

OTIMIZAÇÃO DE PARÂMETROS QUÍMICOS NA COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO HUMANO

**Dayane de Andrade LIMA (1); Neucivânia Moreira da SILVA (2) Jarbas
Rodrigues CHAVES (3); Renata Chastinet BRAGA (4); Elivânia Vasconcelos
Moraes dos SANTOS (5); Heraldo Antunes SILVA FILHO (6)**

- (1) IFCE – Campus Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, telefone: (88) 3423-6913, fax: (88) 3423-6901, e-mail: dayane_eld@hotmail.com
(2) IFCE, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: neucymoreira@hotmail.com
(3) IFCE, Rua Estevão Remígio 1145 e-mail: jarbas_sane@yahoo.com.br
(4) IFCE, Rua Estevão Remígio 1145 e-mail: rchastinet@ifce.edu.br
(5) UECE, IFCE Rua Estevão Remígio 1145 e-mail: lili.v.m.s@hotmail.com
(6) UECE, IFCE Rua Estevão Remígio 1145 e-mail: heraldo_antunes@yahoo.com.br

RESUMO

A qualidade da água de abastecimento humano deve estar em conformidade com os padrões de potabilidade exigidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde. Esses padrões estabelecem limites máximos permissíveis tanto de aceitação humana, quanto referentes à saúde da população. Esse trabalho foi desenvolvido, como busca de soluções aos problemas com a qualidade da água, enfrentados pela estação de tratamento de água da cidade de Limoeiro do Norte, Ceará. Com esse propósito, foram realizadas análises físico-químicas e conseqüentemente uma caracterização da situação atual da Estação de Tratamento de Água. Durante esse período foi possível observar os valores de cor, turbidez, e potencial hidrogeniônico, pois este monitoramento era conduzido de duas em duas horas (nos períodos manhã e tarde), com base na legislação brasileira em função do número de habitantes (Portaria nº 518). Alguns desses valores, provavelmente, por influência das chuvas, apresentaram-se muito elevados, como a turbidez e a cor. Em função disso, procurou-se estudar condições químicas como adição de coagulante, potencial hidrogeniônico mais adequado e dosagem mais eficaz para a satisfatória remoção dos parâmetros citados, já que na estação de tratamento ainda não há esse tipo de adequação. Foram realizados, com a água da estação, ensaios de jarras e estudadas etapas de floculação e coagulação com a aplicação de variadas quantidades do coagulante sulfato de alumínio, para assim, chegar ao resultado desejado. Os testes foram realizados no Laboratório de Análises de Água e Efluentes, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte, e pôde-se verificar que em potencial hidrogeniônico variando de 6 a 8, com uma dosagem de 25 mg/L do coagulante ocorre boa redução de turbidez e de cor.

Palavras-chave: tratamento de água, coagulante, turbidez.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água de Limoeiro do Norte, Ceará é realizado de forma a atender o que estabelece a legislação para potabilidade (Portaria nº 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde). Procura-se dessa forma obter o controle da qualidade da água que é consumida pela população. A qualidade da água que abastece Limoeiro do Norte é monitorada pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE-LN). Este se trata de uma autarquia

municipal, que apresenta como objetivo principal, fornecer água de qualidade para o consumo humano. No entanto, essa água não está apresentando a qualidade exigida pelas normas de potabilidade, isto contradiz as intenções do órgão mantedor e as exigências legais. Dessa forma, é de extrema relevância que se identifiquem os focos prejudiciais à eficiência do tratamento e que se sugestione ou programe medidas corretivas capazes de sanar os fatores negativos.

A pesquisa foi realizada com o propósito, de identificar os problemas referentes à qualidade da água, que estão sendo enfrentados pela Estação de Tratamento de Água (ETA) de Limoeiro do Norte, contribuindo dessa maneira, para que efetivamente a água que chegue às casas dessa população esteja livre de impurezas indesejáveis refletindo numa qualidade de vida mais saudável (Figura 1).



Figura 1: Estrutura física e maquete da ETE de Limoeiro do Norte.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No tratamento de água são desenvolvidos processos físicos, químicos e bioquímicos, para a remoção das impurezas. Como afirma (PAVANELLII, 2001): dentre os processos realizados destacam-se os de mistura, coagulação, floculação, decantação e filtração, são etapas contínuas e de grande importância para a obtenção de bons resultados. A mistura é um processo físico mecânico no qual a água é agitada para que nela se criem gradientes de velocidade que definam a intensidade de agitação (VIEIRA, 1999). Como fatores que influem na eficiência da mistura, podem-se citar: os coagulantes que se hidrolisam, isto é, se decompõem quimicamente, em virtude de absorverem água, e se polimerizam dentro de frações de segundo após seu lançamento à água e, o tempo de mistura do coagulante na água, que deve ser extremamente curto, como cita (PAVANELLI, 2001).

A intensidade da agitação deve ser elevada de tal modo que permita assegurar dentro do tempo da reação a completa dispersão do coagulante na água. A água deve ser intensamente agitada por meio de hélices, turbinas, motores ou palhetas giratórias. A coagulação é a hidrólise do coagulante (sulfato de alumínio), processada na água em potencial hidrogeniônico (pH) conveniente em que o objetivo principal é a remoção de partículas coloidais responsáveis pela presença notável de turbidez, como também a remoção de compostos existentes na água, que podem conferir sabor e odor à água. O uso do coagulante faz com que essas partículas se agreguem simultaneamente. Esse processo químico é muito importante para o tratamento da água tendo em vista o seu campo de ação na remoção de impurezas nela existentes (WILLIMAR, 2009).

De acordo com Vieira (1999), o princípio fundamental da coagulação são as desestabilizações, isto é, a diferença entre partículas de cargas positivas (sais de ferro e alumínio) e negativas

(partículas dispersas na água). O sulfato de alumínio e de ferro são normalmente os sais mais empregados por serem os mais baratos (WILLIMAR, 2009).

Conforme se confirma em Richter (1998), a floculação é a aglomeração de partículas de coagulantes de matéria em suspensão formando conjuntos maiores e mais densos denominados flocos. Esse processo se dá por meio de agitação da água por processo mecânico com o objetivo de causar turbulência capaz de provocar choques entre as partículas coaguladas e as em suspensão na água (WILLIMAR, 2009). Segundo Vieira (1999), os contatos provocados permitem que os flocos aumentem de tamanho e de densidade, ficando assim mais fácil a sua sedimentação, contribuindo para melhor clarificação da água. A sedimentação resume-se basicamente no efeito de gravidade sobre partículas suspensas num líquido de densidade inferior no qual a velocidade da sedimentação passa a depender unicamente do tamanho, da forma, do peso específico da partícula, e viscosidade da água (LEMES, 1990). A sedimentação é empregada no tratamento da água potável e nos resíduos líquidos.

3. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

Pretende-se determinar as melhores condições químicas capazes de viabilizar a adequação às exigências legais de potabilidade dos parâmetros qualitativos da água que abastece o município de Limoeiro do Norte, Ceará. Desempenhar um acompanhamento laboratorial, durante a fase experimental, dos principais parâmetros de potabilidade para contrapor aos dados obtidos nos arquivos do laboratório da ETA-LN. Realizar ensaios de jarras para viabilizar testes específicos simulando a realidade da ETA de Limoeiro do Norte, para determinação do conjunto de parâmetros ideais que viabilizem a melhor eficiência no tratamento, identificar os valores de pH que se correlacionem de forma mais adequada às concentrações do coagulante utilizado na ETA-LN. E ainda, avaliar de forma sistemática e comparativa quais as dosagens de coagulante capazes de obter melhores remoções de turbidez e cor.

4. METODOLOGIA, RESULTADOS, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Para melhor identificação das etapas seguidas para a realização deste estudo, na **Figura 2** apresenta-se um esquema representativo.

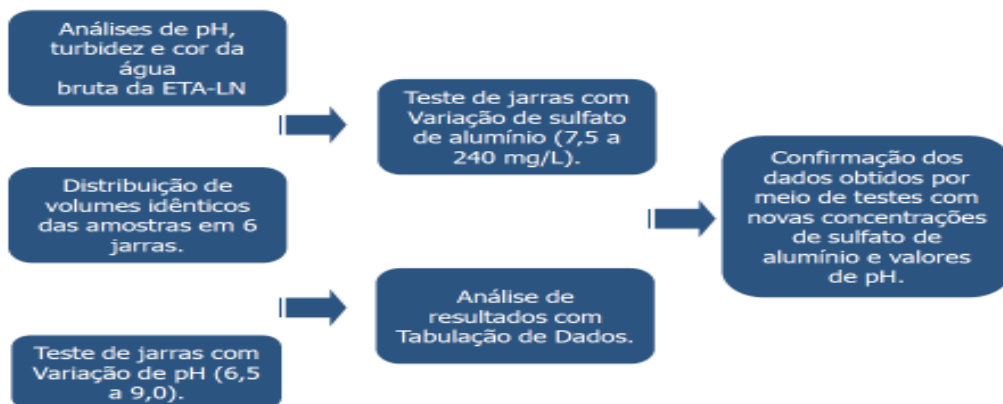


Figura 2: Fluxograma das etapas da pesquisa.

4.2 Características da água bruta.

Foram realizadas análises da água bruta distribuída pela ETA de Limoeiro do Norte anteriormente a aplicação dos testes de jarras. As análises, os métodos analíticos, bem como as respectivas referências de cada uma delas encontram-se na **Tabela 1**.

Tabela 1: Parâmetros monitorados, métodos e referências para metodologias.

Parâmetros	Métodos	Referências
Cor Real	Colorimetria	APHA et al. 2005
pH	Comparação visual	APHA et al. 2005
Turbidez	Nefelométrico	APHA et al. 2005
CRL (Cloro residual livre)	Colorimétrico-DPD (N,N-dietil-p-fenilenediamino)	APHA et al. 2005
Fluoreto	Standard methods	APHA et al. 2005
CTT (Coliformes Termotolerantes)	Tubos Múltiplos	APHA et al. 2005

Foram realizados testes (**Figura 3**) com coagulante sulfato de alumínio comercial (similar ao utilizado na ETA de Limoeiro).

Variando concentrações do mesmo, as concentrações do coagulante sulfato de alumínio modificaram-se em duas faixas uma maior de 7,5 á 240 mg/L, e outra menor de 25 á 87,5 mg/L encontrou-se entre essas variações um melhor resultado (entre 6 a 200 mg/L), para melhor redução da turbidez no processo de sedimentação.



Figura 3: Equipamento de jaras utilizado nos testes.

4.4 Ensaios com Variação de pH.

Após a realização dos testes, ficou definida a melhor faixa de trabalho do sulfato de alumínio para água bruta em questão, foram feitos testes tomando como base a concentração de sulfato de alumínio encontrado e variando apenas os valores de pH em cada jarra de modo a obter uma segunda otimização operacional em relação ao processo de coagulação/floculação.

Os pHs testados foram de 4, 5, 6, 7, 8 e 9 e regulados com a solução 1 M de ácido sulfúrico e hidróxido de sódio, como melhor resultado foi encontrado um pH de 8 que no caso era o pH natural da água analisada. Nas **Figuras 4, 5, 6 e 7** apresentam-se os resultados obtidos nos testes de jarros.

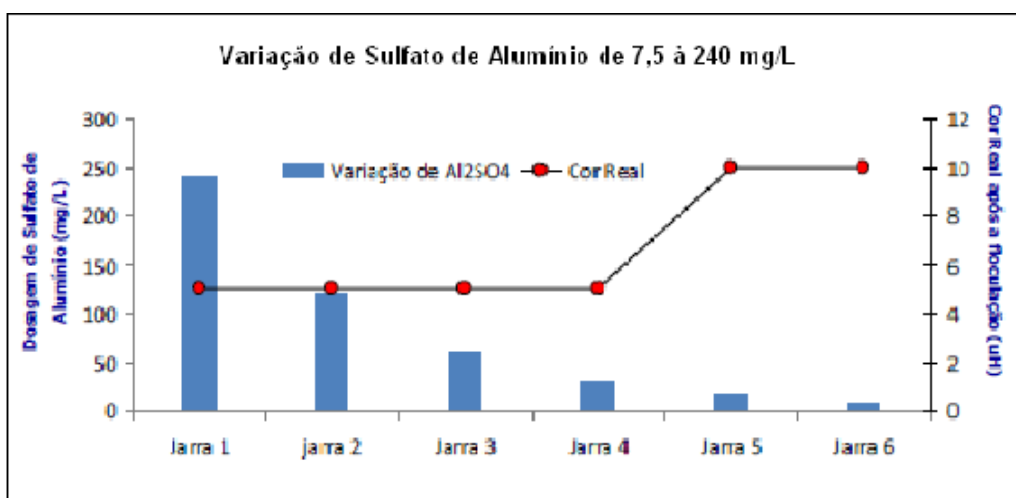


Figura 4: Primeira Variação de Sulfato de Alumínio de 7,5 a 240 mg/L. Cor Real após a floculação.

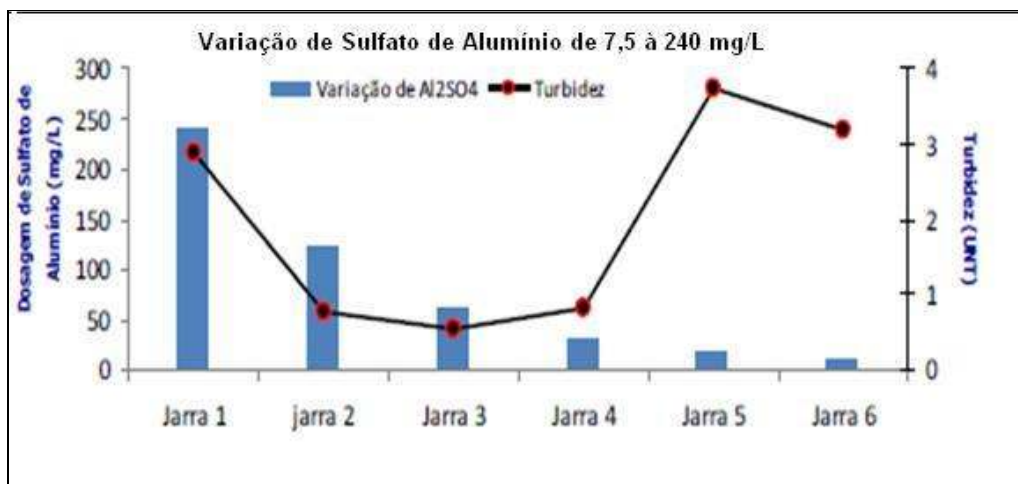


Figura 5: Primeira Variação de Sulfato de Alumínio de 7,5 a 240 mg/L. Turbidez após a floculação.

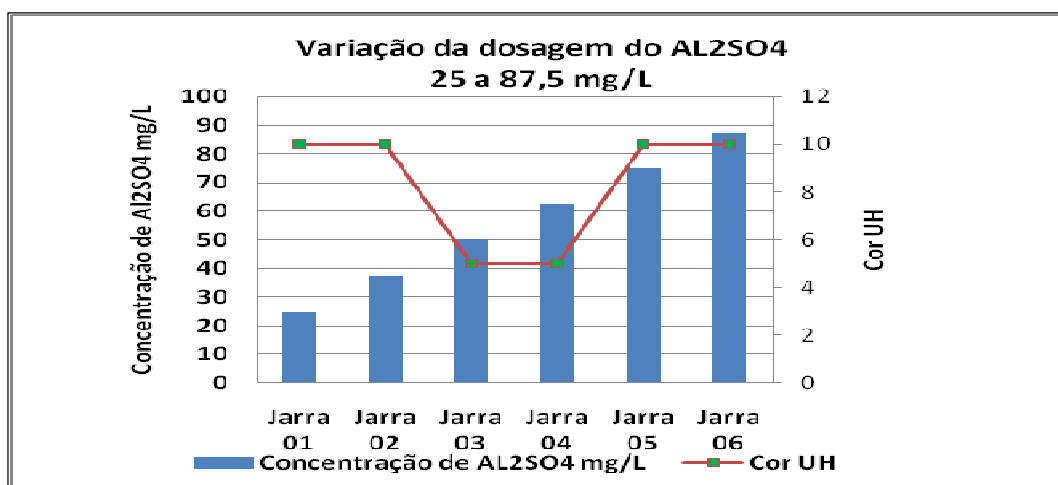


Figura 6: Primeira Variação de Sulfato de Alumínio de 25 a 87,5 mg/L. Cor Real após a floculação.

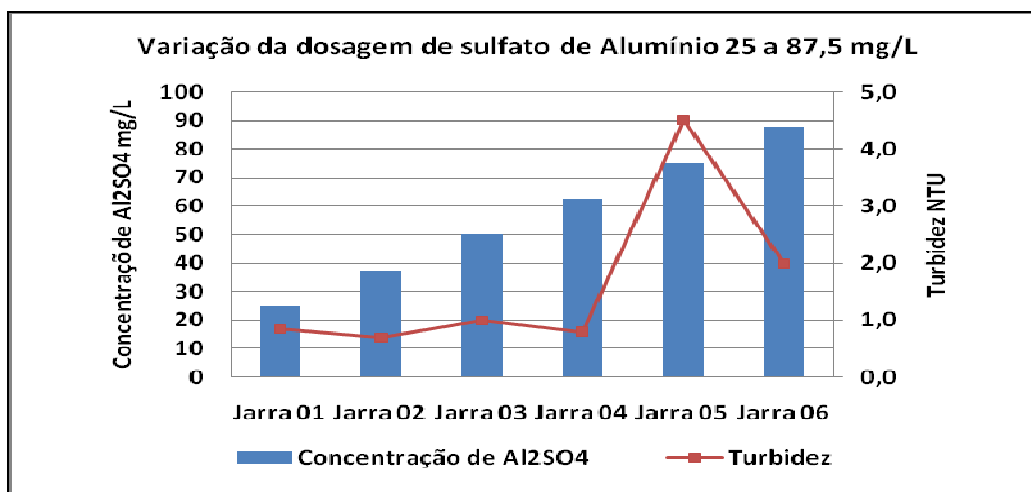


Figura 7: Segunda Variação de Sulfato de Alumínio de 25 a 87,5 mg/L. Turbidez após a floculação.

5. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da água tratada na ETA avaliada apresentou-se de forma satisfatória a partir de análises físicas e químicas da água bruta. A avaliação sistemática dessa qualidade é um procedimento que não pode ser negligenciado em ETA's.

Os testes desempenhados mostraram que não há grandes intervenções, sobre os parâmetros turbidez e cor real, no intervalo analisado e estipulado quando a dosagem de coagulante.

Parâmetros como pH e temperatura não se alteraram de acordo com a variação da dosagem de sulfato de alumínio comercial.

Com a análise geral dos dados adquiridos pode-se observar que o tratamento realizado na ETA de Limoeiro do Norte é adequado, mas recomenda-se uma otimização.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

APHA et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, USA: American Public Health Association, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Ministério da Saúde**. Brasília, DF, 2004.

LEMES, F. P. **Teoria e Técnicas de Tratamento de Água**. Rio de Janeiro: ABES, 2. ed., 1990.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

RICHTER, C. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: EDGARD BLUCHER LTDA, 1998.

VIEIRA, A.F.T. Estudo de viabilidade técnica e econômica da utilização do sulfato ferroso em tratamento de águas de abastecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. P.1.408-18.

WILLIMAR, S. D. **Análise de viabilidade técnica e econômica do uso do policloreto de alumínio (PAC) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de água**. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos)- Departamento de Engenharia de Recursos Hídricos. Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2009.