



Utilização de extrato de semente de *Moringa oleifera* no tratamento de efluente têxtil

Utilization of Moringa oleifera seeds extract in textile effluent treatment

Amanda Ribeiro Rovel¹, Isabella Zanette da Silva¹, Maria Eliana Camargo Ferreira¹, Natália Ueda Yamaguchi¹

¹ Universidade Cesumar, Brasil.

Contato: natalia.yamaguchy.uncesumar.edu.br

Palavras-Chave

coagulante
coagulante natural
coagulação
corante
lavanderia industrial

RESUMO

Os efluentes têxteis são uma classe importante de poluentes industriais. Apresentam características variáveis, especialmente devido aos processos de tingimento, com corantes sintéticos altamente corados, alta solubilidade e difíceis de degradar. A busca por coagulantes alternativos naturais apresenta-se como uma alternativa viável, destacando-se a semente da *Moringa oleifera* (MO). O presente trabalho teve por objetivo realizar um estudo das etapas coagulação, floculação e sedimentação para o tratamento de efluente têxtil de uma lavanderia industrial utilizando o extrato de sementes de MO. A fim de comparação, os ensaios foram realizados utilizando o coagulante convencional, sulfato de alumínio. A eficiência do tratamento foi analisada por meio de análises físico-químicas de remoção de cor, turbidez e variação de pH após os ensaios realizados em equipamento *Jar Test*. O sulfato de alumínio apresentou melhor eficiência, removendo 98% de turbidez e 96% de cor real do efluente, enquanto a MO apresentou remoção de 90% de turbidez e 89% de cor. Quanto ao pH, a MO apresentou-se mais vantajosa, pois não alterou o pH do efluente. Portanto, em práticas mais sustentáveis, a semente de MO pode ser considerada como uma alternativa promissora na coagulação de efluentes industriais, apresentando bons resultados de redução de cor e turbidez.

Key-word

coagulant
coagulation
natural coagulant
dye
industrial laundry

ABSTRACT

Textile effluents are an important class of industrial pollutants. They have variable characteristics, especially due to dyeing processes, with highly colored synthetic dyes, high solubility and difficult to degrade. The search for natural alternative coagulants presents itself as a viable alternative, especially the seed of Moringa oleifera (MO). The present work aimed to conduct a study of coagulation, flocculation and sedimentation steps for the textile effluent treatment of an industrial laundry using the MO seed extract. For comparison, the assays were performed using the conventional coagulant, aluminum sulfate. The treatment efficiency was analyzed by physicochemical analyzes of color and turbidity removal and pH variation after the tests were performed in Jar Test equipment. Aluminum sulfate showed better efficiency, removing 98% turbidity and 96% of effluent color, while MO showed 90% turbidity removal and 89% of effluent color removal. As for pH, MO was more advantageous, because it did not change the effluent pH. Therefore, in relation to more sustainable practices, MO's seed can be considered as a promising alternative in the coagulation processes of industrial effluents, presenting good results of color and turbidity reduction.

Informações do artigo

Recebido: 29 de setembro, 2020

Aceito: 06 de fevereiro, 2021

Publicado: 30 de abril, 2021

Introdução

A indústria têxtil é uma das indústrias quimicamente mais intensivas do planeta e uma das maiores poluidoras de água potável. Ela gera enormes quantidades de substâncias químicas complexas como parte de materiais não utilizados, incluindo corantes sob a forma de águas residuais durante vários estágios do processamento têxtil, especialmente nos processos de tingimento e acabamento (DONKADOKULA et al., 2020).

Os efluentes têxteis apresentam características bastante variáveis, resultantes do tipo de matéria prima e produtos químicos utilizados no processo industrial. Apesar da variabilidade, estes efluentes apresentam características gerais tais como presença de grande número de constituintes químicos, como álcali, ácidos, produtos químicos branqueadores, enzimas, amido, corantes, resinas, solventes, ceras, óleos, entre outros (VERMA et al., 2012).

O emprego de corantes na indústria ocorre, de forma especial, devido ao baixo custo, facilidade de produção, constância de estrutura e grande variedade de cores (KHANDEGAR et al., 2013). Os corantes são compostos orgânicos com altos pesos moleculares, estruturas complexas estáveis e baixos índices de biodegradabilidade (YASEEN et al., 2019).

A descarga de efluentes de corantes sintéticos no meio ambiente afeta seu status ecológico, causando várias mudanças indesejáveis. Efluentes altamente corados podem ser muito prejudiciais para os corpos d'água receptores, uma vez que os corantes possuem elevada solubilidade em água, mesmo em concentrações reduzidas. Estes compostos são indesejáveis porque alteram a aparência natural de rios e lagos, além de afetar a vida aquática, interferindo na transmissão da luz solar, e consequentemente reduzindo a fotossíntese e oxigenação de reservatórios de água (HOLKAR et al., 2016; YASEEN et al., 2019).

A poluição dos corpos hídricos por efluentes têxteis podem ser tóxicos para os organismos aquáticos e podem ser resistentes à degradação biológica natural, podendo provocar alterações em ciclos biológicos. Apresentam também riscos à saúde humana, uma vez que estudos comprovam que alguns desses produtos podem ser cancerígenos, mutagênicos, além de causar alergias, dermatites e irritações de pele (HOLKAR et al., 2016; YASEEN et al., 2019).

Dessa forma, a proteção ambiental contra descargas diretas de águas residuais de indústrias têxteis vem se tornando uma preocupação global. As indústrias têxteis estão procurando novas soluções para o desenvolvimento de tecnologias que podem diminuir os danos ambientais. No entanto, a remoção de cor do efluente têxtil por meio de tecnologias mais baratas e ecologicamente corretas ainda é um grande desafio (VERMA et al., 2012).

A remoção de corantes de águas residuais tem restrições graves, como alto custo, formação de produtos perigosos por produtos e exigências energéticas intensivas.

Portanto, se faz necessário o desenvolvimento de tecnologias eficientes, de baixo custo e ecológicas para reduzir o teor de corantes nas águas residuais (TAHIR et al., 2016).

Coagulantes químicos, tais como o sulfato de alumínio, podem estar ligados à doença de Alzheimer, além disso, o lodo gerado por estes coagulantes não é biodegradável, e sua disposição pode ter um custo elevado e não ser sustentável (MAGESHKUMAR et al., 2016).

A utilização de coagulantes naturais proporciona numerosas vantagens se comparado aos coagulantes químicos, como redução de custos, prevenção de variações no pH da água tratada, são biodegradáveis, tem baixa toxicidade, menor produção de lodo (KANSAL et al., 2014).

A solução coagulante feita com o extrato da semente de *Moringa oleifera* (MO) é um exemplo de coagulante natural que tem alcançado bons resultados no tratamento de águas superficiais (POUMAYE et al., 2012; VALVERDE et al., 2015), águas para abastecimento (KANSAL et al., 2014) e águas residuais (MONACO et al., 2010; VILLASEÑOR-BASULTO et al., 2018), visto que estudos comprovaram a presença de polipeptídeos na semente, proteína catiônica, que auxilia no processo de coagulação na água a ser tratada (ARANTES et al., 2014).

Nesse sentido, o presente trabalho visou o estudo das etapas de coagulação, floculação e sedimentação para o tratamento de efluente de uma lavanderia industrial, comparando a eficiência do coagulante convencional, sulfato de alumínio, com o alternativo sustentável, extrato de sementes de MO.

Material e Métodos

Efluente têxtil

O efluente têxtil foi coletado em tanque de estabilização de uma lavanderia industrial localizada na cidade de Astorga – Pr.

Soluções coagulantes

O preparo do extrato de solução coagulante de semente de MO foi preparado à temperatura ambiente a partir da mistura de 5,4 g de cloreto de sódio (NaCl, Synth) diluído em 100 mL de água destilada e 10 g de semente de MO. Foram misturados no liquidificador durante 3 minutos e em seguida mantidos em agitador magnético durante 30 minutos. Após o procedimento, a mistura foi filtrada em papel de filtro qualitativo. A solução do extrato de semente de MO foi utilizada imediatamente.

A solução coagulante de sulfato de alumínio foi preparada a 5% (m/v). Adicionou-se 5 g de sulfato de alumínio em pó ($Al_2(SO_4)_3 \cdot (14-18) \cdot H_2O$, Synth) em 100 mL de água destilada. A mistura foi submetida a agitação magnética até sua completa homogeneização.

Ensaio de coagulação/floculação/decantação

Primeiramente o pH do efluente foi ajustado para 9 utilizando solução de carbonato de sódio, visto que neste pH há a liberação de grupos hidroxila que permitem a desestabilização de colóides (VILLASEÑOR-BASULTO et al., 2018). Utilizou-se 1 L de efluente para cada jarro do equipamento *Jar-Test* Quimis. Em seguida, foram adicionados os coagulantes previamente preparados. Três diferentes concentrações de cada coagulante foram utilizadas. As dosagens das soluções coagulantes foram: 1 mL, 5 mL e 10 mL, resultando em uma concentração final de sulfato de alumínio de 0,05, 0,25 e 0,5 g/L. Para efeito de comparação, neste trabalho a concentração de MO foi calculada da mesma maneira que o sulfato de alumínio, considerando que toda a semente de MO é incorporada no extrato, resultando em concentrações finais de 0,1, 0,5 e 1 g/L de MO.

Utilizou-se a seguinte programação sequencial do equipamento após adição do coagulante: gradiente de mistura rápida em 100 rpm durante 3 minutos, gradiente de mistura lenta em 30 rpm por 15 minutos e tempo de sedimentação de 30 minutos. Após o tempo de sedimentação foram coletadas amostras para as análises físico-químicas para determinar a eficiência do tratamento.

Análises físico-químicas

Parâmetros físico-químicos foram medidos para o efluente bruto e após os tratamentos com ambos coagulantes para análise da eficiência da coagulação, floculação, sedimentação de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al., 2012).

Os parâmetros analisados foram: turbidez, utilizando o método nefelométrico 2130 B em equipamento turbidímetro portátil – HACH modelo 2100P; cor, utilizando o método de comparação visual 2120 B. A medida de cor foi realizada calibrando a curva padrão em comprimento de onda 455 nm em equipamento espectrofotômetro BEL modelo PS-2000 UV utilizando um padrão de platina-cobalto (500 APHA, Specsol). O pH foi determinado pelo método eletrométrico 4500-H+ B em pHmetro Thermo Scientific Orion VSTAR92 Versastar.

Resultados e Discussões

Caracterização do efluente

O efluente coletado apresentou uma elevada turbidez e cor, características obtidas por meio dos processos da lavanderia. Os valores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características do efluente têxtil bruto

Parâmetros	Valor
pH	5,27
Turbidez (uT)	150
Cor (uC)	0,653

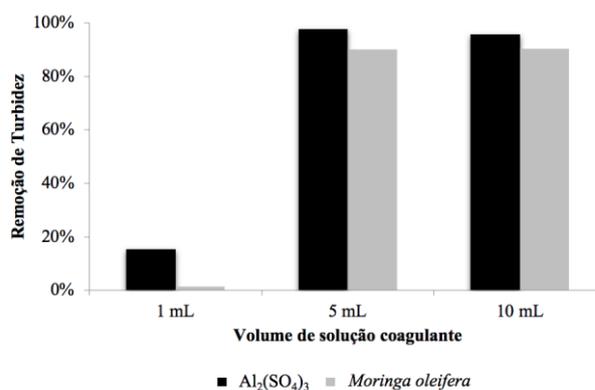
Fonte: Autores (2020)

O efluente apresentou características poluentes, visto que a turbidez e pH encontram-se fora do padrão estabelecido para classificação e enquadramento dos corpos d'água (BRASIL, 2005).

Coagulação/floculação/sedimentação

A Figura 1 traz a comparação da eficiência do sulfato de alumínio e da MO para remoção de turbidez.

Figura 1. Remoção de turbidez após tratamentos com ambos coagulantes



Fonte: Autores (2020)

O melhor resultado encontrado foi para o coagulante convencional, sulfato de alumínio. Este apresentou remoção de 98% de turbidez para dosagem de 5 mL de solução coagulante, enquanto que a dosagem de 10 mL apresentou 96% de remoção de turbidez. Este resultado já era esperado, tendo em vista que os sais de alumínio são os coagulantes mais amplamente utilizados para a coagulação no tratamento de água e efluentes. Sendo um coagulante de baixo custo, disponível e altamente eficaz (MONACO et al., 2010; FREITAS et al., 2016).

Os resultados utilizando MO foram equiparados ao do coagulante químico, sulfato de alumínio, sendo de 90% para ambas concentrações utilizadas. Observou-se também que para baixas concentrações de coagulante (adição de 1 mL de solução coagulante), para ambos os coagulantes, praticamente não houve remoção de turbidez do efluente têxtil, sendo de 15 e 1% para o sulfato de alumínio e MO, respectivamente.

Estudos anteriores foram realizados utilizando MO no tratamento de águas superficiais (PATERNIANI et al., 2009) e obtiveram remoções de 92% de turbidez. Outros estudos, relataram a utilização da MO como agente coagulante de águas de abastecimento e águas residuais com turbidez mais elevadas (>250 uT), obtendo remoções de até 98% (MONACO et al., 2010).

No entanto, em estudos com efluentes reais têm se notado que o tratamento é mais difícil quando comparado com estudos de águas superficiais e com amostras sintéticas. Isto provavelmente está relacionado as maiores cargas de resíduos orgânicos e inorgânicos em águas residuais reais comparadas com as sintéticas de amostras de águas residuais e águas superficiais (VILLASEÑOR-BASULTO et al., 2018).

Dentre os estudos com MO como coagulante natural para tratamento de efluentes reais destaca-se o trabalho de Mageskumar et al. (2016), onde foi verificada a remoção de turbidez de um efluente de curtume com turbidez inicial de 121 uT. A máxima remoção obtida foi de 76% sendo utilizada uma concentração de 4 g/L de MO.

Outro trabalho fomentador realizado, foi o estudo desenvolvido por Ndabigengesere et al. (1998), onde foram avaliados efluentes reais de uma indústria de papel e de uma indústria têxtil. As melhores remoções de turbidez foram encontradas utilizando as concentrações de 2,5 g/L de MO, e as remoções foram de 45% para o efluente de indústria de papel e 78% para o efluente têxtil.

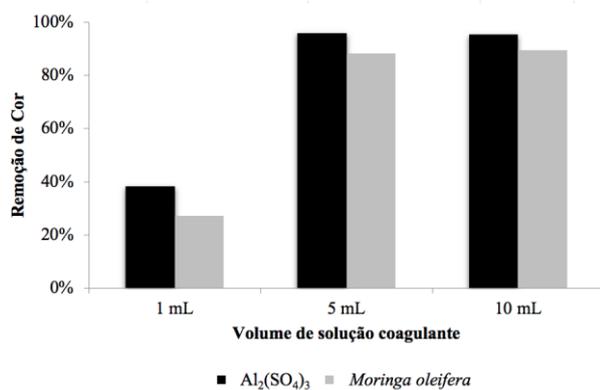
Portanto, tais resultados da literatura indicam que a remoção com o extrato de semente de MO obtida no presente estudo foram satisfatórias quando comparadas com outros estudos realizados com efluentes reais. Visto que ambos os trabalhos citados utilizaram concentrações superiores de MO, e obtiveram resultados inferiores para efluentes industriais.

A coagulação usando solução de extrato de semente de MO pode ser explicado pois, ela contém proteínas catiônicas que estão diretamente ligadas à fração ativa do coagulante, desestabilizando as partículas presentes no efluente, que a partir de um processo de neutralização e adsorção, que acabam coagulando os colóides (VILLASEÑOR-BASULTO et al., 2018).

Os agentes ativos responsáveis pela coagulação no extrato de MO têm sido sugeridos como proteínas catiônicas diméricas com uma massa molecular na faixa de 12–14 kDa e um ponto isoeletrico de pH = 10–11, com alta natureza catiônica (KWAAMBWA et al., 2007).

A Figura 2 apresenta os resultados para a eficiência do sulfato de alumínio e da MO para remoção de cor.

Figura 2. Remoção de cor após tratamentos com ambos os coagulantes



Fonte: Autores (2020)

Para a remoção de cor, os melhores resultados obtidos foram novamente para o sulfato de alumínio, sendo ligeiramente melhor para a dosagem de 5 mL, apresentando 96% de remoção de cor comparado com a dosagem de 10 mL com remoção de 95%.

Notou-se também que os melhores resultados de remoção de cor também foram observados para as maiores concentrações de sulfato de alumínio e MO.

Isto pode ter ocorrido, pois no presente trabalho, foi analisada a cor aparente do efluente, e dessa forma, possivelmente a turbidez interferiu na análise e leitura da cor do efluente.

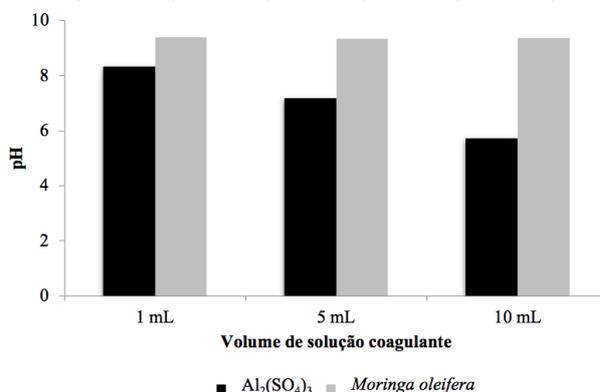
A MO apresentou resultados muito próximos para a remoção de cor para ambas as dosagens, sendo 88 e 89% para 5 e 10 mL, respectivamente. Este resultado indica possivelmente que dosagens acima de 5 g/L não aumentam a eficiência de coagulação, sendo, portanto, a melhor concentração no presente estudo de 0,5 g/L MO.

Observou-se novamente pequenas remoções de cor para as baixas dosagens de ambos coagulantes, sendo de 38% e 27% para o sulfato de alumínio e a MO, respectivamente.

Neste contexto, é importante frisar que seria desejável melhorar a capacidade de remoção de cor e turbidez com uso de sementes de MO adicionando um pós-tratamento depois da coagulação, floculação e sedimentação. A adição de um pós-tratamento, como por exemplo a filtração, poderia melhorar a qualidade da água tratada e tornaria o processo adequado para tratar águas residuais da indústria têxtil. Principalmente em países onde a MO pode ser facilmente obtida e a produção de águas residuais de indústrias têxteis é altamente significativa (BEDEKAR et al., 2016).

Na Figura 3 encontram-se os resultados da variação do pH após o tratamento com o sulfato de alumínio e MO.

Figura 3. Variação do pH após tratamentos com ambos coagulantes



Fonte: Autores (2020)

O pH inicial do efluente era próximo de 5, conforme apresentado na Tabela 1, e após a adição da solução de carbonato de sódio foi ajustado para 9. Nos ensaios com a adição de sulfato de alumínio notou-se uma queda gradativa no pH de acordo com a dosagem de coagulante, com valores de 8,32, 7,18 e 5,73 para as dosagens de 1, 5 e 10 mL, respectivamente. Este resultado, indica a forte dependência do sulfato de alumínio com o pH e a falta de estabilidade em relação ao pH quando há adição de sulfato de alumínio.

Além disso, esta é uma das grandes desvantagens do uso de coagulantes químicos, que necessitam o ajuste de pH antes e depois do tratamento, produzindo grandes quantidades de lodo e adicionando produtos químicos inorgânicos indesejáveis como alumínio, ao meio ambiente (DALVAND et al., 2016).

Estudos anteriores sobre o uso de MO para tratamento de águas residuais sugerem que os valores de pH não afetam significativamente a eficiência dos processos de coagulação, floculação devido à sua complexa mistura de espécies catiônicas e aniônicas (VILLASEÑOR-BASULTO et al., 2018).

Para o tratamento de efluentes têxteis utilizando MO também têm sido relatado que mudanças no valor do pH não resultaram em mudanças significativas na remoção de corantes reativos, com um desempenho ligeiramente melhor para processos que ocorrem em pH 9,0, o que justifica a escolha do pH para o presente estudo (VILASECA et al., 2014).

Em relação aos resultados obtidos, verificou-se que após a coagulação/floculação utilizando a solução de MO, não houve alteração no pH, o que é visto como uma vantagem em relação ao sulfato de alumínio, pois pode ajudar a prevenir variações no pH da água tratada (KANSAL et al., 2014).

Conclusão

Conclui-se que ambos os coagulantes reduziram significativamente a coloração e a turbidez do efluente têxtil.

O sulfato de alumínio obteve maior eficiência para remoção de cor e turbidez, cerca de 6–8% superior, em relação ao extrato da semente de MO.

Porém, em relação ao meio ambiente, o coagulante natural pode ser considerado como uma alternativa sustentável no processo de coagulação de efluentes industriais, já que biodegradável, proveniente de uma fonte renovável, além de não deixar resíduos químicos na água e não alterar o pH do efluente.

Contribuição dos autores

Os autores desse artigo declaram que contribuíram de forma igualitária na sua elaboração.

Agradecimentos

Ao Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI, Brasil) e Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

Referências

- APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*: American Public Health Association, 2012. 1496 p.
- ARANTES, C. C.; RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S.; TATEOKA, M. S. S.; SILVA, G. K. E. Uso de coagulantes naturais à base de moringa oleifera e tanino como auxiliares da filtração em geotêxtil sintético não tecido. *Engenharia Agrícola*, v. 34, n., p. 780-788, 2014.
- BEDEKAR, P. A.; BHALKAR, B. N.; PATIL, S. M.; GOVINDWAR, S. P. Moringa oleifera-mediated coagulation of textile wastewater and its biodegradation using novel consortium-BBA grown on agricultural waste substratum. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 23, n. 20, p. 20963-20976, 2016.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U. 2005, 27-27 p.
- DALVAND, A.; GHOLIBEGLOO, E.; GANJALI, M. R.; GOLCHINPOOR, N.; KHAZAEI, M.; KAMANI, H.; HOSSEINI, S. S.; MAHVI, A. H. Comparison of Moringa stenopetala seed extract as a clean coagulant with Alum and Moringa stenopetala-Alum hybrid coagulant to remove direct dye from Textile Wastewater. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 23, n. 16, p. 16396-16405, 2016.
- DONKADOKULA, N.Y.; KOLA, A.K.; NAZ, I.; SAROJ, D. A review on advanced physico-chemical and biological textile dye wastewater treatment techniques. *Rev Environ Sci Biotechnol*, v. 19, p. 543–560, 2020.
- FREITAS, J. H. E. S.; DE SANTANA, K. V.; DO NASCIMENTO, A. C. C.; DE PAIVA, S. C.; DE MOURA, M. C.; COELHO, L. C. B. B.; DE OLIVEIRA, M. B. M.; PAIVA, P. M. G.; DO NASCIMENTO, A. E.; NAPOLEÃO, T. H. Evaluation of using aluminum sulfate and water-soluble Moringa oleifera seed lectin to reduce turbidity and toxicity of polluted stream water. *Chemosphere*, v. 163, n., p. 133-141, 2016.
- HOLKAR, C. R.; JADHAV, A. J.; PINJARI, D. V.; MAHAMUNI, N. M.; PANDIT, A. B. A critical review on textile wastewater treatments: Possible approaches. *Journal of Environmental Management*, v. 182, n., p. 351-366, 2016.
- KANSAL, S. K.; KUMARI, A. Potential of M. oleifera for the Treatment of Water and Wastewater. *Chemical Reviews*, v. 114, n. 9, p. 4993-5010, 2014.
- KHANDEGAR, V.; SAROHA, A. K. Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent – A review. *Journal of Environmental Management*, v. 128, n., p. 949-963, 2013.
- KWAAMBWA, H. M.; MAIKOKERA, R. A fluorescence spectroscopic study of a coagulating protein extracted from Moringa oleifera seeds. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 60, n. 2, p. 213-220, 2007.
- MAGESHKUMAR, M.; KARTHIKEYAN, R. Modelling the kinetics of coagulation process for tannery industry effluent treatment using Moringa oleifera seeds protein. *Desalination and Water Treatment*, v. 57, n. 32, p. 14954-14964, 2016.
- MONACO, P. A. V. L.; MATOS, A. T. D.; RIBEIRO, I. C. L. A.; NASCIMENTO, F. D. S.; SARMENTO, A. P. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. *Revista Ambiente & Água*, v. 5, n. 3, p. 10, 2010.
- NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S. Use of Moringa Oleifera Seeds as a Primary Coagulant in Wastewater Treatment. *Environ Technol*, v. 19, n. 8, p. 789-800, 1998.
- PATERNIANI, J. E. S.; MANTOVANI, M. C.; SANT'ANNA, M. R. Uso de sementes de Moringa oleifera para tratamento de águas superficiais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n., p. 765-771, 2009.
- POUMAYE, N.; MABINGUI, J.; LUTGEN, P.; BIGAN, M. Contribution to the clarification of surface water from the Moringa oleifera: Case M'Poko River to Bangui, Central African Republic. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 90, n. 12, p. 2346-2352, 2012.
- TAHIR, H.; SULTAN, M.; AKHTAR, N.; HAMEED, U.; ABID, T. Application of natural and modified sugar cane bagasse the removal of dye from aqueous solution. *Journal of Saudi Chemical Society*, v. 20, n., p. S115-S121, 2016.

VALVERDE, K. C.; NISHI, L.; SALCEDO VIEIRA, A. M.; BONGIOVANI, M. C.; COLDEBELLA, P. F.; MADRONA, G. S.; DOS SANTOS, O. A. A.; BERGAMASCO, R. Optimization of process conditions in water treatment through coagulation diagrams, using *Moringa oleifera* Lam and aluminium sulphate. **Desalination and Water Treatment**, v. 56, n. 7, p. 1787-1792, 2015.

VERMA, A. K.; DASH, R. R.; BHUNIA, P. A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters. **Journal of Environmental Management**, v. 93, n. 1, p. 154-168, 2012.

VILASECA, M.; LÓPEZ-GRIMAU, V.; GUTIÉRREZ-BOUZÁN, C. Valorization of Waste Obtained from Oil Extraction in *Moringa Oleifera* Seeds: Coagulation of Reactive Dyes in Textile Effluents. **Materials**, v. 7, n. 9, p., 2014.

VILLASEÑOR-BASULTO, D. L.; ASTUDILLO-SÁNCHEZ, P. D.; DEL REAL-OLVERA, J.; BANDALA, E. R. Wastewater treatment using *Moringa oleifera* Lam seeds: A review. **Journal of Water Process Engineering**, v. 23, n., p. 151-164, 2018.

YASEEN, D. A.; SCHOLZ, M. Textile dye wastewater characteristics and constituents of synthetic effluents: a critical review. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 1193-1226, 2019.