

SEMENTE DE *MORINGA OLEÍFERA* COMO COAGULANTE NATURAL NO TRATAMENTO DA ÁGUA

Bianca de Cássia Ferreira¹
Priscila Moraes Henrique Paiva²
Amilton Marques³

RESUMO

O extrato de sementes de *Moringa oleífera* (MO), planta nativa do norte da Índia pode ser usado como coagulante natural na redução da turbidez, cor e microrganismos no tratamento de água bruta e de água cinza. A mesma atua com agente coagulador que apresenta em sua estrutura proteínas catiônicas que consiste em aglomerar e sedimentar as impurezas presentes na água bruta para clarificação desta. Representando desta forma uma alternativa para problemas ligados ao consumo de água não potável em áreas carentes de tratamento de água e zona rural. Possui baixo custo, é facilmente produzida e biodegradável, ou seja não produz resíduos tóxicos como os coagulantes convencionais. Dessa forma, realizou-se uma pesquisa bibliográfica utilizando sites de busca como *scielo*, *google scholar*, *pubmed* bem como livros e manuais publicados nos últimos 20 anos acerca da utilização da semente da *Moringa oleífera* no tratamento de água para abastecimento. Foi observado em vários estudos a eficiência do coagulante presente na semente da *Moringa Oleífera* para a remoção da turbidez e microrganismos de água bruta em 90-99%, bem como também no reaproveitamento de água cinza, tornando-se uma opção sustentável e acessível principalmente para regiões mais carentes e remotas.

Palavras-chave: *Moringa oleífera*. Coagulante natural. Tratamento de água.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural valioso e sua qualidade para ser potável está relacionada com características químicas, físicas e biológicas. Para estar apta para consumo deve seguir padrões de potabilidade estabelecidos por órgãos competentes (OLIVEIRA, 1978 apud CAMPOS; FILHO; FARIA, 2003). No Brasil, esses padrões são definidos pelo Ministério da Saúde (MS), através da portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 (M.S,

¹ Graduanda em Biomedicina do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS – MG. E-mail: bianca_ferreira_13@hotmail.com

² Coorientadora, professora Dra. do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS – MG. E-mail: prihenrique@yahoo.com.br

³ Orientador, professor Mestre do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS – MG. E-mail: fc@farmaconsult.com.br

2017). Essa Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e consolida as normas existentes sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS).

O abastecimento de água é uma preocupação que sempre esteve presente na vida das pessoas, tornando-se condicionante para a fixação e desenvolvimento das comunidades. Os fenômenos antrópicos como o lançamento de efluentes em corpos hídricos, destinação inadequada de lixo, atividades mineradoras, afetam diretamente a qualidade dos mananciais, trazendo riscos à saúde e servindo de condutores para agentes químicos e biológicos (HELLER; PADUA, 2006).

A realidade de países emergentes, como o Brasil, gera situações em que muitos habitantes captam e consomem águas superficiais sem tratamento, que podem estar contaminadas pelas ações antrópicas irregulares, colocando as pessoas em risco, decorrente de doenças de veiculação hídrica como amebíase, cólera, leptospirose, entre outras (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

Dessa forma, é preciso extrair a maior parte possível de contaminantes antes do seu consumo. O tratamento convencional ocorre nas estações de tratamento de água (ETA), através das seguintes etapas: coagulação, floculação, sedimentação, flotação e filtração (ACHON et al., 2013).

A etapa do processo de purificação da água considerada mais crítica dentro de uma ETA é a coagulação, devido à adição de coagulantes químicos. O mais usado é o sulfato de alumínio, que pode causar danos a saúde da população, resultante do alumínio que permanece na água tratada e sua grande produção de lodo gerado ao fim do processo. Assim, o uso de coagulantes naturais de origem vegetal, como a *Moringa oleífera* (MO), torna-se uma alternativa viável e acessível (MADRONA, 2010).

Desse modo, estudos feitos para validar sua eficiência, demonstraram que as sementes da MO são compostas por proteínas com alto peso molecular, presentes nas sementes que atuam como um polieletrólito catiônico natural, são insolúveis na água e geram íons positivos (cátions) que atraem as impurezas carregadas negativamente durante o tratamento, proporcionando a coagulação da água (NDABIGENGESERE et al., 1995).

Além, da utilização para tratamento de água de mananciais, devido à urbanização, industrialização e crescimento populacional, a demanda por água é evidente; dessa forma surgiu a necessidade de reaproveitamento. Atualmente, estima-se que cerca de 800 milhões de

peças vivem sob um limite de estresse hídrico e esse número deve chegar a 3 bilhões em 2025 (UNDP, 2017).

Diante da importância do tema, esse trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica utilizando sites de busca como *scielo*, *google scholar*, *pubmed* bem como livros e manuais publicados nos últimos 20 anos acerca da utilização da semente da *Moringa oleífera* no tratamento de água para abastecimento.

2 TRATAMENTO DA ÁGUA

No Brasil existem aproximadamente 7.500 estações de tratamento de água (ETAs). A água bruta é coletada de açudes ou reservatórios de acordo com o abastecimento de cada cidade e submetida ao tratamento físico-químico e microbiológico para eliminar as impurezas e os patógenos a saúde (ACHON et al., 2013). Sendo que os indicadores físicos-químicos são medidos em escala própria e os principais parâmetros são: a cor, condutividade elétrica, sabor, odor, presença de sólidos, temperatura e turbidez. Os indicadores biológicos empregados na análise da qualidade da água são as bactérias do grupo coliformes totais, que incluem espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Escherichia*, sendo *Escherichia coli* a principal representante, atuando, portanto, como potenciais indicadores de contaminação fecal e de patógenos entéricos em água (MATTOS; SILVA, 2002).

Para que os critérios exigidos pela Portaria de Consolidação nº 5 (M.S, 2017), da água sejam atingidos é necessário que água bruta vinda dos mananciais seja tratada devidamente, mediante adição do sulfato de alumínio, que em condições apropriadas desestabiliza as cargas negativas presentes na superfície das impurezas, desse modo abaixando a barreira de energia, permitindo as partículas de se agregarem. Com isso, o resultado é a formação dos flocos que por meio da gravidade irão decantar. Como o sulfato de alumínio diminui a alcalinidade da água devido ao excesso de hidroxila liberado na reação química que ocorre, o que pode impedir a formação de hidróxido de alumínio é necessário a adição de cal para correção desse pH, para que ocorra a coagulação. Ao fim do processo, a água tratada recebe o cloro, que é o antibactericida responsável pela eliminação dos patógenos, visando a preservação da saúde e garantindo o resultado de potabilidade (FRANCO, 2009).

As dificuldades com o tratamento convencional surgem devido a toxicidade promovida por altas concentrações de íons metálicos que permanecem na água. Por exemplo, o alumínio foi implicado na doença de Alzheimer. No caso dos sais de ferro, muitas vezes é

necessário precipitar o excesso aumentando o pH. Os polímeros catiônicos são considerados poluentes ambientais tóxicos para os peixes e, portanto, os resíduos na água tratada precisam ser minimizados (FLATEN et al., 2001). Por essas razões, tem havido cada vez mais atenção para encontrar flocculantes alternativos, principalmente de produtos naturais como por exemplo semente de MO.

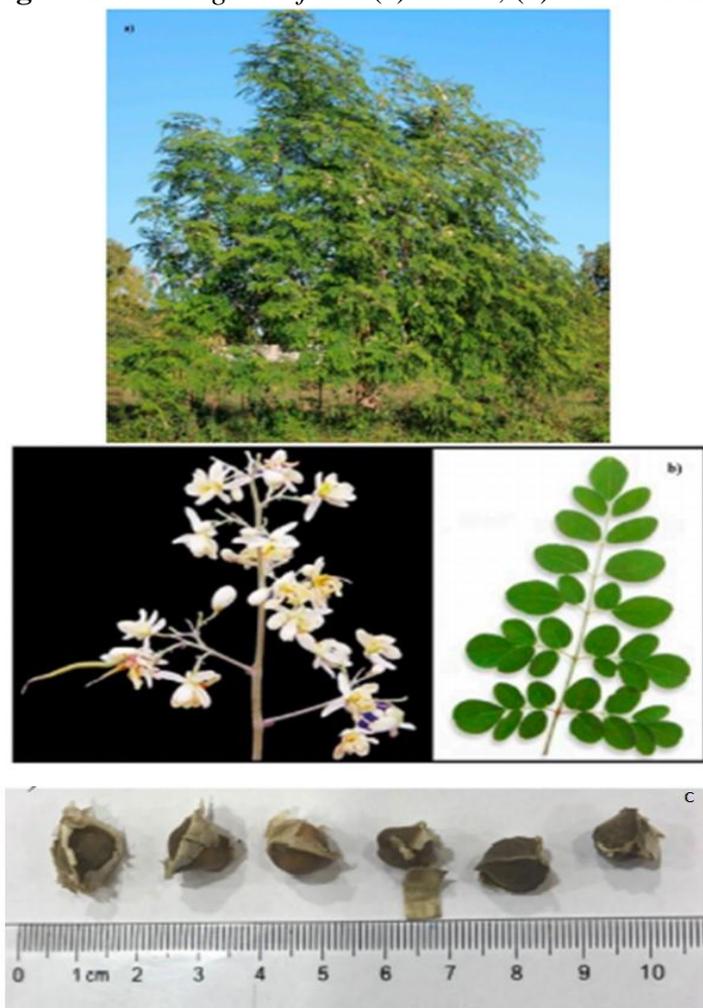
3 MORINGA OLEIFERA e sua utilização no tratamento de água

A *Moringa oleífera* é uma árvore tropical, pertencente à família Moringaceae, originária na Índia que cresce em outros países tropicais como o Egito, Sudão, Península Arábica, Etiópia, Quênia, Madagascar, Somália, Namíbia, Brasil entre outros (CRUZ et al., 2007). De crescimento rápido, que se adapta a uma ampla faixa de solo e é tolerante à seca. Vários nomes populares são aplicados à essa planta conhecida mundialmente como "resedá", "árbol de rábano", "Ângela", "árvores dos aspargos", "brancolírio", "quiabo de quina" e muitos outros (AMAYA et al., 1992).

Atualmente, o cultivo desta planta vem sendo disseminado em todo o semiárido brasileiro, devido a sua utilização no tratamento de água para uso domiciliar (SIQUEIRA et al., 2015). De acordo com Ndabigengesere, Narasiah e Talbot (1995), o extrato das sementes de MO são uma opção viável de coagulante em substituição aos sais de alumínio, que são empregados no tratamento de água. Visando à melhoria da qualidade de águas residuárias, mostrando-se bastante eficientes na remoção de turbidez e microrganismos, como também no condicionamento do lodo (OLIVEIRA et al., 2005).

É uma árvore que pode crescer até 10 metros de altura, a copa é aberta e tem o formato de uma sombrinha, uma espécie perene, classificada como vegetação arbustiva (Figura 1a). As flores são perfumadas, apresentam coloração branca ou bege, os frutos são inicialmente verde claro e finos e se tornam mais largos, passando para cor verde escuro ou marrom conforme vão evoluindo (Figura 1b). O fruto é uma espécie de vagem e as sementes ficam acondicionadas em seu interior, elas são aladas apresentando estrutura laminar, o que contribui na dispersão pelo vento (Figura 1c) (VERSIANI, 2008), também possuem crescimento rápido e boa adaptação à seca (CARDOSO et al., 2008).

Figura 1 - *Moringa oleífera*: (a) árvore, (b) flores e folhas, (c) sementes.



Fonte: (LEONE et al., 2015; NOUHI et al., 2019)

A utilização da planta como coagulante natural apresenta baixo custo financeiro e pode ser produzida no local, sendo uma alternativa para problemas ligados ao consumo de água não potável em áreas carentes de tratamento de água e zona rural. Muitas pesquisas comprovam a eficiência do uso do extrato de sementes na remoção de turbidez e coliformes de águas residuárias e de abastecimento público (MATTOS; SILVA, 2002).

O déficit nos serviços de saneamento na zona rural, devido ao afastamento da área urbana, reforça o uso do tratamento da água a partir da semente da moringa. Ela é triturada e utiliza-se o pó para purificação da água. Sendo este adicionado em função da quantidade de impurezas presentes. Em seguida a água é agitada e após um período de cinco minutos, observa-se a sedimentação dos flocos formados. O lodo fica no fundo do recipiente, com os microrganismos e impurezas, enquanto a água purificada fica no sobrenadante. Esse procedimento pode ser usado em locais variados sem acesso a água potável, diante do baixo

custo e por não ser necessário o uso de energia elétrica. O método apesar de simples garante a eficácia na redução de turbidez e agentes patogênicos na água (CANCELA, 2014).

As proteínas de sementes de MO são, portanto, propostas para uso mais amplo como substitutos biodegradáveis, de baixa toxicidade, de baixo custo e sustentáveis aos materiais sintéticos usuais e podem ser usadas de uma forma simples sem supervisão técnica treinada (AL JUHAIMI et al., 2017).

Segundo Muyibi e Evison (1995), concluíram que o extrato da semente é capaz de reduzir de 80 a 99.5% da turbidez e 90 a 99% das bactérias presentes na água, além da redução de outros parâmetros como demanda química de oxigênio, óleos e graxas, sendo utilizada em águas residuárias e laticínios.

A MO possui diversas aplicações, abrangendo a área de pesquisa sobre a planta. Ferreira (2008) sustenta, que todas as partes da *Moringa* podem ser aproveitada. Suas folhas possuem propriedades farmacológicas, por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa, identificaram os seguintes constituintes químicos: fitol (21,6%) e timol (9,6%) nas folhas, octadecano (27,4%) e ácido hexadecanóico (18,4%) nas flores e docosano (32,7%) e tetracosano (24,0%) nos frutos, usadas popularmente e pela comunidade científica. São ricas em vitaminas A e C podendo também ser utilizadas na alimentação humana. Das sementes é extraído o óleo que apresenta atividade antimicrobiana contra fungos e bactérias, anti-inflamatória, diurética e pode ser usado para combater as larvas do mosquito transmissor da dengue e da febre amarela.

Em um estudo feito em Malawi, na África, foi constatado que enquanto o alumínio é um eficiente coagulante apenas em uma faixa restrita de pH, a *Moringa oleífera* se mostrou eficiente em uma faixa maior, o que se torna mais uma vantagem em países em desenvolvimento, onde nem sempre é possível fazer a correção do pH antes do tratamento (RANGEL, 2009).

A planta pode ser utilizada no tratamento de águas dos efluentes domésticos. O efluente doméstico se difere por águas cinzas e águas negras. As águas negras são as águas residuais de bacias sanitárias. Uma alternativa é o reuso das águas cinzas, que são aquelas provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupas e louças. Sendo considerado efluente de alto volume e baixa resistência com alto potencial de reutilização e aplicação, sua composição é variada e depende do estilo de vida, acessórios e as condições climáticas (OTENG-PEPRAH et al., 2018). A reutilização dessa água, evita o consumo de

água potável em procedimentos em que seu uso é totalmente dispensável, podendo ser substituída.

Oteng-Peprah e colaboradores (2018) em uma pesquisa sobre a eficiência de vários sistemas de tratamento relatou que a M.O pode reduzir a turbidez em 96-98% de água cinza em até 88% e entre 53 e 93% quando usado junto com o sistema de filtração de areia, além disso, houve uma remoção percentual em Coliformes totais (91%) e *E. coli* (> 99%).

Mais recentemente, Ntibrey; Kuranchie e Gyasi (2020) investigaram a eficiência do pó de semente de MO juntamente com filtração de areia no tratamento de águas cinzas de banheiros de escolas públicas de ensino médio em regiões de Gana e indicaram que o pó da semente com a filtração de areia demonstraram o potencial antimicrobiano e coagulativo, pois a turbidez e a *E. coli* da água reduziram em > 98% e > 99,99% respectivamente após o tratamento.

Estudos usando a semente da MO com a solução de nitrato de cálcio, revelou bons resultados na purificação das águas cinzas provenientes de máquinas de lavar roupa, apresentando a remoção de turbidez superior a 95 % (RODRIGUES, 2019).

Dessa maneira, em virtude de sua eficiência, sua utilização torna-se uma ótima opção de tratamento das águas de modo sustentável e com baixo custo, no entanto, é necessário estudos que visem a utilização da MO em grande escala para avaliação de sua eficiência e viabilidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa revisão foi possível observar a alta eficiência verificada em diversos estudos relatados como em Gana, Malavi na África da semente no tratamento de água bruta advinda de mananciais e reaproveitamento de água cinza na remoção da turbidez e de microrganismos. Representando uma ótima alternativa por ser um produto biodegradável substituindo produtos convencionais altamente tóxicos e com custo elevado principalmente em regiões com difícil acesso a água tratada.

Dessa forma, as pessoas que vivem em áreas isoladas, comunidades rurais e áreas carentes que não tem o alcance nem infraestrutura para usar tecnologias convencionais no tratamento da água, devido a dificuldade no custo da captação, tratamento, armazenamento e distribuição desta, tem a possibilidade de usar tecnologias simples de pequeno porte e baixo custo, sendo uma solução para o abastecimento de água potável.

THE MORINGA OLEIFERA SEED AS A NATURAL COAGULANT IN WATER TREATMENT

ABSTRACT

Moringa oleifera (MO) seed extract, a plant native to northern India, can be used as a natural coagulant to reduce turbidity, color and microorganisms in the treatment of raw water and gray water. It acts as a coagulating agent that contains cationic proteins in its structure, which consists of agglomerating and sedimenting the impurities present in the raw water for clarification. Thus representing an alternative to problems related to the consumption of non-potable water in areas lacking water treatment and rural areas. It has low cost, is easily produced and biodegradable, that is, it does not produce toxic waste like conventional coagulants. Thus, a bibliographic search was carried out using search sites such as scielo, google scholar, pubmed as well as books and manuals published in the last 20 years about the use of Moringa oil seed in the treatment of water for supply. It has been observed in several studies the efficiency of it considerably reducing the turbidity and microorganisms of raw water as well as in the reuse of gray water, making it a sustainable and accessible option mainly for more needy and remote regions.

Keywords: *Moringa oleifera. Natural coagulant. Water treatment.*

REFERÊNCIAS

ACHON, C. L.; BARROSO M.M.; CORDEIRO, J. S. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 18, n. 2, p. 115-122, 2013.

AL JUHAIMI, F.; GHAFOR, K.; BABIKER, E. E.; MATTHAUS, B.; OZCAN, M. M. The biochemical composition of the leaves and seeds meals of *Moringa* species as non-conventional sources of nutrients. **Jour. of F. Bioch.**, v. 41, e. 12322, 2017.

AMAYA, D.R.; KERR, W.E.; GODOI, H.T.; OLIVEIRA, A.L.; SILVA, F.R. Moringa: hortaliça arbórea rica em beta-caroteno. **Horti. Brasi.**, Brasília, v.10, n.2, p.126, 1992.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de set. de 2017. Dispõe Sobre os Procedimentos de Controle e de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo e seu Padrão de Potabilidade. Disponível em:

< http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html>. Acesso em 12 de out. 2020.

CAMPOS, J. A. D. B.; FILHO, A. F.; FARIA, J. B. Qualidade da água reservada em reservatórios domiciliares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos. **Alim. Nutr.**, v.14, n.1, p. 63-67, 2003.

CANCELA, Luís Charles. **Tratamento de água para consumo humano em comunidades rurais com utilização de *Moringa oleifera* e desinfecção solar**. 2014. 153f. Tese (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de pesquisas hidráulicas pós-graduação em recursos hídricos e saneamento ambiental, Porto Alegre, RS, 2014.

CARDOSO, Karina C.; BERGAMASCO, Rosângela; COSSICH, Eneida S.; MORAES, Leila C.K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Act. Scie. Tech.**, Maringá, v.30, n. 2, p. 193-198, 2008.

CRUZ, M. W. O.; OLIVEIRA, E. G.; FILHO, J. M. A.; HIPÓLITO, M. L. F.; LIMA, C. B. Avaliação da eficiência de sementes de moringa no tratamento de efluentes de viveiros de camarão marinho¹. **Ciên. Agron.**, v. 38, n. 3, p. 257-263, 2007.

FERREIRA, Renata P. **Uso de coagulantes naturais como pré-tratamento de efluente de laticínio**. 2012. 75p. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de Lorena. 2012.

FRANCO, Elton Santos. **Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor da água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo na estação de tratamento de água**. 2009. 187f. Tese (mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

FLATEN, T. P. Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. **Brain. Res. Bull.**, v. 55, p.187–196, 2001.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de *Moringa*. **Rer. Ciên. Agron.**, v.37, p.106-109, 2006.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora: UFMG, 2006.

LARSEN, D. Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. **Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba**, PR. 2010. 182 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LEONE, A ; SPADA, A.; BATTEZZATI, A.; SCHIRALDI , A.; ARISTIL, J.; BERTOLI, S. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves: An Overview. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 16, p. 12791-12835, 2015.

MADRONA, Grasielle Scaramal. **Extração/purificação do composto ativo da semente da *Moringa oleifera* Lam e sua utilização no tratamento de água para consumo humano**.

2010. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Programa de Engenharia Química em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

MACEDO, Jorge A. B. **Águas & Águas**. 3 ed. Belo Horizonte, MG: CRQ-MG, 2007.

MATTOS, M. L. T.; SILVA, M. D. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na Microbacia Hidrográfica Arroio Passo do Pilão. **Pelotas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Pelotas, 2002.

MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with Moringa oleifera seeds, **Wat. Res.**, v. 29, n. 12, p. 2689–2695, 1995.

NDACIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S.; TALBOT, B. G. Active agents and mechanism of coagulation of turbid water using Moringaoleifera. **Wat. Res.** v. 29, n.2, p.703-710.1995.

NOUHI, S.; KWAAMBWA, H. M.; GUTFREUND, F.; RENNIE, A. R. Comparative study of focculation and adsorption behaviour of water treatment proteins from Moringa peregrina and Moringa oleifera seeds. **Scien. Rep.**, e. 9:17945, 2019.

NTIBREY, R. A. K.; KURANCHIE, F. A.; GYASI, F. S. Antimicrobial and coagulation potential of *Moringa oleifera* seed powder coupled with sand filtration for treatment of bath wastewater from public senior high schools in Ghana. **Jour. List. Heliy.**, v. 6, n. 8, e. 04627, 2020.

OLIVEIRA, W. E. Importância do abastecimento de água. **A água na transmissão de doenças**. In: _____. Técnica de abastecimento e tratamento de água. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1978. cap. 1 - 2, p. 1 – 67.

OTENG-PEPRAH, M.; ACHEAMPONG, M. A.; NANNE, K. V. W. A.; POLLUTION, S. Greywater Characteristics, Treatment Systems, Reuse Strategies and User Perception – **Jour. List. Sprin. Op. Choi.**, v. 229, n. 255, 2018.

PATERNIANI, J E. S. et al. Uso de sementes de Moringa oleífera para tratamento de águas superficiais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 13, n.6, p.765–771, 2009.

RANGEL, M. S. **Moringa Olífera: Um purificador de Água e Complemento alimentar para o Nordeste do Brasil Flores e Folhas**. Disponível em : < www.jardimdeflores.cm.br/floresefolhas/A10moringa.htm> Acesso: Dezembro de 2020.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Sclarick. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e saúde pública**. 2010. Tese (trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Juíz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

RICHTER, Carlos A.; NETTO, José M. de A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Blucher, 1991.

RODRIGUES, Karen Campos. **Otimização do tratamento de água cinza associando soluções aquosas de moringa oleifera e sulfato de alumínio**. 2019. 97f. Tese (mestrado)-

Universidade Federal de Goiás – regional Catalão unidade acadêmica especial de matemática e tecnologia programa de pós-graduação em modelagem e otimização, Catalão, GO, 2019. SIQUEIRA, M. S. S.; SILVA, M. A. S.; SILVA W. M. F.; LIMA, S. M. S. Viabilidade da utilização da *moringa olífera* como método alternativo de tratamento de água no semiárido nordestino. **Rev. Acad. Cient.**, vol. 08, n. 02, 2015.

UNDP (2017) Sustainable development goals.

VERSIANI, Luís C. F. **Caracterização das propriedades coagulantes e adsorventes de íons Cd(II) em soluções aquosas apresentadas por biomateriais derivados da *Moringa oleífera*.** 2008. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2008.