



Avaliação da *Moringa oleifera* como coagulante natural

Mayara Cordeiro de Campos Silva¹, Vanessa Daneluz Gonçalves², Juliano Katayama Groff³, Fernanda Caroline Santos Frutuoso⁴

¹ Universidade Estadual de Maringá (maaycampos1993@gmail.com)

² Universidade Estadual de Maringá (vdgoncalves@uem.br)

³ Universidade Estadual de Maringá (julianokg@hotmail.com)

⁴ Universidade Estadual de Maringá (feerfrutuoso@gmail.com)

Resumo

A água é um recurso de vital importância para a manutenção da vida e das mais diversas necessidades humanas. Tendo isso em vista, muitos estudos vem sendo realizados em busca de novas tecnologias ou aprimoramento destas, para possibilitar o uso da água para abastecimento público e/ou tratamento de efluentes. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho das sementes da planta *Moringa oleifera* como coagulante natural, através de ensaios de coagulação/floculação e sedimentação em Jar Test, com água bruta oriunda do rio afluente ao rio Pinhalzinho II, no município de Umuarama – PR. Utilizando diferentes concentrações, verificou-se que este coagulante atingiu 99% de eficiência de remoção de turbidez, com o tempo de sedimentação de 60 min, tendo como concentração ótima 200 mg/L. Do mesmo modo, foi avaliado o efeito desse coagulante em relação aos parâmetros de condutividade, alcalinidade e pH, apresentando bons resultados. Conclui-se que os resultados obtidos com a *Moringa oleifera* comprovam sua efetividade no tratamento simplificado de águas e/ou efluentes.

Palavras-chave: Água. *Moringa oleifera*. Coagulante Natural.

Área Temática: Águas Residuárias

***Moringa oleifera* assessment as natural coagulant**

Abstract

*Water is a vital resource importance for the maintenance of life and the most diverse human needs. In light of this, many studies have been conducted in search of new technologies or enhancement of these to enable the use of water for public supply and/or wastewater treatment. This study aims to evaluate the performance of plant seeds *Moringa oleifera* as a natural coagulant, through tests of coagulation /floculation and sedimentation Jar Test with raw water coming from the river tributary to Pinhalzinho II river in the municipality of Umuarama - PR. Using different concentrations, it was found that this coagulant reached 99% turbidity removal efficiency, with 60 minutes settling time, with the optimum concentration of 200 mg/L. Similarly, the effect of the coagulant in relation to the conductivity parameters, alkalinity and pH was measured, showing good results. We conclude that the results obtained with *Moringa oleifera* to prove its effectiveness in simplified water treatment.*

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

Theme Area: Sewage



1 Introdução

A água, recurso natural de vital importância para a existência da vida na Terra, vem sendo utilizada pelo homem de maneira inadequada de modo a causar a sua escassez e/ou alteração da qualidade, fato que pode colocar em risco a saúde humana bem como o meio ambiente. Neste contexto, salienta-se o tratamento físico-químico de coagulação/floculação pela sua eficácia e eficiência na remoção de cor e turbidez. Por meio da aplicação de coagulantes sintéticos, como o sulfato de alumínio, tal tratamento é bastante utilizado na potabilização da água, e em menor escala no tratamento de efluentes devido ao custo e complexidade envolvidos. Apesar da vasta aplicabilidade do método de coagulação/floculação com coagulantes sintéticos, o lodo químico gerado como subproduto desse processo apresenta-se como uma desvantagem do método. Logo, verifica-se a necessidade de estudos que apontem para soluções alternativas para o tratamento da água e de efluentes, soluções de baixo custo, acessíveis e menos agressivas.

Nesse trabalho propomos a utilização da *Moringa oleifera* como coagulante natural para a clarificação de água. Essa planta é originária da Índia e estudos indicam que sua aplicabilidade tem mostrado resultados satisfatórios, apresentando de 80 a 90% da remoção de turvação utilizando tanto a semente como o extrato aquoso (RIBEIRO 2010, p. 21 apud OKUDA, et. al 2001).

A *Moringa oleifera* apresenta-se como um recurso simples, de baixo custo e que possibilitará a melhoria da qualidade de vida das populações com pouco acesso a água para consumo e/ou para tratamento de efluentes. Neste trabalho apresentaremos o resultado de testes realizados, visando avaliar a eficiência das sementes desta planta, considerando que o uso de coagulantes naturais, se comparado ao uso de coagulantes químicos, apresenta vantagens ambientais, como biodegradabilidade e possibilidade de produção local, discutindo também a viabilidade desta para minimizar os problemas das cidades inóspitas de abastecimento de água e/ou tratamento de água.

2 Metodologia

Os ensaios laboratoriais foram realizados em amostras de água bruta superficial proveniente do rio afluinte ao rio Pinhalzinho II, situado no município de Umuarama – Paraná, mais especificadamente sob as coordenadas 23°46'44.6" Sul e 53°18'25.2" Oeste, a 382 metros de altitude.

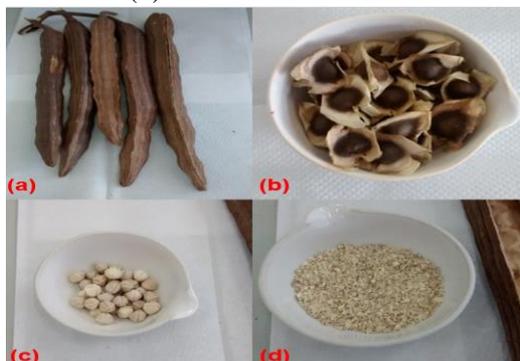
Quanto aos procedimentos de coleta, armazenamento e transporte de amostras, estes foram realizados de acordo com o definido pela Norma NBR 9.898 de 1987 (ABNT, 1987), que trata da preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. A partir da coleta das amostras, estas foram imediatamente conduzidas ao laboratório para a sua caracterização físico-químico quanto aos parâmetros de pH (pH-Fix 0-14/Macherey-Nagel), Temperatura (Termômetro), Condutividade (Tecnopon/mca 150 p), Turbidez (Turbidímetro/MSTecnopon) e Alcalinidade (Standard Methods, 1998).

As sementes de *Moringa oleifera* utilizadas nos ensaios foram coletadas no município de Icaraíma – Paraná, e conservadas em lugar seco e arejado até o momento da utilização. A extração do componente ativo da semente de *Moringa oleifera* foi desenvolvida com base nos trabalhos de Cardoso et al. (2008) e Ribeiro (2010). Mais especificadamente, as sementes foram retiradas das vagens e selecionadas quanto a sua qualidade. Em seguida uma fração das sementes sadias foi descascada manualmente e triturada em liquidificador (Figura 1). Posteriormente, em uma balança SHIMADZU previamente calibrada pesou-se a massa de 5 g do pó da *Moringa oleifera*, a qual foi diluída em 250 mL de água destilada com auxílio de um agitador magnético MA085 – MARCONI durante um tempo de 2 min. Para separar o líquido contendo o componente ativo extraído e o residual particulado de sementes, foi realizada uma



filtração a vácuo SOLAB – SL62 com filtro qualitativo UNIFIL, e na sequência o permeado foi aferido para o volume final de 500 mL.

Figura 1 – Processamento da Moringa oleifera (a) Vagens (b) Sementes (c) Sementes descascadas e (d) Sementes trituradas.



Fonte: Autoria própria (2015).

Em resumo, foi preparada uma solução padrão do coagulante de *Moringa oleifera* com concentração de 10 g.L^{-1} . A qual foi preparada no momento do ensaio, pois segundo Cardoso et al. (2008) o armazenamento da solução por alguns dias pode influenciar na eficiência do tratamento. A partir da solução padrão de extrato de *Moringa oleifera* foram realizados dois experimentos de coagulação/floculação em Jar Test (Nova Ética - modelo 218/LDB 06, volume do jarro 2 litros) com as seguintes concentrações: 200, 300, 400 e 500 mg/L.

O gradiente utilizado no Jar Test para propiciar a mistura rápida foi fixada em 500 rpm, com tempo de mistura de 25 s, enquanto o gradiente para propiciar mistura lenta foi de 50 rpm, com o tempo de mistura de 15 min. Após os processos de coagulação e floculação, o Jar Test foi desligado, e as amostras mantidas em repouso, para que ocorresse a sedimentação do material floculado. No ensaio 1: foram coletadas amostras da água tratada em intervalos de 15 min em um período total de 60 min para a determinação da turbidez; já no ensaio 2: idem ao ensaio 1, e ainda, em intervalos de 30 min (total de 60 min) foram coletadas amostras para a determinação do pH, condutividade e alcalinidade. As amostragens do tratado foram realizadas no próprio jarro a 6 cm de profundidade a partir da lâmina d'água.

3 Resultados

Os resultados de caracterização da água bruta para os ensaios com a *Moringa oleifera* estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros amostra de água bruta utilizada os ensaios antes do processo de coagulação/floculação.

Parâmetros	Unidade	Água Bruta	
		Ensaio 1	Ensaio 2
pH	-	8	7
Turbidez	uT	763	299
Temperatura	°C	25	23,8
Alcalinidade	mg CaCO ₃ /L	-	50
Condutividade	µS/cm	-	226,5

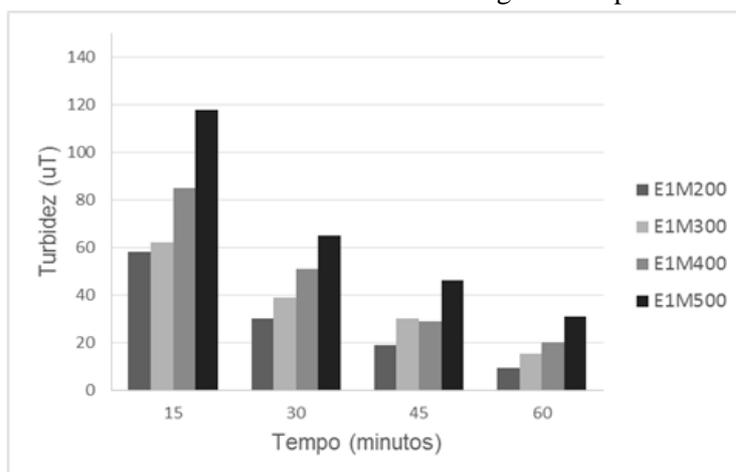
Fonte: Autoria própria (2015).



De modo geral, a análise da caracterização da amostra de água bruta quanto ao parâmetro de turbidez, permite afirmar que os valores mensurados foram bastante elevados. Em termos de qualidade da água, ambientes com turbidez superior a 100 uT possuem seu uso restrito ou menos nobre (Brasil, 2005). Adicionalmente, o valor de condutividade (acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) também sugere um ambiente com evidências de poluição (CETESB, 2015). Contudo, uma vez que pretende-se avaliar a eficiência da *Moringa oleifera* como um coagulante natural de aplicação no tratamento da água para consumo e/ou no tratamento de efluentes, entende-se que a qualidade da água bruta determinada atende aos pressupostos deste trabalho.

Na Figura 2 estão expostos os resultados de turbidez remanescente ao longo do tempo de sedimentação para a *Moringa oleifera*, nas concentrações de 200, 300, 400 e 500 mg/L (sendo, “E1” referente ao ensaio 1 e “M” de *Moringa oleifera*).

Figura 2 – Ensaio 1: Turbidez remanescente ao longo do tempo de sedimentação.



Fonte: Autoria própria (2015).

A água bruta estudada no ensaio 1 apresentava-se com o valor de turbidez inicial de 763 uT. A partir da Figura 2 verifica-se que as concentrações de 200 e 300 mg/L de *Moringa oleifera*, forneceram valores menores de turbidez remanescente, sendo estes 9,1 e 15,3 uT, respectivamente, para o tempo de 60 min. Enquanto as concentrações de 400 e 500 mg/L atingiram 20 e 31 uT no mesmo intervalo de tempo. Desse modo, a concentração ótima de *Moringa oleifera* foi de 200 mg/L, tais resultados podem ser visualizados na Tabela 2 que contém as eficiências de remoção de turbidez respectivas por concentração e tempo de sedimentação.

Tabela 2 – Ensaio 1: Eficiência de remoção de turbidez.

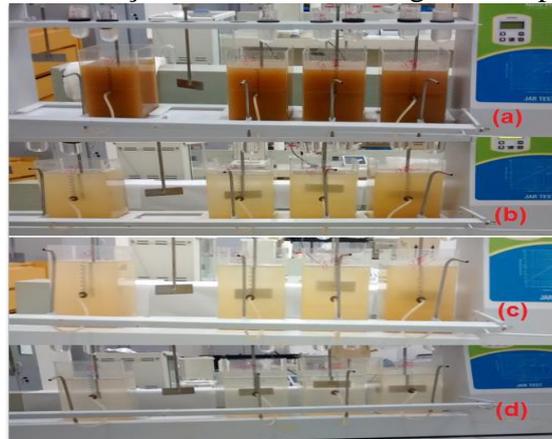
Concentração (mg/L)	Eficiência de Remoção de Turbidez (%) por Tempo de Sedimentação (minutos)			
	15	30	45	60
200	92,4	96,1	97,5	98,8
300	91,9	94,9	96,1	98,0
400	88,9	93,3	96,2	97,4
500	84,5	91,5	94,0	95,9

Fonte: Autoria própria (2015).

Complementarmente, o esquema montado na Figura 3 permite visualizar nitidamente a diminuição de turbidez da água nos intervalos de tempos de (a) 0 min, Amostra Bruta (b) 15 min (c) 30 min e (d) 45 min.



Figura 3 – Ensaio 1: Remoção de turbidez ao longo do tempo de sedimentação

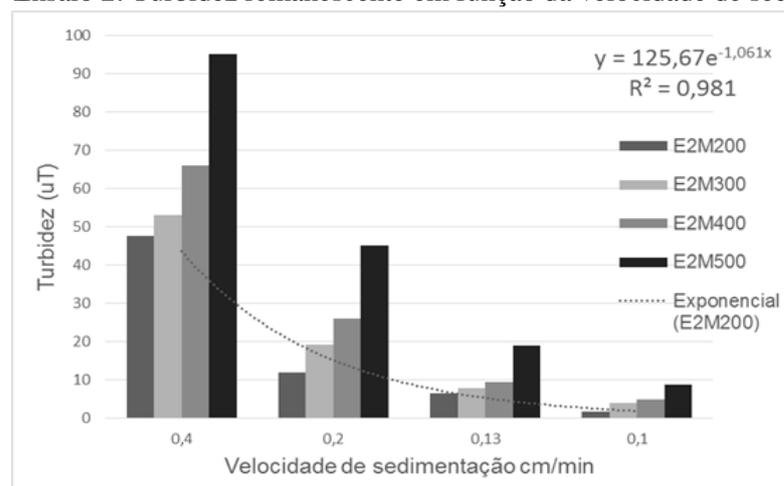


Fonte: Autoria própria, (2015).

No ensaio 2 foi utilizado a *Moringa oleifera* para avaliar a forma com que este coagulante influencia nos parâmetros de pH, alcalinidade, condutividade e turbidez. Neste contexto, a Figura 4 apresenta os valores de turbidez remanescente em função da velocidade de sedimentação ou tempo, com as mesmas concentrações utilizadas no ensaio 1 (sendo, “E2” referente ao ensaio 2 e “M” de *Moringa oleifera*).

Sabendo a medida na qual realizou-se a coleta do sobrenadante, a 6 cm da superfície da água dos jarros, calculou-se a velocidade de sedimentação, através do quociente entre esta medida e os tempos de sedimentação de 15, 30, 45 e 60 min, obtendo-se as 4 velocidades de sedimentação 0,40; 0,20; 0,13 e 0,10 cm/min, respectivamente como apresentado na Figura 4. Sabe-se que um maior tempo de sedimentação permite que flocos menores e/ou menos densos com velocidade de sedimentação menor, também sejam removidos da coluna d’água, assim como os flocos mais densos (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

Figura 4 – Ensaio 2: Turbidez remanescente em função da velocidade de sedimentação.



Fonte: Autoria própria, (2015).

Conforme a Figura 4, observa-se que a melhor eficiência de remoção de turbidez foi obtida com concentração de 200 mg/L, para qual foi ajustada uma equação exponencial com o propósito de verificar o comportamento da cinética da reação de coagulação/floculação. As variáveis apresentaram boa correlação, o que pode ser confirmado com o valor de R^2 (0,981), entretanto, para uma confiabilidade referente à correlação supracitada, seriam necessários mais pontos amostrais ao longo do tempo.



Como já foi mencionado, a remoção de turbidez apresentou um melhor resultado com a concentração de 200 mg/L, na qual obteve uma eficiência de remoção de 99,4% (Tabela 3) no tempo de 60 min, sendo esta também a melhor concentração encontrada no ensaio 2. Resultados semelhantes foram obtidos por Muyibi e Evison (1995), que concluíram a capacidade da *Moringa oleifera* em reduzir a turbidez entre 92% e 99%, sendo que a concentração ótima encontrada foi de 100 mg/L no tempo de sedimentação de 2 horas.

Tabela 3 – Ensaio 2: Eficiência de remoção de turbidez.

Concentração(mg/L)	Eficiência de Remoção de Turbidez (%) por Tempo de Sedimentação (minutos)			
	15	30	45	60
	200	90,1	96,0	97,9
300	83,3	93,6	97,4	98,7
400	85,9	91,3	96,9	98,4
500	80,4	84,9	93,7	97,1

Fonte: Autoria própria, (2015).

Complementarmente, a Figura 5 apresenta uma fotografia que compara a amostra bruta (a), e a amostra tratada (b) com coagulante natural concentrado em 200 mg/L (alíquota de 40 mL) após um tempo de sedimentação de 60 min.

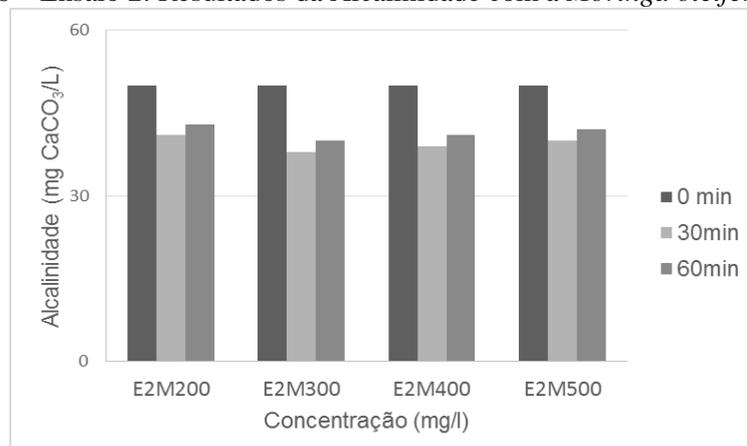
Figura 5 – Comparação entre (a) amostra bruta e (b) água tratada.



Fonte: Autoria própria, (2015).

Na Figura 6 estão apresentados resultados sobre a influência do extrato de *Moringa oleifera* com a alcalinidade para as diferentes concentrações nos tempos de sedimentação 0, 30 e 60 min.

Figura 6 – Ensaio 2: Resultados da Alcalinidade com a *Moringa oleifera*.



Fonte: Autoria própria, (2015)



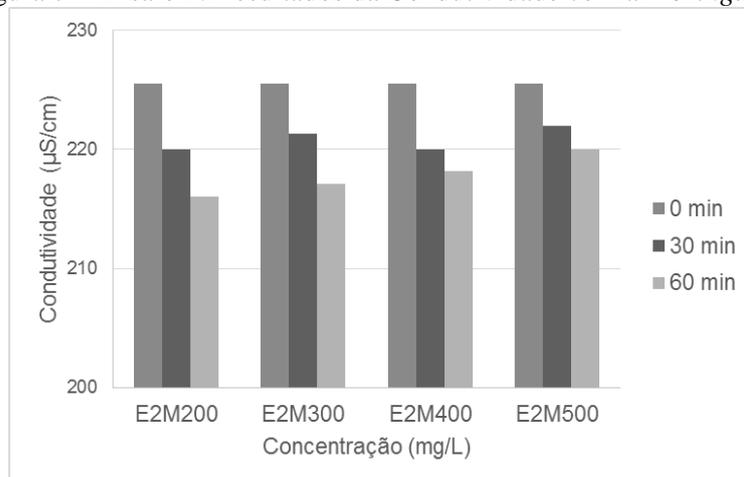
Ao analisar a Figura 6 nota-se que, o coagulante natural promoveu uma pequena redução da alcalinidade nos primeiros 30 min segundo todas as concentrações utilizadas e um pequeno aumento no intervalo de 60 min. Para Muyibi e Evison (1995), a diminuição na alcalinidade de águas tratadas com *Moringa oleifera* tem sido atribuída à precipitação de íons, durante a reação entre o extrato das sementes de *Moringa oleifera* e as substâncias insolúveis na água.

O leve aumento da alcalinidade no tempo de 60 min pode estar relacionado a um equilíbrio químico entre as espécies envolvidas, CO_2 dissolvido, HCO_3^- e CO_3^{2-} , que reagem de modo a manter certo tamponamento de modo a minimizar possíveis variações do pH, o que de fato corrobora com os resultados deste último parâmetro (VON SPERLING, 2005). Em estudos realizados por Ndabigengesere et al. (1998) é importante salientar que a maioria dos coagulantes químicos utilizados nas estações de tratamento de água requer a adição de alcalinidade na forma de bicarbonatos ou cal, os quais provocam aumento no volume do lodo, assim como nos custos do tratamento. No entanto, o uso da *Moringa oleifera* não requer a adição de produtos químicos.

Quanto ao potencial Hidrogeniônico (pH), salienta-se que a amostra bruta apresentava inicialmente um pH de 7, o qual se manteve nessa faixa ao longo de todos os intervalos de tempo de sedimentação. O que corrobora com os estudos apresentados por Ndabigengesere et al. (1998), em que a alcalinidade e o pH das águas turvas não alterou significativamente quando se utilizou a *Moringa oleifera* como coagulante.

Similarmente ao realizado com a alcalinidade e com o pH, a Figura 7, apresenta o comportamento da condutividade para as diferentes concentrações utilizadas nos intervalos de 0, 30 e 60 min.

Figura 7 – Ensaio 2: Resultados da Condutividade com a *Moringa oleifera*.



Fonte: Autoria própria, (2015).

A condutividade elétrica se dá pela presença de íons dissolvidos na água. Esses tornam-se mais nocivos quando são representados por metais pesados que causam sérios danos à saúde do homem. Pela Figura 8, observou-se a diminuição da condutividade para todas as concentrações testadas, especialmente na de 200 mg/L em que observou-se uma redução de condutividade de 4,21% no tempo de 60 min. Em estudos apontados por Lima (2015) a condutividade diminuiu 15% com o tempo de sedimentação de 2 horas.



4 Conclusão

A concentração ótima de 200 mg/L do coagulante natural para um tempo de sedimentação de 60 min apresentou-se como de maior viabilidade para utilização no tratamento dessa água, proporcionando eficiência de remoção de turbidez de até 99,4%. Além disso, como ressaltado nos ensaios, o uso do coagulante natural influenciou de modo positivo outros parâmetros, como pH e alcalinidade, que não apresentaram mudanças consideráveis, logo, não se fez necessário a adição de substâncias químicas para corrigi-los. Ainda, observou-se uma capacidade do coagulante natural de reduzir a presença de íons dissolvidos na água, conforme demonstrado na condutividade elétrica.

Ao analisar todos os resultados obtidos durante o experimento com a *Moringa oleifera*, conclui-se que a utilização desse coagulante natural é uma alternativa para o tratamento simplificado de água e/ou efluentes.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

CARDOSO, K. C. et al. Otimização dos Tempos de Mistura e Decantação no Processo de coagulação/floculação da Água Bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Acta. Sci. Tech.** Maringá, v.30, n.2, p.193-198, 2008.

CETESB. Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade.pdf>>. Acesso em: 26 de agosto de 2015.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

LIMA, N. M. **Aplicação da *Moringa oleifera* no tratamento de água com turbidez**. 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais), Universidade Católica de Pernambuco, Recife – PE.

MUYBI, S. A.; EVISON, L. Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with *Moringa Oleifera* seeds. **Water Resources**, Fenix, v. 29, n. 12, p. 2689-2695, 1995.

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

STANDARD METHODS, For examination of Water and WasteWater, American Public Health Association – APHA, 20ª Edition, Washington, D.C. ,1998.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3ª edição. Belo Horizonte: Editora DESA-UFMG, 2005.