

I-119 – VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO TANFLOC E DA MORINGA OLEÍFERA NO TRATAMENTO ALTERNATIVO DE ÁGUAS PARA CONSUMO

Weruska Brasileiro Ferreira⁽¹⁾

Professora da Universidade Estadual da Paraíba do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Doutora em Engenharia Química pela UFCG e Engenheira química pela UFPB.

Iana Chaiene de Araújo Vidal⁽²⁾

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba

Tarciana Ramos Diniz⁽³⁾

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba

Yasmin Emanuelle Santos Pereira de Limal⁽⁴⁾

Engenheira Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba

Helvia Waleska Casullo de Araújo⁽⁵⁾

Professora da Universidade Estadual da Paraíba. Doutora em Engenharia em Biotecnologia em Recursos Naturais pela Rede Nordeste em Biotecnologia (RENORBIO)(UECE/UFPE/UNICAO) e Engenheira química pela UFPB.

Endereço⁽¹⁾: Rua Baraúnas, 351 – Bairro Universitário – Campina Grande - Paraíba - CEP: 58429-500 - Brasil
- Tel/ Fax: +55 (83) 3315-3300 - e-mail: weruska.brasileiro@pq.cnpq.br

RESUMO

A Organização Mundial de Saúde afirma que 25 milhões de pessoas morrem por ano devido à doenças transmitidas através da água. Com isso é indispensável uma avaliação constante da qualidade da água, que é feita pela determinação de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Este estudo permitiu verificar a viabilidade técnica da utilização de coagulantes de origem vegetal como o Tanfloc SG e a *Moringa Oleífera*, em substituição de coagulantes químicos no processo de coagulação/floculação nas Estações de Tratamento de Água. O lodo gerado pelos coagulantes orgânicos de origem vegetal tem maior degradabilidade, gerando menos impacto ao meio ambiente. Do contrário, os coagulantes inorgânicos são compostos por sais metálicos que causam danos à saúde, especialmente o sulfato de alumínio, podendo gerar lodo com características de resíduos perigosos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de um polímero vegetal, a base de tanino da acácia negra, o Tanfloc SG como também verificar o potencial de uso do extrato da *Moringa oleífera* no processo de tratamento de água *in natura*. Posteriormente, fez-se uma comparação quanto à eficiência destes frente ao cloreto férrico, coagulante metálico comumente utilizado nas estações de tratamento de água convencional que gera um resíduo com baixa degradabilidade devido à presença de metais, em que se descartado de forma inadequada pode contaminar o solo e o ambiente aquático que por ventura venha a servir como corpo receptor do mesmo, diferentemente da utilização de produtos de origem vegetal no tratamento de água, que permite uma maior degradação podendo ter diversos usos como nos processos de compostagem e geração de biogás. Assim sendo, foram analisados parâmetros físico-químicos básicos como pH, turbidez e cor, através de ensaios realizados com a utilização do Jar-Test, utilizando dosagens de coagulantes a 2% entre 10mg. L a 100mg. L, visando estudar a melhor remoção de cor e turbidez. Os resultados obtidos indicaram que os coagulantes naturais Tanfloc SG e o Cloreto Férrico obtiveram maior eficiência e apresentaram resultados satisfatórios para os parâmetros pH, cor, turbidez. A utilização das sementes da *Moringa oleífera* individualmente, não é suficiente para o tratamento de águas para consumo humano. Entretanto, conclui-se que coagulantes naturais de origem vegetal, mostraram-se um potencial substituto aos coagulantes químicos para o tratamento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulante natural, Tanfloc, *Moringa Oleífera*, Coagulação/Floculação, Potabilidade.

INTRODUÇÃO

Além dos problemas relacionados à quantidade de água tais como: escassez, estiagens e cheias, há também aqueles relacionados à qualidade da água. A contaminação de mananciais impede, por exemplo, seu uso para abastecimento humano. A alteração da qualidade da água agrava o problema da escassez desse recurso (BRAGA *et. al*, 2005).

É muito importante a disponibilidade de abastecimento adequado de água potável. A Organização Mundial de Saúde (OMS, 2011) afirma que 25 milhões de pessoas morrem por ano devido à doenças transmitidas através da água. Com isso é indispensável uma avaliação constante da qualidade da água, que é feita pela determinação de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Neste trabalho, foram analisados os parâmetros de cor, turbidez, análises microbiológicas e pH, escolhidos por serem considerados fundamentais na avaliação da qualidade da água.

No Brasil, através da Portaria n. 2.914/11 do Ministério da Saúde, estão disponíveis os procedimentos e as responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) é responsável por tornar a água própria para consumo humano e industrial, ao qual é composta pelos seguintes processos: coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção.

Este trabalho terá como foco as unidades de coagulação, floculação e sedimentação, processos químicos e físicos da ETA que garantem que os padrões de potabilidade exigidos pela legislação sejam atendidos. Porém, é necessário ter uma consciência ambiental quanto aos seus rejeitos, gerados nos processos de tratamentos. Uma vez que, geralmente em seu processo de coagulação são utilizados produtos inorgânicos compostos por sais de ferro que são descartados no meio ambiente e não se degradam, ocasionando rebitamentos danosos.

Com isso, como alternativa para esta problemática, vem sendo estudado uma forma de substituição de produtos químicos por coagulantes naturais. Estes coagulantes orgânicos de origem vegetal são biodegradáveis e uma vez que lançados na água serão degradados por organismos decompositores presentes no meio aquático, gerando menos impacto ao ecossistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo foram utilizados coagulantes naturais o Tanfloc SG e a *Moringa Oleífera*, e como um coagulante inorgânico o cloreto férrico para uma posterior comparação dos mesmos. As análises foram realizadas no laboratório de Saneamento Ambiental da UEPB, tendo em vista a obtenção de uma água clarificada que atenda aos padrões de potabilidade exigidos na portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

O coagulante Tanfloc SG sólido é produzido a partir da Acácia-negra, de origem da Oceania, Austrália. De acordo com os dados da Empresa fornecedora do Tanfloc, TANAC SA, o polímero é de procedência essencialmente vegetal, de baixo peso molecular e com propriedades que permitem atuar como coagulante e floculante, assim, pode-se utilizar em tratamento de águas em geral. As sementes da *Moringa Oleífera* utilizadas no estudo foram colhidas no município de Ingá- PB.

As amostras de água utilizada para os ensaios realizados foram provenientes do açude de Bodocongó, localizado no município de Campina Grande – PB, contudo, durante a realização do presente estudo, houve construções próximas, e durante este tempo o açude apresentou uma variação nos valores de turbidez.

A suspensão da *Moringa Oleífera* foi preparada da seguinte forma: as sementes foram descascadas e colocadas em estufa a uma temperatura de 45° por aproximadamente 12 horas, após o tempo de estufa, foram pesados 20g da semente para trituração, a qual foi realizada com auxílio de um gral com pistilo. Adicionou-se pouca água destilada no triturado, para facilitar a transferência do mesmo para um balão de 1 litro com auxílio de um funil. Assim como a *moringa oleífera*, a suspensão do Tanfloc SG também teve uma concentração a 2%, seguindo a mesma metodologia: pesou-se 20g do Tanfloc SG sólido e diluiu em um béquer com um pouco de água destilada, posteriormente, foi transferido para um balão volumétrico de 1 litro e homogeneizado. A solução do cloreto férrico também consistia em uma concentração de 2%.

Os estudos de tratabilidade foram realizados em equipamentos *Jar Test*, as amostras de água foram submetidas à um processo de coagulação, floculação e sedimentação. Foram adicionadas quantidades de 10 a 100mg. L⁻¹ os coagulantes estudados visando encontrar uma dosagem ótima que tenha uma melhor remoção de cor e turbidez.

A suspensão de Tanfloc SG foi adicionada a uma água que apresentou uma turbidez de 5,83 UT, cor aparente de 87,3 uH e um pH de 8,14. A amostra de água na qual a suspensão de *Moringa Oleifera* foi adicionada, apresentou turbidez de 18,2 UT, cor aparente de 102 uH e pH 7,92, enquanto que a amostra de água que adicionou-se a suspensão de Cloreto Férrico apresentou turbidez de 11 UT, cor aparente de 86,3 uH e pH 7,66.

O ensaio de tratabilidade seguiu a metodologia de Di Bernardo (2011) com adaptações. Que consistiu em um gradiente de velocidade de 1000 s^{-1} com um tempo de detenção hidráulica de 7 segundos, em seguida deu-se início a floculação mantendo a mistura lenta por 7 minutos com 70 s^{-1} e finalizando em 4 minutos a mistura com 20 s^{-1} . Esses parâmetros foram estabelecidos com o intuito de simular uma estação de tratamento de água de ciclo completo. O processo de sedimentação ocorreu com duração de 7,5 minutos.

Após a sedimentação foram coletadas amostras da água a 7 cm da superfície através de um sifão para análises de turbidez e pH de acordo com as amostras respectivas as dosagens dos coagulantes. Os procedimentos analíticos para a determinação de turbidez e pH seguirão as metodologias descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

RESULTADOS

De acordo com a literatura, a forma do floco originado pela adição de Tanfloc, possui forma irregular, apresentando uma superfície relativamente maior, o que proporciona uma maior área de contato, obtendo-se, assim, uma clarificação mais eficiente, com uma menor cor e turbidez final (Tratamento de Água, 2006).

Observando o comportamento do parâmetro turbidez da água em estudo através da Figura 1, foi verificado que o tratamento a partir da adição do polímero tanfloc SG obteve ótima eficiência atingindo valores inferiores a 1,4 UT em sua redução na dosagem correspondente a 10 e 20 Mg. L^{-1} , tendo em vista que as características da água bruta consistia em uma turbidez de 5,83 UNT e pH de 8,14.

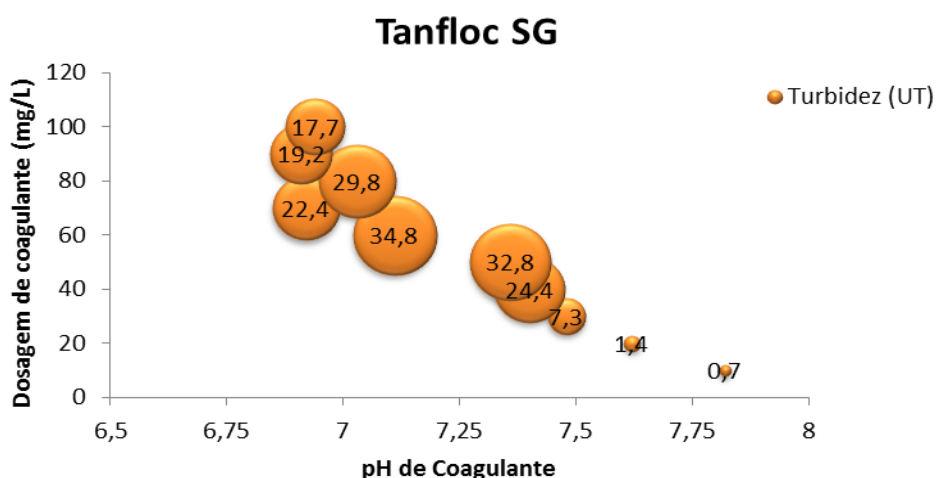


Figura 1 – Diagrama de coagulação devido ao polímero Tanfloc SG

Efetuando os estudos com a *Moringa* tem-se que segundo Cysne(2006) as sementes de *Moringa Oleifera* possuem polissacarídeos com forte poder aglutinante, o que permite o uso das sementes pulverizadas no tratamento da água por floculação e sedimentação, capaz de eliminar a turvação, micropartículas, fungos, bactérias e vírus.

No entanto, observando o comportamento do parâmetro turbidez da água em estudo, através da Figura 2, foi verificado que o tratamento a partir da adição do polímero *Moringa Oleifera* não obteve uma redução satisfatória ou que atendesse aos padrões de potabilidade da portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde em nenhuma dosagem estudada, todavia, vale ressaltar que as características da água bruta consistia em uma turbidez de 18,2 UT e pH de 7,92 havendo uma redução em pequena escala até a dosagem de 30 Mg. L^{-1} , com turbidez em torno de 8UT podendo comprometer as carreiras dos filtros e ocasionar maior gasto com água de lavagem, com dosagens superior a 30 Mg. L^{-1} a turbidez apresentou valores elevados mesmo após a sedimentação.

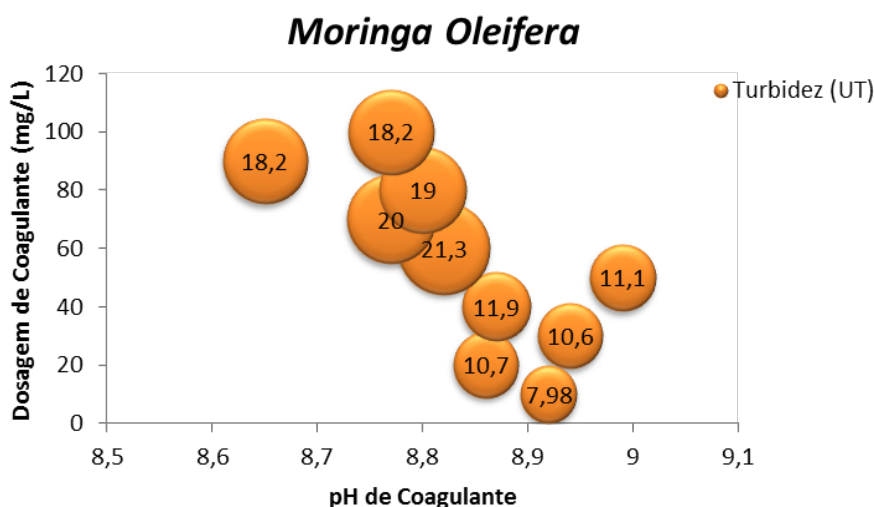


Figura 2 – Diagrama de coagulação devido ao polímero *Moringa Oleifera*

Ainda é relatado que a *Moringa Oleifera* possui a presença de uma proteína catiônica dimérica de alto peso molecular, que desestabiliza as partículas contidas na água e através de um processo de neutralização e adsorção, floculam os colóide seguindo-se de sedimentação (GALLÃO, 2006).

Partindo para os estudos com o cloreto férrico é conhecido que nos sistemas de tratamento de água, são convencionalmente empregados como coagulantes inorgânicos, de origem química, porque tal coagulante é bastante efetivo na remoção de uma ampla variedade de impurezas da água, incluindo partículas coloidais e substâncias orgânicas dissolvidas. Todavia, o uso extensivo do cloreto férrico tem sido discutido devido ao lodo gerado ao final do processo, muitas vezes em concentrações bastante elevadas, o que dificulta a disposição do mesmo no solo devido a contaminação e o acúmulo deste metal.

Concomitantemente a isto foi observado uma elevada eficiência na redução da turbidez quando empregado para o tratamento da água do açude de Bodocongó atendendo aos padrões de potabilidade na primeira dosagem de 10mg/L, vale ressaltar que as características da água bruta consistia em uma turbidez de 11 UT e pH de 7,66.

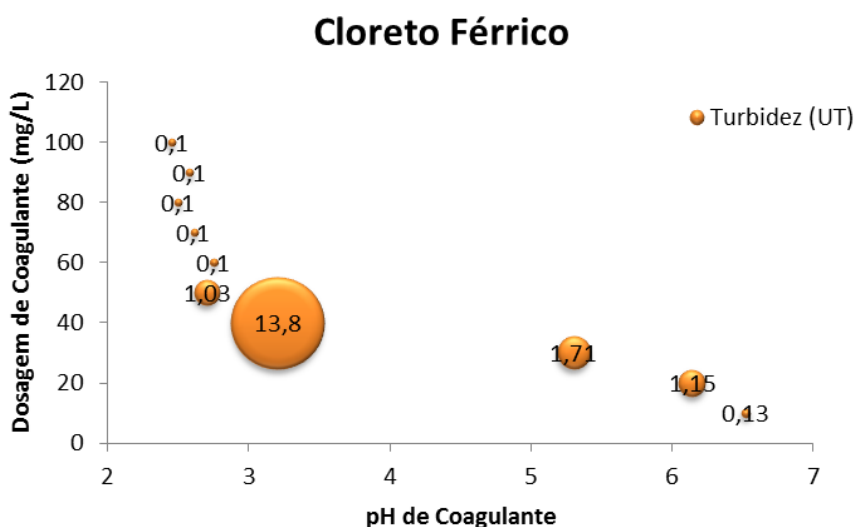


Figura 3 – Diagrama de coagulação devido ao composto químico Cloreto Férrico

Fazendo um balanço do uso dos coagulantes tem-se que em relação à turbidez, o valor inicial obtido para ambos os coagulantes Tanfloc SG e cloreto Férrico foram próximos e atendiam a portaria 2.914/2011, diferentemente da *Moringa Oleifera*. No entanto, como pode ser verificado na Figura 1, o Tanfloc demonstrou promover uma redução da turbidez, até a dosagem de 20mg/L. Para as demais concentrações os coagulantes apresentaram mais divergências, Tanfloc e *Moringa Oleifera* aumentavam os valores de turbidez devido ao aumento da quantidade de matéria orgânica em suspensão enquanto que para o cloreto férrico verificasse a constância nos valores mesmo com o aumento das concentrações. Guedes et al. (2004), em estudos realizados sobre a coagulação/floculação de suspensões ricas em óxido de ferro, utilizaram o cloreto férrico como agente coagulante em proporções de 10, 100 e 1000 mg.L⁻¹ para um valor de turbidez igual a 2.300 UT. A partir dos resultados obtidos, os autores verificaram que os valores de turbidez final permaneceram aproximadamente constantes para concentrações superiores a 100 mg.L⁻¹. Segundo os mesmos autores, estes resultados sugerem que concentrações mais elevadas de coagulante não trazem nenhum benefício em termos de redução efetiva de turbidez. Em comparação ao presente estudo, a análise realizada pelos referenciados autores, remete a compreensão de que, para a água utilizada, com valor de turbidez excepcionalmente inferior, 18,2UT, os valores obtidos permitem a percepção de que a dosagem de 10mg/L seria um valor de ótima para este parâmetro, ou seja, dosagens superiores, não promoveriam um aumento na redução de turbidez do meio.

Como pode ser verificado no estudo, embora os coagulantes tenham influenciado no pH da água, os valores destes referentes às amostras tratadas com o Tanfloc e com a *Moringa Oleifera* se mostraram praticamente constantes para todas as concentrações utilizadas, conforme indicado nas Figura 1 e 2. Para o cloreto férrico, no entanto, observou-se uma redução de pH de acordo com o aumento da concentração, o que pode ser justificado pelo fato do cloreto férrico ser um coagulante ácido, podendo diminuir drasticamente o pH da solução. Em relação ao Tanfloc, a linearidade de valores observada pode ser justificada pelo fato deste produto não consumir a alcalinidade do meio. Desta forma, o uso de coagulantes orgânicos evita a necessidade de adição de alcalizantes, diminuindo a utilização de produtos químicos no tratamento da água. Outra vantagem, que o uso de coagulantes orgânicos proporcionam é a geração de lodos com maior biodegradabilidade apresentando assim opções de tratamento de menor custo, além de possibilitar o seu uso em práticas agrícolas. Mas, para isto necessita de maiores estudos que será a segunda etapa deste estudo.

CONCLUSÕES

De um modo geral, tanto o cloreto férrico como o Tanfloc se mostraram eficientes na etapa de clarificação com boa remoção de turbidez. Em alguns casos os coagulantes atingiram um índice de remoção de até 99,1% e 87,99% da turbidez respectivamente, o que não ocorreu com a *Moringa Oleifera*.

A utilização apenas da *Moringa Oleifera* como coagulante não apresentou resultados satisfatórios, por não ser eficaz na remoção da turbidez tendo em vista que o índice máximo de remoção foi de 37,36%.

Em relação ao parâmetro pH, foi possível verificar uma equivalência nos resultados dos coagulantes naturais, no entanto quando comparado ao coagulante químico observou-se uma variação considerável sendo necessário uma posterior adição de alcalinizante para estabilizar e neutralizar a água acarretando mais gasto ao tratamento. Diante do exposto, percebe-se que o uso dos coagulantes naturais apresenta vantagens a serem consideradas, como a inexistência de metais remanescentes na água tratada e no lodo gerado ao fim do processo de tratamento, facilitando a disposição final do mesmo ou a sua utilização para fins mais específicos, como a agricultura, por exemplo.

Deste modo, visando a sustentabilidade do tratamento da água nas ETA's, sugere a utilização dos coagulantes naturais *Moringa oleifera* e Tanfloc SG de forma conjunta em consequência desses apresentarem resultados positivos em seus parâmetros físico-químicos.

AGRADECIMENTOS

À instituição CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento e Tecnológico) que apoiou e concedeu o financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERNARDO, L.D.; DANTAS, A.D.B.; VOLTAN, P.E.N. Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. São Carlos: LDiBe, 2011.
2. CYSNE, J.R.B. Propagação in vitro de moringa oleífera L. Fortaleza-CE: UFC, 2006. Dissertação (Pós-Graduação em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, 2006.
3. GALLÃO, M.I.; DAMASCENO, L.F.; BRITO, E.S. de. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, CE, v.37, n.1, p.106-109, 2006.
4. GUEDES, C. D. et al. Coagulação/floculação de suspensões ricas em óxidos de ferro por sulfato de alumínio. Química Nova, v. 27, n. 5, p. 715-719, 2004.
5. Ministério da Saúde. Portaria 2.914, 12 de Dezembro de 2011. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acessado em: Março de 2014.
6. TRATAMENTO DE ÁGUA. Tanfloc. Disponível em: <<http://www.tratamentodeagua.com.br/informativos/acervo.php?cp=est&chave=3>> Acesso em: 15 fev. 2006.