

**Avaliação comparativa de agentes coagulantes químico e natural no processo de coagulação de águas de cisterna no município de Sumé-PB**

**Comparative evaluation of chemical and natural coagulant agents in the cisterna water coagulation process in the municipality of Sumé-PB**

DOI:10.34117/bjdv6n1-369

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 31/01/2020

**Crisóstomo Hermes Soares Trajano da Silva**  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG  
crisostomodm@hotmail.com

**Bruno Rafael Pereira Nunes**  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG  
bruno.nunes@ufcg.edu.br

**Lucas Gomes de Medeiros**  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG  
lucasgmed04gmail.com

**Maria Alice de Melo Pinheiro**  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG

**Síntique Nathalia Ramos de Almeida**  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG  
sintiqueramos21@outlook.pt

**Herlanne Campos Porto**  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG  
herlanne\_cphotmail.com

**Maxsuel da Costa Leal**  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG  
max\_8hotmail.com

**José Jefferson Barros Pires**  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG  
josejefferson\_2@hotmail.com

**RESUMO**

O objetivo do presente trabalho foi comparar diferentes formas de aplicação da semente da Moringa oleifera na clarificação da água oriunda de cisternas, no município de Sumé, Paraíba. Objetiva-se também comparar a eficiência do coagulante natural em relação ao coagulante químico sulfato de alumínio. Alíquotas de 1,0 L de efluente foram utilizadas para realização dos testes de clarificação, sendo aplicados como coagulantes o sulfato de alumínio e sementes de Moringa oleifera pulverizadas, nas formas particulada e em solução. Aplicou-se o planejamento fatorial 2<sup>2</sup> com três repetições no ponto central, para verificar a influência do tempo de tratamento e da quantidade dos coagulantes sobre a

turbidez, o pH e a condutividade elétrica das amostras. Os resultados obtidos permitiram verificar uma redução na turbidez de até 70%, ao aplicar o coagulante natural em pó, e de 86% para o coagulante químico em pó. Para as condições estudadas, é possível afirmar que as sementes de moringa podem ser aplicadas como coagulante no tratamento de águas de cisternas, reduzindo os teores de turbidez, com a vantagem de ser um produto natural de baixo custo e sem promover alterações significativas no pH e na condutividade elétrica das amostras.

**Palavras-chave:** Planejamento fatorial, Coagulante natural, Turbidez.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to compare different forms of application of the Moringa oleifera seed in the clarification of water from cisterns in the municipality of Sumé, Paraíba. The objective is also to compare the efficiency of the natural coagulant in relation to the chemical coagulant aluminum sulfate. Aliquots of 1.0 L of effluent were used to perform the clarification tests, with aluminum sulfate and Moringa oleifera seeds sprayed as coagulants, in particulate forms and in solution. Factorial planning 2<sup>2</sup> was applied with three repetitions in the central point, to verify the influence of the treatment time and the amount of coagulants on the turbidity, pH and electrical conductivity of the samples. The results obtained allowed to verify a reduction in turbidity of up to 70%, when applying the natural coagulant in powder, and of 86% for the chemical coagulant in powder. For the conditions studied, it is possible to affirm that moringa seeds can be applied as a coagulant in the treatment of cistern water, reducing the turbidity levels, with the advantage of being a natural product of low cost and without promoting significant changes in the pH and electrical conductivity of the samples.

**Keywords:** Moringa oleifera, Factorial Planning, Natural Coagulant, Turbidity.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, a demanda pela água se tornou cada vez maior, bem como a preocupação quanto à disponibilidade desse recurso e em que condições ela chega até a população. Algumas regiões, como o semiárido brasileiro, caracterizam-se por longos períodos de estiagem, apresentando uma precipitação anual entre 350 e 700 mm. Para minimizar o problema da falta d'água, são utilizadas cisternas, tanques de armazenamento das águas de chuvas e carros-pipa. As águas oriundas desses tipos de abastecimento representam grande risco à população usuária, pois muitas vezes, apresentam elevada turbidez, especialmente em períodos de elevado índice pluviométrico, devido à grande quantidade de partículas suspensas e matéria orgânica dissolvida. Por muitas vezes, esses parâmetros se apresentam fora dos padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, podendo representar uma ameaça à saúde dos moradores que fazem uso dessas águas. Uma alternativa que vem sendo estudada para diminuir a quantidade de sólidos suspensos em águas com essas características é a aplicação de coagulantes naturais, como a *Moringa oleifera* (FRANCO, 2015; BRANDÃO, 2011; MARTINS, 2014).

Um das grandes razões pelas quais se busca o uso alternativo de coagulantes naturais está no fato de que vários estudos apontam certa preocupação em relação a ingestão do alumínio residual presente nas águas tratadas, com o uso de sulfato de alumínio no processo de coagulação, além de

outros produtos à base de sulfato, por não serem biodegradáveis, podendo gerar elevadas quantidades de lodo (HUANG et., 2000). Já as sementes de moringa possuem uma proteína (proteína catiônica) que, quando dissolvida em água, é capaz de promover a redução da cor e turbidez de águas consideradas sujas devido ao alto teor de sólidos e matéria orgânica em suspensão. Segundo Amagloh & Benang (2009), as sementes possuem baixo peso molecular e adquirem carga positiva que possibilita a atração de partículas negativamente carregadas tais como, argilas e silte, formando flocos densos que sedimentam. Além disso, o coagulante à base de sementes da moringa, por ser de origem natural, possui significativa vantagem, quando comparado ao coagulante químico, sulfato de alumínio, principalmente para pequenas comunidades uma vez que pode ser preparado no próprio local.

Além disso, de acordo com Muyibi e Evision (1995), vários estudos têm demonstrado a efetiva capacidade antimicrobiana deste tipo de coagulante, promovendo dessa forma a obtenção de uma água de boa qualidade a um baixo custo.

Com isso, o objetivo do presente trabalho é comparar diferentes formas de aplicação da semente da *Moringa oleifera* na clarificação da água oriunda das cisternas, no município de Sumé, Paraíba, Brasil, proporcionando o uso adequado de um coagulante natural por todos os usuários deste tipo de reservatório. Objetiva-se também comparar a eficiência do coagulante natural em relação ao coagulante químico sulfato de alumínio e identificar o melhor tempo de tratamento e a quantidade ideal de coagulante.

## 2 METODOLOGIA

As sementes utilizadas para o processo de clarificação foram coletadas nas dependências do Centro de Formação de Professores (CFP), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus de Cajazeiras- PB, Figura 1. As sementes foram separadas das vagens (fruto) e em seguida após a remoção das suas cascas foram moídas em moinho de facas tipo Willey macro – Tn650/1 com peneira.

**Figura 1-** Sementes da *Moringa oleifera* antes da pulverização.



As amostras de água utilizadas na realização dos testes foram coletadas junto a moradores do Sítio Angico torto, na zona rural do Município de Sumé-PB, captadas e acumuladas em cisternas durante o período chuvoso. Essas amostras foram armazenadas em garrafas pet, previamente lavadas, permitindo assim a preservação das propriedades físico-químicas das amostras que foram avaliadas em tempo de até 24 horas após a coleta, como estabelecido pelo protocolo de análises de águas (BRASIL, 2006).

Os testes foram conduzidos em garrafas PETs, conforme apresentado na Figura 2, sendo utilizados como coagulante as sementes descascadas e trituradas em moinho de facas e uma solução preparada na proporção de 20 gramas (g) de sementes para 1 litro (L) de água destilada.

**Figura 2** – Garrafas PETs utilizado do tratamento de 1 L de água de cisternas com *Moringa oleifera*.



Ao término do processamento, alíquotas da água, antes e após os tratamentos, foram coletadas para realização das determinações físico químicas utilizando-se um turbidímetro (MS TECNOPON/CL-800), um pHmetro (QUIMIS/Q-400) e um condutivímetro (MS TECNOPON/Mca-150).

Aplicou-se o planejamento experimental de dois fatores e três repetições no ponto central, conforme apresentado na Tabela 1, para verificar a influência das variáveis de entrada tempo de tratamento (30, 60 e 90 min), massa de semente (0,1; 0,3 e 0,5 g) ou volume de solução de semente (10, 20 e 30 mL), sobre a turbidez, o pH e a condutividade elétrica das amostras.

Tabela 1. Matriz de planejamento com níveis reais e codificados das variáveis independentes para os ensaios realizados com os coagulantes químico e natural, em pó e em solução.

Ensaio	Tempo de processo		Quantidade de coagulante natural			Quantidade de coagulante químico		
	Codificado	Tempo (min)	Codificado	Pó (g)	Solução (mL)	Codificado	Pó (g)	Solução (mL)
1	-1	30	-1	0,1	10,0	-1	0,05	10,0
2	+1	210	-1	0,1	10,0	-1	0,05	10,0
3	-1	30	+1	0,5	30,0	+1	0,1	30,0
4	+1	210	+1	0,5	30,0	+1	0,1	30,0
5	0	120	0	0,3	20,0	0	0,075	20,0
6	0	120	0	0,3	20,0	0	0,075	20,0
7	0	120	0	0,3	20,0	0	0,075	20,0

Com o auxílio do software Statistica®, realizou-se a análise estatística dos resultados obtidos para verificar quais fatores apresentam influência estatisticamente significativa sobre as respostas, para um nível de confiança de 95%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas de amostras de água de cisterna, antes (B) e após os ensaios de tratamento, com as quatro formas de aplicação do coagulante, dois preparados a partir de sementes de moringa e dois a partir do sulfato de alumínio comercial, encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Resultados relativos à condutividade elétrica (C.E) e ao pH obtidos após etapa de tratamento das amostras com coagulantes obtidos a partir das sementes de *Moringa oleifera* e sulfato de alumínio

Amostra	Sementes em pó		Sementes em solução		Sulfato em pó		Sulfato em solução	
	pH	C.E(μs/cm)	pH	C.E(μs/cm)	pH	C.E(μs/cm)	pH	C.E(μs/cm)
B	7,93	161,3	7,00	4,674	7,86	307,4	7,99	2,937
1	7,78	164,2	7,35	4,692	7,03	294,6	2,68	4,860
2	7,85	164,8	8,32	4,684	6,77	311,7	4,07	4,651
3	8,11	157,3	7,80	4,675	7,00	299,6	2,27	4,860
4	7,96	159,3	7,91	4,673	6,80	323,4	2,16	4,667
5	8,01	160,2	7,53	4,649	7,29	323,3	2,30	4,640
6	8,80	158,8	7,78	4,674	6,88	326,5	2,34	4,682
7	8,59	155,4	8,18	4,685	6,68	321,1	3,54	4,632

Com relação ao pH e a condutividade, comparando-se com os valores obtidos para amostra da água bruta, percebe-se que a utilização do coagulante natural proporcionou alterações moderadas nestes parâmetros, uma vez que as maiores mudanças foram uma redução de 3,66% na condutividade, para o ensaio 7 com a semente em pó, e um aumento de 15,86% no pH, para o ensaio 2, com a semente

em solução. Contudo, ao aplicar o sulfato de alumínio, notou-se redução do pH, sendo este mais acentuado para solução. Percebe-se também o aumento da condutividade elétrica.

Segundo Rosalino (2011), quando o agente coagulante é adicionado na água ocorre uma série de reações de hidrólise que proporcionam o aumento do teor de íons hidrogênio ( $H^+$ ) e conseqüentemente diminuem o pH da água, o que dificulta a formação de mais precipitado. Com isso, o valor do pH deve ser regulado pela presença de alcalinidade, o que irá influenciar diretamente o processo de coagulação em particular na remoção da matéria orgânica natural e de substâncias químicas orgânicas sintéticas.

Com relação as alterações na condutividade, Lopes (2014) afirma que isto ocorre devido a adição do íon alumínio ( $Al^{3+}$ ) fazendo com que à presença de alumínio residual na água após o tratamento aumente a sua condutividade.

Tabela 3 – Resultados relativos à condutividade elétrica obtidos após etapa de tratamento das amostras com coagulantes obtidos a partir das sementes de *Moringa oleífera* e sulfato de alumínio

Amostra	Turbidez (NTU)			
	Sementes em pó	Sementes em solução	Sulfato em pó	Sulfato em solução
B	102	143	96	113
1	133	170	75	58
2	47	53	13	23
3	68	183	73	50
4	30	112	12,9	23
5	47	63	24	51
6	37	54	19,3	50
7	36	50	18,4	47

Os resultados obtidos para turbidez permitiram verificar que houve um aumento deste parâmetro, quando comparamos as duas amostras de água bruta, e essa alteração pode ser explicada pelo fato de os experimentos terem sido realizados em períodos diferentes. Fernandes e colaboradores (2010) explicam que esta típica variação da qualidade da água ocorre devido ao período chuvoso e a transição para o período de seca na região em que a água foi coletada.

Analisando os resultados contidos na Tabela 3, constata-se que houve uma redução de até 70% na turbidez, quando se aplicou o pó, e de aproximadamente 63%, quando se utilizou a solução de coagulante obtidos a partir da semente de moringa. Quando o coagulante aplicado foi o sulfato, foram alcançadas reduções de até 86%, quando se aplicou o pó, e de aproximadamente 80%, quando se utilizou a solução.

O aumento do tempo de processamento proporcionou uma maior remoção de turbidez para todos os coagulantes aplicados, entretanto a alteração não foi significativa. Isto pôde ser comprovado a partir dos resultados da análise de variância, que permitiram verificar que, para um nível de

confiança de 95%, nenhum dos fatores apresentou efeito estatisticamente significativo sobre as respostas pH, turbidez e condutividade.

#### 4 CONCLUSÃO

Para as condições estudadas, é possível afirmar que, as sementes de moringa, tanto na forma de pó, como em solução, podem ser aplicadas como coagulante no tratamento de águas de cisterna, sendo uma alternativa ao coagulante sulfato de alumínio, com a vantagem de ser um produto natural de baixo custo, boa disponibilidade e sem promover alterações significativas no pH e na condutividade das amostras.

#### REFERÊNCIAS

- AMAGLOH, F.K. BENANG, A. Effectiveness of Moringa oleifera Seed as Coagulant for Water Purification. **African Journal of Agricultural Research**, 4, 119-123, 2009.
- BRANDÃO, Valeria Aparecida da Costa. *A importância do tratamento adequado da água para eliminação de microorganismos*. 2011, 36f. Monografia – Universidade Estadual de Goiás. Brasília, 2011
- BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- FERNANDES, N. M. G.; GINORIS, Y. P.; RIOS, R. H. T.; BRANDÃO, C. C. S. Influência do pH de coagulação e da dose de sulfato de alumínio na remoção de oocistos de *Cryptosporidium* por filtração direta descendente. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.15 n.4. 375-384. 2010.
- FRANCO, C. S. *Sistema Alternativo de Tratamento de Água em Escala Descentralizada*. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Lavras 2015, 113f. Lavras-MG, 2015.
- HUANG, C.; CHEN, S.; PAN, R.J. Optimal condition for modification of Chitosan: a biopolymer for coagulation of colloidal particles. *Water Research*, v. 34, n. 3, p. 1057, 2000.
- LOPES, B. V. **Eficiência de Coagulantes na Remoção de Diferentes Concentrações de Ferro e Manganês para ETA Terras Baixas**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas RS, 2014.
- MARTINS, T. J. C. **Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano – Desenvolvimento e Aplicação de Ferramenta Informática para a sua Gestão Integrada**. 2014, 113f. Dissertação de Mestrado – Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança, 2014.
- MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. Moringa Oleifera Seeds for Softening Hardwater. **Water Research**, Great Britain, v. 29, n. 4, p. 1099 - 1105, 1995.

ROSALINO, M. R. R. **Potenciais Efeitos da Presença de Alumínio na Água de Consumo Humano.** Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa – Lisboa – 2011.