



# TRATAMENTO DE ÁGUAS COM COAGULANTE CONVENCIONAL E COAGULANTE ALTERNATIVO

Lilian de Souza Fermino<sup>1</sup>, Rosa Maria Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Maringá-PR. Bolsista PIBIC/Fundação Araucária-UniCesumar. lilianfermino@outlook.com

<sup>2</sup>Orientadora, Doutora, Docente do Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI)

## RESUMO

Segundo a OMS, metade da população mundial não tem acesso ao saneamento básico, levando a problemas socioeconômicos, como a falta de água potável e a proliferação de doenças. Com isso o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de água que sejam acessíveis a esse público alvo é de extrema relevância. Atualmente, no processo de tratamento de águas, o composto mais utilizado como coagulante nas estações de tratamento é o de Sulfato de Alumínio, que apresenta bons resultados na remoção de turbidez e cor da água bruta. Entretanto, estudos apontam que sua deposição no organismo humano pode acarretar em sérios danos a saúde, como o desenvolvimento de doenças, entre elas, o Mal de Alzheimer. Assim, este projeto se propôs a fazer um estudo paralelo entre o coagulante sulfato de alumínio e um alternativo, extrato de sementes de *Moringa oleífera* (MO). A eficiência de ambos foi avaliada por meio da medida de turbidez e cor das amostras. A moringa mostrou ser a mais eficiente, com remoções de Turbidez de 94% e 92% para cor, valores próximos aos de potabilidade (Portaria 2914/2011), sendo uma ferramenta acessível a pequenas comunidades, e não fornece qualquer tipo de ameaça ao organismo humano.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Moringa oleífera*; recursos hídricos, sulfato de alumínio.

## 1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de águas para uso direto está escasseando dia após dia em toda parte. Isto se deve principalmente à explosão demográfica, à contaminação dos mananciais, ao seu uso irracional e à degradação das matas naturais (RIBEIRO, 2005). A Comissão Mundial para a Água no século XXI alerta que até 2025 a necessidade de água será 17% a mais que o total disponível na atualidade. E se mudanças não forem feitas, a demanda será 56% superior à disponibilidade atual, segundo a ABES (2000). Esta mudança envolve o respeito ao meio ambiente, uso racional da água, seu gerenciamento e tecnologias para o tratamento das águas para uso direto.

Existe a cada dia, uma crescente corrente de que a saúde humana está diretamente relacionada com a preservação do meio ambiente. A declaração da Rio 1992 sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Agenda 21, já reconheceram que a proteção e a conservação ambiental são requisitos essenciais para a saúde humana e o desenvolvimento sustentável, já que, segundo Franco e Cantusio Neto (2002) a água é um dos maiores veículos de contaminação humana; um veículo de doenças parasitárias e infecciosas, aumentando a frequência de moléstias crônicas. Estas moléstias geralmente estão relacionadas com matéria fecal, detectadas pela presença de coliformes e/ou, da bactéria *Escherichia coli* (*E coli*).

A presença desses patógenos na água de um rio significa que este recebeu esgoto (material fecal), sendo imprópria para consumo, necessitando de tratamento para sua depuração.



A tecnologia usual de tratamento de águas envolve geralmente o processo químico da coagulação com sais de ferro ou alumínio, seguido da sedimentação, da filtração e da desinfecção com cloro. Segundo Schneider (2001), a combinação dos tratamentos objetiva a remoção dos patogênicos.

O coagulante químico para tratamento de águas mais empregado no Brasil é o sulfato de alumínio, devido apresentar uma alta eficiência na remoção de sólidos e por ter um custo acessível. Um problema é a formação de flocos de alumínio, que quando depositados no solo, pode afetar a sanidade desse. Segundo Martyn et al. (1989), apud Lo Monaco (2010), elevadas concentrações de alumínio no meio ambiente podem ser causa de problemas à saúde humana. Também o remanescente desse em águas, causa problemas na saúde, podendo, por exemplo, acelerar o processo degenerativo do Mal de Alzheimer.

Neste contexto, os coagulantes naturais apresentam-se como uma alternativa viável, destacando-se a semente da *Moringa oleífera* (MO), já que vários estudos laboratoriais desta com águas brutas, têm mostrado que suas sementes possuem propriedades coagulantes efetivas e que elas não são tóxicas a humanos e animais (Ndabigengesere et al. 1995), sendo bastante eficientes não somente na remoção de turbidez e microrganismos, como também no condicionamento do lodo (Muyibi & Evison, 1995).

Segundo Von Sperling (1995), com exceção dos gases dissolvidos, todos os contaminantes contribuem para a carga de sólidos. Estes podem ser classificados de acordo com suas características físicas (sólidos em suspensão, coloidais e dissolvidos), e de acordo com suas características químicas (Sólidos orgânicos ou inorgânicos).

Assim, este projeto se propôs a fazer um estudo paralelo entre 2 coagulantes: o convencional sulfato de alumínio e o alternativo, extrato de sementes de *Moringa oleífera*. Foram otimizadas as dosagens dos dois coagulantes e a eficiência foi avaliada por meio da medida da turbidez e de cor das amostras que foram analisadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas em um laboratório de engenharia química, da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O primeiro procedimento foi analisar alguns parâmetro da água bruta coletada, como cor, turbidez e pH.

Após, se iniciou os testes com o coagulante alternativo, a semente de *Moringa oleífera* (MO), que foi tritura em liquidificador, fazendo pequenas pulsões até se obter um pó da semente. Pesou-se 1 grama de semente de moringa triturada e diluiu-se em 100 ml de água destilada, e foi agitada por 15 min, sendo filtrada em seguida. Então foi calculado a dosagem da solução de moringa, para cinco amostras de água bruta. Em cada amostra de 400 ml de água bruta, a solução foi separada nas seguintes concentrações: 10 ppm : 0,4 ml; 15 ppm: 0,6 ml; 20 ppm: 0,8 ml; 25 ppm: 1,0 ml; e 30 ppm: 1,2 ml, e despejadas ao mesmo tempo em sua respectiva amostra.

O mesmo procedimento foi feito com a solução convencional de coagulante convencional, o sulfato de alumínio( $Al_2SO_4$ ).

Pesou-se 1 grama de sulfato de alumínio para 500 ml de água destilada, e suas concentrações ficaram:

- amostra 1: 10 ppm:(2 ml); amostra 2: 15 ppm (3ml); amostra 3: 20 ppm (4ml); amostra 4: 25 ppm: (5 ml). Todas dissolvidas para cada 400 ml de água bruta.

Assim, as amostras tratadas foram numeradas de 1 a 4, de acordo com a concentração da solução da MO.



Em ambos os coagulantes, as amostras eram misturadas em Jar test, onde, após a adição da solução do coagulante, permanecia a 100 rpm por 2 min, e 40 rpm por 20 min. Isto para cada dosagem/teste. Para cada amostra foi avaliado os parâmetros, turbidez, cor e pH.

Além disso, a obtendo-se a melhor solução ótima de coagulante, foi verificada a sedimentação dos sólidos presentes na amostra.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes foram realizados para a otimização da melhor concentração do coagulante MO. Pode-se confirmar que se tratando de uma semente, a mesma tem uma coloração característica, introduzindo concentrações na turbidez e na cor da água a ser tratada, o que dificultou o acerto das melhores concentrações para a retirada da cor e turbidez.

A Tabela 1 ilustra essa dificuldade, onde ao se trabalhar com a MO, parte-se de alta turbidez e alta cor, inerentes da própria semente da MO, como exposto na tabela 1.

**Tabela 1:** Caracterização dos coagulantes alternativo (MO) e convencional ( $Al_2SO_4$ )

Parâmetros	MO	$Al_2SO_4$
Turbidez (NTU)	315	1
Cor (U.H)	4950	2
pH	6.552	4.2

Esta tabela 1 mostra que a MO já tem em sua essência um valor bastante expressivo de cor e turbidez, que à princípio se leva a uma rejeição natural do emprego da MO como coagulante para remoção de cor e turbidez.

As amostras das águas tratadas com a MO e com o  $Al_2SO_4$  estão expostas na tabela 2, onde também estão os mesmos parâmetros para amostra da água bruta, resultados da remoção dos parâmetros cor, turbidez e pH.

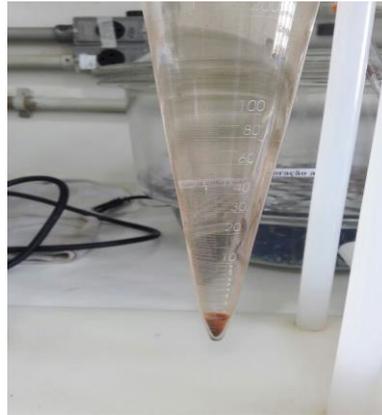
**Tabela 2:** Comparativo das remoções de cor e turbidez com a MO e o  $Al_2SO_4$

Parâmetros	Água Bruta	Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 04	
		MO	$Al_2SO_4$	MO	$Al_2SO_4$	MO	$Al_2SO_4$	MO	$Al_2SO_4$
Turbidez (NTU)	157	15	99	10	66	8	27	10	22
Cor (U.H)	260	40	300	34	296	27	276	28	176
PH	8.14	8.11	7.51	8.12	7.77	8.12	7.79	8.19	7.774

Como pode ser constatado na Tabela 2, o uso do coagulante  $Al_2SO_4$ , nas concentrações especificadas, obteve valores inexpressivos de remoção de cor e turbidez das amostras tratadas.

Já com o emprego da MO, obtiveram-se uma expressiva remoção da Turbidez e cor da amostra bruta em praticamente todas as amostras. Segundo Ndabigengesere et al.(1995) a semente de moringa é composta por uma grande quantidade de proteína, e a porção ativa deste coagulante está ligada justamente à presença de uma proteína catiônica carregada positivamente com peso molecular elevado, que desestabiliza as partículas que estão presentes na água e coagula os coloides.

Os melhores resultados foram com a amostra 3, em torno de 90% de remoção de turbidez (de 157 para 8 NTU) e do cor (de 260 para 27). A sedimentação desta amostra, resultando um líquido praticamente transparente, está exposta na figura 1.



**Figura 1:** Concentração de sólidos sedimentáveis usando coagulante de *Moringa Oleifera*.

Porém, à medida que se aumentou a concentração da MO, vide amostra 4, a eficiência de remoção dos parâmetros cor e turbidez decaiu. Segundo Ghebremichael et al.(2005), esse aumento acontece pelo fato de o extrato da MO ter alta concentração de matéria orgânica, em nutrientes e em vitaminas, podendo interferir no processo de coagulação/floculação, conseqüentemente aumentando os valores de matéria orgânica, cor e turbidez.

E estudos laboratoriais da MO com águas brutas têm mostrado que suas sementes possuem propriedades coagulantes efetivas e que elas não são tóxicas a humanos e animais (Ndabigengesere et al. 1995).

Segundo Muyibi & Evison (1995) soluções da MO são eficientes, não somente na remoção de turbidez e microrganismos, como também no condicionamento do lodo.

Em relação ao coagulante  $Al_2SO_4$  Sulfato de Alumínio, constata-se que com o aumento gradativo das suas concentrações, aumenta-se também a sua eficiência na remoção de turbidez e cor. Assim, para uma eficiência desse coagulante químico, necessário se faz a concentração mais intensiva deste, o que pode intensificar os problemas, quando de residuais deste em tratamentos de águas; segundo Lo Monaco (2010), elevadas concentrações de alumínio no meio ambiente podem ser causa de problemas à saúde humana.

E, em relação aos valores de pH, não houve muitas oscilações, para ambos os coagulantes.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhando-se com concentrações idênticas, o coagulante *Moringa Oleifera*, M O apresentou melhores resultados de remoção de cor e turbidez, quando comparados ao sulfato de alumínio-  $Al_2SO_4$ , em todas as amostras analisadas.

As amostras trabalhadas com a MO ficaram bastante próximas aos valores de Potabilidade, nos parâmetros cor e turbidez, exigidos pela Portaria 2914/2011 (Turbidez: 5 NTU e Cor: 15 U.H).

Os valores de pH ficaram dentro dos valores exigidos: 6,0 a 9,5.

Apesar de que neste trabalho se comprovou haver cor inerente da M O, esta parece não ter influenciado nos resultado final, pois houve redução de cor das amostras tratadas com a M O. Importante para a efetivação desses resultados, é a busca pelo ponto ótimo da concentração deste coagulante natural, pois constatou-se que esse coagulante tem uma faixa ótima de atuação, que deve ser determinada e, a partir de um ponto, sua eficiência passa a decair.



Assim, este projeto comprovou a eficiência do coagulante natural MO para a remoção de cor e turbidez de águas, ficando as mesmas bem próximas a águas potáveis, sendo uma ferramenta acessível a pequenas comunidades, pois é uma planta que pode ser cultivada.

E, a MO, além de natural, é biodegradável e não fornece qualquer tipo de ameaça ao organismo humano.

## REFERÊNCIAS

ABES PARANÁ, 2000. **Informativo da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Seção Paraná, n. 28, setembro de 2000.

BRASIL. *Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde*. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

GHEBREMICHAEL, K. A.; GUNARATNA, K. R.; HENRIKSSON, H.; BRUMER, H.; DALHAMMAR, G. **A simple purification and activity assay of the coagulant protein from *Moringa oleifera* seed**. *Wat. Res*, v. 39, p. 2338–2344, 2005.

LO MONACO, P. A. V.; MATOS, A. T.; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. S.; SARMENTO, A. P. **Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias**. *Ambi-Água*, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 222-231, 2010

MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. **Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with *Moringa Oleifera* seeds**. *Water Resources*, Fenix, v. 29, n. 12, p. 2689-2695, 1995.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v.01. Minas Gerais: ABES, 1995.

NDABIGENGESERE, A. et al. **Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera***. *Water Res.*, New York, v. 29, n. 2, p. 703-710, 1995.

RIBEIRO, R.M. et al., 2005. **Drinking waters by using Polymeric Membranes**. Anais 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering- 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering

SCHNEIDER, R.P., TSUTIYA, M.T., **Membranas filtrantes para o tratamento de água, e Esgoto e a Água de reúso**, ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Capítulo Nacional da AIDIS, São Paulo, 234 p. 2001.