

Luana Lima Guimarães
Patrícia Gonçalves de Freitas
Organizadoras

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3



2021

CAPÍTULO 37

DOI: 10.47402/ed.ep.c202183036486


AVALIAÇÃO DO USO DE COAGULANTES NATURAIS DA SEMENTE DE *MORINGA OLEIFERA* NA DESIDRATAÇÃO DE LAMAS DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Ramiro José Espinheira Martins, Doutor em Engenharia Química, FEUP e Professor
Universitário, IPB

Gustavo Eiji Higawa, Mestrando em Tecnologia Ambiental, IPB

RESUMO

A água é um dos recursos naturais mais vitais para o desenvolvimento da humanidade, estando presente no dia a dia de todas as pessoas das mais variadas formas, e a sua qualidade depende da maioria das atividades humanas, de referir a descarga de águas residuais sem tratamento ou parcialmente tratados, que causam problemas ao meio ambiente e à saúde humana. Para evitar estes problemas estes efluentes devem ser direcionados para estações de tratamento de águas residuais para poderem retornar à natureza. Durante o processo de tratamento há a produção de lamas, que face ao seu volume e características têm de ser tratadas antes da sua deposição. Um dos processos mais importantes no tratamento de lamas é o processo de desidratação, cuja eficácia é melhorada mediante o uso de coagulantes. Sendo os químicos à base de ferro e alumínio, mas devido ao custo de produção e os impactos causados no ambiente resultantes do seu uso, estes têm perdido a sua popularidade. Neste cenário o uso de *Moringa oleifera* como substituto tem ganhado força, por possuir menor custo, ter menor impacto ambiental e por ter apresentado resultados equivalentes ao dos condicionantes químicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar duas formas de preparação do coagulante a partir de sementes de *Moringa oleifera*: pó da semente, sem e com extração prévia do óleo, em solução de NaCl 1M, MO-NaCl e MOE-NaCl, respetivamente, e comparar a eficácia com o sulfato de alumínio (Al₂). O experimento foi feito extraindo o coagulante das sementes, para ser usado em ensaio de coagulação usando o equipamento de *jar test*, para então passar as colunas de desidratação, variando quer a concentração do coagulante (5, 10, 25 e 50 mL/L_{lama}), quer a altura da lama na coluna (10, 20 e 40 cm), para verificar as condições ideais. Os parâmetros analisados foram a concentração de sólidos na lama espessada, turvação do filtrado e taxa de drenagem. Os resultados mostram que o coagulante MOE-NaCl, proporcionou um melhor desempenho relativamente aos outros dois coagulantes em termos da concentração de sólidos, sendo que o máximo valor apresentou um aumento de 2146%, além disso, todos os coagulantes apresentaram comportamento semelhante com relação à altura da lama utilizada, à medida que o a altura há uma menor eficiência no processo de coagulação. Os coagulantes naturais, MO-NaCl e MOE-NaCl, apresentaram tenderam a apresentar maiores valores de turbidez, com exceção na altura de 20 cm e concentração de 5 mL/L_{lama} do coagulante MO-NaCl, que apresentou o menor valor de turbidez, de 11 NTU. E a taxa de drenagem teve melhorias significativas com o uso do coagulante MOE-NaCl e Al₂ para as alturas de 20 e 40 cm. Em vista dos resultados é possível concluir que o uso do coagulante MOE-NaCl como condicionante, possui maior potencial como substituto do



coagulante químico sulfato de alumínio, apresentando maior concentração de sólidos e taxas de drenagem equiparáveis, mas o coagulante apresenta piores resultados para remoção de turbidez do filtrado, tornando necessário estudos mais aprofundados para melhorar ainda mais o desempenho deste coagulante.

PALAVRAS-CHAVE: *Moringa oleifera*, tratamento de lama, desidratação, coagulante.


INTRODUÇÃO

Água é um dos recursos naturais mais importantes e estratégicos para a humanidade, este bem está presente em quase todas as atividades diárias de diversas formas, sendo um importante indicador de saúde, segurança alimentar, qualidade de vida, e desenvolvimento econômico (SOMLYODY e VARIS, 2006).

Exatamente por estar presente em grande parte das atividades exercidas pela humanidade, a qualidade deste bem está sob influência das atividades humanas as quais podem afetar o ciclo hidrológico em diversas escalas, podendo ser impactos locais até globais (SOMLYODY e VARIS, 2006). Dentre as atividades que influenciam a qualidade da água, existem quatro principais causadoras da sua deterioração que são mais discutidas, sendo uma por obras de infraestrutura que envolvam o consumo da água, as atividades de agricultura, industriais e de mineração, e manejo inadequado de efluentes e resíduos causadoras da deterioração por conta da geração de águas residuais que são parcialmente tratados ou que não são tratados antes de serem lançados a natureza (PALANIAPPAN *et al.*, 2010).

O descarte destes efluentes na natureza ocasionam a poluição de águas limpas que são utilizadas nas atividades humanas, ocasionando uma série de problemas de saúde (SANCHO *et al.*, 2015). O contato direto com os efluentes sem tratamento causa aumento dos casos de infecções por vermes, além de aumentar os casos de doenças como tifoide, doenças bacterianas fecais, diarreia bacteriana, desintéria (BUECHLER *et al.*, 2005), e em casos de efluentes que tenham em sua composição a presença de efluentes industriais, como em algumas partes da China, foi reportado o aumento em 36% dos casos de hepatomegalia, e o aumento de 100% dos casos de câncer e malformação congênita (CARR *et al.*, 2004).

Para mitigar os efeitos adversos de exposição à águas residuais, estas devem ser coletadas e destinadas a uma estação de tratamento para remover os contaminantes e poderem ser reutilizadas ou descartadas ao ambiente (UNESCO, 2017). O tratamento de águas residuárias é feito usando processos físicos, biológicos e químicos para remover os




contaminantes e a matéria orgânica, gerando um efluente tratado e lama (SANCHO *et al.*, 2015).

A lama gerada do processo de tratamento de água deve ser tratada antes de ser descartada ao meio ambiente, ou ser reutilizada, devido a presença de contaminantes orgânicos, patógenos e metais pesados que podem causar a poluição do ambiente (YU *et al.*, 2013), o tratamento normalmente é feito através de processos químicos, físicos e biológicos, e as etapas tratamento mais comuns são espessamento, condicionamento, drenagem, estabilização e secagem (YANG *et al.*, 2015), sendo que o gerenciamento da lama possui maior impacto nos custos nos tratamentos de águas residuais (SANCHO *et al.*, 2015, *apud* MOLINOS-SENANTE *et al.*, 2013).

Dentre todas as etapas de gerenciamento e tratamento da lama, o processo de desidratação é um dos mais importantes para reduzir o volume da lama e impacta diretamente nos custos do tratamento (IDRIS *et al.*, 2016), para melhorar este processo, usualmente, são usados condicionantes químicos como cloretos de alumínio e ferro, responsáveis por transformarem pequenas partículas em flocos maiores e mais estáveis, melhorando o processo de drenagem da água e de retenção de sólidos, no entanto possuem custo elevado para serem produzidos, e além do elevado custo, o seu uso causa problemas de descarte pois a lama final tratada usando estes produtos causa danos ao meio ambiente e problemas para a saúde pública (TAT *et al.*, 2012; MUYIBI *et al.*, 2001). Devido a este alto custo e seus impactos no ambiente o uso destes condicionantes vem perdendo cada vez mais a sua popularidade (IDRIS *et al.*, 2016).

Como possível substituto dos condicionantes químicos, muitos estudos apontam o uso da *Moringa oleifera* como coagulante para facilitar o processo de desidratação (MUYIBI *et al.*, 2001; TAT *et al.*, 2010; IDRIS *et al.*, 2016). A *Moringa oleifera* apresenta grande potencial como condicionante por apresentar resultados comparáveis com os condicionantes químicos nos quesitos de CST (*capillary suction time*), SRF (*specific resistance to filtration*), e na concentração de sólidos no bolo final formado, como mostrado no estudo de GHEBREMICHAEL e HULTIMAN (2004), e a lama resultante do tratamento quando é usada mostrou-se mais compacta (IDRIS *et al.*, 2016). Além de produzir resultados comparáveis aos condicionantes químicos já utilizados, a produção da *Moringa oleifera* como um coagulante



possui baixo custo, produz uma lama biodegradável, e é de fácil manuseio pois não possui propriedades corrosivas e nem altera o pH do meio (IDRIS *et al.*, 2016).

Dado o exposto, o presente estudo possui como objetivo investigar a viabilidade técnica do uso de coagulantes naturais, no caso em específico, do uso de extratos das sementes de *Moringa oleifera* preparados de três formas, uma usando água destilada como solvente, outra usando solução de NaCl 1M, e a outra feita usando a solução de NaCl 1M mas fazendo a extração do óleo da *Moringa oleifera* antes de fazer a extração, como condicionantes no processo de desidratação de lama da estação de tratamento de águas residuais, e comparar os resultados com os obtidos ao se usar sulfato de alumínio, com o intuito de verificar se a capacidade dos extratos da *Moringa oleifera* como um potencial substituto.³

METODOLOGIA

Sementes secas de *Moringa oleifera* (MO) foram removidas dos frutos, selecionando as sementes em boa condição para então serem descascadas, em seguida as sementes descascadas foram pulverizadas usando um moedor comercial e armazenadas até o momento de preparo dos extratos naturais.

O preparo dos extratos de MO foram feitos da seguinte maneira, 10 g do pó de MO foram dissolvidos em 100 ml de solução para se obter uma solução de 10%, a mistura então foi agitada usando um agitador magnético por 1 hora. A solução usada no preparo do extrato foi solução de NaCl 1M. Após o período de agitação, a mistura foi filtrada usando filtro de buchner com filtro de papel Whatman n°3 para remover o sobrenadante.

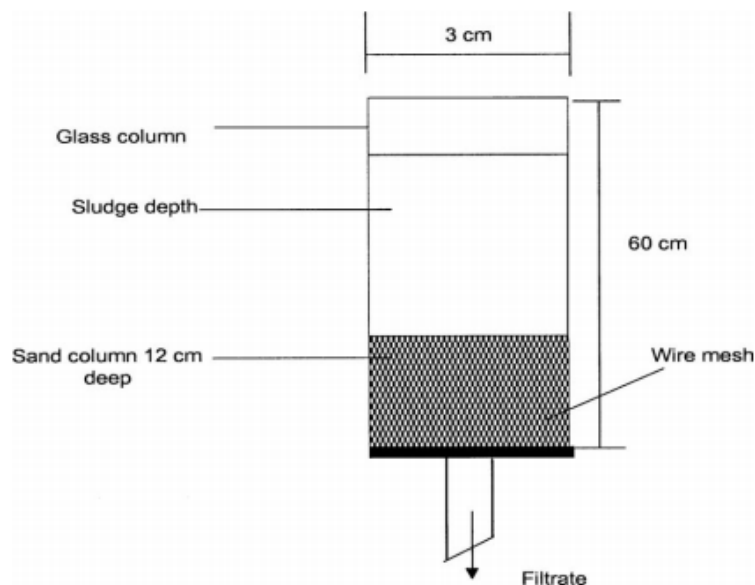
Foram preparados dois extratos de MO, uma usando a solução de NaCl 1M com pó de MO, e outra com pó de MO, que tiveram óleo extraído, com solução de NaCl 1M. Para o preparo da última, 10 g de pó de MO foram submetidos a processo de extração de óleo com soxhlet, seguindo a metodologia disposta por National standard of the people's republic of china (2016), mas usando como solvente etanol em ponto de ebulição (30°C- 60°C).

O coagulante químico usado para comparação foi o sulfato de alumínio obtido comercialmente.

A lama usada nos experimentos foi coletada na saída do tanque de sedimentação secundária da estação de tratamento de águas residuárias de Bragança, livre de produtos químicos. A lama foi transportada em galões plásticos e armazenadas em temperatura ambiente até serem utilizadas nos experimentos.

Os experimentos de desidratação seguiram a metodologia utilizada por GHEBREMICHAEL e HULTIMAN (2004), usando colunas de acrílico de 3 cm de diâmetro com 60 cm de altura possuindo em uma das pontas do cilindro uma grade em uma das pontas para reter a coluna de areia e a amostra de lama condicionada. Em todos os experimentos a altura da coluna de areia se manteve fixa em 20 cm, e a sua granulometria variou de 0,3 até 1,0 mm, variando-se as alturas das lamas em 10 cm, 20 cm e 40 cm, para fins de análise, em períodos determinados após o início dos experimentos, o volume de líquido é anotado com auxílio de uma proveta posicionada abaixo de cada coluna. A figura 1 mostra esquematicamente como foi montado o experimento e a figura 2 mostra o aparato montado para realização dos experimentos.

Figura 1: Esquema do experimento realizado.



Fonte: GHEBREMICHAEL e HULTIMAN (2004)

Figura 2: Instalação montada para os ensaios



Fonte: Meriem Guesmi (2020).

O condicionamento da lama antes serem colocadas nas colunas foi feito usando o *jar test*, usando diferentes concentrações do coagulante variando de 5 até 50 mL de coagulante por L de lama. A mistura rápida foi feita durante 3 minutos a 150 rpm e a mistura lenta feita por 12 minutos a 20 rpm.

Para caracterização da lama e avaliação da concentração de sólidos do bolo de lama formado após o processo de desidratação foram feitos ensaios de sólidos totais (ST) baseando-se na metodologia de BAIRD *et al.* (2017). Usando cadinhos de porcelana de 100 mL com 90 mm de diâmetro, estufa de secagem a uma temperatura de 103°C – 105°C, dessecador e uma balança analítica. O procedimento foi feito da seguinte maneira, os cadinhos foram lavados e secos na estufa a 105°C por 1 hora, após esse período os cadinhos secos foram colocados em dessecadores para esfriar e então serem pesados em uma balança analítica. Em seguida uma amostra de lama é colocada no cadinho e colocado para secar novamente na estufa a 105°C por 1 hora, colocado no dessecador para resfriamento e pesado na balança analítica, este ciclo foi repetido até se atingir uma massa constante. A equação 1 foi usada para o cálculo:

$$\text{Equação 1: } mg \text{ sólidos totais/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume da amostra, mL}} \text{ (BAIRD } et al., 2017).$$

Onde,

A = Massa do cadinho seco + resíduo seco a 105°C;

B = Massa do cadinho seco a 105°C;

Outro parâmetro analisado experimentos foi a turbidez, sendo medido o valor inicial antes da lama passar pelo processo de desidratação nas colunas, e medido a turbidez da água

produto da desidratação da lama. Para medir este parâmetro foi usado um turbidímetro modelo WTW, Turb 550.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os experimentos realizados foram separados de acordo com a altura utilizada e o coagulante usado, sendo eles o de pó de MO + solução de NaCl 1M (MO-NaCl), pó de MO sem óleo + solução de NaCl 1M (MOE-NaCl) e Al_2SO_4 (Al2). A lama utilizada apresentou concentrações de ST inicial de 26 mg/L e uma turbidez de 352 NTU.

Os resultados obtidos usando o coagulante MO-NaCl são mostrados nas tabelas 2, 3 e 4, sendo cada um dos experimentos com as alturas de lama, 10 cm, 20 cm e 40 cm respectivamente.

Tabela 1: Resultados obtidos com coagulante MO-NaCl (Altura lama: 10 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,87	0,60	0,43	0,29	126	198
5	0,53	0,50	0,35	0,10	115	210
10	0,74	1,3	0,90	0,27	165	218
25	0,73	0,60	0,50	0,10	123	236
50	0,3	0,53	0,45	0,10	206	412

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 2: Resultados obtidos com coagulante MO-NaCl (Altura lama: 20 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,93	0,92	0,73	0,16	33	44
5	0	0	0,21	0,06	11	46

10	0,26	0,20	0,20	0,09	26	14
25	0,42	0,40	0,35	0,10	101	194
50	0,47	0,46	0,43	0,12	103	130

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 3: Resultados obtidos com coagulante MO-NaCl (Altura lama: 40 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,36	0,35	0,50	0,20	62	31
5	0,56	0,40	0,40	0,20	67	62
10	0,31	0,30	0,30	0,20	81	54
25	0,60	0,58	0,51	0,23	78	88
50	0,70	0,70	0,60	0,20	52	72

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

O melhor resultado de remoção de turbidez foi obtido usando a altura de lama de 20 cm com concentração do coagulante de 5 mL/L_{lama}, tabela 2, com uma remoção variando de 352 NTU para 11 NTU, remoção de 97 %, e a pior concentração e altura de lama para remoção da turbidez sendo 50 mL/L_{lama} e 10 cm, respectivamente, com uma redução variando de 352 NTU para 206 NTU, sendo uma redução equivalente a 41%.

Para estes experimentos a maior concentração de sólidos no bolo de lama foi adquirida com uma altura de lama igual a 10 cm com concentração de coagulante igual a 50 mL/ L_{lama}, tabela 1, sendo que a concentração de sólidos variou de 26 mg/L para 412 mg/L, um aumento drástico de 1485 % na concentração de sólidos no bolo de lama, garantindo uma maior qualidade do bolo de lama, como descrito por ADEMILUYI (1988) e indicando maior atividade coagulação.

Como pode ser observado na tabela 1, conforme se aumenta a concentração do coagulante, mais eficaz o coagulante é, tendo em vista o crescimento gradual da concentração de sólidos, comportamento que está de acordo com o que foi exposto por ADEMILUYI (1988).

No entanto quando se começa a aumentar a altura o comportamento já não é visível, e o comportamento torna-se instável.

A taxa de drenagem em todos os experimentos apresenta comportamentos semelhantes, sendo sempre que ao passar do tempo seu valor diminui, e somente com altura igual de lama igual a 40 cm e concentração do coagulante é igual a 50 mL/ L_{lama}, tabela 3, que os valores de taxa de drenagem ultrapassam os valores do branco, evidenciando que houve a agregação de partículas de forma mais eficiente formando maiores flocos e produzindo maiores poros para a passagem de água, dessa maneira, estas condições favorecem mais o processo de desidratação da lama.

Tabela 4: Resultados obtidos com coagulante MOE-NaCl (Altura lama: 10 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,83	0,6	0,40	0,25	126	366
5	0	0,17	0,16	0,15	106	584
10	0,27	0,27	0,26	0,25	88	530
25	0,26	0,26	0,25	0,10	77	372
50	0,35	0,34	0,33	0,23	347	26

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 5: Resultados obtidos com coagulante MOE-NaCl (Altura lama: 20 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,90	0,86	0,73	0,16	33	44
5	0,30	0,26	0,13	0,03	199	130
10	2,45	0,93	0,75	0,19	30	224

25	2,47	1,40	1,03	0,23	83	142
50	2,30	1,30	1,00	0,22	86	160

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 6: Resultados obtidos com coagulante MOE-NaCl (Altura lama: 40 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,36	0,35	0,20	0,20	62	176
5	0,33	0,26	0,23	0,03	128	210
10	1,63	0,93	0,75	0,19	101	240
25	2,46	1,43	1,03	0,23	177	164
50	2,33	1,30	1,00	0,2	162	282

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

As tabelas 4, 5 e 6 mostram os resultados obtidos ao se usar o coagulante feito com o pó das sementes que tiveram o óleo extraído, MOE-NaCl, para as alturas de 10 cm, 20 cm e 40 cm.

O menor valor de turbidez obtido foi o de 30 NTU com altura da lama igual a 20 cm e concentração do coagulante igual a 10 mL/L_{lama}, representando uma redução da turbidez de 91,5%, e a pior redução da turbidez pode ser observada na tabela 1, com concentração de coagulante sendo igual a 50 mL/L_{lama}, com uma redução da turbidez de 1,4%. Essa baixa redução na turbidez pode ser explicada pela baixa atividade de coagulação que houve para esta condição específica, uma vez que os sólidos não ficaram aderidos ao bolo de lama, ocasionando o aumento da turbidez da água drenada.

O comportamento de sólidos totais para as alturas de 10 cm de lama, tabela 4, e de 20 cm, tabela 5. Quando a concentração de coagulante atinge 5 mL/L_{lama} a concentração de sólidos totais atinge o máximo valor de 584 mg/L e maiores concentrações de coagulantes ocasionam uma menor concentração de sólidos, apresentando menores valores de concentração de sólidos para maiores concentrações de coagulante. Um comportamento semelhante pode ser observado

com altura da lama igual a 20 cm, em que a concentração máxima de sólidos atingida, 224 mg/L, é atingida com concentração de coagulante igual a 10 mL/L_{lama} e as concentrações de sólidos são menores para as concentrações de coagulante de 25 mL/L_{lama} e 50 mL/L_{lama}, mas não apresentam um comportamento previsível.

O uso do coagulante cuja semente teve seu óleo extraído, MOE-NaCl, apresentou de maneira geral, melhor eficácia para coagulação, sendo como única exceção, o valor de sólidos totais com a lama de altura igual a 20 cm concentração de coagulante igual a 25 mL/L_{lama}, e a concentração ótima para coagulação foi de 5 mL/L_{lama}, com valor máximo de sólidos totais sendo de 584 mg/L, representando um aumento de 2146%.

Para as alturas de 20 cm e 40 cm e concentrações de coagulante a partir de 10 mL/L_{lama}, pode-se notar uma melhora significativa da taxa de drenagem, apresentando maiores valores quando comparados com o branco, e quando comparadas com o coagulante MO-NaCl, pode-se notar uma melhora de maneira geral, com exceção na altura da lama igual a 40 cm e concentração de coagulante igual a 5 mL/L_{lama}. A melhora da taxa de drenagem do coagulante MOE-NaCl, pode ser explicada devido a melhora da concentração de sólidos, implicando em coagulações mais eficientes. Um condicionante de boa qualidade quando aplicado no processo de desidratação da lama deve apresentar uma maior taxa de drenagem do que o branco, uma vez que são aplicados para aumentar a capacidade de desidratação da lama tornando-a mais fácil para ser manuseada (GHEBREMICHAEL e HULTIMAN, 2004; MUYIBI *et al.* 2001).

Tabela 7: Resultados obtidos com coagulante Al₂ (Altura lama: 10 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,80	0,60	0,43	0,24	126	212
5	0,30	0,60	0,73	0,23	263	226
10	0	0,16	0,14	0,13	103	214
25	0,84	0,83	0,70	0,23	31	246
50	0,54	0,50	0,52	0,20	24	336

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 8: Resultados obtidos com coagulante Al₂ (Altura lama: 20 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,93	0,93	0,73	0,17	33	44
5	1,60	0,90	0,77	0,17	90	44
10	1,50	0,90	0,77	0,18	61	36
25	1,50	0,93	0,87	0,20	33	48
50	1,60	1,0	0,93	0,21	43	49

Fonte: Meriem Guesmi (2020).


Tabela 9: Resultados obtidos com coagulante Al₂ (Altura lama: 40 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,36	0,35	0,35	0,20	62	76
5	0,46	0,37	0,35	0,30	153	110
10	0,60	0,53	0,51	0,25	85	32
25	0,60	0,47	0,45	0,25	95	83
50	0,26	0,27	0,23	0,14	60	784

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Os resultados usando o coagulante de sulfato de alumínio e as diferentes alturas da lama são apresentados nas tabelas 7, 8 e 9.

Os valores de turbidez obtidos em geral sendo que em sua maioria os valores de remoção se mantiveram acima dos 70%, com exceção na tabela 7, onde houve a pior redução quando a concentração do coagulante foi de 5 mL/L_{lama}, com uma redução de 25%, e na tabela 9 na mesma concentração, com uma redução igual a 56%. O valor de redução máximo foi obtido com a altura e lama igual a 10 cm e concentração do coagulante igual a 50 mL/L_{lama}, com a redução sendo igual a 93%. A tabela 8, altura de lama igual a 20 cm, apresentou de forma geral




melhores valores para redução da turbidez, no entanto os valores para sólidos totais foram baixos, implicando que a remoção da turbidez não está relacionada com o acúmulo de sólidos no bolo, o que pode indicar que a redução da turbidez está associada a reações do coagulante com a lama formando compostos que são solúveis e estão sendo retidos na água filtrada da lama, aumentando a concentração do filtrado, como já foi observado por ADEMILUYI (1988).

Maiores concentrações de sólidos foram obtidas, de maneira geral, quando a altura da lama é igual a 10 cm, no entanto, o maior valor de concentração de sólidos totais foi obtido com altura de lama igual a 40 cm e concentração de coagulante igual a 50 mL/L_{lama}, tendo um valor de 784 mg/L.

Com relação a taxa de drenagem, pode ser observado uma melhoria significativa na quando a altura da lama está em 20 cm, mesmo que na tabela não haja sinais de maior atividade coagulante, o que indica ainda mais que os materiais suspensos podem ter reagido com o coagulante de forma a resultar em compostos solúveis, assim tendo menor dificuldade para serem filtrados.

Comparando todos os resultados nota-se que a altura de lama igual a 10 cm produz, de forma geral, resultados melhores para concentrações de sólidos. Nota-se também que o coagulante MOE-NaCl produziu melhores resultados para concentração de sólidos do que o coagulante MO-NaCl, resultado que está de acordo com estudo feito por MUYIBI (2002), além de apresentar também melhores resultados de maneira geral que o coagulante Al₂. A turbidez não apresentou um comportamento previsível que pode ser descrito para todos os coagulantes, e a redução de turbidez usando os coagulantes MO-NaCl e MOE-NaCl, apresentaram menor potencial para redução da turbidez do que o uso do Al₂, isso pode ser por conta que os dois primeiros coagulantes por serem extratos naturais e podem ter liberado no filtrado resíduos orgânicos. Com relação a taxa de drenagem, há uma melhoria visível para os coagulantes de MOE-NaCl para as alturas de 20 cm e 40 cm de lama para concentrações de coagulantes maiores que 10 mL/L_{lama}, e para o coagulante Al₂, para altura de lama igual a 20 cm todas as concentrações apresentaram melhora na taxa de drenagem, e para lama na altura igual a 40 cm verifica-se melhoria da taxa para as concentrações de coagulantes menores que 50 mL/L_{lama}.

Um comportamento que é notado durante os experimentos é que conforme se aumenta a altura, há uma menor eficácia de coagulação. Há, no entanto, uma exceção ao caso em que ao



usar o coagulante Al₂ a maior concentração de sólidos está com nos experimentos com altura igual a 40 cm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos de desidratação da lama usando os coagulantes MO-NaCl e MOE-NaCl apresentaram resultados positivos de concentração de sólidos no bolo de lama final formado, e podem ser comparados com os resultados obtidos pelo uso do coagulante químico Al₂, sendo que o coagulante feito das sementes de MO cujo óleo foi removido apresentou maior atividade de coagulação de maneira geral. No entanto, o coagulante químico apresentou taxas de remoção mais altas de maneira geral.

Foi possível concluir, também, que a altura da lama usada no processo de desidratação diminui a eficácia da atividade do coagulante, uma vez que conforme foi se aumentando a altura, menor foi a concentração de sólidos totais no bolo de lama final.

Em vista dos resultados obtidos conclui-se que *Moringa oleifera* com extração, possui maior potencial para ser utilizado como agente condicionante substituto, produzindo resultados semelhantes com a utilização do condicionante químico sulfato de alumínio para o quesito de tempo de drenagem, e resultados melhores para concentração de sólidos, há, no entanto, produzido menor taxa de remoção da turbidez no filtrado, tornando-se necessário em estudos futuros, analisar as características do filtrado para entender a causa do aumento da turbidez e assim tentar produzir formas para melhorar ainda mais a eficácia do coagulante.

REFERÊNCIAS

ABIDIN, Z, Z; SHAMSUDIN, N, S, M; MADEHI, N; SOBRI, S. **Optimisation of a method to extract the active coagulant agent from *Jatropha curcas* seeds for use in turbidity removal**, [S.l] Industrial Crops and Products, 2013, v. 41, 319-323 p.

ADEMILUYI, J, O. **SLUDGE CONDITIONING WITH MORINGA SEED**. EUA, Environmental International, 1988, v. 14, 59-63 p.

BAIRD, Rodger; RICE, Eugene W.; EATON, Andrew D.. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 2540 B. Total Solids Dried at 103–105°C**. 23. ed. American Water Works Association, 2017.

BUECHLER, Stephanie; MEKALA, Gayathri Devi; KERAITA, Ben. **Wastewater Use for Urban and Peri-urban Agriculture.** In: VEENHUIZEN, René van; (CANADA), International Development Research Centre. *Cities Farming for the Future: Urban Agriculture for Green and Productive Cities.* IDRC, v. 1, f. 237, 2005. 473 p. cap. 9.

CARR, R, M; BLUMENTHAL, U, J; MARA, D, D. **Health Guidelines For the Use of Wastewater in Agriculture: Developing Realistic Guidelines,** [S.l.] CAB International, 2004.

GHEBREMICHAEL, K, A; HULTIMAN, B. **ALUM SLUDGE DEWATERING USING *Moringa oleifera* AS A CONDITIONER,** Países Baixos, *Water, Air, and Soil Pollution,* 2004, v. 158, 153-167 p.

GUESMI, Meriem. **Sludge dewatering from a WTP and WWTP using a natural coagulant.** Orientador: Ramiro Martins. 2020. Tese (Mestrado) - Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/23260>. Acesso em: 9 jul. 2021.

IDRIS, M, A; JAMI, M, S; HAMMED, A, M; JAMAL, P. **Moringa Oleifera Seed Extract: A Review on Its Environmental Applications,** India, *International Journal of Applied Environmental Sciences,* 2016, v. 11, number 6, 1469-1486 p.

MUYIBI, S, A; NOOR, M, J, M; LEONG, T, K; LOON, L, H. **Effects of Oil Extraction from Moringa Oleifera Seeds On Coagulation Of Turbid Water,** [S.l.] *International Journal of Environmental Studies,* 2002, 59:2, 243-254 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00207230210924>

MUYIBI, S, A; NOOR, M, J, M, M; ONG, D, T; KAI, K, W. **Moringa oleifera seeds as a flocculant in waste sludge treatment,** [S.l.], *International Journal of Environmental Studies,* 2001, 58:2, 185-195 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207230108711326>

NATIONAL STANDARD OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. National food safety standard Determination of fat in foods, **GB 5009.6,** China, 23 de dezembro de 2016.


PALANIAPPAN, M; GLEICK, P, H; ALLEN, L; COHEN, M, J; SMITH, J, C; SMITH, C. **Clearing the waters: A Focus on Water Quality Solution,** Nairobi:UNEP, março, 2010, 91 p.

SANCHO, F, H; DIALLO, B, L; SAGASTA, M; QADIR, M. **Economic Valuation of Wastewater-The cost of action and the cost of no action,** Nairobi: UNEP, 2015, 68 p.

SOMLYODY, L; VARIS, O. **Freshwater under pressure,** [S.l.] *International Review for Environmental Strategies,* v.6, n.2, p.181-204, 2006.

TAT, W, K; IDRIS, A; NOOR, M, J, M, M; MOHAMED, T, A; GHAZALI, A, H; MUYIBI, A. **Optimization study on sewage sludge conditioning using Moringa oleifera seeds.** *Desalinization and Water Treatment,* Taylor & Francis Online, 2010, v. 16, 402-410 p. Disponível em: <https://doi.org/10.5004/dwt.2010.1271>

UNESCO; **Wastewater the untapped resource. The United Nations World Water Development Report 2017,** Paris, 2017. 198 p.



YANG, G; ZHANG, G; WANG, H. **Current state of sludge production, management, treatment and disposal in China.** [S.l] Water Research, Elsevier, 1 de julho de 2015, v. 78, 60-73 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.04.002>

YU, S; ZHANG, G; LI, J; ZHAO, Z; KANG, X. **Effect of endogenous hydrolytic enzymes pretreatment on the anaerobic digestion of sludge,** [S.l] Elsevier, 26 de julho de 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.07.087>

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3

Luana Lima Guimarães
Patrícia Gonçalves de Freitas
Organizadoras



2021

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3

Luana Lima Guimarães
Patrícia Gonçalves de Freitas
Organizadoras



2021