

II-026 - TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA DE MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS POR ELETROFLOTAÇÃO COM VISTA AO REÚSO DE ÁGUA

Antonio Idivan Vieira Nunes⁽¹⁾

Professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental Engenheira, Programa de Pós graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará.

Endereço⁽¹⁾: Campus do Pici, Bloco 713, Pici – CEP 60455-970 – Fortaleza-Ce – Brasil, Tel. +55 85 3366-9493, Fax. +55 85 3366-9627, e-mail: vieiranunes@yahoo.com.br

RESUMO

Uma máquina de lavar roupas com carga máxima de 7 kg de roupa usa aproximadamente 50 a 55 litros de água em cada ciclo de lavagem. Sendo assim, uma máquina de três ciclos (lavagem, enxágüe e amaciante) consome aproximadamente 150 litros de água na lavagem completa. Visando o reuso das águas de lavagem, também chamadas de águas cinza, que sai de uma máquina de lavar roupas, quer seja na própria lavagem ou para outros fins de reuso de água, realizamos ensaios em um reator eletroquímico aplicando-se a tecnologia de eletrocoagulação química com o objetivo, otimizar os parâmetros pH e condutividade, no sentido de se obter o máximo de remoção de DQO e turbidez.

PALAVRAS-CHAVE: Águas Cinza, Reuso de Água, Eletroflotação, Eletrocoagulação.

INTRODUÇÃO

Muitas estações de tratamento de água brasileiras encontram-se ou trabalhando acima de sua capacidade ou produzindo água com qualidade insatisfatória. Procurando suprir a demanda sempre crescente de água, mantendo sua qualidade, defronta-se com a escassez de recursos. A partir de tal constatação, faz-se necessário que se investiguem em laboratório novas tecnologias, que permitam estudar as inúmeras possibilidades de se obter água em quantidade mantendo a qualidade e custos baixos.

O presente trabalho contém estudos realizados na estação de tratamento de água de Morrinhos, em Montes Claros/Minas Gerais, a qual se encontrava trabalhando acima de sua capacidade de projeto, produzindo água decantada e filtrada com indesejáveis valores de turbidez, cor.

Para melhor entendimento da importância deste trabalho é preciso que se conscientize de que a água, como tudo na natureza, contém suas singularidades e deve, por isso, ser conhecida e tratada de maneira específica.

Assim, qualquer projeto, ampliação ou aumento na capacidade de estações de tratamento de água pode produzir resultados mais eficientes e econômicos quando precedidos de estudos de tratabilidade da água em questão, por meio da seleção de coagulantes e auxiliares de floculação adequados.

O trabalho foi executado em duas etapas. Na primeira, realizou-se em laboratório uma investigação experimental em aparelhos de floculação com reatores estáticos “jar-test”, utilizando-se sulfato de alumínio como coagulante primário (produto utilizado na maior parte das estações). Posteriormente, investigou-se o cloreto férrico como coagulante primário. Os polímeros naturais, como auxiliares de floculação, foram investigados em conjunto com os dois coagulantes. Na segunda etapa, baseando-se nos resultados obtidos na primeira, foram aplicados na estação os coagulantes e auxiliares de floculação estudados, levando-se em conta os parâmetros físicos e químicos investigados em laboratório.

Dos estudos realizados em laboratório e na estação de tratamento, concluiu-se que a seleção adequada de produtos químicos pode proporcionar não só a melhoria da qualidade da água, como também o aumento de vazão da mesma, sem que sejam necessárias paralisações prolongadas ou reformas onerosas.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG).

MATERIAIS E MÉTODOS

O aparato experimental foi montado de acordo como ilustrado na Figura 1. A o reator eletroquímico foi construído com material acrílico e dimensões 100 x 150 x 180 mm, sendo o volume útil de 1,5 litros. Utilizou-se quatro eletrodos, sendo dois cátodos e dois ânodos, em forma de placas de alumínio com dimensões iguais de 50 x 110 x 3 mm, com área superficial total de 0,04784 m² e distância entre eles de 11 mm. Os eletrodos foram conectados de forma monopolar a uma fonte de tensão (DAWER FCC-3020 D 30 V e 20 A). Em todos os experimentos aplicou-se uma tensão constante de 20 volts. A agitação foi controlada por um agitador mecânico a uma velocidade de 300 rpm. Nas filtrações foram usados papéis filtros de gramatura 80g/m².

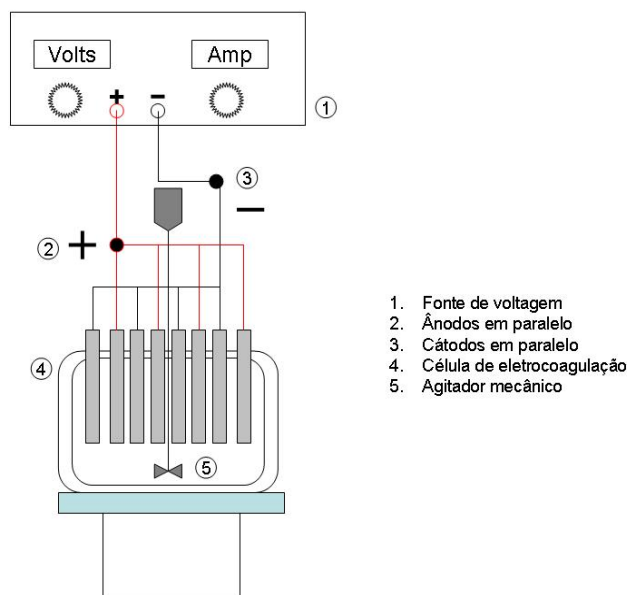


Figura 1 – Montagem Experimental

Inicialmente os experimentos foram realizados observando-se o comportamento de uma variável e mantendo-se constante as demais, em seguida mantém-se constante aquela e faz-se variar outra, até que todas estejam otimizadas no que diz respeito ao máximo de remoção do parâmetro observado (DQO ou turbidez) para cada variável estudada. Ao final do tempo estabelecido para o tratamento, foi coletada uma amostra da solução para análises de DQO e turbidez.

Após cada ensaio os eletrodos eram lavados com uma solução 2:1 de hexametileno tetramina C₆H₁₂N₄ (2,80%) e HCl (35%) para remoção de qualquer resíduo sólido na superfície dos mesmos, e em seguida lavados com água deionizada e então secos e pesados.

A remoção da DQO foi determinada a partir das características de absorbância na escala do UV/Visível ($\lambda = 600\text{nm}$) pelo método da curva de calibração utilizando um Espectrofotômetro UV/Vis. A turbidez foi determinada por meio de um turbidímetro (Hach mod. 2100P).

O cálculo da eficiência de remoção em porcentagem (ER%), após o tratamento por EC, foi determinada pela Equação (1):

$$ER(\%) = \frac{C_o - C}{C_o} \times 100 \quad \text{equação(1)}$$

onde C_o e C são respectivamente as concentrações inicial e final em mg L⁻¹.

A determinação da demanda química de oxigênio (DQO) foi realizada de acordo com o método padrão (Standart Methods 5220D) . Usaram-se como reagentes químicos uma solução de biftalato ácido de potássio, solução ácida (Ag₂SO₄ em H₂SO₄ concentrado) e solução digestora (K₂Cr₂O₇ e HgSO₄ diluídos em água). O método consiste na

redução do cromo (Cr^{+6} a Cr^{+3}) com subsequente análise através da modificação da coloração, em um espectrofotômetro. Tal processo é usualmente em um digestor (Hach, mod. 45600) a 150°C por 2h. As leituras obtidas em espectrofotômetro (Hach mod. DR 4000 UV) para as amostras digeridas são comparadas com uma curva-padrão pré-determinada.

Para ajuste do parâmetro pH usou-se ácido sulfúrico 0,1M e hidróxido de sódio 0,1M. E para ajuste da condutividade cloreto de sódio P.A.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EFEITO DA VARIAÇÃO DO PH x DQO

Avaliando a variação do pH entre 5 e 11, no tempo de 30 minutos, filtrando e analisando a DQO das amostras coletadas, considerando que a concentração inicial foi de 699,7 mg/L, obtivemos os seguintes resultados. No ensaio com pH 9, obtivemos o melhor resultado com remoção de 80,50% , com concentração final de 136,2 mg/L da DQO.

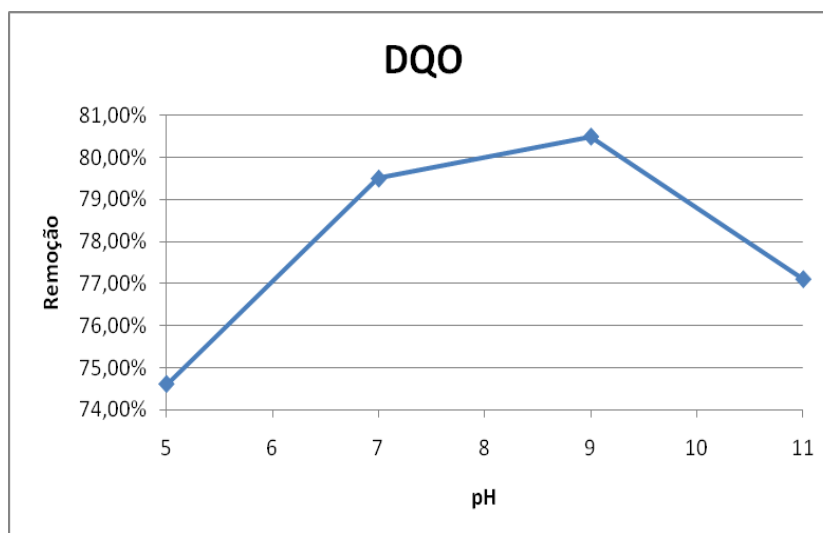


Figura 2 - Remoção de DQO com o pH.

EFEITO DA VARIAÇÃO DO PH x TURBIDEZ

Inicialmente, a turbidez medida foi de 96 NTU, após a aplicação da técnica de EC por 30 minutos, da filtração e variando o pH entre 5 e 11. No ensaio com pH 5, obtivemos a maior redução da turbidez, resultando em 7 NTU, com remoção de 92,70%.

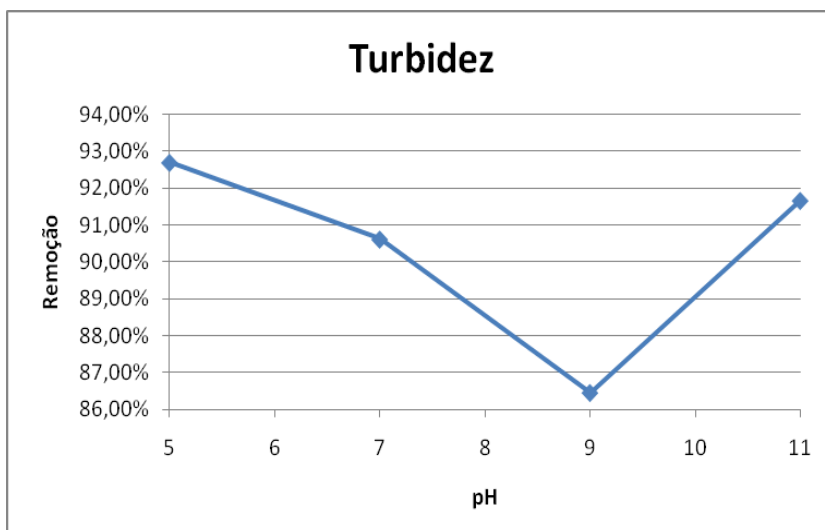


Figura 3 – Remoção da turbidez com o pH

EFEITO DA VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE x DQO

Avaliando a variação da condutividade entre 1 e 4 mS cm⁻¹, no tempo de 30 minutos e analisando a DQO das amostras coletadas, considerando que a concentração inicial foi de 699,7 mg/L, obtivemos os seguintes resultados. No ensaio com condutividade de 1 mS cm⁻¹, obtivemos o melhor resultado, uma remoção de 80,80%, com concentração final de 134,36 mg/L de DQO.

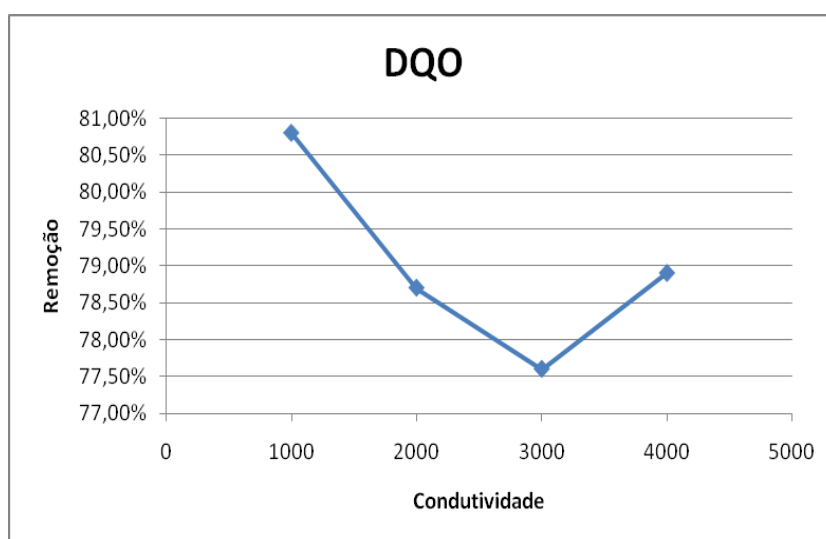


Figura 4 – Remoção da DQO com a condutividade

EFEITO DA VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE x TURBIDEZ

A Figura 5 mostra resultados da remoção de turbidez com a condutividade variando de 5 a 11, no tempo de 30 min. Inicialmente, a turbidez da amostra de água cinza era de 96 UNT, após a eletrocoagulação, obtivemos a maior remoção da turbidez, com condutividade de 1mS cm^{-1} , resultando em 9 NTU, com uma eficiência de remoção de 90,60%.

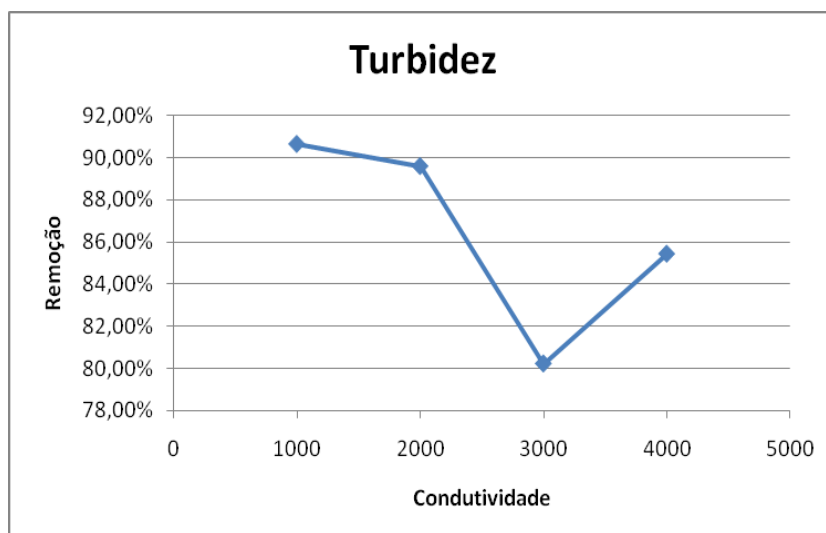


Figura 5 – Remoção da Turbidez com a condutividade

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os parâmetros como pH inicial e condutividade são variáveis importantes que afetam diretamente a eficiência da remoção.

A eletrocoagulação pode ser considerada um processo eficiente para remoção de DQO do efluente de máquina de lavar roupas, uma vez que reduz em 80,5% a DQO com pH 9 e 80,8% com condutividade de 1mS cm^{-1} , e eficiência na redução da turbidez de 92,7% com pH 5 e 90,6% com condutividade de 1mS cm^{-1} . A eficiência de remoção de DQO no pH 5 foi de 74,6% menor que no pH 9. Portanto, podemos concluir que na análise dos parâmetros operacionais num processo de eletrocoagulação para o tratamento de águas cinza de máquina de lavar roupas visando o reuso de água, os valores ótimos encontrados foram:

- pH inicial: 5;
- Condutividade: 1mS cm^{-1} ;
- Remoção de DQO: 74,6%
- Remoção de Turbidez: 92,7% com valor mínimo de 7 NTU.
- Tempo de tratamento: 30 minutos.

As condições operacionais do processo necessitam ainda de análises em relação à tempo de eletrocoagulação, velocidade de agitação, densidade de corrente e o consumo de energia de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AQUINO, S.F; SILVA, S.Q.; CHERNICHARO, C.A.L. Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (DQO) aplicado a análise de efluentes anaeróbicos. Eng. San. Amb., v. 11, nº04, p. 295-304, 2006.
2. APHA, AWWA, WPCF, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, New York (1992).
3. CONAMA (2005) Resolução nº 357. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Brasil.

4. MOLLAH, M.Y.A.; MORKOVSKY, P.; GOMES, J.A.G.; KESMEZ, M. ; PARGA, J.; COCKE, D.L. Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation. Journal of Hazardous Materials, B114, p. 199-210, 2004.