

# USO DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* NA EFICIÊNCIA DA FILTRAÇÃO LENTA DIRETA E DA SEDIMENTAÇÃO PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

JOSÉ EUCLIDES STIPP PATERNIANI 1,

MÁRCIA CRISTINA MANTOVANI 2,

MÁRCIA REGINA SANT'ANNA 3,

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Civil, Prof. Associado, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP, Fone: (0XX19) 3788-1019, [pater@agr.unicamp.br](mailto:pater@agr.unicamp.br)

<sup>3</sup> Tecnóloga Saneamento Ambiental, Aluna Iniciação Científica, Laboratório de Saneamento, FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP.

<sup>3</sup> Tecnóloga Saneamento Ambiental, Aluna Iniciação Científica, Laboratório de Saneamento, FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP.

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o uso de coagulante natural, obtido das sementes de *Moringa oleifera* e sua eficiência nos processos de Filtração Lenta Direta e Sedimentação, para tratamento de água com elevada turbidez. Nos países em desenvolvimento como o Brasil, as tecnologias para tratamento de água devem proporcionar às pessoas que habitam regiões carentes em água potável a possibilidade de purificação da água, de maneira fácil, auto-sustentável e a custo zero. Os estudos referidos até aqui sugerem que há potencial de aplicação da *Moringa oleifera*. No tratamento da água com Filtração Lenta Direta utiliza-se um floculador constituído por garrafa Pet e três filtros também constituídos por garrafas Pet com mantas sintéticas não tecidas, que são empregadas na filtração lenta, com uma vazão de água afluyente aos filtros de aproximadamente 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia. No processo de tratamento de água avaliando a eficiência da Sedimentação utiliza-se um floculador constituído por garrafas Pet e um tanque de Sedimentação. A água bruta utilizada na realização dos experimentos é a água sintética obtida por Bentonita, a qual apresenta características qualitativas adequadas para os ensaios.

**PALAVRAS-CHAVES:** coagulante natural, tratamento de água, filtração lenta

## USE OF *Moringa oleifera* SEEDS IN DIRECT SLOW SAND FILTRATION AND SEDIMENTATION FOR SUPERFICIAL WATER TREATMENT

**ABSTRACT:** The paper has as main purpose to evaluate the use of natural coagulate, obtained from *Moringa oleifera* seeds and their efficiency in the Slow Direct Filtration and Sedimentation processes for the treatment of highly turbid water. In countries in development process as Brazil, technologies for water treatment must provide people who lives in needed regions of drinkable water the possibility of water purification, in an easy, self-maintainable and free of charge way. Referred studies so far suggest that there is application potential of *Moringa oleifera*. In the water treatment with Slow Direct Filtration it is used a floccer composed by Pet bottle and three filters also composed by Pet bottle with non-woven synthetic blanket that are used in the slow filtration, with a discharge of affluent water to the filters of approximately 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> daily. In the water treatment process evaluating the Sedimentation efficiency it is used a floccer composed by Pet bottles and a Sedimentation tank. The hardwater utilized in the realization of experiments is the synthetic water obtained by Bentonite, which presents adequate qualitative characteristics to the analysis.

**KEY-WORDS:** natural coagulate, water treatment, slow filtration

**INTRODUÇÃO:** A *Moringa oleifera* é uma planta nativa do Norte da Índia, cresce atualmente em vários países dos trópicos. É uma árvore de caule grosso e alto, até 10 metros, tem suas folhas longo pecioladas, bipinadas, folíolos obovais, comprida, até 3 cm. O fruto é uma espécie de vagem com três faces (diferentes de uma vagem normal, que tem duas faces), com um grande número de sementes. A aplicabilidade da *Moringa oleifera* para a purificação da água tem sido objeto de estudo de um grande número de cientistas e instituições em vários países, o que tem gerado significativas fontes bibliográficas. As descobertas recentes do uso de sementes trituradas de *Moringa oleifera* para a purificação de água, a um custo de apenas uma fração do tratamento químico convencional, constitui uma alternativa da mais alta importância. O uso de sementes da *Moringa oleifera* é uma alternativa viável, pois é de cultivo relativamente fácil, que destaca-se por produzir sementes com as quais pode ser obtida uma suspensão capaz de clarificar águas turvas pela ação coagulante. Este processo é responsável não apenas pela remoção de partículas causadoras de turbidez como também pela redução e controle de doenças relacionadas a não potabilidade da água.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para o presente projeto utilizou-se como unidade de coagulação o aparelho Jar Test, com uma agitação de  $400\text{ s}^{-1}$  por 1 minuto, em seguida a água coagulada cai em uma calha e segue por uma mangueira para a unidade de floculação.

Para flocular a água em tratamento utilizou-se um floculador de leito granular de pedregulho. O floculador foi feito com garrafas Pet, com 90 cm de altura e 10 cm de diâmetro, sendo o mesmo preenchido com 70 cm de pedregulhos de granulometria variando de 20 mm a 38 mm. Na parte inferior do floculador adaptou-se um ralo, a fim de que os pedregulhos não impeçam ou atrapalhem a entrada da água. Na entrada e saída do floculador tem-se adaptadores de mangueira para respectivamente entrada e saída da água. A água em tratamento é introduzida pela extremidade inferior do floculador e percorre o meio granular em direção à extremidade superior (fluxo vertical ascendente) com o tempo de aproximadamente 2 minutos e 30 segundos. Ao passar pelos interstícios do meio granular, a água é agitada. Desse processo de agitação resulta a floculação.

No presente trabalho foram realizados ensaios aonde após a passagem da água pelo floculador esta vai para um conjunto de filtros e após sua passagem são coletadas amostras., e ensaios aonde após sua passagem pelo floculador a água vai para um tanque de sedimentação no qual são coletadas amostras. Foi montado um conjunto de filtros constituídos por três filtros variando a gramatura da manta sintética não tecida, feito com garrafas Pet de 10 cm de diâmetro e 70 cm de altura. Cada filtro é composto por 10 cm de altura de mantas da mesma gramatura, ou seja, o primeiro filtro tem 10 cm da manta de  $150\text{ g/m}^2$ , o segundo com mantas de  $300\text{ g/m}^2$  e o terceiro com mantas de  $600\text{ g/m}^2$ . Com a finalidade de realmente a taxa de filtração ser de aproximadamente  $4\text{ m}^3/\text{m}^2$  dia colocou-se na saída de cada filtro um registro, assim a monitoração da taxa de filtração é feita diariamente a cada análise.

No processo de filtração lenta direta após a passagem da água pelo floculador, o volume de aproximadamente 3L é distribuído manualmente aos três filtros, ou seja, a mangueira de saída do floculador é deslocada ao filtro 1 até a saída de aproximadamente 1L, depois é deslocada a mangueira ao filtro 2 para que ocorra o mesmo processo e por último ao filtro 3. Os registros destes filtros ficam fechados até que toda a água floculada seja distribuída igualmente aos três filtros. Manualmente cada registro é aberto e ajustado à vazão adequada. Após este ajuste, começa a coleta para análises. Retira-se os primeiros e últimos 150 mL de cada filtro, indicados como  $t_0$  e  $t_{30}$ , respectivamente.

Para o tanque de sedimentação foi utilizado um recipiente de plástico com capacidade de 3 litros de água tratada. Com uma pipeta volumétrica com uma marcação para afundar sempre na mesma altura, coletamos amostras com 3 intervalos de tempo:  $t_0\text{ min}$  é a água tratada coletada logo após completar o volume no sedimentador,  $10\text{ min}$  é a água tratada coletada após 10 minutos no sedimentador e  $t_{30}\text{ min}$  é a água tratada coletada após 30 minutos no sedimentador.

A água bruta utilizada na realização do experimento é água sintética obtida por Bentonita, a qual apresenta características qualitativas adequadas para os ensaios. A metodologia para obtenção da água sintética foi baseada nas metodologias apresentadas por Mendes (1989) em seu doutorado, sob orientação do Prof. Di Bernardo. Porém, algumas alterações no tempo de agitação de 2 horas para 30 minutos e no período de repouso, de 15 horas de repouso para 24 horas foram adotadas por questões práticas. Os ensaios foram conduzidos com águas preparadas com turbidez inicial de 100 NTU e 50NTU.

A obtenção da solução coagulante é extremamente simples. As vagens maduras podem ser secadas naturalmente na árvore, ou ser removidas e então secas. As vagens precisam estar secas, pois do contrário afeta a eficiência das sementes, não conseguindo o pó desejado. Os revestimentos e as asas da semente são removidos e a semente é esmagada em um pó. Em seguida, o pó é adicionado a um pouco de água e agitado por dois minutos e espera-se cinco minutos, então essa solução é adicionada à água a ser tratada. A metodologia para extração do coagulante a partir das sementes de *M. oleifera*, foi baseada nas metodologias apresentadas por NDABIGENGESERE & NARASIAH (1996), NDABIGENGESERE et al (1995), MUYIBI & OKUOFU (1995) e MUYIBI & EVISON (1995), adaptadas para o presente estudo.

Utilizou-se para ensaios com turbidez de aproximadamente 100 NTU as concentrações da solução coagulante de 150, 300 e 500 mg/L, já os ensaios com a turbidez de aproximadamente 50 NTU utilizou-se as concentrações de 75, 150 e 300 mg/L.

Os parâmetros qualitativos de controle da eficiência dos processos utilizados são: Turbidez, Cor aparente, Condutividade e pH.

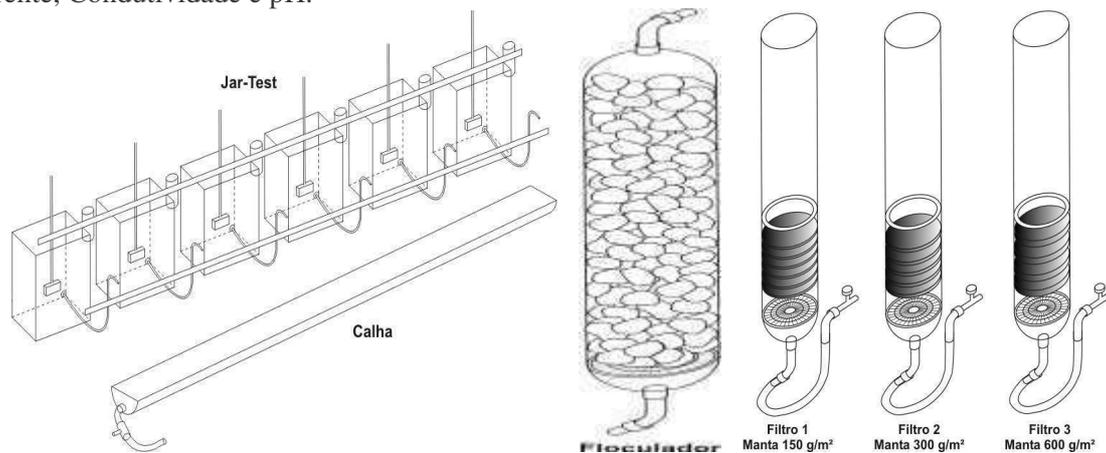


Figura 1: Jar Test, Calha, Floculador e Filtros

**DISCUSSÃO E RESULTADOS:** Nos ensaios de Filtração Lenta Direta, a melhor condição para a remoção de turbidez e cor aparente da água inicial com turbidez de aproximadamente 100 NTU, ocorreu com a concentração da dosagem coagulante da moringa de 500 mg/L. Nota-se uma pequena alteração na eficiência da filtração nos tempos  $t_0$  (os primeiros 150 mL filtrados) e no  $t_{30}$  (os últimos 150 mL filtrados, aproximadamente 30 minutos após a abertura dos filtros), sendo o  $t_0$  com uma redução um pouco maior do que o  $t_{30}$ . Para a remoção de turbidez e cor aparente da água inicial com turbidez de aproximadamente 50 NTU os melhores resultados foram com as concentrações de 150 mg/L e 300 mg/L, mas levando em consideração a mínima diferença da remoção de turbidez utilizando estas concentrações, mas com um número bem menor de sementes para a concentração de 150 mg/L, fica a mesma sendo a mais adequada para este tipo de remoção. Há uma pequena alteração na eficiência da filtração nos tempos  $t_0$  e  $t_{30}$  para a concentração de 300 mg/L, sendo mais eficiente no  $t_{30}$ . Já para a concentração de 150 mg/L este resultado não altera. O filtro que apresentou melhores resultados tanto para a remoção de turbidez de 100 NTU quanto para a de 50 NTU foi o de manta não tecida de gramatura de 600 g/m<sup>2</sup>, mas todos os filtros (gramaturas 150, 300 e 600 g/m<sup>2</sup>) apresentaram resultados bem próximos. A Figura 2, a Figura 3 a Figura 4 e a Figura 5 mostram a eficiência da turbidez e cor na filtração lenta pelo Filtro 3 com manta não tecida de gramatura 600 g/m<sup>2</sup>.

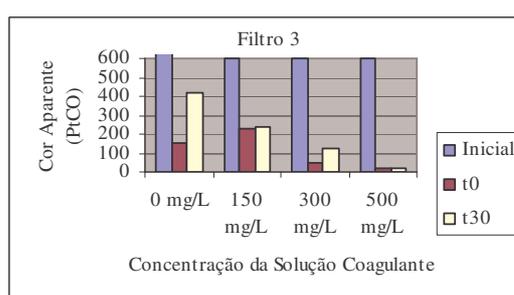
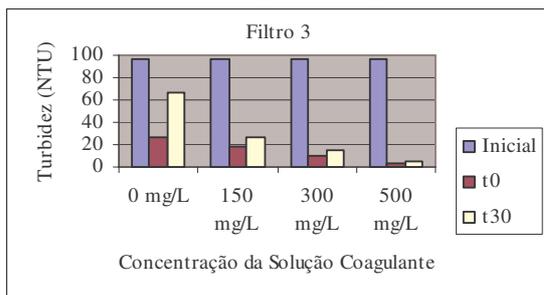


Figura 2 – Redução da Turbidez (100 NTU)

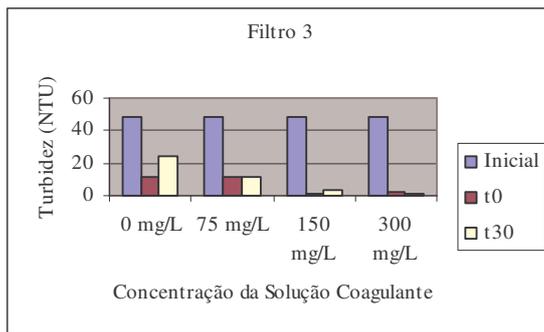


Figura 3 – Redução da Cor (100 NTU)

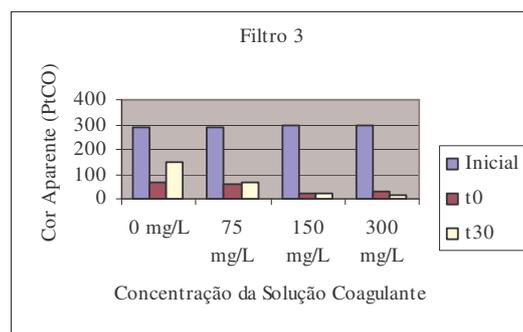


Figura 4 – Redução da Turbidez (50 NTU)

Figura 5 – Redução da Cor (50 NTU)

Nos ensaios de Sedimentação as melhores condições para remoção da turbidez e cor aparente ocorreram com as maiores dosagens da solução coagulante, como podemos observar nas dosagens de 300 mg/L e 500 mg/L, sendo a maior dosagem utilizada a que proporcionou maior remoção.

O tempo de sedimentação teve efeito significativo na remoção da turbidez e cor aparente. Notou-se que o efeito é mais significativo para o tempo 0, ou seja, logo após a água passar pelo flocculador e coletada ocorre uma maior remoção, sendo o efeito mais significativo para as dosagens de 300 mg/L e 500 mg/L. Como pode-se esperar, quanto maior o tempo, maior a eficiência de remoção. A Figura 6 e Figura 7 mostram a variação da turbidez e cor.

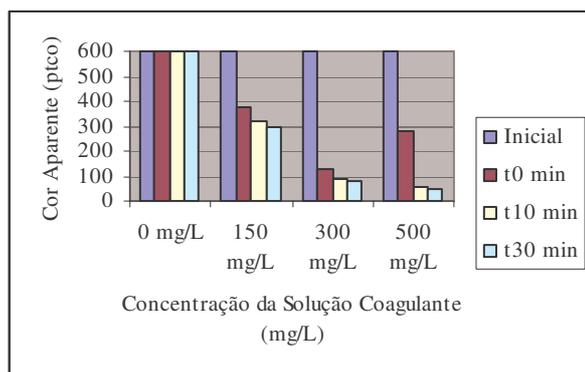
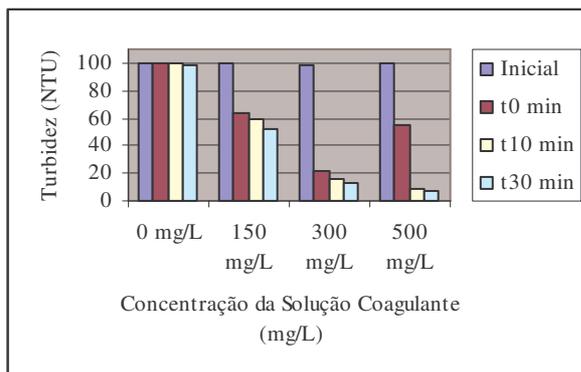


Figura 6 – Redução da Turbidez na sedim. (100 NTU)

Figura 7 – Redução da Cor na sedim.(100 NTU)

**CONCLUSÃO:** A *Moringa oleifera* mostrou-se eficiente na remoção da turbidez e cor aparente, apresentando uma redução em média de 95% no processo de Filtração Lenta Direta, e uma redução em média de 90% no processo de Sedimentação. Os dois projetos apresentam vantagens ao uso das sementes da moringa, tanto para a redução de turbidez e cor aparente, quanto a facilidade de manuseio e a redução de custos, a fim de facilitar a utilização deste coagulante natural. Pode ser aplicado principalmente em zonas rurais, produzindo a semente no local e sendo de grande importância para os problemas relacionados ao consumo de água não potável.

**AGRADECIMENTO:** Os autores agradecem a FAPESP ( Processo: 03/07709-3) pelos auxílios concedidos.

#### REFERÊNCIAS:

- CORREA, M Pereira. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Vol.V. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984.
- MUYBI, S.A. & EVISON, L.M. *Moringa oleifera seeds for softening hardwater*. Water Research, vol. 29, n°. 12, pp. 1099-1104 (1995).
- MUYBI, S.A. & EVISON, L.M. *Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with Moringa oleifera seeds*. Water Research, vol. 29, n°. 12, pp. 2689-2695 (1995).

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K.S. & TALBOT, B.G. *Active agents and Mechanism of coagulation of turbid waters using Moringa oleifera*. Water Research, vol. 29, n°. 2, pp. 706-710, 1995.