

## MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAL VISANDO O ABASTECIMENTO DE AMBIENTES RURAIS

J. M. BERNARDINO<sup>1</sup>; R. O. BATISTA<sup>2</sup>; P. C. M. SILVA<sup>2</sup>; J. E. SOBRINHO<sup>3</sup>; A. K. COSTA<sup>4</sup>; M. R. F. COSTA PAIVA<sup>5</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou analisar o desempenho de uma miniestação de tratamento de água superficial que utiliza semente de *Moringa oleifera* para coagulação/floculação dos resíduos sólidos e radiação solar para a eliminação de microorganismos patogênicos. Para tal, foi monitorada uma miniestação de tratamento de água dotada de tanque coagulador/floculador/sedimentador, filtro inorgânico e placa de exposição solar. Amostras de água foram coletadas em cinco repetições no tempo, para quantificação dos valores de pH, condutividade elétrica, turbidez, coliformes termotolerantes, sólidos suspensos e dissolvidos e nitrato. Os resultados indicaram que o uso conjunto de *Moringa Oleifera* e radiação solar reduziu de forma significativa os valores de turbidez, sólidos suspensos e coliformes termotolerantes, sem alteração do pH e da condutividade elétrica da água. No entanto, para consumo direto é necessária a complementação do tratamento com filtração em filtro de vela e em dias com alta nebulosidade, efetuar a fervura da água.

**PALAVRAS CHAVE:** Sustentabilidade, radiação solar, *Moringa oleifera*.

## MONITORING STATION OF SURFACE WATER TREATMENT FOR SUPPLY OF RURAL ENVIRONMENTS

**SUMMARY:** This study aimed to analyze the performance of system for surface water treatment using *Moringa oleifera* seed on coagulation / flocculation of solid waste and solar radiation for elimination of pathogenic microorganisms. The system was monitored miniestação a water treatment tank equipped with coagulator / flocculant / sedimentation, inorganic and filter plate of sun exposure. Water samples were collected in five replicates in time, to quantify the pH, electrical conductivity, turbidity, fecal coliform, suspended and dissolved solids and nitrate. The results indicated that the combined use of *Moringa oleifera* and solar radiation significantly reduced the values of turbidity, suspended solids and fecal coliform, without changing the pH and electrical conductivity of the water. However, for direct consumption is necessary to complement the treatment with filtration and on days with high cloud cover, place the boiling water.

**KEYWORDS:** Sustainability, solar radiation, *Moringa oleifera*.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Eng. Agrícola e Ambiental, Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN. E-mail: jordanambernardino@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN.

<sup>3</sup> Prof. Associado, Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN.

<sup>4</sup> Técnica de laboratório, Setor de Solos, Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN.

<sup>5</sup> Graduada em Agronomia, Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social. Lamentavelmente, os serviços de abastecimento de água são insuficientes para atender às necessidades básicas da população mundial. De acordo com o HDR (2006), no mundo existe 1,1 bilhão de pessoas sem acesso a água limpa, e, dessas, quase duas em cada três vivem com menos de dois dólares por dia. Isso indica que a crise da “água é, acima de tudo, uma crise dos pobres”.

O tratamento de águas de abastecimento público, originou-se na Escócia, onde John Gibb construiu o primeiro filtro lento, porém, o conceito moderno de tratamento da água para abastecimento público compreende um conjunto de procedimentos, realizados por meios de técnicas adequadas, cujo objetivo é alterar a qualidade da água de determinado manancial, adequando-a ao consumo humano, em termos sanitários, estéticos e econômicos. Estas alterações podem ser de natureza física, química e biológica e normalmente, promovem a remoção de determinados constituintes presentes na água a ser tratada, ou na adição de outros à mesma. O produto final deve apresentar características compatíveis com as diferentes utilizações a que se destina, ou seja, para a dessedentação, preparo de alimentos, higiene pessoal, limpezas diversas, recreação e outros, não acarretando riscos à saúde e podendo ser obtido a custos aceitáveis para a sociedade.

Em geral, os sistemas para tratamento de água visando a potabilidade são constituídos de tanque floculador (utilizando sulfato de alumínio no processo de coagulação/floculação), tanque decantador (remoção de flocos), sistema de filtração (remoção de material particulado) e sistema de desinfecção (utilizando cloro, ozônio ou radiação ultravioleta para inativação de microrganismos).

Um problema que vem preocupando os pesquisadores e técnicos ligados à área de tratamento da água é o da formação de trihalometanos (triclorometano, bromodiclorometano, dibromoclorometano e tribromometano) e da toxicidade no ambiente devido pelo excesso de alumínio no lodo de sistemas floculadores e decantadores. No organismo humano, o excesso de alumínio pode agravar o mal de Alzheimer e causar raquitismo, anorexia, constipação intestinal e alterações neurológicas. Os trihalometanos são substâncias resultantes das reações entre o cloro e o material orgânico presentes nas águas superficiais (APHA, 2003). A importância dos trihalometanos, em nível mundial, prende-se ao fato de que, além de serem carcinogênicos, são também indicadores da possível presença de outros compostos organoclorados (ácido acético clorado, haloacetoneitrilos, cloropicrin, clorofenóis,

cloropropanonas e outros), também resultantes do processo de cloração das águas e mais perigosos que os próprios trihalometanos (KIM et al., 2002).

Diante do exposto, verifica-se que o desenvolvimento de tecnologias ecológicas e sustentáveis é necessário às pequenas propriedades e comunidades rurais do Brasil. O uso conjunto do extrato da *Moringa Oleifera* na coagulação/floculação de partículas decantáveis, de filtro inorgânico dotado de camadas filtrantes com carvão ativado, areia lavada e cascalho para remoção de partículas em suspensão e de radiação solar na inativação de microrganismos patogênicos são alternativas adequadas aos ambientes rurais, mas que demandam estudos para o aprimoramento das tecnologias.

O presente trabalho tem por objetivo analisar o desempenho de uma miniestação de tratamento de água para abastecimento de residências e comunidades rurais de baixa renda em regiões semiáridas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios experimentais do presente trabalho foram realizados na miniestação de tratamento de água, implantada no Centro de Multiplicação de Animais Silvestres (CEMAS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró-RN, sob as coordenadas geográficas 5°12'46''S 37°18'36''O Datum WGS – 84. A água utilizada para o presente experimento, foi produzida a partir de uma amostra de 20 Litros de água superficial, coletada em manancial hídrico da, e posteriormente foi adicionada a mesma, 500 mL de esgoto doméstico sem tratamento e 500 g de solo argiloso. Foi montada uma miniestação de tratamento de água, visando o abastecimento de comunidades rurais, dotada de tanque coagulado/floculador/sedimentador, filtro rápido com fluxo ascendente e placa de exposição solar. Esta miniestação foi dimensionada para tratar uma vazão de 9 L h<sup>-1</sup>.

A operacionalização da miniestação de tratamento de água foi efetuada da seguinte maneira: No tanque floculador/coagulador foi adicionada a dosagem de uma semente por litro (cerca de 400 mg L<sup>-1</sup>) de extrato da *Moringa oleifera* definida antes deste ensaio, a agitação da água foi realizada manualmente durante um minuto. A água permaneceu neste tanque durante um período de duas horas para efetivação do processo de coagulação/floculação/sedimentação. Em seguida a água passou pelo filtro inorgânico de fluxo ascendente para remoção dos sólidos suspensos remanescentes, sendo armazenado posteriormente em um tanque auxiliar. Por fim, a água filtrada foi mantida durante duas horas em uma placa de exposição à radiação solar para inativação de microrganismos patogênicos,

sendo, por fim, armazenada em outro tanque auxiliar, estando neste último com qualidade para atender o abastecimento humano. O início do tratamento ocorreu às 8:00 horas com o processo de coagulação/floculação/sedimentação que era finalizado às 10:00 horas, em seguida efetuou-se a filtração em período de 10 minutos. Para finalizar o processo a água permanecia na placa até 12:10 horas.

Durante o período de 28/10 a 25/11 de 2010 foi realizado o acompanhamento do desempenho do sistema de tratamento de água para potabilidade com cinco amostragens, sendo uma por semana. Para tal, amostras de águas foram coletadas ao final do processo de coagulação/floculação/sedimentação, a jusante do filtro inorgânico e ao final do período de exposição à radiação solar. Ressalta-se, também, que uma amostra água sem tratamento foi coletada. Após o processo de amostragem, as amostras foram preservadas em caixas isotérmicas com gelo à temperatura de 4°C, até o acondicionamento das mesmas em refrigeradores dos laboratórios. Parte das amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Diagnóstico Físico-Químico da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN), onde foram analisadas características físico-químicas, como, pH, condutividade elétrica (CE) em  $\text{dS m}^{-1}$ , turbidez (TB) em UNT, sólidos suspensos (SS) em  $\text{mg L}^{-1}$ , sólidos dissolvidos (SD) em  $\text{mg L}^{-1}$  e nitrato como nitrogênio ( $\text{N-NO}_3^-$ ) em  $\text{mg L}^{-1}$ . A outra parte das amostras, coletadas às 12:10 horas, foram encaminhadas para Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal, localizado na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Neste foram identificadas e quantificados os níveis populacionais de coliformes termotolerantes.

Para melhor entendimento dos resultados da amostragem o sistema foi organizado da seguinte forma:

- Ponto 1: água sem tratamento;
- Ponto 2: água coletada após o processo de coagulação/floculação/sedimentação;
- Ponto 3: água coletada após o processo de filtração; e
- Ponto 4: água coletada após o processo de exposição à radiação solar.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições e quatro tratamentos (água bruta, água após floculação, água após filtração e água após exposição à radiação solar). A análise de variância foi realizada com o teste F com nível de probabilidade de até 5%. O teste de Tukey foi empregado na comparação das médias com nível de probabilidade de até 5%, em virtude dos tratamentos propostos para a água serem variáveis quantitativas. O programa computacional utilizado na análise estatística foi o SAEG 9.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estão apresentados no Quadro 1 os valores médios e o resumo dos testes estatísticos das características físico-químicas e microbiológicas da água coletada nos pontos de amostragem 1, 2, 3 e 4. Pela análise de variância, constatou-se que as características pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos e nitrato não foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste F. Enquanto, as características turbidez, coliformes termotolerantes e sólidos suspensos foram significativas a 1% de probabilidade pelo teste F, o que permite a utilização do teste de Tukey para comparação das médias, por se tratar de variável qualitativa. Estabelecendo comparação entre os pontos 1 e 4, notou-se que as características turbidez, coliformes termotolerantes e sólidos suspensos diferem estatisticamente entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Estabelecendo comparação entre os pontos de amostragem 1 e 4 verificou-se que houve redução média nos valores de turbidez, coliformes termotolerantes e sólidos suspensos de 98,2; 99,9; e 92,1%, respectivamente. A miniestação tem potencial para tratamento de água superficial com elevados valores de turbidez, sólidos suspensos e coliformes termotolerantes, porém o tratamento deve ser complementado com filtração convencional para a potabilidade em ambientes rurais em detrimento da remoção de turbidez não atender ao padrão do ministério da saúde.

Quadro 1 - Valores médios e o resumo dos testes estatísticos das características físicas, químicas e microbiológicas da água superficial nos pontos de amostragem 1, 2, 3 e 4 da miniestação de tratamento.

Característica	F	Amostragem			
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
pH	0,09 <sup>ns</sup>	7,81	7,84	7,97	7,91
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,62 <sup>ns</sup>	0,64	0,64	0,64	0,65
TB (UNT)	549,68**	484,0a	88,2b	38,4bc	8,6c
CTe (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	26,43**	2,9x10 <sup>3</sup> a	-	-	3,12b
SS (mg L <sup>-1</sup> )	50,78**	186,8a	87,2b	43,4b	14,8b
SD (mg L <sup>-1</sup> )	0,28 <sup>ns</sup>	457,4	452,0	450,4	450,0
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	0,97 <sup>ns</sup>	1,44	-	-	1,36

F significativo a 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. PH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; TB - turbidez; CT - coliformes termotolerantes, NMP 100 mL<sup>-1</sup>; SS - sólidos suspensos, mg L<sup>-1</sup>; SD - sólidos dissolvidos, mg L<sup>-1</sup>; e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - nitrato como nitrogênio.

Na Figura 1 encontra-se ilustrado um indicador visual do nível de tratamento da água na miniestação. Observou-se que houve significativa remoção da turbidez e sólidos suspensos nas distintas etapas de tratamento representadas pelos pontos 1, 2 e 4.



Figura 1 - Ilustração do resultado do tratamento da água em distintas etapas da miniestação: ponto 1 (água sem tratamento), ponto 2 (água após coagulação/floculação/sedimentação) e ponto 4 (água após exposição solar na placa).

## CONCLUSÕES

Como os resultados obtidos concluiu-se que o uso conjunto de *Moringa Oleifera* e radiação solar reduziu de forma significativa os valores de turbidez, sólidos suspensos e coliformes termotolerantes, sem alteração do pH e da condutividade elétrica da água. No entanto, para consumo direto é necessária a complementação do tratamento com filtração em filtro de vela e em dias com alta nebulosidade, efetuar a fervura da água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed, Washington: APHA, AWWA, WPCR, 2003. 3118p.

HUMAN DEVELOPMENT REPORT 2006 - HDR. **Power, poverty and the global water crisis**. United Nations Development Programme, New York, 2006. 440p.

KIM, J.; CHUNG, Y.; SHIN, D.; KIM, M.; LEE, Y.; LIM, Y.; LEE, D. Chlorination by-products in surface water treatment process. **Desalination**, v. 151, p. 1-9, 2002.