



ESTUDO PRELIMINAR SOBRE O USO DA SEMENTE DE MORINGA OLEÍFERA COMO COAGULANTE ORGÂNICO

Monalisa Meneses Lino, Marcos Paulo Alves Ferreira, Andréia Boechat Delatorre (*), Maycon Pessanha Barreto, Thiago De Freitas Almeida

* Universidade Estácio de Sá, Campus Macaé (Bolsista de pesquisa e produtividade UNESA)

e-mail: andreiadeltorre@hotmail.com

RESUMO

O século passado (XX) foi marcado por transformações socioeconômicas que culminaram em um processo de urbanização muito acentuada. Os reflexos dessas transformações fizeram-se presentes no meio ambiente, principalmente nos núcleos urbanos, atingindo diretamente, os recursos hídricos como rios, lagos e lençol freático, provocando, por consequência, a sua crescente deterioração. A abordagem desse tema permite o estudo sobre o uso da semente da Moringa Oleífera para o tratamento tanto de água, quanto de efluentes. Seu uso de maneira rudimentar, já vem sendo realizado em locais que sofrem com a falta de água tratada para consumo doméstico, como o interior do Nordeste. Já em relação aos efluentes, a moringa se apresenta como uma alternativa para diminuir a utilização de reagentes químicos para coagular partículas suspensas na água, como o caso da água residuária de concreto. Com isso, o tratamento com auxílio de coagulantes naturais torna-se uma alternativa mais sustentável e de baixo custo podendo se tornar uma ferramenta para o tratamento de água com partículas suspensas, diminuindo assim o uso de reagentes químicos coagulantes, que acarretam a geração de resíduos no processo que requer tratamento antes do descarte final. Algumas alternativas vêm sendo estudadas como o uso de coagulantes naturais para clarificação das águas. As sementes de Moringa oleífera possuem quantidades significativas de proteínas solúveis em água que apresentam uma carga positiva. Quando as sementes trituradas e misturadas à água bruta, as proteínas produzem cargas positivas agindo como ímãs e induzem as partículas carregadas negativamente, como as argilas e partículas tóxicas na água. Assim, este trabalho teve por objetivo realizar um estudo preliminar sobre o uso dessa semente como coagulante e comparar o resultados com 2 coagulantes convencionais (sulfato de alumínio e cloreto de ferro). Os testes iniciais foram realizados com amostras contendo partículas suspensas (água do rio). Visto que a idéia era estudar a coagulação real dessas áreas sem tratamento. Com os resultados preliminares foi possível evidenciar que a Moringa se mostrou eficaz na coagulação de partículas suspensas, podendo ser uma alternativa viável para redução da utilização dos coagulantes químicos ou até mesmo a substituição, principalmente em tratamento de efluentes.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulante; Moringa Oleífera; Tratamento de água, tratamento de efluentes.

ABSTRACT

The last (20th) century was marked by socioeconomic changes that culminated in a very sharp urbanization process. The reflexes of these transformations were present in the environment, mainly in urban centers, directly affecting water resources such as rivers, lakes and groundwater, causing, consequently, their increasing deterioration. The approach of this theme allows the study of the use of Moringa Oleífera seed for the treatment of both water and effluents. Its use in a rudimentary way has already been carried out in places that suffer from the lack of treated water for domestic consumption, such as the interior of the Northeast. Regarding the effluents, the moringa presents itself as an alternative to decrease the use of chemical reagents to coagulate particles suspended in the water, as in the case of concrete wastewater. Thus, treatment with the aid of natural coagulants becomes a more sustainable and low-cost alternative and can become a tool for the treatment of water with suspended particles, thus reducing the use of coagulating chemical reagents, which lead to the generation of waste. in the process that requires treatment before final disposal. Some alternatives have been studied, such as the use of natural coagulants to clarify the waters. Moringa oil seeds have significant amounts of water-soluble proteins that have a positive charge. When seeds are crushed and mixed with raw water, proteins produce positive charges by acting as magnets and induce negatively charged particles, such as clays and toxic particles in water. Thus, this work aimed to carry out a preliminary study on the use of this seed as a coagulant and to compare the results with 2 conventional coagulants (aluminum sulfate and iron chloride). The initial tests were carried out with samples containing suspended particles (river water). Since the idea was to study the actual coagulation of these areas without treatment. With the preliminary results it was possible to show that Moringa proved to be effective in the coagulation of suspended particles, and may be a viable alternative for reducing the use of chemical coagulants or even substitution, mainly in effluent treatment.

KEYWORDS: Coagulant; Moringa Oleífera; Water treatment



INTRODUÇÃO

Devido a necessidade, inovar é prioridade no setor de tratamento de água, pesquisas e inovações tecnológicas surgem a todo momento. E não é difícil entender por que, segundo dados do SNIS de 2015, 35 milhões de brasileiros não dispõem de serviço de abastecimento de água por rede de distribuição enquanto 100 milhões não têm serviço de coleta de esgoto, sendo que apenas 42,7% desse esgoto são tratados.

Atualmente a tecnologia mais utilizada no tratamento de água envolve o processo químico da coagulação com sais de ferro ou de alumínio, seguido da sedimentação, da filtração e da desinfecção com cloro. O coagulante químico para tratamento de águas mais empregado no Brasil é o sulfato de Alumínio, devido sua alta eficiência na remoção de partículas suspensas e custo acessível, entretanto, altas concentrações de alumínio no meio ambiente podem causar problemas sérios ao solo, e por consequência afetar também a saúde humana.

O desenvolvimento de novos coagulantes, baseados em matérias-primas biodegradáveis abundantes na natureza, vem ganhando espaço nos centros de pesquisa como uma tecnologia. Quando bem explorados, podem permitir a redução do custo operacional do tratamento de água e expandir o acesso a esse recurso (LIMA, 2015).

A semente de *Moringa oleifera* possui benefícios ambientais e operacionais quando usado como coagulante de águas, entre eles: a não toxicidade, capacidade de remoção de micro-organismos, incluindo *Escherichia coli*, inalteração do pH, condutividade elétrica da água tratada e geração de lodo biodegradável em volume 4 a 5 vezes menor quando comparado aos sais inorgânicos utilizados para a mesma finalidade

Algumas alternativas vêm sendo estudadas como o uso de coagulantes naturais para clarificação das águas. As sementes de *Moringa oleifera* possuem quantidades significativas de proteínas solúveis em água que apresentam uma carga positiva. Quando as sementes trituradas e misturadas à água bruta, as proteínas produzem cargas positivas agindo como ímãs e induzem as partículas carregadas negativamente, como as argilas e partículas tóxicas na água. Sais de alumínio e ferro são ambientalmente indesejáveis, pois os lodos produzidos podem disponibilizar íons solúveis que comprometem a saúde humana. É necessário, portanto, buscar coagulantes ambientalmente mais compatíveis (Vaz, 2010)

Em vários países do mundo são conhecidas espécies de plantas utilizadas como coagulantes naturais, dentre elas estão: *Papilionideae*, *Cactaceae*, *Capparidaceae*, *Moringaceae*, *Tiliaceae*, *Anacardiaceae*, *Malvaceae*, *Annonaceae*, *Acanthaceae* e *Araceae* (Mendes, Coelho; 2007 apud Ribeiro 2010). O lodo gerado pelos coagulantes orgânicos não possui sais de alumínio e ferro incorporado, portanto, é biodegradável o que possibilita sua compostagem e disposição final. Outras vantagens são a redução da quantidade de lodo e a sua maior amenidade à desidratação. Ao contrário do lodo gelatinoso e volumoso oriundo do uso do sulfato de alumínio. Além disso, os flocos resultantes da coagulação com sulfato de alumínio são essencialmente de natureza inorgânica, portanto, o lodo não entra em decomposição biológica. Mesmo que o custo dos biopolímeros catiônicos seja maior que o custo dos sais de alumínio e ferro, as reduzidas dosagens requeridas diminuem o custo, próximos aos dos coagulantes químicos (Vaz, 2010).

Segundo Panterniani, 2009 em sua pesquisa sobre o Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais a solução coagulante obtida das sementes de *Moringa oleifera* é eficiente para tratar águas com turbidez variando de 50 até 100 NTU, tanto por sedimentação simples quanto por filtração lenta em manta sintética não tecida. Obtiveram-se reduções médias da turbidez e da cor aparente, de 90 e 96% nos processos de sedimentação simples e filtração lenta, respectivamente. Quanto maior a turbidez da água bruta a ser tratada maior também deve ser a concentração do coagulante empregado, seja para a remoção de partículas sólidas por sedimentação quanto por filtração lenta.

Neste contexto, os coagulantes naturais apresentam-se como uma alternativa viável, destacando-se a semente da *Moringa oleifera*, 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).

Assim, este trabalho teve por objetivo realizar um estudo preliminar sobre o uso dessa semente como coagulante e comparar o resultados com 2 coagulantes convencionais (sulfato de alumínio e cloreto de ferro).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O estudo de caso visa estudar o efeito de coagulação da semente de *moringa oleifera*, uma planta com potencial efeito de coagulação e que por se apresentar como coagulante orgânico, se torna uma alternativa promissora na substituição dos atuais produtos químicos utilizados, uma vez que não altera muito o pH do sistema. Além disso, caso esse efeito seja comprovado a mesma pode ser estudada para ser utilizada na forma de tratamento natural em córregos contaminados.

Os testes iniciais seriam realizados com uma água completamente, retirada do valão localizado na Linha Vermelha em Macaé. O canal recebe diretamente esgoto sem qualquer tipo de tratamento da comunidade que vive no entorno. Visto que a idéia era estudar a coagulação real dessas áreas sem tratamento. Para tanto, foram coletados 10 L de água para

realização do teste de coagulação em diferentes concentração de semente de Moringa. Após a coleta a água foi armazenada em uma geladeira para que não se perdesse suas características biológicas.

Processamento da semente de moringa e preparo da simulação para teste

Em uma proveta de 250 mL foram colocados 100 mL da água de valão para início dos testes, em seguida foi adicionado 5g de semente de moringa triturada e a coagulação observada por 36 horas e os testes de turbidez e pH realizados de 12 em 12 horas. Como os testes seriam conduzidos apenas com as análises físico-químicas, optou-se por realizar a simulação de água com partículas suspensas (água e argila numa proporção de 10%), evitando assim a coleta sem equipamento próprio e manipulação com águas poluídas

A semente da Moringa foi retirada da vagem e também da casca de entorno da semente. Em seguida a semente posta para secagem em temperatura ambiente. Logo após de seca a semente da moringa foi macerada e pesada para a realização dos testes.

Preparo da amostra para teste

Em dois béqueres de 300 mL foram colocados 200 ml da amostra padrão e em seguida foi adicionado 0,15g de cloreto de ferro em para um dos testes e 0,12g de sulfato de alumínio para o outro, respectivamente. Os resultados foram avaliados de 6 em 6 horas durante 36 horas. Esses testes foram realizados a fim de comparar a coagulação da moringa co os principais coagulantes químicos comercialmente usados em processos industriais.

Variação da concentração de semente de moringa e testes físico-químico

Em 3 provetas de 250ml foi adicionado 100ml da amostra padrão e a variação da concentração de semente foi testada com 2,5%, 5g% e 7,5% por um período de 36h, com retirada de ponto para testes de 6 em 6 horas para realização das análises de método comparativo da turbidez e medição de pH. O registro fotográfico foi realizado a fim de comprovar auxiliar na comparação dos resultados, tanto dos reagentes químicos, quanto da semente de moringa.

O teste de turbidez foi realizado por meio de efeito e percepção da coagulação a olho nu e por comparação com o padrão e o registro fotográfico. Já o pH foi medido por meio de pHmetro.

RESULTADOSE DISCUSSÃO

O estudo de caso foi elaborado através experimentos laboratoriais com testes feitos em triplicata. A água com material suspenso utilizada foi usada para simular a água de rios, lagos ou lagoas. Como citado, quando em contato com a água a moringa libera uma proteína catiônica com alto peso molecular e desestabiliza as partículas presentes na água e flocula os coloides. Também foram utilizados neste estudo de caso o Sulfato de alumínio amplamente utilizado pela indústria e o mais comum nos tratamentos de água convencionais e o Cloreto de ferro também bastante utilizado sozinho ou associado a algum outro coagulante químico.

A simulação de uma água com material suspenso foi realizada usando 2 litros de água de torneira residencial e em seguida misturou-se 200g de argila e foi adicionado um pouco de areia e misturado. Os testes foram realizados conforme tempo e análise pré-estabelecidos anteriormente e os resultados da análise da eficiência na coagulação e floculação de partículas coloidais na água podem ser observados na Figura 1.



Figura 1: Início dos testes, da esquerda para a direita: Cloreto de ferro, Sulfato de alumínio, Moringa triturada (2,5%), Moringa triturada (5%), Moringa triturada (7,5%).

Testes dos coagulantes

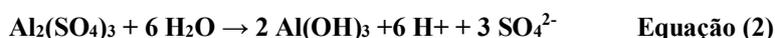
O Cloreto de ferro comumente utilizado no tratamento de efluentes, normalmente em conjunto com o Sulfato de alumínio ou outro coagulante tem bom custo benefício e é bastante utilizado como coagulante.

Segundo FOGAÇA, 2018, geralmente, aqui no Brasil, o coagulante utilizado é o sulfato de alumínio ($Al_2SO_4)_3$. Esses coagulantes são insolúveis na água e geram íons positivos (cátions) que atraem as impurezas carregadas negativamente nas águas.

O sulfato de alumínio gera os seguintes íons na água (Eq. 1):

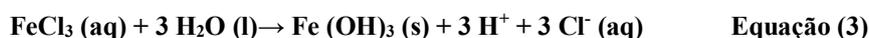


Uma menor parte dos cátions Al^{3+} neutraliza as cargas negativas das impurezas presentes na água, e a maior parte deles interage com os íons hidroxila (OH^-) da água, formando o hidróxido de alumínio (Eq. 2):



Esse hidróxido de alumínio é um colóide carregado positivamente que neutraliza as impurezas coloidais carregadas negativamente que estiverem na água. Observe que há um excesso de H^+ , o que torna o meio ácido e pode impedir a formação do hidróxido de alumínio.

O cloreto férrico ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) é amplamente utilizado no tratamento de esgotos domésticos e industriais. Devido a suas propriedades corrosivas, sua manipulação exige alguns cuidados especiais, como a utilização de equipamentos de segurança e recipientes anticorrosivos para o seu armazenamento. O cloreto férrico pode ser encontrado na forma líquida e sólida. Quando adicionado à água a ser tratada ocorre a hidrólise do cloreto férrico, logo os complexos de ferro formados adquirem cargas positivas. A agregação das partículas presentes na água tratada que resultam na floculação, são resultantes da neutralização das cargas negativas dos sólidos na água pelos complexos de ferro dotados de carga positiva (FRANCO, 2009).



Nos testes preliminares realizados, o cloreto de ferro teve um resultado satisfatório, e melhorou a turbidez do meio. São poucas as referências bibliográficas abordando o Cloreto de ferro no tratamento de água, as pesquisas se voltam mais para o uso de Sulfato de alumínio devido sua eficácia quando comparado ao Cloreto de Ferro. Os resultados após o teste estão apresentados na Figura 2.



Figura 2 - Após 6h de tratamento (Ph=2,60 - 25°C); após 12h de tratamento (Ph=2,61 - 24°C); após 24h de tratamento (Ph=2,52 - 30°C) e após 36h de tratamento (Ph=3,81 - 25°C)

A concentração de Cloreto de ferro utilizado (0,15g para 250mL) se mostrou pouco eficiente ao término do tratamento, alterou instantaneamente o Ph da água que passou de 5,44 para 2,61 e se manteve assim até o final do teste com uma variação desprezível. Esses resultados mostram a necessidade de uma solução tampão como carbonato de cálcio para correção do Ph e pode ser futuramente estudado como uma utilidade maior quando combinado com outro coagulante químico já que sozinho não apresentou resultados satisfatórios. Normalmente o Cloreto de ferro é utilizado em conjunto com o Sulfato de alumínio para se obter um resultado satisfatório.

O sulfato de alumínio é o coagulante químico mais utilizado devido ao bom custo benefício e pelo resultado altamente satisfatório para sedimentação das partículas sólidas presentes na água. Sua utilização é amplamente difundida na indústria e até mesmo na sociedade em geral (limpeza de piscinas, por exemplo). No entanto ele se mostra altamente contaminante para o solo e não pode ser descartado juntamente com a lama do tratamento de água sem o tratamento adequado.

Os testes realizados com sulfato de alumínio (0,12g para 250mL) se mostrou muito eficiente ao término do tratamento. Porém, alterou instantaneamente o Ph da água tratada, que passou de 5,44 para 3,64 e se manteve assim até o final do teste com uma variação desprezível. Esses resultados mostram que para esse tipo de coagulante, faz-se necessário o uso de solução tampão, normalmente carbonato de cálcio, para que a correção dessa variação seja corrigida e o valor de pH atenda as normativas de consumo.

Com esses resultados, os testes foram realizados substituindo os coagulantes químicos convencionais pela semente de moringa. Isso porque a moringa vem ganhando destaque em pesquisas realizadas recentemente, por se apresentar como um coagulante natural, além de não apresentar variação no pH do tratamento (Tabela 1), se mostra uma alternativa viável e sustentável para substituir reagentes químicos nos processos de coagulação de partículas poluentes na água, conforme mostrado na Figura 3.

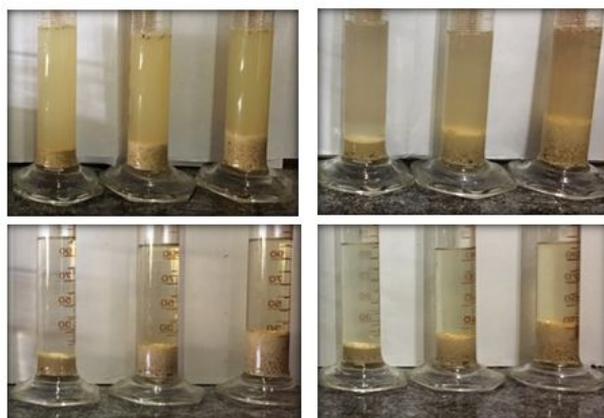


Figura 3: coagulação após 6h de tratamento (Ph=3,81 - 25°C) , após 12h de tratamento (Ph=3,82 - 24°C); após 24h de tratamento (Ph=3,71 - 30°C); após 36h de tratamento (Ph=3,81 - 25°C)

Tabela 1: variação de pH com a concentração da semente de moringa

Tempo (h)	2,5%	5,0%	7,5%
6	5,59	5,27	5,19
12	5,44	5,05	5,00
24	5,22	4,83	4,79
36	4,91	4,82	4,77

*Durante o teste não houve variação significativa de Temperatura, que variou entre 24 e 25°C.

A semente de moringa triturada se mostrou altamente eficiente no propósito de coagulação, tendo uma eficiência semelhante aos reagentes químicos comumente utilizados para este processo. Com os resultados foi possível observar que a partir de 24h a Moringa vai perdendo sua eficiência e se oxidando no meio baixando o pH da água. A concentração que obteve o melhor êxito foi a de 2,5% com 24h de tratamento.

Essa eficiência como coagulante que a semente de moringa apresenta é devido a uma proteína de alto peso molecular liberada durante o processo de coagulação. Após os resultados dos testes, foi realizada uma análise através do método comparativo que a Moringa teve uma eficiência semelhante ao Sulfato de alumínio. Ambos melhoraram consideravelmente a turbidez do meio e após um processo de filtração simples obtivemos água limpa novamente. Sais de alumínio e ferro são ambientalmente indesejáveis, pois os lodos produzidos podem disponibilizar íons solúveis que comprometem a saúde humana. É necessário, portanto, buscar coagulantes ambientalmente mais compatíveis (Vaz, 2010).

Em vários países do mundo são conhecidas espécies de plantas utilizadas como coagulantes naturais, dentre elas estão: *Papilionideae*, *Cactaceae*, *Capparidaceae*, *Moringaceae*, *Tiliaceae*, *Anacardiaceae*, *Malvaceae*, *Annonaceae*, *Acanthaceae* e *Araceae* (Mendes, Coelho; 2007 apud Ribeiro 2010). O lodo gerado pelos coagulantes orgânicos não possui sais de alumínio e ferro incorporado, portanto, é biodegradável o que possibilita sua compostagem e disposição final. Outras vantagens são a redução da quantidade de lodo e a sua maior amenidade à desidratação. Ao contrário do lodo gelatinoso e volumoso oriundo do uso do sulfato de alumínio. Além disso, os flocos resultantes da coagulação com sulfato de alumínio são essencialmente de natureza inorgânica, portanto, o lodo não entra em decomposição biológica. Mesmo que o custo dos biopolímeros catiônicos seja maior que o custo dos sais de alumínio e ferro, as reduzidas dosagens requeridas diminuem o custo, próximos aos dos coagulantes químicos (Vaz, 2010).

Segundo Panterniani, 2009 em sua pesquisa sobre o Uso de sementes de Moringa oleifera para tratamento de águas superficiais a solução coagulante obtida das sementes de Moringa oleifera é eficiente para tratar águas com turbidez variando de 50 até 100 NTU, tanto por sedimentação simples quanto por filtração lenta em manta sintética não tecida. Obtiveram-se reduções médias da turbidez e da cor aparente, de 90 e 96% nos processos de sedimentação simples e filtração lenta, respectivamente. Quanto maior a turbidez da água bruta a ser tratada maior também deve ser a concentração do coagulante empregado, seja para a remoção de partículas sólidas por sedimentação quanto por filtração lenta. O Autor ainda observou a diminuição da condutividade elétrica, confirmando a capacidade do coagulante moringa oleifera, também, na remoção de íons em efluentes aquosos. Esse coagulante à base de sementes de 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 de uso.

Segundo Arantes, 2018 o mecanismo de atuação da semente como coagulante natural ainda deve ser elucidado, embora a maioria dos autores indique uma proteína presente como sendo a responsável pelos processos de coagulação/ floculação, há ainda alguma controvérsia entre os autores quando se menciona esses agentes responsáveis. Assim, como ainda não



está totalmente elucidada qual proteína, ou composto, seria responsável pela coagulação/floculação de compostos que conferem cor e turbidez as águas, e se o composto extraído com água é o mesmo extraído com sal, o mecanismo pelo qual e este processo ocorre, também necessita de maiores estudos.

Segundo Arantes et al. 2015 o uso de sementes de Moringa oleifera confinado em sachês, já foi reportado por Pritchard et al. (2010). Os referidos autores afirmaram que, embora essa técnica tenha ocasionado redução significativa da turbidez na realização de ensaios de sedimentação, mais estudos são necessários para otimizar a aplicação do coagulante confinado em sachês.

O volume de lodo produzido pelo uso da semente de moringa como coagulante no tratamento de água é consideravelmente menor, de 20 a 30%, do que quando se utiliza o sulfato de alumínio como coagulante. Além disso, o lodo produzido por esta espécie não oferece qualquer risco ambiental. O que é altamente vantajoso, uma vez que após o processo de tratamento da água, a empresa deverá se responsabilizar pelo adequado destino do lodo formado. (ARANTES, 2015)

Além de ser utilizada como coagulante no tratamento de águas, a semente de Moringa Oleifera pode ser aplicada como adsorvente no tratamento por coagulação-floculação de águas industriais removendo compostos como zinco, cobre, ferro, alumínio, cádmio, cromo, níquel, prata, mangânes, benzeno, tolueno, etilbenzeno e isopropilbenzeno (RIBEIRO 2010) Neste contexto, os coagulantes naturais apresentam-se como uma alternativa viável, destacando-se a semente da Moringa oleifera, 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 e Evison, 1995).

CONCLUSÃO

Os resultados preliminares mostram que a Moringa se mostrou muito eficiente nos testes de estudo de caso e quando comparada ao sulfato de alumínio nós obtivemos um resultado muito semelhante entre os dois. A vantagem na utilização da Moringa se deve pelo fato de ser orgânica e biodegradável, podendo de forma correta ser descartada juntamente com a lama de tratamento sem necessitar de um tratamento para retirada dos metais pesados presentes. Ao longo dos experimentos também foi verificado que ela não altera o pH da água, ou seja, não necessita de uma solução tampão para controle do mesmo. A Moringa se mostra como uma alternativa para redução da utilização dos coagulantes químicos ou até mesmo a substituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARantes, C. C. et al. **Diferentes formas de aplicação da semente de Moringa oleifera no tratamento de água**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, p. 266-272, jan. 2015.
2. Ndabigengesere, A.; NARASIAH, S.; TALBOT, B. G. **Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using Moringaoleifera**. Water Research, Cardiff, UK v. 29, n. 2, p. 703-710, 1995.
3. Ribeiro, A. T. **aplicação da moringa oleifera no tratamento de água para consumo humano**. 2010. 98 f. TCC (MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE)- FEUP, Portugal, 2010.
4. Muyibi, S. A.; Evison, L. M. **Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with MoringaOleiferaseeds**. Water Resources, Fenix, v. 29, n. 12, p. 2689-2695, 1995.
5. Panterniani, A.C et al. **Uso de sementes de moringa oleifera para tratamento de águas superficiais**. Revista brasileira de engenharia Agrícola e ambiental. V. 13, n.6, p.765-771. 2009
6. VAZ, L.G. L. et al. **Valiação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia**. Eclética Química, São Paulo, p. 45-54, jan. 2010.
7. FOGAÇA, J.R.V. **"Coagulação e Floculação**. Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/coagulacao-floculacao.htm>>. Acesso em 04 de nov. de 2018.
8. LIMA, N.M. **Aplicação da Moringa Oleifera no tratamento de água com turbidez**. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado em desenvolvimento de processos ambientais)- Universidade Catolica de Pernambuco, Recife, 2015.