

TÉCNICA DE JAR TEST UTILIZADA PARA CLARIFICAÇÃO QUÍMICA DE ÁGUA EMPREGADA AO ENSINO DE GRADUAÇÃO

ANA LUIZA BERTANI DALL'AGNOL¹; MATEUS TORRES NAZARI²;
ILIANE MULLER OTTO³; ROBSON ANDREAZZA⁴; BRUNO MULLER VIEIRA⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – analu_bda@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Pelotas – nazari.eas@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – ilianeotto@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – robsonandreazza@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal de Pelotas – bruno.prppg@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Segundo LEITE et al. (2008), atividades práticas podem ser utilizadas por professores como alternativas metodológicas para trabalhar conteúdos diversos, a fim de construir novos conhecimentos juntos com os estudantes. Essas atividades, quando realizadas de maneira que o aluno compreenda os fenômenos científicos que estão sendo experimentados, facilitam a aprendizagem dos graduandos que, por sua vez, podem utilizar tais conceitos na sua vida real.

A existência da água é fundamental para o desempenho de praticamente todas as atividades humanas e seu uso de forma crescente acarreta uma pressão sobre o meio natural, além de ocasionar a poluição dos mananciais, comprometendo a qualidade da água (WAJSMAN, 2014).

Pelo fato da água estar sendo comprometida pelo lançamento de efluentes e resíduos nos corpos hídricos, mostram-se necessários maiores investimentos nas estações de tratamento, além de alterações nas dosagens de produtos químicos utilizados a fim de assegurar o padrão da qualidade da água que segue para abastecimento público (BRASIL, 2006).

Para SILVA (2013), é essencial que todas as etapas que envolvem o tratamento de água nas estações funcionem de maneira adequada para que, ao final do processo, o padrão de potabilidade seja alcançado. Para tanto, os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade estão dispostos na Portaria Nº 2914, de 12 de janeiro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Como relata COSTA (2004), a operação adequada de uma estação de tratamento de água depende diretamente da qualidade da água bruta a ser tratada. Com isso, são necessárias investigações laboratoriais que forneçam as melhores condições a respeito da coagulação, floculação, decantação e filtração.

O processo de coagulação envolve a adição de produtos químicos para a precipitação de compostos presentes em solução, os quais não seriam removidos com a decantação ou com uma simples filtração (RICHTER, 2009). A coagulação é representada pela desestabilização da dispersão coloidal, por meio da redução das forças de repulsão entre as partículas com cargas negativas. Este processo é feito mediante adição de produtos químicos, habitualmente com sais de ferro e alumínio ou polímeros sintéticos, seguido de agitação rápida para homogeneização da mistura (PAVINELLI, 2001).

De acordo com SANTOS et al. (2007), diversos fatores interferem no processo de coagulação, destacando-se o pH e a alcalinidade da água bruta, a natureza das partículas coloidais, o tamanho das partículas e o tipo e a dosagem dos produtos químicos aplicados.

O sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) provavelmente seja o coagulante químico mais utilizado no tratamento de água para consumo humano, visto que é um

excelente formador de flocos, além de apresentar baixo custo e facilidade de manipulação (RICKTER, 2009). Para determinar a quantidade ideal da substância química necessária para realizar a coagulação na água a tratar é importante que sejam realizados ensaios em Testes de Jarros (*Jar Test*) (LIBÂNIO, 2010).

Dante do exposto, o objetivo do trabalho foi aplicar os conhecimentos teóricos obtidos em sala de aula a respeito de clarificação química de águas utilizando amostra de água em diferentes estágios de erosão com aplicação de sulfato de alumínio como coagulante.

2. METODOLOGIA

Para o procedimento do Teste de Jarros (*Jar Test*) foi utilizada água bruta do Canal São Gonçalo, localizado na cidade de Pelotas/RS. Para a simulação da água pós-erosão foi preparada uma amostra contendo alta concentração de argila. Assim, após intensa homogeneização da amostra, esta foi diluída com água bruta do Canal São Gonçalo até completar 2 litros e disposta em três jarros, nas seguintes diluições: 1:8 (250 ml de amostra), 1:4 (500 ml de amostra) e 1:2 (1 L de amostra), sendo numerados 1, 2 e 3, respectivamente.

De cada jarro foi retirada uma alíquota para medir o pH (através de peágâmetro de bancada), e a turbidez inicial (a partir do espectrofotômetro). Após a medição, essas alíquotas retornavam a suas respectivas amostras. Com isso, adicionou-se 10 mL.L⁻¹ do coagulante Al₂(SO₄)₃ em cada jarro, os quais foram agitados a 260 RPM por 5 minutos no *Jar Test*. Após esse tempo, o processo de coagulação foi observado. Depois de visualizar a coagulação, a agitação foi diminuída para 70 RPM por 10 minutos e, em seguida, observou-se o processo de floculação. Após isso, a agitação foi desligada e observou-se a decantação por 15 minutos. Em seguida, o pH e a turbidez final de cada jarro foram medidos.

Para a segunda etapa, o processo descrito anteriormente foi repetido. Contudo, optou-se por utilizar uma concentração diferente de coagulante (15 mL.L⁻¹) para avaliar o comportamento do processo de formação dos flocos e os aspectos da clarificação da água bruta, com relação à etapa anterior.

Para a avaliação dos flocos: ruim indica que estes não são capazes de decantarem; bom, no caso de alguns flocos decantarem e muitos ainda ficarem suspensos; enquanto o excelente ressalta que a maioria dos flocos decantou gerando uma clarificação de ótima qualidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após adição do coagulante e depois de 5 minutos de agitação rápida (260 RPM), foi observada a formação do flocos. Este, por sua vez, foi avaliado como “ruim”, pois ainda não tinha tamanho e densidade ideal para sofrer decantação.

Seguidos dos 10 minutos de agitação lenta (70 RPM) para formação do flocos na floculação, o mesmo teve aspecto melhorado quando comparado à primeira observação. Assim, o Jarro 1, que tinha menor turbidez, apresentou flocos maiores que o Jarro 2, enquanto que o Jarro 3 mostrou flocos menores, pois sua turbidez era bem mais elevada que a dos outros jarros.

Os aspectos de clarificação da água foram avaliados depois de 15 minutos de decantação. A avaliação final foi “bom”, pois apesar de apresentar grande diferença entre o estado de clarificação inicial e final, os flocos que não tiveram densidade e tamanho suficiente ficaram suspensos na água, logo, seguiriam para a filtração. Os resultados obtidos na Etapa 1 estão descritos abaixo na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores obtidos a partir da utilização de 10 ml/L de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Parâmetros	Jarro 1	Jarro 2	Jarro 3
pH inicial	6,66	6,66	6,31
Turbidez inicial (NTU)	196	314	598
Dosagem do coagulante (mL/L)	10	10	10
Tempo formação de floco na coagulação (min)	5	5	5
Aspectos físicos do floco pós coagulação	Ruim	Ruim	Ruim
Tempo formação de floco na flocação (min)	10	10	10
Aspectos físicos do floco pós flocação	Bom	Bom	Bom
Tempo formação de floco na decantação (min)	15	15	15
Aspectos físicos do floco pós decantação	Bom	Bom	Bom
pH final	4,61	4,59	4,58
Turbidez final (NTU)	10	12	8

Já para a Etapa 2, após a agitação rápida (260 RPM), o aspecto dos flocos pós coagulação semelhava-se ao da Etapa 1, sendo pequenos e, possivelmente, sem densidade capaz de fazê-los decantar. Logo, o floco foi avaliado como “ruim”.

Seguidos, então, dos 10 minutos de agitação lenta (70 RPM), o floco apresentou-se com maior tamanho para todos os jarros e começou a decantar logo após o jar test ser desligado. Ainda, os flocos apresentaram melhores condições quando comparados aos flocos formados na Etapa 1, sugerindo que o aumento da dosagem de coagulante teve resultado positivo.

Após 15 minutos de decantação, novamente os aspectos da clarificação da água foram avaliados. A avaliação final foi “excelente”, pois o aumento da dosagem do coagulante propiciou uma decantação mais rápida e de melhor qualidade, visto que passados 10 minutos não ocorreram maiores mudanças depois dos 5 minutos subsequentes. A avaliação dos aspectos do floco e da clarificação na Etapa 2 são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores obtidos a partir da utilização de 15 ml/L de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Parâmetros	Jarro 1	Jarro 2	Jarro 3
pH inicial	6,96	6,98	6,95
Turbidez inicial (NTU)	372	400	624
Dosagem do coagulante (mL/L)	10	10	10
Tempo formação de floco na coagulação (min)	5	5	5
Aspectos físicos do floco pós coagulação	Ruim	Ruim	Ruim
Tempo formação de floco na flocação (min)	10	10	10
Aspectos físicos do floco pós flocação	Bom	Bom	Bom
Tempo formação de floco na decantação (min)	15	15	15
Aspectos físicos do floco pós decantação	Excelente	Excelente	Excelente
pH final	4,34	4,33	4,27
Turbidez final (NTU)	2	8	4

A turbidez inicial da Etapa 2 se mostrou superior à turbidez inicial da Etapa 1. Contudo, ao final dos dois processos, a que apresentou menor turbidez foi a Etapa 2, como pode ser comparado nas Tabelas 1 e 2. Sendo assim, é possível afirmar que a dosagem de 15 mL/L de sulfato de alumínio melhorou o processo, pois além de a decantação ter ocorrido mais rapidamente, a turbidez final apresentou valores mais baixos.

4. CONCLUSÕES

Com a realização desta prática foi possível aplicar os conhecimentos teóricos sobre clarificação química de águas por meio de testes de jarros e, assim, verificar como são feitas as adequações das dosagens e parâmetros no processo de tratamento de água. A escolha do coagulante, assim como a verificação do pH e turbidez, são essenciais para buscar a otimização dos processos de coagulação, floculação e decantação.

Por meio da execução das duas etapas foi observada a diferença no processo com o aumento da dosagem do coagulante, o que reforça a importância de tais ensaios pra os procedimentos realizados nas estações de tratamento de água. Contudo, nos dois processos realizados há necessidade de uma correção de pH para que se enquadrem nos padrões de potabilidade para consumo humano. No que tange a turbidez torna-se necessário que a água analisada passe pelo processo de filtração, a fim de verificar se a mesma atende a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. 1ª edição. Brasília/DF, Brasil. Secretaria de Vigilância em Saúde, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria Nº 2914/2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011.
- COSTA, E. R. H. Estudos de tratabilidade para redução do consumo de coagulante e remoção eficiente de ferro e do manganês (estudo de caso). In: **Saneamento Ambiental Brasileiro**. ABES, 2004.
- LEITE, A. C.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 3, 2008.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3º Edição. Campinas: Editora Átomo, 2010.
- PAVINELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor e turbidez elevada**. 233p. 2001. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
- RICHTER, C. A. **Água: Métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blucher, 2009.
- SANTOS, E.P.C.C.; TEIXEIRA, A.R.; ALMEIDA, C.P.; LIBÂNIO, M.; PÁDUA, V.L. Estudo da coagulação aplicada à filtração direta descendente. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vol. 12, n. 4, 2007.
- SILVA, P. C. **Análise da qualidade da água no sistema de abastecimento de itaipava/rj, visando a implantação do plano de segurança da água**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- WAJSMAN, E. N. **Concepção de estação piloto de tratamento de água no centro experimental de saneamento ambiental**. 77p. 2014. Monografia Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.