TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E EFLUENTES

EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MORINGA OLEÍFERA NAS PROPRIEDADES COAGULANTES

Amanda Caroline Santos Nascimento[1]; Elionaide Carmo Pereira[2]; José Itamar Ferreira de Sá[3]; Eduardo Souza Costa Barros[4]; Miriam Cleide Cavalcante de Amorim[5]

[1] Aluna de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, amandacaroline.sn@hotmail.com .

[2] Aluna de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, elionaide.pereira@hotmail.com .

[3]Aluno de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Vale do São Francisco, itamarjosesa@gmail.com .

[4] Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, barros-eduardo2005@hotmail.com .

[5] Professora efetiva da Universidade Federal do Vale do São Francisco, miriamcleidea@gmail.com

RESUMO

A Moringa oleífera é uma planta originária do norte da Índia e se caracteriza por sua alta capacidade de adaptação em regiões tropicais e semiáridas, e a diversos tipos de solos. Dispõe de uma diversificada funcionalidade e aplicabilidade, entre eles alimentícia e medicinal, todavia, destaca-se por sua ação coagulante em processos de tratamento de água e por ser biodegradável. A viabilidade das sementes ao longo do armazenamento decorre do teor de água e temperatura, em geral, podendo ser armazenada por longos períodos. No presente trabalho objetivou-se avaliar a influência de diferentes períodos de armazenamento de sementes de Moringa oleífera no processo de clarificação da água. Todas as sementes foram colhidas diretamente da árvore Acácia Branca, na UNIVASF e as destinadas ao armazenamento foram conservadas em sacola plástica a temperatura ambiente por um período de 12 meses. O delineamento experimental estudou então dois tempos de conservação das sementes (sementes armazenadas há um ano e sementes "frescas"); dois tempos de sedimentação no processo de clarificação (60 e 120 minutos) e duas dosagens de semente (50 mg/L e 100 mg/L) obtendo o esquema fatorial 2x2x2. Os melhores resultados foram observados para as sementes armazenadas tendo cerca de40% de remoção de turbidez e 5% de remoção de cor.

Palavras-chave: Armazenamento; tratamento de água; clarificação.

INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de água (ETA's) buscam adequar a água (imprópria para consumo humano) em água potável seguindo o padrão de potabilidade definido pela Portaria de Consolidação n° 5/2017, do Ministério da Saúde. (BRASIL, 2017)

Os sais férricos e de alumínio são utilizados no tratamento de água em todo o mundo, mas o coagulante extraído das sementes da moringa se destaca desses coagulantes químicos por ser natural e biodegradável, além de não alterar significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento, e não causam problemas de corrosão (PEREIRA et al., 2011).

Compondo o processo de clarificação da água estão a coagulação a floculação e a sedimentação, sendo responsáveis pela remoção dos parâmetros que influenciam na qualidade da água como a turbidez e a cor. Na coagulação, as sementes de Moringa passam por um processo de desestabilização química das partículas coloidais para que essas possam estar em suspensão favorecendo a aglomeração. Já a floculação, sucede a coagulação e consiste em permitir o crescimento e aglomeração de flocos recém-formados para aumentar o tamanho e o peso necessários no processo de clarificação. (CÁRDONES, 2000).

No decorrer da coagulação e floculação faz-se necessário a mistura de produtos em duas etapas: no primeiro momento a mistura é enérgica e tende a dispersar todo o coagulante dentro do volume de água a ser tratado, chamada de mistura rápida. Em seguida, a mistura lenta visa desenvolver os micros flocos (CÁRDONES, 2000). O tempo e intensidade de agitação podem variar conforme a busca pela melhor condição operacional, há aqueles que acreditam que a mistura lenta deve ser prolongada por um tempo maior como, Franco et al. (2017) e Pereira et al. (2015), e há quem defenda o adverso.

Ainda há a sedimentação ou decantação que é o fenômeno físico, em que partículas em suspensão, apresentam movimento descendente em meio líquido de menor massa específica, devido à ação da gravidade (DI BERNARDO e DANTAS, 2005). O objetivo da sedimentação volta-separa a retirada de partículas como areia, sólidos suspensos totais e flocos formados por coagulação química de materiais e organismos de difícil sedimentação (METCALF e EDDY, 2003).

Pode-se assumir que as proteínas constituem os principais componentes ativos do extrato de sementes de Moringa oleífera, capazes de promover uma maior desestabilização eletrostática das partículas dispersas em água, que também foi observado nos estudos de Ghebremichael et al. (2005). Segundo Carvalho et al. (2016), a longevidade das sementes é uma característica geneticamente determinada. Além disso, os autores acrescentam que pode ocorrer associação entre o comportamento das sementes durante o armazenamento e os grupos ecológicos aos quais as espécies pertencem. Em geral, sementes de Moringa oleífera se enquadram na definição de sementes de espécies pioneiras, essas apresentam elevada longevidade, podendo ser armazenadas por longos períodos, comportando-se como sementes ortodoxas, que sobrevivem a secagem e congelamento durante a conservação.

Desse modo, o presente trabalho objetivou analisar a influência do tempo de armazenamento das sementes de Moringa oleífera nas suas propriedades coagulantes por meio do processo de clarificação da água do Rio São Francisco, tendo como indicadores de

remoção, cor e turbidez, e como indicador microbiológico, a remoção de bactérias heterotróficas.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e caracterização da água bruta

O experimento foi realizado no Laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), no Campus Juazeiro. A água foi coletada em um único lote diretamente do Rio São Francisco, no ponto de captação da estação de bombeamento do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), em Juazeiro-BA.

A água bruta após coletada foi caracterizada analisando-se os parâmetros de pH, cor, turbidez e bactérias heterotróficas conforme Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade avaliados na caracterização da água bruta.

pH	**Cor (uC)**	**Turbidez (NTU)**	**Bactérias Heterotróficas**
8,16 ± 0,62	38 ± 91	6,76 ± 10,14	>500 UFC/mL

Fonte 1: Autores

O método potenciométrico foi utilizado para a avaliação do pH utilizando pHmetro (mPA210); a colorimetria foi utilizada para a medição de cor em colorímetro; para a turbidez foi utilizado o turbidímetro (TB-1000) por meio do método nefelométrico; a análise de bactérias heterotróficas foi realizada pelo método APHA (2012) Plate Cout Agar.

Sementes de Moringa Oleífera utilizadas

As sementes de Moringa oleífera foram coletadas diretamente da Acácia Branca,no campo experimental da UNIVASF. As sementes frescas (SF) referem-se às coletadas no dia do experimento, e sementes armazenadas (SA), aquelas colhidas um ano antes, na mesma árvore.

Preparo da solução coagulante de Moringa Oleífera e determinação de proteínas da semente

O processo de preparo da semente de Moringa oleífera consistiu no descasque manual da semente, maceração, secagem na estufa à 60°C por 15 minutos, peneiração e preparo da solução (FRANCO et al., 2017).

A análise de proteínas foi realizada à parte, baseado nos métodos de Lowry (1951) e Biureto (1949).

Processo de clarificação

O processo de clarificação foi realizado em aparelho Jar Test (Test JT303M da Milan) tendo como parâmetros operacionais de mistura rápida 280 rpm por 2 minutos e de mistura lenta 40 rpm por 30 minutos, disposto por Franco et al. (2017).

O delineamento experimental procedeu em esquema fatorial 2x2x2 sendo avaliados dois tempos de conservação da semente, dois tempos de sedimentação (t1= 60 e t2=120 minutos) e duas dosagens (D1= 50 mg/L, baseado em Santos; Vieira; Bergamasco, 2013 e D2= 100 mg/L baseado em Franco et al., 2017).

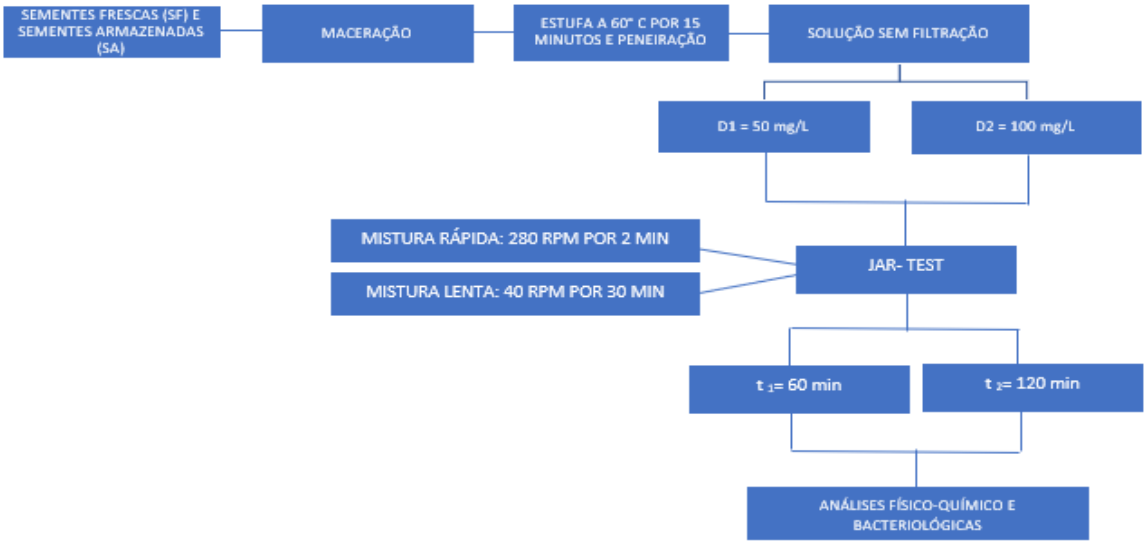
Avaliação do processo

Por meio da determinação das remoções de cor e turbidez foi possível avaliar o processo de clarificação. E através da contagem de bactérias foi avaliado a remoção de bactérias heterotróficas.

Análises estatísticas

Todos os dados foram sujeitos a análises no programa estatístico SISVAR, por meio do teste de Tukey a 95%. Além disso, foram escolhidos os melhores resultados, de acordo, com as variáveis estudadas (idade, sedimentação e dosagem) para ser realizado o teste de bactérias heterotróficas, na qual foram utilizadas as especificações da Water and Waste Water, publicação da American Public Health Association (APHA, 2012).

Figura 1: Fluxograma com o processo de clarificação.



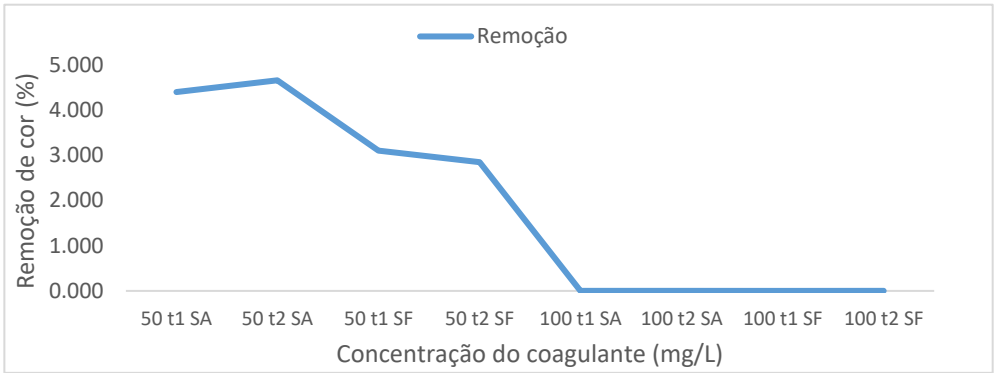
Fonte: Autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A turbidez da água bruta permaneceu abaixo de 20 NTU, sendo assim considerada de baixa turbidez, segundo Franco et al. (2017). As Figuras 2 e 3 apresentam as remoções de cor e turbidez, respectivamente, de acordo com as diferentes variáveis caracterizadas.

Segundo Díaz et al. (2016), quanto menor a dosagem aplicada no tratamento maiores serão as remoções de cor, como é perceptível nas curvas da Figura 2. Já no gráfico da Figura 3, a maior remoção de turbidez foi para a concentração de 100 mg/L, especificamente com sementes frescas, pois como disposto em Franco et al. (2017), a eficiência média nessa concentração é de 54,5±6,7. Então, houve diferenças significativas entre os tempos de conservação da semente tendo os melhores resultados apontados para as SA.

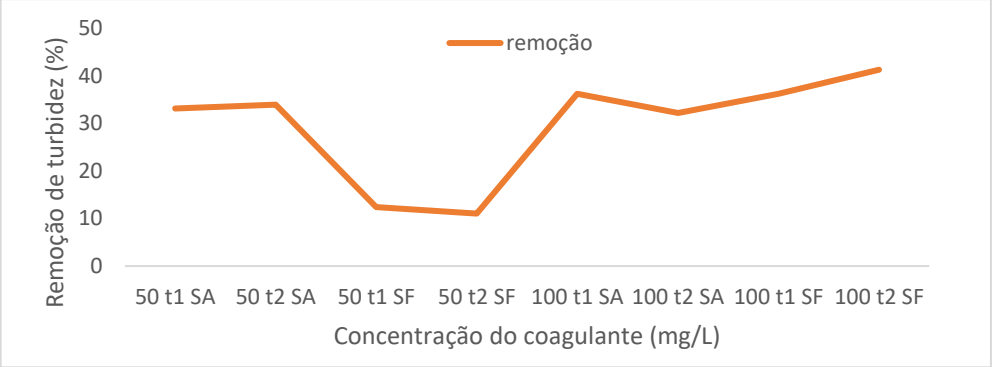
Figura 2: Eficiência da remoção de cor da água pelas variáveis caracterizadas.



SA – Sementes armazenadas. SF – Sementes frescas. t1 – Sedimentação com tempo 60 minutos. t2 – Sedimentação com o tempo 120 minutos.

Fonte: Autores

Figura 3: Eficiência da remoção de turbidez da água pelas variáveis estudadas.



SA – Sementes armazenadas. SF – Sementes frescas. t1 – Sedimentação com tempo 60 minutos. t2 – Sedimentação com o tempo 120 minutos.

Fonte: Autores

Ao comparar os tempos de sedimentação para a dosagem de 50 mg/L (D1) da solução da semente de Moringa oleífera observa-se uma diferença significativa apenas para as SF, sendo o t2 considerado o melhor. E quando avaliado os tempos de conservação das sementes percebe-se uma diferença significativa sendo os resultados das SA o de maior remoção tanto para cor quanto para turbidez.

Os tempos de sedimentação apresentam diferenças significativas para a dosagem de 100 mg/L (D2) confirmando ser o melhor resultado para submeter o tratamento o t2. Em relação aos tempos de conservação das sementes, houve diferença significativa, sendo as SA as que tiveram o melhor resultado. Ao comparar as dosagens não foram observadas diferenças significativas entre elas, obtendo resultados semelhantes para cor e turbidez.

Nas Tabelas 2 e 3 os resultados obtidos através do Teste de Tukey, mostram que as SA apresentaram melhores resultados absolutos na remoção de turbidez, o que contrapõe Franco et al. (2017), o qual afirma que para águas a 20 NTU a utilização de coagulantes aumenta a turbidez de água após a coagulação/floculação, e cor quando comparado as demais. E mostram que não houve diferenças significativas quanto as dosagens, sendo a mais indicada para o presente estudo o de 50 mg/L por uma questão de economia do material.

Tabela 2: Análise estatística de cor e turbidez, para a concentração de 50 mg/L, comparando os dados entre tempos de sedimentação e tempo de conservação das sementes.

Médias		Cor	Turbidez	Médias		Cor	Turbidez
Comparando os tempos de sedimentação				Comparando as idades das sementes			
SA	t1	4.392800 a1	33.136000 a1	t1	SF	3.100800 a1	33.925000 a1
	t2	4.651200 a1	33.925000 a1		SA	4.392800 a2	34.714333 a1
SF	t1	2.842400 a1	26.824333 a1	t2	SF	2.842400 a1	26.824333 a1
	t2	3.100800 a1	34.714333 a2		SA	4.651200 a2	33.136000 a2

SA – Sementes armazenadas. SF – Sementes frescas. t1 – Sedimentação com tempo 60 minutos. t2 – Sedimentação com o tempo 120 minutos.

Tabela 3: Análise estatística de cor e turbidez, para a concentração de 100 mg/L comparando os dados entre tempos de sedimentação e de armazenamento das sementes.

Médias		Cor	Turbidez	Médias		Cor	Turbidez
Comparando os tempos de sedimentação				Comparando as idades das sementes			
SA	t1	0.003400 a2	36.330000 a1	t1	SF	0.003400 a2	36.330000 a1
	t2	0.000850 a1	32.190000 a1		SA	0.000367 a1	36.233333 a1
SF	t1	0.000367 a1	36.233333 a1	t2	SF	0.000850 a1	32.190000 a1
	t2	0.000667 a1	39.926667 a1		SA	0.000667 a1	39.926667 a1

SA – Sementes armazenadas. SF – Sementes frescas. t1 – Sedimentação com tempo 60 minutos. t2 – Sedimentação com o tempo 120 minutos.

Análises de proteínas

A solução que apresentou menor quantidade de proteínas foi na concentração igual a 50mg/L com sementes frescas, conforme a Tabela 4. As proteínas podem ser fatores limitantes ao tratamento, visto que concentrações em torno de 300 $mg.L^{-1}$ podem causar problemas durante o tratamento anaeróbio. Elas podem ser responsáveis pela cinética de degradação da DQO remanescente em reatores. Daí a importância de sua determinação. (MIWA.A, 2008).

O conhecimento detalhado da concentração de proteínas em amostras auxilia na determinação de parâmetros para projeto e eficiência de tratamento de um sistema, já que estas macromoléculas são os principais constituintes da matéria orgânica. De acordo com os resultados obtidos, fica clara a necessidade de testes metodológicos entre diferentes tipos de amostras, principalmente ambientais. (MIWA.A, 2008).

Tabela 4: Proteínas na solução coagulante.

		Concentrações (mg/L)		
		50	100	Solução Mãe**
Quantidade de Proteínas (mg/L) *	Sementes frescas	1,179	34,618	4.902,31
	Sementes armazenadas	1,072	35,696	4.142,63

**Preparada no laboratório, com concentração de 10g/L;

Análises heterotróficas

Segundo a PRC (BRASIL, 2017), o recomendável quanto a determinação de bactérias heterotróficas é que não ultrapasse o limite de 500 UFC/mL. Segundo Domingues et al. (2007), o teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição. Os autores afirmam, portanto, que servem como indicador auxiliar da qualidade da água, ao fornecer informações adicionais sobre eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição. Nesse contexto, ainda ressaltam que a importância da determinação da densidade de bactérias tem

em vista que um aumento na população bacteriana pode comprometer a detecção de bactérias do grupo coliformes. Apesar da maioria das bactérias heterotróficas não ser patogênica, pode representar riscos à saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando o aparecimento de odores e sabores desagradáveis.

Na caracterização da água bruta os resultados obtidos foram superiores a 500 UFC/mL. Todavia, após o tratamento com a semente de Moringa oleífera observou-se uma remoção de 98,4% na dosagem de 50 mg/L, apresentando o valor de contaminantes reduzidos para 8 UFC/mL, o que é positivo visto que não ultrapassou o limite imposto pela portaria e demonstrou um elevado potencial da moringa para remoção de bactérias desse grupo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidente que o armazenamento das sementes influencia nas suas propriedades coagulantes. Sendo a semente armazenada por um ano a melhor opção para o tratamento com quase 40% de remoção na turbidez e 5% de remoção na cor. Conclui-se também que o melhor tempo de sedimentação foi o de t2 (120 minutos) quando comparado ao t1 (60 minutos) em ambas dosagens, e que a dosagem não influenciou no tratamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, pela bolsa concedida por meio do Programa de Educação Tutorial PET Conexões de Saberes Saneamento Ambiental; à UNIVASF pelo apoio concedido para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação, de 28 de setembro de 2017. Controle e Vigilância da Qualidade da água. PRT, MS/GM, 2914/2011.

2. CÁRDONES, Y.A. Tratamiento de agua: coagulación y floculación. Lima, SEDAPAL, PERU, 2000.

3. CARVALHO, L.R, SILVA, E.A, DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. Rev. bras. sementes [online], vol.28, n.2, pp.15-25, 2006.

4.DÍAZ, J.J, ARGUELLO, J.P, RIBON, G.E. Behavior of turbidity, pH, alkalinity and color in Sinú River raw water treated by natural coagulants. Revista Facultad de Ingeniería, No. 78, pp. 119-128, 2016.

5. DI BERNARDO, L; DANTAS, A. B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. Vol. 1, 2a ed., Editora Rima, 2005, São Carlos.

6.DOMINGUES, V.O, TAVARES, G.D, STIIKER, F, MICHELOT, T.M, REETZ, L.G, BERTONCHELI, C.M, HORNER, R. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias. Saúde, Santa Maria, vol 33, n 1: p 15-19, 2007.

7.EMBRAPA CERRADOS. Armazenamento e Conservação de Sementes de Espécies do Cerrado. Planaltina, DF. Edição online, 2009.

8.FRANCO, C.S, BATISTA, M.D, OLIVEIRA, L.F, KOHN, G.P, FIA, R. Coagulação com semente de moringa oleífera preparada por diferentes métodos em águas com turbidez de 20 a 100 UNT. Engenharia Sanitária e Ambiental, [s.l.], v. 22, n. 4, p.781-788, ago. 2017.

9.GHEBREMICHAEL, K. A., GUNARATN, K.R., HENRIKSSON, H., BRUMER, H., DALHAMMAN, G. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from Moringa oleifera seed. Water Research, v.39, p.2338-2344, 2005.

10.METCALF & EDDY, INC, Wastewater engineering: treatment and reuse. 4th. ed., McGraw-Hill, 2003, New York.

11.MIWA, A.C, FALCO, P.B, CALIJURI, M.C. Aproveitamento de Métodos Espectrofotométricos para Determinação de Proteína em Amostras de Lagoa de Estabilização. Engenharia Sanitária e Ambiental, vol. 13, n. 2, p. 236-242, abr/jun 2008.

12.PEREIRA, D.F, ARAÚJO, N.A, SANTOS, T.M, SANTANA, C.R, SILVA, G.F. Aproveitamento da torta da Moringa oleífera Lam para tratamento de água produzida. Exacta, [s.l.], v. 9, n. 3, p.323-331, 28 dez. 2011.

13.SANTOS, T.R.T.; VIEIRA, M.F.; BERGAMASCO, R. Uso do coagulante natural moringa oleífera lam no processo combinado de coagulação/floculação/adsorção para minimização da formação de trihalometanos. Fórum Ambiental da Alta Paulista, Tupã, v. 9, n. 11, p. 131-141, 2013.