TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA COM COAGULANTE NATURAL PARA REUSO NA IRRIGAÇÃO AGRÍCOLA

RUBENIA DE OLIVEIRA COSTA[1], JEFFERSON DA SILVA NASCIMENTO[2], RICARDO DE ANDRADE MEDRONHO[3], ALINE COSTA FERREIRA[4], e RICK ANDERSON FREIRE MANGUEIRA[5]

[1]Dra. Engenharia de Processos, Professora, CCJS, UFCG, Sousa-PB, rubeniaadm@gmail.com;
[2]Dr. Engenharia Mecânica, Professor, CCT, UFCG, Campina Grande-PB jeffpesquisador@gmail.com;
[3]Dr.Chemical Engineering, Professor, DEQ,UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, medronho@eq.ufrj.br;
[4]Dra. em Engenharia Agrícola, Professora, CCTA, UFCG, Pombal-PB, alinecfx@yahoo.com.br;
[5]Dr. em Estat. e Experimentação Agronômica, SEPLAN/UFCG, rickanderson0310@yahoo.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: A agricultura familiar possui grande importância econômica e social vinculada ao abastecimento de alimentos para o mercado interno, para a geração de empregos e para as exportações. Este trabalho objetivou-se a avaliar o tratamento de água cinza proveniente de uma lavanderia pública, com o coagulante natural, *Moringa Oleífera*, para uso na irrigação agrícola A pesquisa foi realizada com água cinza proveniente da lavanderia pública da comunidade rural de Ribeira, localizada no município de Cabaceiras, estado da Paraíba. O tratamento com coagulante natural *Moringa oleífera* nas concentrações de 1 g/L, 3g/L e 5g/L. O tratamento á reduziu 21% da CE com a concentração de 1g/L e 79% da turbidez com concentração de 3g/L. Com relação à DQO, a concentração de 1g/L de *Moringa oleífera* reduziu 50%. A água tratada se enquadra nos parâmetros para irrigação na agricultura familiar, sendo a mais recomendada a tratada com 1g/L de *Moringa oleífera*.
PALAVRAS-CHAVE: Agricultura familiar, *Moringa oleífera*, Tecnologia social.

TREATMENT OF GRAY WATER WITH NATURAL COAGULANT FOR REUSE IN AGRICULTURAL IRRIGATION

ABSTRACT: Family farming has great economic and social importance linked to the supply of food for the domestic market, for the generation of jobs and for exports. This study aimed to evaluate the treatment of gray water from a public laundry, with the natural coagulant, Moringa Oleífera, for use in agricultural irrigation. The research was carried out with gray water from the public laundry in the rural community of Ribeira, located in municipality of Cabaceiras, state of Paraíba. Treatment with natural Moringa oleifera coagulant at concentrations of 1 g/L, 3g/L and 5g/L. The treatment will reduce 21% of EC with a concentration of 1g/L and 79% of turbidity with a concentration of 3g/L. With respect to COD, the concentration of 1g/L of Moringa oleifera reduced 50%. Treated water fits the parameters for irrigation in family farming, being the most recommended one treated with 1g/L of Moringa oleifera.
KEYWORDS: Family farming, Moringa oil, Social technology.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar possui grande importância econômica e social vinculada ao abastecimento de alimentos para o mercado interno, à geração de empregos, às exportações e para a manutenção do homem no campo (CRUZ *et al.*, 2021). Para o desenvolvimento dessa atividade, um recurso determinante é a água, principalmente na região semiárida, em que esta é um fator escasso (DANTAS *et al.*, 2019).

Uma forma de mitigar esse problema é o reuso de águas cinzas, que é uma fonte hídrica viável para a produção e o desenvolvimento agrícola sustentável (SANTOS E VIEIRA, 2020).

Nessa perspectiva, a Agência Nacional das Águas (ANA) propõe a utilização de métodos alternativos no tratamento de água residuais para irrigação, sendo esta uma opção economicamente viável e ambientalmente sustentável, contribuindo assim com a sustentabilidade agrícola (BRASIL, 2019). Pardo et al. (2020) afirma que, buscando contribuir com a sustentabilidade, tem-se intensificado o uso de coagulantes biológicos obtidos a partir de microrganismos, tecidos de animais e sementes de plantas, seguros para a saúde humana. Dentre os coagulantes naturais, destacam-se as sementes de *Moringa oleífera*, que têm sido aplicadas como coagulante de impurezas presentes em águas residuais (VUNAIM et al., 2019; MOULIN et al., 2019).

A reutilização de água cinza com tratamentos alternativos e sustentáveis é uma forma eficiente e econômica de utilização da água, visando uma produção agrícola integrada com o reúso de água a baixo custo, promovendo a conservação dos recursos hídricos e o aumento da disponibilidade de água além de contribuir para o desenvolvimento agrícola sustentável, uma vez que transforma um agente poluidor em agente de desenvolvimento. Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o tratamento de água cinza proveniente de uma lavanderia pública com o coagulante natural *Moringa Oleífera* para uso na irrigação agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nas instalações da lavanderia pública da comunidade rural de Ribeira, localizada no município de Cabaceiras, estado da Paraíba, na microrregião do Cariri Oriental, possuindo coordenadas geográficas (7° 29' 21" Sul, 36° 17' 18" Oeste e altitude 382m acima do nível do mar) inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, na área mais baixa do Planalto da Borborema, na região dos Cariris Velhos. O distrito de Ribeira fica a uma distância de 14 km de Cabaceiras e o acesso à região é via estrada não pavimentada. O município de Cabaceiras possui cerca de 5.611 habitantes, destes aproximadamente 1.000 habitantes moram no distrito em estudo (IBGE, 2019).

A lavanderia pública possui 10 tanques de alvenaria, atendendo a todos os moradores da região e funcionando todos os dias da semana, com uma produção de água cinza de aproximadamente 126m^3/semana. A água que abastece a lavanderia pública em estudo é oriunda de um poço próximo à lavanderia.

O tratamento da água cinza gerada na lavanderia foi realizado com o coagulante biológico proveniente das sementes da *Moringa oleífera*. Seguindo as recomendações de Rodrigues (2019) para água residuária, a concentração do coagulante *Moringa oleífera* utilizada foi de 1,0, 3,0 e 5,0 g/L da farinha de Moringa. Para o preparo da farinha de *Moringa oleífera* seguiu-se a metodologia utilizada por Rodrigues (2019).

As sementes de *Moringa oleífera* foram colhidas nos arredores da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal e para a obtenção do coagulante em pó de Moringa, foram retiradas as sementes de dentro da vargem, em seguida as sementes foram previamente descascadas de forma manual com o auxílio de um amassador de alho, secas ao abrigo da luz do sol, trituradas em um liquidificador, peneiradas em malha de 0,8 mm, obtendo-se assim, a farinha da semente de moringa.

Os experimentos ocorreram “in loco e consistiu em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições. A água cinza coletada foi colocada em recipientes pet, previamente higienizados, com volume de 1 litro para cada repetição e em seguida foi adicionado a farinha de *Moringa oleífera*, foram utilizadas as concentrações de 1, 3 e 5g/L da farinha.

Cada solução foi homogeneizada com auxílio de uma vareta por três minutos até à sua total homogeneização e depois ficaram em repouso por 72 horas, e em seguida foram realizadas as análises dos parâmetros físico-químicos.

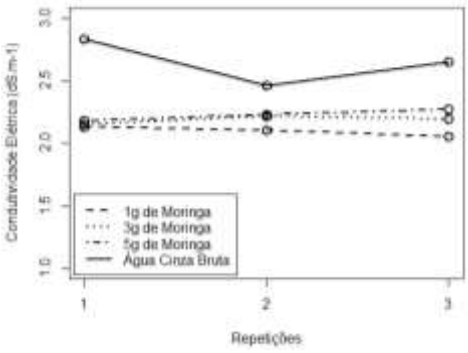
Vale ressaltar que, após o preparo da farinha da Moringa esta foi adicionada imediatamente nas amostras de água cinza a ser tratada.

As análises dos parâmetros pH, Turbidez e Condutividade Elétrica foram realizados *in loco*, após cada tratamento com o pHmetro, Turbidímetro e Condutivímetro, respectivamente. Já o parâmetro DQO foi analisado no Laboratório de Referência em Dessalinização da Universidade Federal de Campina Grande/LABDES, Campus Sede, e as amostras foram acondicionadas em um isopor e levadas imediatamente ao LABDES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode-se observar na Figura 1 a condutividade elétrica teve uma pequena variação. A água tratada com 1 g/L, 3 g/L e 5 g/L de *Moringa oleífera* apresentou valores respectivamente de 2,10 dS m$^{-1;}$ 2,18 dS m^{-1}e 2,23 dS m^{-1}.

Figura 1-Condutividade elétrica (dS m^{-1}) da água cinza bruta e após o tratamento biológico.

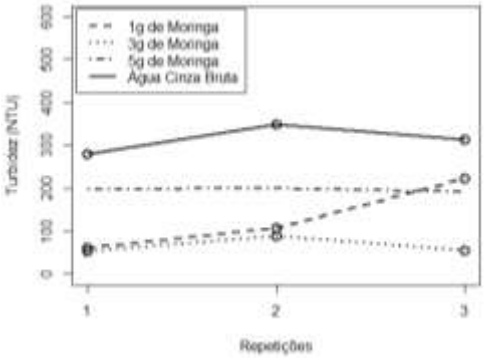


Fonte: Autoria Própria (2021).

Os valores encontrados nesta pesquisa estão acima dos valores encontrados por Silva (2019) que realizou o tratamento de água cinza utilizando sementes de Moringa em solução (20g/L de água destilada) e obteve valores para a condutividade elétrica entre 1,68 dS m^{-1} e 1,76 dS m^{-1}. Silva *et al* (2020) trabalharam com uma água cinza bruta com CE de 1,61 dS m^{-1} e ao aplicar o tratamento com sementes de Moringa obteve 1,55 dS m^{-1}.

Corroborando com os resultados da pesquisa de Junho *et al.* (2020) que tratou água cinza proveniente de máquinas de lavar com sementes de Moringa e obtiveram uma condutividade elétrica de 1,79 dS m^{-1} com uma água cinza bruta de 1,75 dS m^{-1}. Na Figura 2, tem-se a turbidez do tratamento biológico e observa-se, para as três concentrações de Moringa utilizada, que houve diminuição da turbidez.

Figura 2- Turbidez (NTU) da água cinza e após o tratamento biológico.



Fonte: Autoria Própria (2021).

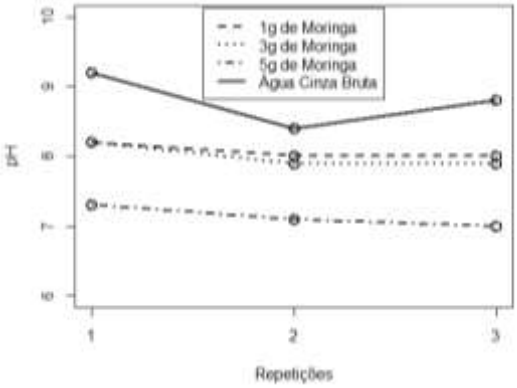
A concentração de Moringa que mais reduziu a turbidez foi a de 3g/L obtendo um resultado de 66 NTU. Esses valores estão em conformidade com a pesquisa de Silva (2019) que ao estudar o tratamento de água cinza com sementes de Moringa tinha uma turbidez inicial da água bruta de 233 NTU e após o tratamento chegou a obter 21 NTU. Os valores do presente estudo estão um pouco superiores que os de Junho *et al.* (2020). Estes autores avaliaram o tratamento da água cinza proveniente de máquina de lavar utilizando sementes de Moringa e obtiveram 178 NTU para a água tratada, enquanto a água bruta possuía 210 NTU.

Já Santana *et al.* (2020) ao avaliarem o desempenho e viabilidade da aplicação da semente de *Moringa oleífera* como agente coagulador-floculador no tratamento de efluente obteve uma eficiência de 97%. A eficiência do tratamento por coagulação na remoção de turbidez também foi avaliada por Noutsopoulos *et al.* (2018) que empregou diversos tipos de tratamento para água cinza, sendo que nos sistemas de tratamento onde foi incluída a etapa de coagulação, chegou-se à maior eficácia na remoção de turbidez. Keogh *et al.* (2017) buscando reduzir a turbidez da água utilizou como coagulante a Moringa em forma de pó e alcançaram 85% de redução da turbidez de amostras de água bruta, para um tempo de 24 horas.

Paula, Ilha e Andrade (2014), também aplicaram as sementes de moringa no tratamento de amostras de água bruta e afirmaram que um tempo de tratamento mais prolongado se faz necessário para que ocorra a liberação das proteínas catiônicas ativas responsáveis pelo efeito do coagulante, porém este período não pode ultrapassar 72 h. Para o parâmetro de pH, o da água bruta obteve média de 8,8. Apresentaram valores na mesma faixa as pesquisas de Edwin, Gopalsamy e Muthu (2014).

A água tratada com as concentrações de 1g/L; 3g/L e 5g/L de Moringa apresentaram uma média aproximada de 8,1, 8,0 e 7,1, respectivamente, corroborando com os valores da pesquisa de Silva (2020) que utilizando sementes de Moringa em águas cinza obteve um pH variando entre 7,8 e 8,8. Como observa-se na Figura 3, a água cinza bruta apresentou pH maior do que a água tratada com processo biológico.

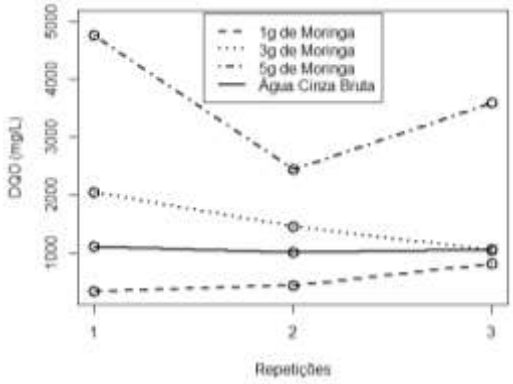
Figura 3- pH da água cinza bruta e após o tratamento biológico.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Araújo *et al.* (2020) ao avaliarem a eficiência da Moringa no tratamento de efluente de usina de concreto observaram que ocorreram pequenas reduções dos valores de pH. Já Valverde *et al.* (2014), ao estudarem o uso da *Moringa Oleífera*, não observaram variações significativas no pH da água bruta. Analisando a variável DQO temos, na Figura 24, que ao se utilizar a concentração de 1g/L de Moringa houve redução da DQO, comparado com a água cinza bruta que obteve média de 1065 mg/L e passou a ter média de 527 mg/L.

Figura 4- DQO (mg/L) da água cinza bruta e após o tratamento biológico.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Corroborando com os resultados de Janz (2020) que, ao aplicar o coagulante extraído da semente de *Moringa oleífera*, obteve redução da DQO passando de 736 mg/L para 586 mg/L. Para as concentrações de 3 g/L e 5 g/L o valor da DQO aumentou em média para 1517 mg/L e 3597 mg/L respectivamente, corroborando com os resultados de Junho *et al.* (2020).

Ndabigengesere e Narasiah (1998) afirmam que o extrato de semente de *Moringa oleifera* cru sem casca preparada em água apresenta uma DQO de 9630 mg/L, fato este que colaborou para o aumento da DQO, ao aumentar a concentração de coagulante.

CONCLUSÃO

O tratamento com *Moringa oleífera* reduziu 21% da CE com a concentração de (1g/L) e 79% da turbidez com concentração de 3g/L, o pH apresentou pouca variação e em relação à DQO, a concentração de 1g/L de *Moringa oleífera* reduziu 50%.

A concentração que apresentou melhor resultado para o tratamento da água cinza em estudo foi 1 g/L de *Moringa oleífera* sendo a concentração que apresentou maior redução para os parâmetros estudados, sendo a mais recomendada para a irrigação agrícola.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. S.; SANTOS, Y. P.; DE OLIVEIRA, A. G. Avaliação do uso da Moringa oleífera no tratamento de efluente proveniente de usina de concreto/Evaluation of the use of moringa oleifera in the treatment of wastewater from a concrete plant. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 6, p. 32822-32835, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (Ana). Plano Nacional de Segurança Hídrica (2019). Disponível em https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf . Acessado em 25 de abril de 2020.

CRUZ, N. B., JESUS, J. G., BACHA, C. J. C. & COSTA, E. M. (2021). Acesso da agricultu-ra familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. Revista de Economia e Sociologia Ru-ral, 59(3), e226850. https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.226850. 2021.

DANTAS, Paulo Ricardo *et al.* Reúso de água cinza tratada em sistema de alagado construído com resíduos da construção civil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 62-68, 2019.

EDWIN, G. A.; GOPALSAMY, P.; MUTHU, N. Characterization of domestic gray water from point source to determine the potential for urban residential reuse: a short review. **Applied Water Science**, v. 4, n. 1, p. 39-49, 2014.

FRANCO, C. S. *et al.* Coagulação com semente de moringa oleifera preparada por diferentes métodos em águas com turbidez de 20 a 100 UNT. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 781-788, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados no Brasil. 2019. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cabaceiras/panorama Acessado em 13 de julho de 2020.

JANZ, F. J. L. *et al.* Comparação entre coagulantes orgânicos e sulfato de alumínio no pós tratamento do efluente de industria cervejeira. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 25857-25864, 2020.

JUNHO, A. L. *et al.* Avaliação da eficiência do tratamento de águas cinzas utilizando sementes de *Moringa oleífera* sob diferentes metodologias de ensaio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e8879118136-e8879118136, 2020.

KEOGH, M. B., ELMUSHARAF, K., BORDE, P., MCGUIGAN, K. G. Evaluation of the natural coagulant Moringa oleifera as a pretreatment for SODIS in contaminated turbid water. **Solar Energy** 158, p. 448-454, 2017.

MOULIN, M., MOSSOU, E., SIGNOR, L., KIEFFER-JAQUINOD, S., KWAAMBWA, H. M., NERMARK, F., … RENNIE, A. R. (2019). Towards a molecular understanding of the water purification properties of Moringa seed proteins. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 554, p. 296 – 304, 2019.

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K.S. Quality of water treated by coagulation using Moringa oleifera seeds. **Water Research**, v.32, p.781-791, 1998.

NOUTSOPOULOS C. *et al.* Greywater characterization and loadings–Physicochemical treatment to promote onsite reuse. **Journal of environmental management**, v. 216, p. 337-346, 2018.

PARDO, S. B.; MONCADA, D. K. V.; MARTINEZ, L. R.; AVALA, S. L. G.; Evaluación De Coagulantes Naturales en La Clarificación de Águas. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**. Bogotá - Colômbia, Vol. 11 No. 1: 105-116, enero - junio 2020.

PAULA, H. M. de. ILHA, M. S. de O. ANDRADE, L. S. Concrete plant wastewater treatment process by coagulation combining aluminum sulfate and Moringa oleifera powder. **Journal of Cleaner Production**, v. 76, p. 125 - 130, 2014.

RODRIGUES, K. C. **Otimização do Tratamento de Água Cinza Associando Soluções Aquosas de Moringa Oleífera e Sulfato de Alumínio**. Dissertação (Mestrado) Pós-Graduação em Modelagem e Otimização - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2019.

SANTANA, G. B. *et al.* Aplicação da semente de moringa (*Moringa oleífera*) como coagulante natural no tratamento de efluente de indústria de tintas no Ceará. **Revista Tecnologia**, v. 41, n. 1, 2020.

SANTOS, A.S. P.; VIEIRA, J. M. P. Reúso de água para o desenvolvimento sustentável: Aspectos de regulamentação no Brasil e em Portugal. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 50-68, 2020.

SILVA, C. H. S. T. **Avaliação comparativa de agentes coagulantes químico e natural no processo de coagulação de águas servidas**. Monografia (Graduação em Engenharia de Biossistemas) - Universidade Federal de Campina Grande. 2019.

SILVA, C. H. S.T. *et al.* Avaliação comparativa de agentes coagulantes químico e natural no tratamento do efluente da lavagem de veículos no município de Sumé-PB/Comparative evaluation of chemical and natural coagulant agents in the treatment of vehicle wash effluent in Sumé-PB city. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1670-1687, 2020.

VUNAIN, E., MASOAMPHAMBE, E. F., MPEKETULA, P. M. G., MONJEREZI, M., & ETALE, A. Evaluation of coagulating efficiency and water borne pathogens reduction capaci-ty of Moringa oleifera seed powder for treatment of domestic wastewater from Zomba, Ma-lawi. Journal of Environmental Chemical Engineering, v. 7, p. 103 – 118, 2019.