

I-121 – ESTUDO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO TANFLOC E DA MORINGA OLEIFERA BEM COMO O USO COMBINADO DESTES 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 Chaíene 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 (2014)

Tássio Henrique Cavalcanti da Silva Cunha⁽⁵⁾

Mestrando em Engenharia Mineral, Ambiental e Metalurgia Extratila pela UFRGS. Engenheiro Sanitário e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (2014)

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

As Estações de Tratamento de Água, em seu processo de tratamento, utilizam diferentes compostos químicos como coagulantes, sendo os de maior ocorrência os sais de alumínio e ferro devido a eficácia e baixo custo acarretados por estes. No entanto, tais sais são ambientalmente indesejáveis, pois os lodos produzidos podem disponibilizar íons solúveis que comprometem a saúde humana, além disso, são originados por meio de fontes não renováveis, portanto, faz-se necessário buscar coagulantes alternativos que assegurem tanto a qualidade da água quanto a formação de rejeitos menos nocivos ao ecossistema. Para tanto os coagulantes orgânicos de origem vegetal por serem biodegradáveis e menos danosos ao ambiente surgem como opção sustentável para solução de tal problemática. Deste modo, este estudo que utilizou como matéria prima a água do açude de Bodocongó, localizado na cidade de Campina Grande - PB, teve como propósito avaliar a eficiência do tratamento de água para consumo através da utilização individual e combinada dos coagulantes naturais Tanfloc SL e *Moringa oleifera*, tendo em vista que cada coagulante age de forma eficiente em parâmetros específicos e distintos, e com isso analisar o desempenho de ambos na redução de turbidez e cor através de ensaios com dosagens variando de 10 a 100 mg.L⁻¹ e concentrações a 2% realizados utilizando o Jar Test, verificando sempre o pH na água tratada e assim mostrar a viabilidade do emprego dos coagulantes de origem vegetal no tratamento de água. Os resultados ao final do estudo, indicam que dentre os três coagulantes naturais propostos para utilização em uma ETA (*Moringa oleifera*, Tanfloc SL, *Moringa oleifera* + Tanfloc SL), o uso combinado dos mesmos foram os que apresentaram melhor eficiência na etapa de clarificação chegando a atingir 91,48% de remoção da turbidez.

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

INTRODUÇÃO

A água para ser potável deverá atender os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Os tratamentos convencionais de tratamento de água configuram-se basicamente de etapas de coagulação, com sais inorgânicos, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção. Esta combinação visa à remoção de odores e organismos patogênicos que afetam a água tratada. (Schneider e Tsutiya, 2001).

Os sais inorgânicos como Sulfato de Alumínio e Cloreto Férrico, são comumente utilizados nas Estações de Tratamento de Água (ETA's) para o processo de coagulação. O grande problema da utilização destes está nos danos que estes sais causam à saúde humana e ao meio ambiente. Sendo coagulantes metálicos, geram um

resíduo com quantidade de metais pesados considerável, e são descartados de forma inadequada, assim, podendo contaminar o solo e ambientes aquáticos.

De acordo com Cruz *et al.* (2005) os sais de alumínio e os produtos convencionalmente, empregados para a correção do pH, são agentes inorgânicos não biodegradáveis que acrescentam elementos químicos à água, ou ao lodo gerado no processo. Este lodo inorgânico que se dá no processo é um dos principais problemas quando a água e/ou efluente é tratada. O seu manuseio é altamente complicado, pois por ser inorgânico ele tem uma difícil degradabilidade, assim como seu elevado teor de umidade.

Quando comparado aos coagulantes químicos, atualmente usados nas ETAs, os coagulantes naturais se apresentam bastante vantajosos. Por terem origem orgânica, eles não apresentam alterações na alcalinidade da água, bem como o lodo que é gerado, tem volume menor contendo uma quantidade menor de metais pesados (provenientes dos sais metálicos).

Devido às desvantagens apresentadas pelos coagulantes químicos, nos últimos anos tem-se intensificado os estudos acerca de coagulantes que apresentem um baixo custo, gerem menos resíduos e se mostrem eficientes no processo de coagulação. Assim, os olhos dos pesquisadores estão voltados para os coagulantes orgânicos, esses últimos estão apresentando um grande potencial quando se deseja cumprir as necessidades citadas acima. Esses biopolímeros podem ser originários de plantas locais de fácil processamento, dando um caráter potencial de baixos custos operacionais, quando comparados com reagentes químicos muitas vezes importados (SILVA *et al.*, 2004).

A justificativa pela utilização dos coagulantes orgânicos nas ETAs é a questão ambiental. Tendo em vista que os quando os lodos gerados nos decantadores são provenientes de coagulantes de origem vegetal, a ausência de metais nos resíduos torna mais fácil a sua destinação, comparado a coagulantes químicos, como o Sulfato de Alumínio (coagulante químico mais utilizado no Brasil), que devido ao excesso de metal no lodo remanescente, impossibilita o descarte em rios, por exemplo, assim as ETAs que fazem a utilização deste coagulante metálico precisam de uma solução imediata para o problema. É de fundamental importância para a escolha do tipo de coagulante a ser utilizado, se considerar a quantidade e as características do lodo gerado no tratamento, pois estas dependem das características da água a ser tratada e do coagulante utilizado (LIBÂNIO, 2010).

A *Moringa oleifera* Lam pertence à família Moringaceae e teve sua origem em Agra e Oudh, na região noroeste da Índia, sul do Himalaia (FOIDL *et al.*, 2001). A moringa apresenta grande aplicabilidade na alimentação humana e de animais, bem como na produção de biodiesel e no tratamento de água para abastecimento humano.

A *Moringa Oleifera* é uma planta adaptada às condições semiáridas, com um crescimento ascendente em países tropicais. Apresenta um rápido crescimento, mesmo em condições com pouca umidade (KWAAMBWA, MAIKOKERA, 2008).

Quando se fala das possíveis aplicabilidades da moringa, inúmeras são as possibilidades, sendo considerada uma planta de múltiplos usos. Na alimentação humana são aproveitadas: as folhas como verduras cruas, as vagens verdes como verduras cozidas e as sementes maduras podem ser torradas para fabricação de farinha. Suas flores são muito procuradas pelas abelhas. A *Moringa oleifera* Lam ainda pode ser utilizada como cerca viva e quebra ventos (GERDES, 1996).

O mecanismo da coagulação/floculação de uma água, provocado pela proteína existente na polpa da *Moringa oleifera* Lam, se assemelha ao mecanismo da coagulação/floculação provocado pelos polieletrólitos, que são polímeros originários de proteínas e polissacarídeos de origem sintética ou natural (DAVINO, 1976). O tratamento de água turbida com as sementes da *Moringa oleifera* possui efeito físico e biológico. O físico consiste na diminuição da turbidez da água através da coagulação e sedimentação das partículas em suspensão. O efeito biológico permite a eliminação de microorganismos patogênicos por sedimentação, pois grande parte destes está ligada as partículas em suspensão. Utilizando uma dosagem adequada de sementes pode-se reduzir em 98,0% o número de coliformes fecais nas águas turvas. Em locais com ocorrência de esquistossomose o tratamento com sementes da *Moringa oleifera* remove também grande parte das cercárias (larvas do verme), responsáveis pela infecção do ser humano. (OLSEN, 1987).

O real princípio ativo da semente da *Moringa* ainda não é tão definido, no entanto o mais provável é que seja um agente iônico capaz de provocar a desestabilização das partículas, de modo similar ao que ocorre com o uso dos agentes químicos. A eficiência de remoção da turvação nas etapas de coagulação utilizando a *Moringa oleifera* é dependente do valor da turvação inicial nas amostras de água, sendo o potencial coagulante superior para valores muito elevados de turvação (BHATIA *et al.*, 2007; KATAYON *et al.*, 2006 *apud* RIBEIRO, 2010).

O tanino, biopolímero natural, também vem sendo estudado no processo coagulação/floculação devido às suas propriedades de aglomeração de impurezas, como é o caso do tanino.

De acordo com Cruz (2004), taninos são compostos polifenólicos encontrados em uma grande variedade de plantas superiores, com características adstringentes e tradicionalmente utilizadas na indústria do couro como agentes de curtimento, um dos mais antigos processos de transformação utilizados pelo homem. O tanino foi e ainda é conceituado como substâncias orgânicas de extrato vegetal capazes de precipitar proteínas.

A grande vantagem dos taninos vegetais é possuir a propriedade de adsorver metais dissolvidos em água, aglutinando-os por precipitação no meio, além disso, podem eliminar ou diminuir a toxidez existente na água, oriundos de fontes como cianofíceas ou bactérias clorofiladas, por exemplo (SILVA, 1999).

Conforme a EMPRAPA Florestas (2003) são plantadas no mundo três tipos de acácias: Acácia Mearnsii (Acácia negra), Acácia Saligna e Acácia Mangium, tendo o Brasil e a África do Sul os países mais tanantes. A Acácia Negra, apresentada na Figura 3, pertence à família das leguminosas, sendo originada de países da Oceania, como a Austrália. Podendo chegar até o porte de 15 metros de altura, seu cultivo se espalhou por vários países do mundo, o estado brasileiro que cultiva a Acácia é o Rio Grande do Sul/RS. A madeira da Acácia é muito utilizada para a fabricação de celulose e papel e também como lenha, enquanto que o tanino é um produto extraído da acácia. O tanino extraído é utilizado na fabricação de coagulantes naturais, que são uma alternativa sustentável no tratamento de águas.

Segundo Mangrich (2013), o lodo resultante do tratamento de águas que utilizam como coagulante/floculante os polímeros catiônicos orgânicos naturais pode ser matéria-prima para produção de fertilizantes orgânicos de liberação lenta e controlada de nitrogênio, desde que o efluente seja orgânico. Ainda tendo vantagem no que diz respeito ao alto teor de nitrogênio nos lodos gerados nas ETE's e ETA's, podendo ser utilizados na nutrição das plantas, com aproveitamento do nitrogênio disponível, pois os fertilizantes de nitrogênio como, por exemplo, a ureia, é fonte de aumento do efeito estufa, com a liberação do NOX. O coagulante derivado a Acácia negra é considerado útil na remoção de surfactantes aniônicos de soluções aquosas e é bastante efetivo na remoção de metais pesados.

Este estudo teve por finalidade avaliar a eficiência do tratamento de água para consumo através da utilização de coagulantes naturais, tais quais: tanfloc SL, que consiste num polímero vegetal a base de tanino da acácia negra e o extrato da *Moringa oleifera*. Posteriormente, a partir dos resultados das melhores dosagens de cada coagulante fez-se uma análise combinada dos mesmos para verificar a eficiência frente ao seu uso individual, tendo em vista que cada coagulante age de forma eficiente em parâmetros específicos e distintos, assim a combinação destes corroborariam numa eficiência conjunta de todos os parâmetros. Vale ressaltar que utilização de produtos de origem vegetal no tratamento de água minimiza a geração de lodo, com um elevado potencial de toxicidade, formado nos decantadores e diminui a preocupação com a disposição final destes.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo utilizou-se dois coagulantes naturais Tanfloc SL e *Moringa Oleifera* para analisar o coagulante mais eficaz. As análises foram realizadas no laboratório de Saneamento Ambiental da UEPB, visando à obtenção de uma água isenta de concentrações de substâncias prejudiciais a saúde, de micro-organismos causadores de doenças, redução dos valores nos parâmetros cor e turbidez. A água para ser considerada potável deverá atender os padrões exigidos na portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

As sementes de *Moringa Oleifera* foram colhidas no município de Ingá –PB. O coagulante natural sólido Tanfloc SL foi produzido pela empresa TANAC SA, no estado do Rio Grande do Sul.

Para a realização deste estudo, selecionou-se a água do açude de Bodocongó, situado na cidade de Campina Grande – PB, todavia, foi apresentada uma variação nos valores de turbidez devido as chuvas e revitalização do referido reservatório.

Ambas as suspensões dos coagulantes naturais foram realizadas com uma concentração de 2%. A suspensão do Tanfloc SL foi preparada da seguinte forma: foi pesado 20g do coagulante e diluído em um béquer contendo um pouco de água destilada, em seguida, foi transferido para um balão volumétrico de 1 litro e homogeneizado. A suspensão da *Moringa Oleifera* seguiu o mesmo procedimento, diferenciando apenas no método pré-pesagem. Inicialmente as sementes foram descascadas e colocadas em estufa a uma temperatura de 45° por cerca de 12 horas; após o tempo na estufa, foram pesados 20g da semente e em seguida foi triturada com auxílio de um gral com pistilo. No triturado, adicionou-se um pouco de água destilada para facilitar a transferência do mesmo para o balão volumétrico de 1 litro com auxílio de um funil, em seguida, a suspensão foi homogeneizada.

Foi feito os estudos de tratabilidade utilizando equipamento de *Jar Test*, as amostras de águas foram sujeitas a um processo de coagulação, floculação e sedimentação, onde foram adicionadas dosagens dos coagulantes que variou de 10 a 100 mg/L, assim, visando encontrar uma dosagem ótima que tivesse um custo viável. 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, cor aparente e pH de acordo com as amostras respectivas as dosagens dos coagulantes. Após a leitura dos valores dos parâmetros citados, foi avaliada a dosagem considerada ótima, posteriormente, o ensaio de tratabilidade em equipamento *Jar Test* foi realizado novamente com intuito de analisar o uso combinado entre as “dosagens ótimas” dos coagulantes, a suspensão de Tanfloc SL e *Moringa Oleifera* foi adicionada em uma amostra de água, variando a dosagem dos coagulantes. A metodologia foi repetida nos processos posteriores: coagulação, floculação, decantação, coleta e análises de Turbidez, Cor Aparente e pH. Os procedimentos analíticos para a determinação de cor, turbidez, cloretos e pH seguiram 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). 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.

Conforme ilustrado a Figura 1, foi verificado que não houve redução da turbidez quando utilizado a *Moringa oleifera* como coagulante, pode-se observar que o índice de remoção da turbidez foi muito baixo, provavelmente, por serem partículas coloidais de difícil desestabilização. No entanto quando comparado ao coagulante Tanfloc SL é constatado que a adição de menores quantidades do produto proporcionou melhores resultados obtendo uma redução de turbidez eficiente nas dosagens de 30 a 70 mg/L proporcionando assim o atendimento ao padrão de potabilidade ora em vigor.

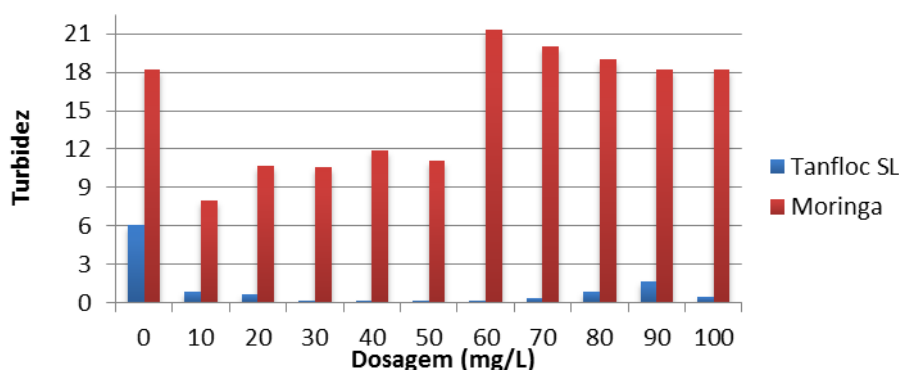


Figura 1 – Avaliação da turbidez da água bruta do açude de Bodocongó nas diferentes dosagens do coagulante *Moringa Oleífera* e Tanfloc SL

A Figura 2 mostra que independente da sua dosagem a solução de moringa não promove alterações significativas no valor do pH da água, deixando seus valores bastante semelhantes com o valor da água bruta, que estão adequadas ao padrão de potabilidade da água, dessa forma evita-se o uso de alcalinizantes para correção de pH para distribuição da água, o mesmo ocorre quando utiliza-se o Tanfloc como coagulante.

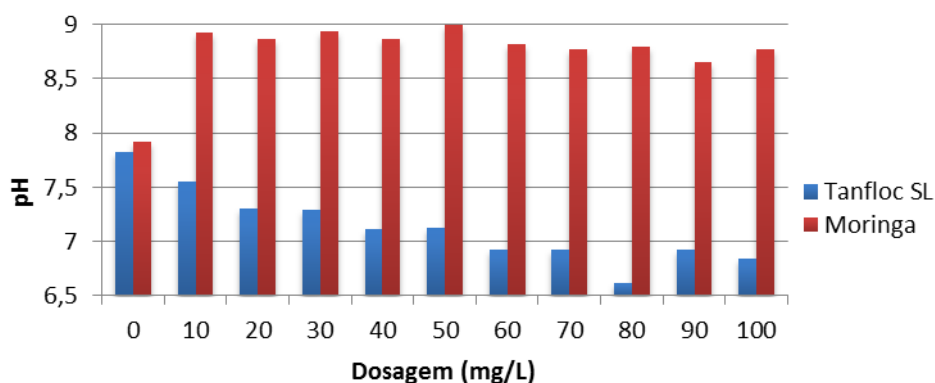


Figura 2 - Avaliação do pH da água bruta do açude de Bodocongó nas diferentes dosagens do coagulante *Moringa Oleífera* e Tanfloc SL

Na Figura 3 observa-se que há uma eficiência da *Moringa oleífera* em relação a cor aparente, devido a sua redução significativa quando comparada à água bruta, em algumas dosagens reduzindo mais de 50% do seu valor inicial. Da mesma forma procede quando utilizado o Tanfloc SL no processo de tratamento de águas, é notória a redução, todavia, a mesma não é suficiente para atender os padrões. Assim, com estes valores obtidos na etapa de clarificação, muito dificilmente será atendido os padrões organolépticos, por isso o tratamento apenas com as sementes de *Moringa oleífera* e com o Tanfloc SL não é suficiente, sendo necessário a avaliação de outros coagulantes. Neste estudo priorizou o uso de coagulantes naturais em substituição aos coagulantes a base de sais metálicos como sulfato de alumínio e ferro, já que, estes não são provenientes de uma fonte renovável bem como dificulta no tratamento do lodo gerado. Portanto, optou-se em estudar a interação dos dois coagulantes naturais em estudo, pois, o tanfloc possui mais a função de auxiliar da coagulação devido a sua característica polimérica que favorece a formação de ponte químicas promovendo a formação de flocos mais densos.

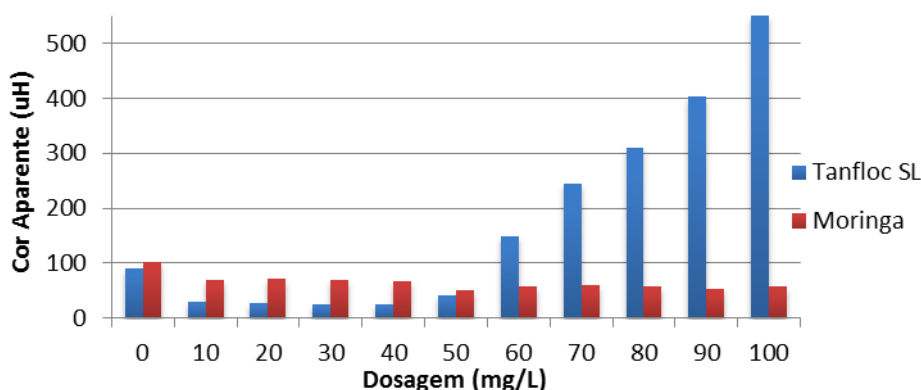


Figura 3 - Avaliação da Cor Aparente da água bruta do açude de Bodocongó nas diferentes dosagens do coagulante *Moringa Oleífera* e Tanfloc SL

Corroborando aos resultados obtidos Ndabigengesere&Narasiah (1998) verificaram que ao avaliar a presença de matéria orgânica na água tratada com *Moringa oleífera* a presença da mesma na água aumenta à medida que a dose de coagulante é elevada, o mesmo não ocorrendo para coagulantes a base de sais metálicos. Isto indica que após processo de tratamento com *Moringa oleífera* a água pode conter matéria orgânica remanescente, podendo causar problemas de cor, sabor e odor se armazenada por longos períodos.

Como foi observado nas Figuras 1,2 e 3, os coagulantes naturais são eficientes em determinados parâmetros, porém, sozinhos não são capazes de potabilizar a água. Devido a este fato houve a junção dos dois coagulantes naturais. O Tanfloc SL foi escolhido para se unir a *Moringa oleífera*, que serviu como um auxiliar na coagulação, devido as suas características poliméricas, e apresentou eficiência na remoção dos sólidos suspensos presentes na água, porém, quando se trata do parâmetro cor, sua ação é insatisfatória. Enquanto que a moringa atua de maneira oposta, de forma que os valores de turbidez são altos, e sua cor não é tão elevada comparada à água bruta. Outro fator que interviu na escolha, foi a grande facilidade de obtenção da moringa, pois ela adapta-se a uma ampla faixa de solo e é tolerante à seca.

Através da análise dos resultados obtidos em utilização individual dos coagulantes foi verificado as dosagens mais eficientes na redução da turbidez e da cor para assim preparar a solução com uso combinado dos coagulantes.

Na Figura 4 é possível observar, que houve uma redução do pH mas continuando favorável a legislação vigente. Em relação a turbidez as dosagens aplicadas foram ótimas reduzindo consideravelmente tal parâmetro, atingindo um índice de remoção de 91,48%, com exceção da dosagem (20 + 30 mg/L) que é justificado pelo fato de ter sido uma dosagem excessiva de coagulantes.

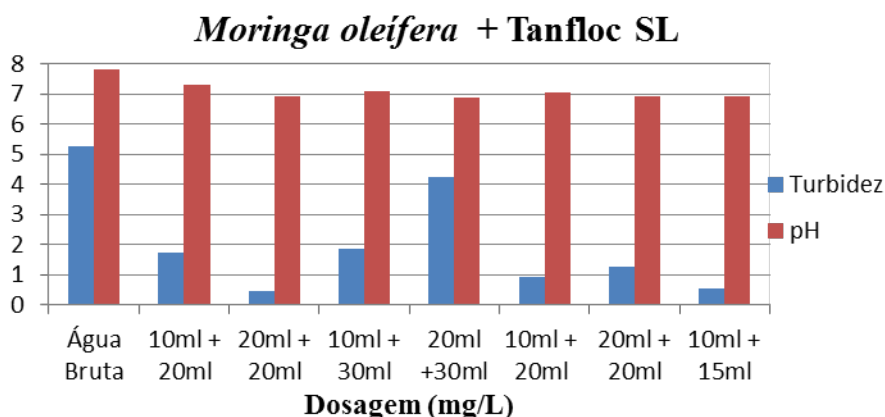


Figura 4 - Avaliação da turbidez e do pH da água bruta do açude de Bodocongó nas diferentes dosagens do uso combinado dos coagulantes *Moringa Oleífera* e Tanfloc SL

Ao comparar esses valores com relação ao uso individual da *Moringa oleífera* nota-se que os índices de remoção de turbidez da *Moringa oleífera* conjunta ao Tanfloc SL foram consideravelmente satisfatórios obtendo valores de até 0,45 UT.

Analizando, os resultados da remoção da cor aparente mostrada na Figura 5, foi notado que os coagulantes juntos reduziram até 80,88%, apresentando mais eficiência combinados do que quando utilizados individualmente. Vale ressaltar que estes resultados não inclui a filtração, o que pode-se concluir que com a qualidade da água decantada e seus altos índices de remoção de turbidez e cor proporciona obter uma maior remoção de micro-organismos inclusive dos protozoários, bem como a redução da matéria orgânica natural reduzindo a possibilidade de formar menor subprodutos da cloração.

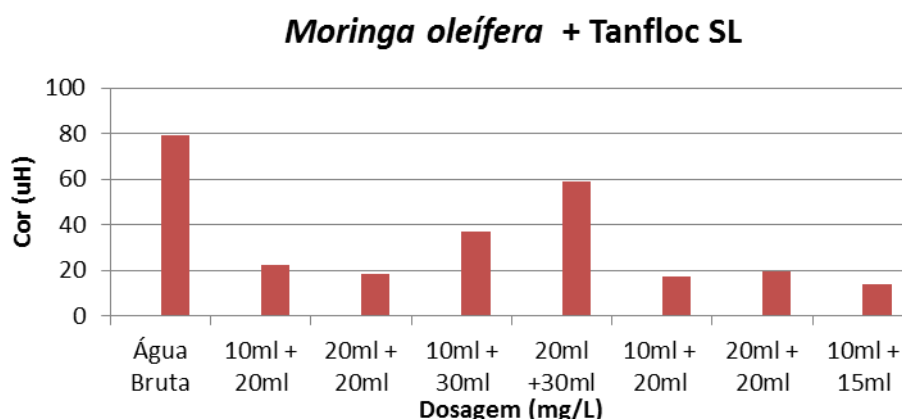


Figura 5 – Avaliação da Cor Aparente da água bruta do açude de Bodocongó nas diferentes dosagens do uso combinado dos coagulantes *Moringa Oleífera* e Tanfloc SL.

Devido aos resultados obtidos, foi escolhida como dosagem ótima, a solução com 10 mg/L de Moringa e 15 mg/L de Tanfloc, devido a ser as menores dosagens de ambos que são mais eficientes. Tendo em vista que essa dosagem favoreceu uma melhor remoção de cor e turbidez, atingindo valores excelentes para água decantada favorecendo um aumento na carreira dos filtros e possivelmente menor gasto com água de lavagem dos filtros.

CONCLUSÕES

Avaliando a eficácia dos coagulantes através dos resultados obtidos neste trabalho podemos concluir que: Dentre os três coagulantes naturais propostos para uma ETA: Moringa, Tanfloc SL, Moringa + Tanfloc SL. Os coagulantes Tanfloc SL e a Solução Moringa + Tanfloc SL, apresentaram eficiência na etapa de clarificação com boa remoção de Cor e Turbidez. Em alguns casos os coagulantes juntos reduziram até 80,88% da cor e 91,48% da turbidez.

A utilização apenas da Moringa como coagulante não apresentou resultados satisfatórios, por não ser eficaz na remoção da turbidez.

Deste modo, tendo em vista a sustentabilidade do tratamento da água nas ETA's, sugere a utilização dos coagulantes naturais *Moringa oleífera* e Tanfloc SL 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. BHATIA, S., OTHMAN, Z., AHMAD, A. (2007). Pretreatment of palm oil mill effluent (POME) using *Moringa oleifera* seeds as natural coagulant. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 145, pp. 120-126.
2. CRUZ, J. G. H. Aplicação de coagulante vegetal á base de tanino no tratamento por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação do efluente de uma lavanderia industrial. Porto Alegre, 2004. 62 p. Dissertação (Mestrado). Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
3. CRUZ, J. G.; MENEZES, J. C. S. S.; RUBIO, J.; SCHNEIDER, I. A. H. Aplicação de coagulante vegetal á base de tanino no tratamento por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação do efluente de uma lavanderia industrial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23. Campo Grande, 2005. Anais. Campo Grande: CBESA, 2005.
4. DAVINO, Francisco dos Santos Filho. Tecnologia de Tratamento de Água: água na Indústria. Rio de Janeiro: Editores Ltda, 1976.
5. EMBRAPA Florestas. Sistema de produção. Paraná, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AcaciaNegra/CultivodaAcaciaNegra/>>. Acesso em: 30 dez. 2014.
6. FOIDL N., MAKKAR H.P.S., BECKER K. The potential of *moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. *Dar Es Salaam*, 2001. Disponível em: <http://miracletrees.org/moringadoc/the_potential_of_moringa_oleifera_for_agricultural_and_industrial_uses.pdf>. Acesso em 30 abr 2015.
7. GERDES, G. Uso das Sementes da Árvore *Moringa oleifera* para Tratamento de Águas Turvas. ESPLAR, Fortaleza, 1996.
8. KATAYON, S. *et al* (2006). Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation. *Biorsource Technology*, Vol. 97, pp.1455-1460.
9. KWAAMBWA, H., MAIKOKERA, R. Infrared and circular dichroism spectroscopic characterisation of secondary structure components of a water treatment coagulant protein extracted from *Moringa oleifera* seeds. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. vol. 64, p.118-125, 2008.
10. LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3 ed. Campinas: Átomo, 2010.
11. MANGRICH, A. S. *et al*. Química Verde no Tratamento de Águas: Uso de Coagulante Derivado de Tanino de *Acácia mearnsii*. *Revista Virtual de Química*, vol.12, n. 1, p. 2-15, 2014.
12. 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>. Acesso em 15 Abril de 2014.
13. NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S.; TALBOT, B. G. Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera*. *Water research*, v.29, p.703-710, 1995.
14. OLSEN, A. Low technology water purification by Bentonite Clay and *Moringa Oleifera* seed flocculation as performed in Sudanese villages: Effects on *Schistosoma mansoni* cercariae, 1987.
15. SCHNEIDER, R. P.; TSUTIYA, M. T. Membranas Filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reuso. 1. ed. São Paulo: ABES, 2001. 234 p.
16. SILVA, A. C.; DEZOTTI, M.; SANT'ANNA JR, G. L. Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate. *Chemosphere*, v. 55, p. 207-214, 2004.
17. SILVA, T. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. 1999. Dissertação (Mestrado). Escola de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
18. TRATAMENTO DE ÁGUA. Tanfloc. Disponível em: <<http://www.tratamentodeagua.com.br/informativos/acervo.php?cp=est&chave=3>>. Acesso em: 15 fev. 2015.