

## ENSAIO DE COAGULAÇÃO À pH NATURAL: SEMENTES DE *MORINGA OLEÍFERA* LAM E CLORETO FÉRRICO

Luís Gustavo Marcolan<sup>1</sup>  
Mirely Ferreira dos Santos<sup>2</sup>  
Bárbara Dani Marques Caetano Machado<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

O processo de tratamento de água possui várias fases sendo uma delas a etapa de coagulação/floculação. Embora os termos sejam usados como sinônimos, a coagulação consiste na etapa em que um agente químico reduz as forças que agem mantendo as superfícies em suspensão separadas, umas das outras (VAZ *et. al*, 2010). Já a floculação, segundo Paula (2004), consiste na etapa em que ocorre a agregação das partículas em suspensão por meio de forças de Van der Waals, até formarem grandes flocos que tendem a decantar.

Os sais de alumínio ou de ferro são os principais agentes inorgânicos de coagulação utilizados no tratamento de água, porém apresentam a desvantagem de produzirem grandes quantidades de lodo com íons prejudiciais à saúde humana (VAZ *et. al*, 2010).

Diante desta realidade, estudos que visem alternativas sustentáveis de tratamento de água se fazem necessários. A utilização de coagulantes naturais pode ser uma destas alternativas uma vez que podem ser produzidos no local, apresentam baixo custo financeiro e fornecem resultados positivos no tratamento de água de baixa qualidade além de apresentarem vantagens sobre os coagulantes inorgânicos quanto à biodegradabilidade, baixa toxicidade e produção de lodos residuais (BARBOSA, 2016).

A *Moringa oleífera* Lam é uma árvore de pequeno porte, nativa do norte da Índia, pertencente à família *Moringaceae*, que se adapta a uma ampla faixa de solos, é tolerante à seca (CARDOSO *et. al*, 2008) e cujas sementes possuem propriedades coagulantes (BARBOSA, 2016). Há diversos trabalhos que revelam a capacidade das sementes de *Moringa* de removerem partículas suspensas em meio aquoso, a citar Muyibi e Evison (1994), Borba (2001), Vaz *et. al* (2010) entre outros.

Objetivou-se com o presente estudo comparar a capacidade de remoção de partículas suspensas na água do Rio Negro utilizando-se as sementes de *Moringa oleífera* Lam e o cloreto férrico como agentes coagulantes, a pH natural da fonte.

A metodologia adotada se baseou no roteiro simplificado descrito por Pinto (2006) para o uso das sementes de *Moringa oleífera* e para o cloreto férrico. As amostras foram enviadas para análise em laboratório especializado.

Verificou-se que as sementes de *Moringa* apresentaram resultados superiores aos do cloreto férrico no pH das amostras, porém mais estudos necessitam ser realizados para se

<sup>1</sup> Docente EBTT de Química do Instituto Federal do Amazonas - IFAM, [luis.marcolan@ifam.edu.br](mailto:luis.marcolan@ifam.edu.br);

<sup>2</sup> Docente EBTT de Enfermagem do Instituto Federal de São Paulo - IFSP, [mirelyferreira05@gmail.com](mailto:mirelyferreira05@gmail.com);

<sup>3</sup> Docente EBTT de Recursos Florestais do Instituto Federal do Amazonas - IFAM, [barbara.caetano@ifam.edu.br](mailto:barbara.caetano@ifam.edu.br);

determinar a melhor metodologia de tratamento de água para ambos os coagulantes e se fazer as comparações desejadas.

## **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

A área de estudo localiza-se no município de São Gabriel da Cachoeira, pertencente ao estado do Amazonas, Brasil. As amostras de água foram coletadas em diferentes pontos do Rio Negro e analisadas antes e após os tratamentos com os coagulantes. O experimento foi conduzido no Laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *campus* São Gabriel da Cachoeira.

As amostras tratadas com as sementes de *Moringa oleífera* L. tiveram como referência a metodologia de roteiro simplificado de como tratar a água com as referidas sementes, descrita por Pinto (2006). De modo semelhante, optou-se por se utilizar a mesma metodologia de Pinto (2006) para os tratamentos que utilizaram o cloreto férrico, fazendo-se adaptações na sua concentração apenas. Após o fim da decantação, as amostras foram armazenadas sob refrigeração e enviadas para um laboratório especializado, localizado em outro município, onde foram analisadas.

## **DESENVOLVIMENTO**

O mecanismo de coagulação promovido pelos sais de ferro é baseado na baixa solubilidade de seus hidróxidos. Quando os sais de ferro se dissolvem no meio aquoso, tendem a reagir neutralizando as cargas negativas presentes na água ao passo que também dão origem a hidróxidos de ferro. Estes hidróxidos precipitam por serem insolúveis, fato que permite o uso dos sais de ferro como agente coagulante numa ampla faixa de pH (VAZ *et. al*, 2010).

Já o processo de coagulação provocado pela semente de *Moringa oleífera* se assemelha ao mecanismo de coagulação promovido por polieletrólitos (DAVINO, 1976). Os polieletrólitos possuem grandes cadeias moleculares ricas em sítios de cargas positivas e negativas que conseguem adsorver as partículas em suspensão na água. Deste modo, não há reação, trata-se apenas de uma interação eletrostática que praticamente independe de valores de pH do meio (BORBA, 2001).

Os sítios positivos e negativos provenientes das sementes de *Moringa* se devem à presença de proteínas solúveis em que há pelo menos seis polipeptídios formados por vários aminoácidos (JAHN, 1998). Quando estes começam a agregar os sólidos suspensos na água, dá-se início ao processo de floculação (SCHWARZ, 1996).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O município de São Gabriel da Cachoeira é banhado pelas águas do Rio Negro, que possui tonalidade escura devido à riqueza de matéria orgânica dissolvida em seu interior, principalmente de substâncias húmicas (ZEIDEMANN, 2001). Logo a cor, a turbidez e o pH são parâmetros afetados pela presença destas substâncias que tornam o consumo direto da água do rio inadequada para a população. A média da análise das amostras brutas para cor aparente, turbidez e pH revelaram os valores 141,67 UI, 1,96 NTU e 3,67 respectivamente.

Como este trabalho visa estudar o desempenho de coagulação/floculação provocado pelos diferentes coagulantes na água do Rio Negro, optou-se em trabalhar no pH natural das amostras brutas.

Os melhores resultados para remoção da cor e da turbidez ocorreram com o uso das sementes de *Moringa oleifera* L. com redução de 85,8% da cor e 26% da turbidez, em média. Em um estudo semelhante com as sementes de *Moringa*, Borba (2001) conseguiu remover 96,20% da cor e da turbidez das águas do Rio Taperoá, no município de São João do Cariri. Em outro trabalho, Muyibi e Evison (1994) também obtiveram altos rendimentos na remoção da turbidez, na ordem de 80 a 99,5%. Comparando-se os resultados deste trabalho com os trabalhos citados, acredita-se que o baixo desempenho das sementes de *Moringa* na remoção da turbidez das amostras analisadas se deve ao tempo de envio para o laboratório especializado, localizado em outro município, pois se observou que a evolução do tempo favorecia a decomposição da matéria orgânica proveniente das sementes que, conseqüentemente, podem ter crescido algum grau de turbidez às amostras enviadas.

Já o tratamento com o cloreto férrico apresentou aumento de 35,6% da cor e 43,7% da turbidez, em média. Acredita-se que como houve um aumento nos parâmetros da cor e da turbidez das amostras, parte do cloreto férrico não participou da reação permanecendo na solução em excesso. Segundo Vaz *et. al* (2010), quando isto ocorre, os íons de ferro conferem uma coloração turva e amarelada à água, dependendo de sua concentração. Característica esta que foi observada nas amostras estudadas.

Estudos desenvolvidos por Santos (2001) demonstraram que o cloreto férrico apresentou índices de remoção de turbidez de esgoto sanitário maiores que 96% com pH entre 6 e 7. Vaz *et. al* (2010) obtiveram remoção de 31,57% de cor e 95,27% da turbidez estudando um efluente de galvanoplastia com pH de 6,45. Com base nestes estudos, uma possibilidade é que o pH ácido das amostras não proporcionaram um ambiente propício à formação dos hidróxidos de ferro para que houvesse a redução da turbidez e da cor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de *Moringa oleifera* L. apresentaram resultados superiores aos do cloreto férrico, revelando-se como um potencial recurso alternativo para o tratamento das águas do Rio Negro no pH natural da fonte. No entanto, percebe-se a necessidade de se realizar mais estudos que determinem os melhores parâmetros de concentração, pH, tempo de agitação e de decantação afim de se estabelecer uma metodologia mais apropriada para o tratamento das águas da região.

Por outro lado, o cloreto férrico apresentou resultados negativos não sendo capaz de reduzir nem a cor, nem a turbidez das águas do Rio Negro. Conclui-se, portanto, que mais estudos necessitam ser desenvolvidos para se determinar uma melhor metodologia de tratamento de água com o coagulante inorgânico ou se identificar sua ineficiência no tratamento de águas naturalmente ácidas.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, H. S. Tratamento de água de um açude na cidade de Surubim-PE com sementes de *Moringa oleifera*. 2016. 32 f. **Monografia** (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Faculdade da Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico, Caruaru, 2016.
- BORBA, L. R. Viabilidade do uso da *Moringa oleifera* Lam no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades. 2001. 96 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)- Universidade Federal da Paraíba, Fortaleza, 2001.

CARDOSO, K. C.; BERGAMASCO, R.; COSSICH, E. S.; MORAES, L. C. K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação de água bruta por meio da Moringa oleífera Lam. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 02, p. 193-198, Maringá, 2008.

DAVINO, F. **Tecnologia de tratamento de água: água na indústria**. Rio de Janeiro: Almeida Neves, 1976. 251 p.

JAHN, S. A. A. Using Moringa seeds as coagulant in developing countries. **Journal of the American Water Works Association**, v. 06, p. 43-50, 1998.

MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. **Moringa oleifera seeds for softening hardwater**. Newcastle: University of Newcastle upon Tyne, 1994.

PAULA, S. L. Clarificação do extrato aquoso de Stevia Rebaudiana (Bert.) Bertoni, utilizando polímeros naturais. 2004. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade de Maringá, Maringá, 2004.

PINTO, N. O.; HERMES, L. C. **Sistema simplificado para melhoria da água consumida nas comunidades rurais do semi-árido do Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 47 p.

SANTOS, H. R. Aplicação de coagulantes no afluente de reator anaeróbio de efluente expandido alimentado com esgoto doméstico. 2001. 129 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

SCHWARZ, D. **Water clarification using Moringa oleifera**. Berlin: Gate Information Service, 1996.

VAZ, L. G. L.; KLEN, M. R. F.; VEIT, M. T.; SILVA, E. A.; BARBIERO, T. A.; BERGAMASCO, R. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia. **Eclética Química**, São Paulo, v.35, n.04, p. 45-54, 2010.

ZEIDEMANN, V. K. **Florestas do Rio Negro**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001. 344 p.