

**Utilização do extrato de semente de *Moringa Oleífera* como coagulante natural no tratamento de água**

*Use of Moringa Oleífera seed extract as a natural coagulant in water treatment*

Victória Ribeiro Collato (1); Monalisa Franco (2)

(1) *Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Anhembi Morumbi, viccollato@gmail.com*

(2) *Professora Doutora, Departamento de Engenharia, Universidade Anhembi Morumbi, monalisa.franco@anhemi.br*

**Resumo**

Este trabalho experimental foi desenvolvido para avaliar a substituição do Sulfato de Alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) como coagulante pela semente de *Moringa Oleífera* no tratamento de água convencional. Para isso, utilizou-se como efeito comparativo os parâmetros: cor aparente, turbidez, condutividade e pH. Na amostra a ser testada, a bentonita serviu para aumentar o índice de turbidez e demais padrões para determinação de remoção e alterações. A solução mãe de *Moringa Oleífera* foi preparada e volumes medidos para que obtivessem respectivamente concentrações de 600 mg/L, 700 mg/L e 800 mg/L. Após adicionadas a água bruta no Jar-Test e período de sedimentação de 1 hora, notou-se que os resultados aferidos estão compatíveis com o Ministério da Saúde nos quesitos de cor aparente, turbidez e condutividade. Ao comparar os resultados com Sulfato de Alumínio, foi possível observar que a substituição é válida e apresenta alta eficiência para coagulante.

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

**Abstract**

This experimental work was developed to evaluate the replacement of Aluminum Sulfate ( $Al_2(SO_4)_3$ ) as coagulant by *Moringa Oleifera* seed in conventional water treatment. For this, the following parameters were used as a comparative effect: apparent color, turbidity, conductivity and pH. In the sample to be tested, bentonite served to increase the turbidity index and other standards for determining removal and alterations. The mother solution of *Moringa Oleifera* was prepared and volumes measured to obtain concentrations

of 600 mg/L, 700 mg/L and 800 mg/L respectively. After adding the raw water in the Jar-Test and a sedimentation period of 1 hour, it was noted that the measured results are compatible with the Ministry of Health in terms of apparent color, turbidity and conductivity. When comparing the results with Aluminum Sulfate, it was possible to observe that the substitution is valid and presents high efficiency for coagulant.

Keywords: coagulant, water treatment, turbidity.

## **1. INTRODUÇÃO**

A água é o componente fundamental para a vida humana, desta forma, gerou-se a necessidade de criação dos padrões aceitáveis para distribuição com qualidade e tornou-se direito civil. Caso não ocorra o tratamento de água, existirá a proliferação de doenças afetando diretamente a comunidade (SILVA, 2017). Com isso, existe preocupação de geração de formas alternativas de tratamento de água visto que parte da população brasileira não há acesso ao tratamento de água convencional para consumo conforme determinado Ministério da Saúde na Portaria Nº 888, de maio de 2021 (LIMA, 2016).

O SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento informa que 35 milhões de brasileiros não tinham acesso a água tratada até 2020, isto correspondem a 84% da população com abastecimento convencional. Portanto, existe importância no desenvolvimento de opções de sistemas mais simples para auxiliar nas regiões carentes de tratamento convencional (OLIVEIRA, 2020).

Os coagulantes são utilizados para redução de cor e lodo de forma química, convencionalmente com a utilização do sulfato de alumínio. No entanto, a substituição natural se tornou opção de mais fácil acesso, de baixa toxicidade. Desta forma, estudos já apontam resultados positivos com a utilização de plantas e sementes por apresentarem proteína catiônica com peso molecular que geram flóculos. Os resultados contam com índices aceitáveis de remoção, como a *Moringa Oleífera* de resultados entre 60% e 90% (BALLESTRIN, 2021).

Esta planta é nativa da Índia e está na família das *Moringaceae*. Apresenta adaptação em regiões de climas quentes, não há resistência negativa em solos e adaptação em baixos

níveis de chuva. Sendo assim, opção de fácil acesso e cultivo para localidades do Brasil que não contempla com o acesso ao tratamento (HAETINGER, 2017).

Há utilização do sulfato de alumínio na estação de tratamento de água (ETA) (CLETO, 2008), devido a suas características de provocar suspensões em coloides e garantir a retirada de partículas. No entanto, na distribuição final há presença de Alumínio, o qual não é retirado em outra etapa de tratamento e sendo direcionada para consumo humano (BALLESTRIN, 2021). A Associação Brasileira de Alumínio confirma que há relação do Alumínio no desenvolvimento de doenças degenerativas, podendo expor a saúde humana principalmente no consumo de água potável devido aos coagulantes utilizados e também de não ser uma opção sustentável (SILVA, 2017).

Parte da população brasileira não possui acesso ao tratamento de água de qualidade visto a falta de investimento no saneamento básico e a dificuldade de implantação em regiões afastadas (LIMA, 2016). O estudo de formas alternativas de tratamento de água para acessibilidade tem sido realizado de diversas proporções e para igualar a utilização humana de acordo com os padrões da qualidade da água imposto pela Portaria 888/2021 pelo Ministério da Saúde (OLIVEIRA, 2018).

No tratamento de água convencional existem etapas a serem cumpridas para que o produto final esteja de acordo com as diretrizes da Portaria. Este inicia-se com a captação da água bruta e através de bombas são levadas até o primeiro gradeamento onde serão retirados os resíduos sólidos de tamanhos maiores. Após isto, direcionam ao tanque que será realizada a adição do sulfato de alumínio para que ocorra a coagulação e aglutinação das partículas menores presentes na água. Submetida posteriormente a agitação mecânica, há formação de flocos no qual será decantada para o fundo do tanque para limpeza (MICHELAN, 2019)

Figura 1 - Fases do tratamento de água

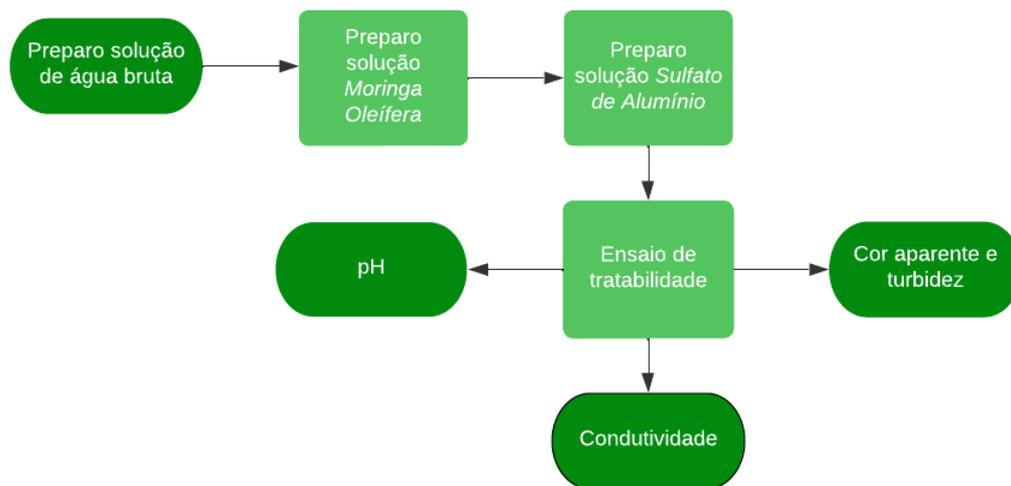


A alternativa da semente de *Moringa oleífera* se deu em vista da dificuldade na acessibilidade ao tratamento de água convencional regiões afastadas (SILVA, 2017). Desta forma, o desenvolvimento orgânico com a utilização resultou cenário otimista da característica molecular em sua capacidade de desestabilizar partículas presentes na água, conferindo a capacidade de atuação na coagulação e floculação (OLIVEIRA, 2018). Além disso, a semente apresenta baixo custo de investimento e facilidade no plantio.

## 2. METODOLOGIA

Utilizou-se o laboratório de química da Universidade Anhembi Morumbi para realização das análises da eficiência da Moringa como coagulante, durante cinco dias de experimentos. O fluxograma abaixo demonstra a metodologia seguida para os ensaios:

Figura 2 – Metodologia análise do coagulante



### 2.1. Preparo solução água bruta

Para o preparo da solução utilizou-se a concentração de 400 mg/L. Mediu-se 5,2 gramas para 13 litros de água destilada. Para que ocorresse a dissolução total, as medidas de bentonita foram divididas em dois béqueres e completadas com 1 litro e manteve-se em agitação no Jar-Test até que não fossem observadas partículas que não foram dissolvidas. Após isso, completou-se em balde de 15 litros o volume faltante. (ARANTES, 2010).

## **2.2. Preparo solução *Moringa Oleífera***

Retirou-se a casca para obtenção apenas do conteúdo da semente e triturou-se no mixer até a consistência de pó. Para que a moringa seja totalmente dissolvida na água é necessário a peneiração, utilizou-se a peneira de 0,8 mm e mediu-se 7,5 g. Após isso, peneirou-se novamente em 0,150 mm com volume de 150 ml e manteve-se em agitação magnética por 1 minuto. Para esta medida, considerou-se a relação de massa e volume (OLIVEIRA, 2018).

Imagem 1 – Semente *Moringa Oleífera*



Fonte: próprio autor, 2022.

## **2.3 Preparo solução *Sulfato de Alumínio* ( $Al_2(SO_4)_3$ )**

Para comparação de eficiência, utilizou-se 5 gramas de Sulfato de Alumínio e inseriu-se com auxílio de proveta 500 ml de água destilada. Para dissolução total, manteve-se em agitação magnética durante 1 minuto (PEREIRA, 2015).

## **2.4 Ensaio de tratabilidade**

Para os ensaios, utilizou-se três concentrações: 600 mg/L, 700 mg/L e 800 mg/L e respectivamente os volumes 12 ml, 14 ml e 16 ml. Estes foram adicionados em 6 jarros (concentrações duplicadas) em 1 L de água bruta. Após adição, manteve-se em agitação

no Jar-Test em 67 rpm por 30 segundos, 20 rpm por 15 minutos e descanso inicial por 1 hora. (ARANTES, 2010).

Imagem 2: Água bruta no Jar-Test.



Fonte: próprio autor, 2022.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Água bruta

Em função do objetivo de comprovação da metodologia através da utilização da *Moringa Oleífera*, mediu-se os padrões a serem analisados na água bruta para as respectivas conferências:

**Tabela 1: Medições água bruta**

Padrão	Medição
pH	6,4
Condutividade	47,5 $\mu$ S
Turbidez	146 NTU
Cor Aparente	280 mg Pt Co/L

Considerando os valores informados acima, comprova-se que a água bruta está fora do padrão considerado pelo Ministério da Saúde para utilização, sendo assim própria para tratamento a ser implantado.

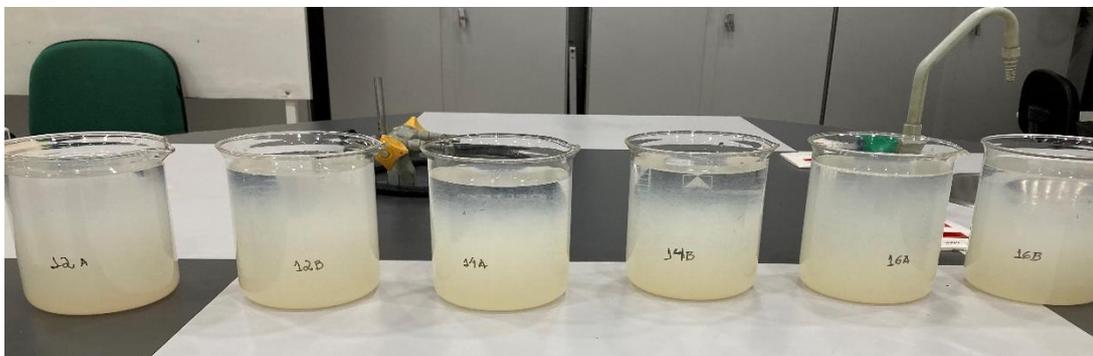
**Tabela 2: Padrões Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021**

Padrão	Medição
pH	6,0 - 9,5
Condutividade	-
Turbidez	5 NTU
Cor Aparente	15 mg Pt Co/L

### 3.2 *Moringa Oleífera*

Após o preparo da solução mãe de *Moringa Oleífera*, separou-se duplicadamente as concentrações e inseriu-se na agitação Jar-Test. A partir da adição das soluções do coagulante, foi possível analisar a formação de flóculos nos jarros em grandes quantidades.

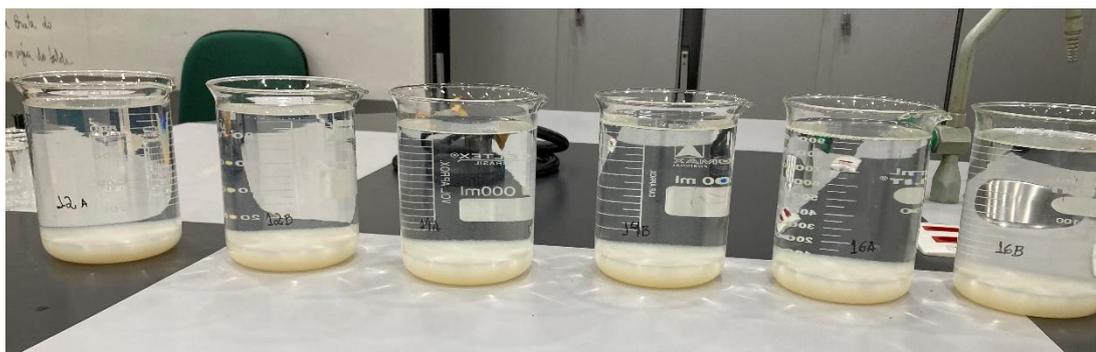
Imagem 3: Sedimentação após Jar-Test.



Fonte: próprio autor, 2022.

Para a retirada das primeiras amostras após 1 hora de repouso para sedimentação dos flóculos, observou-se que a água bruta apresentava característica transparente e com conteúdo sedimentado.

Imagem 4: 1 hora de sedimentação com *Moringa Oleífera*.



Fonte: próprio autor, 2022.

De acordo com a Tabela 3, foram observados em 1 hora de sedimentação redução na turbidez entre 87,4% e 99,73% e cor aparente em 97,5%. Houve aumento da condutividade que mostra o aumento de sais minerais dispersos e alterações no pH que poderá ser corrigido posteriormente para enquadrar-se nos padrões de consumo conforme já realizado no tratamento convencional de água.

**Tabela 3: Resultados - Repouso 1 hora**

Padrão	12A	12B	14A	14B	16A	16B
pH	10,12	10,09	9,89	10,01	9,88	9,96
Condutividade ( $\mu$ S)	65,7	54,4	57,2	56,6	57,8	57,5
Turbidez (NTU)	20,00	17,10	0,89	0,97	0,40	0,52
Cor Aparente (mg Pt Co/L)	7	6	0	0	0	0

Para comprovação da redução em intervalos diferentes de sedimentação, analisou-se após 1 hora e 30 minutos. Conforme abaixo, houveram resultados mais positivos diante os padrões de interesse:

**Tabela 4: Resultados - Repouso 1 hora e trinta minutos - *Moringa Oleífera***

Padrão	12A	12B	14A	14B	16A	16B
pH	9,98	10,01	9,87	9,94	9,85	9,93
Condutividade ( $\mu$ S)	62,4	53,9	56,4	55,9	57,1	57,2
Turbidez (NTU)	18,80	14,20	0,77	0,85	0,36	0,41
Cor Aparente (mg Pt Co/	10	8	1	1	1	1

### 3.3 – Sulfato de Alumínio

Nas análises do Sulfato de Alumínio em repouso por 1 hora, notou-se redução também na turbidez de 92,06% e 98,65% e cor aparente para 0 mg Pt Co/L.

Imagem 4: 1 hora de sedimentação com *Sulfato de Alumínio*.



Fonte: próprio autor, 2022.

**Tabela 5: Resultados - Repouso 1 hora - Sulfato de Alumínio**

Padrão	12A	12B	14A	14B	16A	16B
pH	4,59	4,71	4,77	4,69	4,6	4,59
Condutividade ( $\mu\text{S}$ )	118,2	132,4	143	144,5	160,5	158,11
Turbidez (NTU)	11,60	2,30	5,80	6,30	2,40	1,98
Cor Aparente (mg Pt Co/)	0	0	0	0	0	0

Os resultados apontam ainda mais próximos comparando os dois coagulantes em redução de turbidez e cor aparente. Para condutividade e pH, ambos estão distintos em vista das características químicas em contato com água bruta, como por exemplo o teor de acidez após a dissociação do Sulfato de Alumínio e disposição de sais minerais.

Para efeito comparativo, repetiu-se os testes considerando 1 hora e 30 minutos para o Sulfato de Alumínio respectivamente:

**Tabela 6: Resultados - Repouso 1 hora e 30 minutos- Sulfato de Alumínio**

Padrão	12A	12B	14A	14B	16A	16B
pH	4,84	4,77	4,62	4,63	4,57	4,57
Condutividade ( $\mu\text{S}$ )	131,6	129,8	142,9	146,2	159,3	162,9
Turbidez (NTU)	1,98	0,91	3,90	0,08	1,02	0,21
Cor Aparente (mg Pt Co/)	0	0	0	0	0	0

#### 4. CONCLUSÕES

Após o experimento, conclui-se que a semente de *Moringa Oleífera* nas concentrações de 700 mg/L e 800 mg/L é eficiente na substituição do Sulfato de Alumínio como coagulante natural no tratamento convencional de água em vista dos resultados positivos de redução e enquadramento diante da Portaria do Ministério da Saúde 888/2021. Além disso, trata-se de opção sustentável.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, C. C.; RIBEIRO, T. A., PATERNIANI, J. S. **Processamento de sementes de *Moringa oleífera* utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante.** Campina Grande, PB, UAEA/UFCG, 2012.

BALLESTRIN, C. S.; Consolin-Filho, N.; Souza, W. E.; Silva-Medeiros, F. V.\* . **Aplicação de Extrato de Sementes de *Moringa oleífera* Lam como Coagulante e como Auxiliar de Coagulação para Tratamento de Água Destinada ao Abastecimento.** Campo Mourão, Paraná, Brasil, 2021.

HAETINGER, K. J. **Avaliação da capacidade de remoção de matéria orgânica e inorgânica presente em água bruta utilizando sistema convencional de tratamento de água, mimetizado em escala de bancada – Jar test.** Rio grande do Sul, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande Sul, 2017

LIMA, I.R.; MELO, M. G.; ASSIS, W. O.; SILVA, J. V.; REIS, L.S. – **Utilização de extrato de sementes de moringa no tratamento de água para abastecimento.** Paraíba, Campina Grande, 2016.

MONACO, P. A.; MATOS, T.A.; ANDRADE, C. I.; NASCIMENTO, S. N.; SARMENTO, P. A.. e et al. **Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias.** Universidade Federal de Viçosa, ES, 2017.

OLIVEIRA, T. N.; NASCIMENTO, K. P.; GONÇALVES, O. B.; LIMA, F. C.; COSTA, L. A.. **Tratamento de água com moringa oleífera como coagulante/floculante natural.** Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2018.

PEREIRA, R. E.; **Comparação entre a aplicação do coagulante natural Moringa Oleífera e do coagulante químico Sulfato de Alumínio no tratamento de água com diferentes níveis de turbidez.** Universidade Estadual Maringá, Paraná, 2015.

SILVA, L. M. **Mercado das águas sob a óptica da lei federal 9.433/97: uma análise da água no ordenamento jurídico e como direito fundamental à vida.** Universidade Federal de Campina Grande, 2019.

SILVA, R. J.; ALMEIDA, S. M.; SOUSA, A. O.; SILVA, R. V.; ALMEIDA, A. A. **A tratamento de água com turbidez: utilização do extrato da semente Moringa Oleífera.** Conidis, 2017.

**Figura 1 e 2** – Própria autoria, 2022.

**Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 3 6** – Própria autoria, 2022.