. Os valores de turbidez nesses meses foram a 3,86 uT e 3,80 uT, respectivamente.

A Figura 2 apresenta um gráfico de área mostrando os valores do pH da água bruta e do pH médio obtidos durante os experimentos no período de junho a outubro de 2017.

Figura 2 - Gráfico de tempo × pH da água bruta.

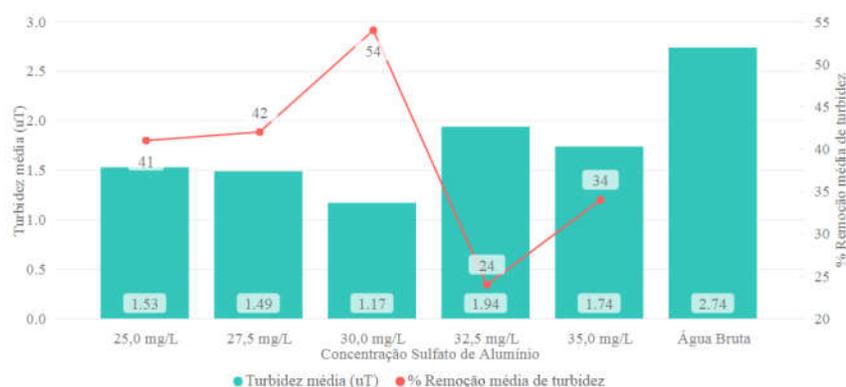


Observa-se na Figura 2 que os valores máximos de pH ocorreram em agosto (amostra 4) e em setembro (amostra 6), cujos valores foram de 8,10 e 8,17, respectivamente. Já o valor mínimo atingido pelo pH ocorreu em outubro, o qual foi de 6,78 (amostra 11). Já o valor médio do pH da água bruta no período do estudo foi de 7,52.

Para comparar os resultados obtidos nos ensaios com as respectivas doses testadas, considerou-se a média dos valores de turbidez e de cor aparente remanescentes e de pH. Vale ressaltar que o valor da alcalinidade de água bruta variou de 40 a 50 mg . L⁻¹ CaCO₃.

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos de turbidez e remoção de turbidez para as diferentes doses de sulfato de alumínio testadas.

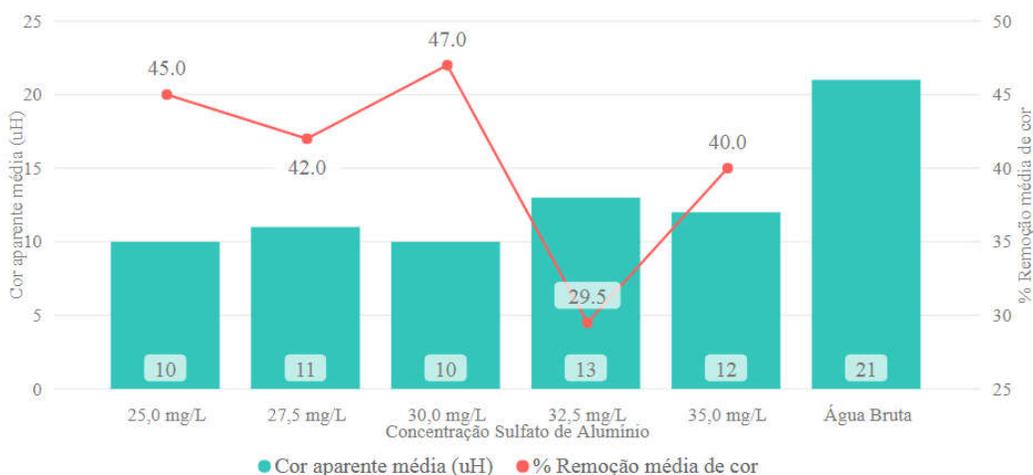
Figura 3 - Gráfico da concentração do Sulfato de Alumínio × Turbidez .



Observa-se, que o melhor desempenho do coagulante sulfato de alumínio foi para a dose de 30 mg . L⁻¹, na qual se obteve o resultado para a turbidez média remanescente de 1,17 uT, e a porcentagem de redução média de turbidez em relação a água bruta foi de 54%.

Já a Figura 4 apresenta os resultados obtidos de cor aparente e sua redução com as doses de sulfato de alumínio testadas.

Figura 4 - Gráfico da concentração do Sulfato de Alumínio × Cor aparente.



Com relação à cor aparente remanescente, observa-se que os melhores resultados foram para as doses de 25 e 30 mg . L⁻¹, cujos valores foram de 10 uH. As porcentagens de redução média de cor para as doses de 25 e 30 mg . L⁻¹ foram de 45% e 47%, respectivamente.

As Figura 5 e 6 mostram os gráficos comparativos entre os valores de turbidez e cor aparente das amostras de água tratada para as concentrações de 30 mg . L⁻¹ (dose que proporcionou o menor valor de turbidez no estudo) e 35 mg . L⁻¹ (dose usada pela estação de tratamento de água da empresa).

Figura 5 – Gráfico comparativo entre os valores de turbidez das amostras de água tratada para doses de 30 mg . L⁻¹ e 35 mg . L⁻¹.

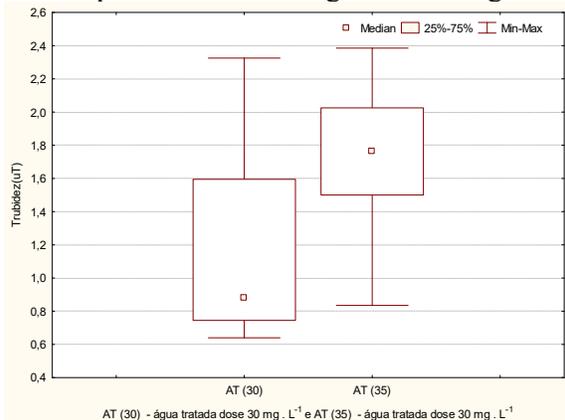
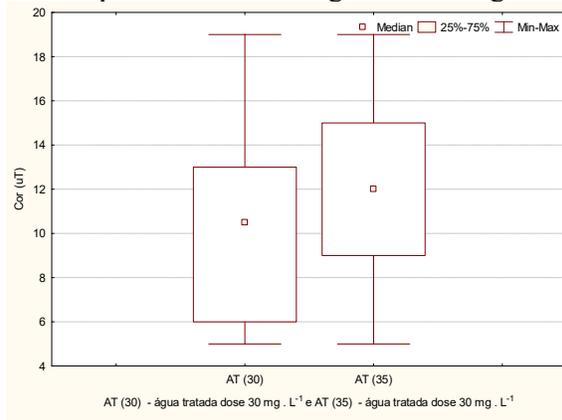


Figura 6 – Gráfico comparativo entre os valores de cor aparente das amostras de água tratada para doses de 30 mg . L⁻¹ e 35 mg . L⁻¹.





Houve diferença significativa, considerando um nível de significância de 5 %, para as comparações dos valores de turbidez remanescente das amostras de água tratada com as concentrações de 30 mg . L⁻¹ e de 35 mg . L⁻¹, sendo o valor do nível de significância de 4,33%.

Não houve diferença significativa, considerando um nível de significância de 5%, entre a cor remanescente da água tratada para as doses de 30 mg . L⁻¹ e de 35 mg . L⁻¹, sendo o valor do nível de significância de 50,01%.

Vale ressaltar que no estudo de tratabilidade fazem-se análises dos parâmetros turbidez e cor remanescente da água decantada e no tratamento em escala real há ainda a filtração. Para a dose de coagulante de 30 mg . L⁻¹ os valores da cor da água decantada já atenderia a legislação, pois todos os valores obtidos foram menores do limite de aceitação, ou seja 15 uH.

4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos nos ensaios em bancada, pode-se observar que os melhores resultados de redução de turbidez e cor foram para a dose 30 mg . L⁻¹.

As análises realizadas afirmam que não houve diferença significativa, considerando um nível de significância de 5%, entre os valores de cor obtidos da água tratada com as doses de 30 mg.L⁻¹ e de 35 mg.L⁻¹, quando foram utilizados o coagulante sulfato de alumínio, sendo o nível de significância de 50,01%.

Para os valores de turbidez da água tratada com as doses de 30 mg . L⁻¹ e de 35 mg . L⁻¹ houve diferença significativa $p = 4,33%$ ou seja menor que $p_0 = 5%$.

5. REFERÊNCIAS

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Water Quality and Treatment: *A Handbook of Community Water Supplies*. 4th edition. New York: McGraw-Hill, Inc., 1990. 1194 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20. ed. Washington, DC: *American Public Health Association*, 2005.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2011. Resolução nº430 de 13 de maio de 2011. *Diário Oficial da União nº 92*, de 15 maio 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Consolidada nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial da União nº 190*, de 3 outubro 2017.

WWAP (UNESCO World Water Assessment Programme). 2019. The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind. Paris, UNESCO.