

Potencial de uso da *Moringa oleifera* Lamarck na clarificação de água para abastecimento em comunidades difusas de áreas semiáridas

Potential use of *Moringa oleifera* Lamarck in water clarification for supplying diffuse communities in semiarid areas

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial da *Moringa oleifera* Lam no tratamento de águas provenientes de pequenos açudes, para consumo humano. O experimento, em escala-piloto, foi realizado com a utilização de um aparelho *jar test* e dois filtros cerâmicos, para uso doméstico, providos de velas porosas, um filtrando água bruta e o outro filtrando água previamente tratada com *Moringa oleifera*. Na monitoração foram realizadas análises de turbidez, cor aparente, condutividade elétrica, pH e DQO, sendo o tratamento eficiente para a adequação de turbidez e cor aparente ao padrão de potabilidade, ora em vigor no Brasil. A *Moringa oleifera* Lam apresentou excelente potencial para a clarificação da água em estudo, podendo ser considerada como alternativa para o tratamento de pequenas quantidades de águas de mananciais similares.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de água em comunidades difusas; *Moringa oleifera* Lam; Abastecimento de água no meio rural

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the potential of *Moringa oleifera* Lam for the treatment of water from small dams, for human consumption. The experiment, in pilot scale, was carried out by using a *jar test* apparatus and two ceramic filters, for domestic use, provided with porous filtration media, one of them filtering raw water and the other filtering water previously treated with *Moringa oleifera*. Monitoring was based on the determination of turbidity, apparent color, electrical conductivity, pH and COD, being the treatment efficient for the compliance of turbidity and apparent color to the potability standards, now in force in Brazil. The *Moringa oleifera* Lam showed excellent potential for clarifying the water under study, being considered as an alternative for treating small amounts of water from similar sources.

KEYWORDS: Treatment of water into diffuse communities; *Moringa oleifera* Lam; Water supply in rural areas.

Juscelino Alves Henriques

Engenheiro Sanitarista,
Mestrando em Engenharia Civil
e Ambiental pela Universidade
Federal de Campina Grande.
Campina Grande, PB, Brasil
henriqueskj@gmail.com

Rui de Oliveira

Professor Doutor do
Departamento de Engenharia
Sanitária e Ambiental (DESA)
da Universidade Estadual da
Paraíba (UEPB)
Campina Grande, PB, Brasil
ruideo@gmail.com

Celeide Maria B. Sabino Meira

Professora Doutora do
Departamento de Engenharia
Sanitária e Ambiental (DESA)
da Universidade Estadual da
Paraíba (UEPB).
Campina Grande, PB, Brasil
celeide.sabino@globocom

Ruth Silveira do Nascimento

Professora do Departamento
de Engenharia Sanitária e
Ambiental (DESA) da
Universidade Estadual da
Paraíba (UEPB).
Campina Grande, PB, Brasil
ruthsn@gmail.com

Emanuel Campos dos Santos

Engenheiro Sanitarista e
Ambiental, Doutorando em
Engenharia Ambiental pela
Estadual da Paraíba (UEPB).
Campina Grande, PB, Brasil
campos.uepb@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água potável é um dos aspectos mais fundamentais do saneamento básico, com repercussões profundas sobre a saúde da comunidade. Mas, mesmo em centros urbanos de médio e grande portes de áreas em desenvolvimento do mundo a operação de sistemas públicos de abastecimento de água ainda é marcada pela falta de uma abordagem mais científica, sofrendo, frequentemente, de precariedade e ineficiência com graves reflexos sobre a qualidade da água e sobre a saúde da população (WHO, 2011). Nas comunidades rurais difusas dessas áreas a situação é ainda pior, sendo o abastecimento provido por águas transportadas em carros-pipa e por águas provenientes de barreiros, cisternas, poços e pequenos açudes. Nas áreas urbanas do Brasil, praticamente todos os domicílios são abastecidos com águas tratadas em estações de tratamento (ETA) as quais, na maioria das cidades (70%, principalmente nas regiões Sul e Sudeste), operam em ciclo completo, constituídas pelas operações unitárias de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (IBGE, 2002 *apud* DI BERNARDO & PAZ, 2009).

No meio rural a situação é diferente, sendo raros os domicílios atendidos pelo serviço público de abastecimento; na maioria das vezes as populações são abastecidas por poços, cacimbas, barreiros, pequenos açudes, nascentes, cisternas e tanques de pedras que armazenam água da chuva (IBGE, 2012). Tais tipologias de abastecimento de água representam perigo para a população, pois essas águas, em vista de sua não conformidade com o padrão de potabilidade (BRASIL, 2011), representam uma maior probabilidade de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica, além de ferirem o senso

estético da população levando a objeções ao seu consumo.

A *Moringa oleifera* Lamarck é uma planta originária da Índia, presente em países como Etiópia, Sudão, países da América Central e da Ásia, entre outros, tendo sido difundida por todo o mundo pelo seu caráter adaptativo, principalmente em regiões de clima tropical, sendo tolerante à seca e crescendo em diversos tipos de solo, com melhor desenvolvimento em solo preto argiloso bem drenado e ligeiramente ácido (DALLA ROSA, 1993). Nesses países, este vegetal é aproveitado por completo, desde as folhas até as vagens, utilizadas na alimentação humana, particularmente na África e na Índia, por seus altos teores de proteínas e vitaminas A e C (FREIBERGER *et al.*, 1998); as sementes possuem 40%, em peso, de lipídios, o que justifica o seu uso para produção de óleo utilizado em equipamentos que possuem engrenagens delicadas, tais como relógios (GALLÃO, 2006), bem como na indústria de cosméticos e perfumaria (SILVA & MATOS, 2008).

No Brasil a *Moringa oleifera* Lam foi implantada em 1950, na Região Nordeste, mais precisamente nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará (CYSNE, 2006), tendo sido plantada com objetivos meramente ornamentais, conhecida vulgarmente como “quiabo de quina” ou “lírio branco”. *Moringa oleifera* Lam tem sido referida como de grande potencial para as tecnologias ambientais, especialmente no tratamento de águas, já que suas sementes podem ser utilizadas no processo de clarificação da água, agindo na diminuição da turbidez e da cor aparente. São diversos os trabalhos que atestam sua eficiência e recomendam seu uso para tal fim. Paterniani *et al.* (2009), utilizando água bruta com 100 uT, verificaram eficiência de 92% na remoção de turbidez, após tempo de sedimentação de 30 minutos, e de 94% na remoção de cor aparente,

valendo salientar que esses ensaios foram realizados em equipamento *jar test*; de modo semelhante, Borba (2001) obteve eficiências de remoção em torno de 98%, tanto para turbidez quanto para cor aparente.

Assim, *Moringa oleifera* Lam constitui-se em alternativa para os sais metálicos comumente usados na clarificação da água (SILVA & MATOS, 2008), particularmente em comunidades rurais difusas.

O objetivo deste trabalho é avaliar o potencial de uso da *Moringa oleifera* Lamarck no tratamento de águas provenientes de pequenos açudes localizados no Sítio Batente de Pedra, município de Ingá (PB), para consumo humano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi selecionado um pequeno açude localizado na comunidade rural de Batente de Pedra, a qual dista aproximadamente 2 km da sede do município de Ingá (Figura 1), mesorregião Agreste do estado da Paraíba.

Nessa localidade (7° 17' 4,8'' - Sul, 35° 38' 13,7'' - Oeste, 179 m acima do nível médio do mar) residem aproximadamente 20 famílias abastecidas, na sua maioria, por carros-pipa e cisternas de preservação de água de chuva. Nos domicílios desprovidos de cisternas e na falta da água transportada em carros-pipa a população se utiliza de águas provenientes de dois pequenos açudes, “Açude de João Mago”, localizado no Sítio São João (dista aproximadamente 150 m da comunidade), e o “Açude de Seu Raminho”, localizado na Fazenda Santa Rosa (dista aproximadamente 350 m da comunidade); sendo o primeiro utilizado como objeto de estudo (Figura 2).

Preparo da suspensão de *Moringa oleifera*



Figura 1 – Localização do município de Ingá-PB
Fonte: AESA, 2012

Com base em diversas metodologias de preparo (Rangel, 1999; Mota, 2004; Folkard *et al.*, 1993; Okuda *et al.*, 1999; Prince, 2000 *apud* Silva e Matos, 2008), a suspensão de concentração 20 g L^{-1} foi preparada da seguinte forma: (I) as sementes previamente descascadas foram colocadas em estufa ($35 \text{ }^\circ\text{C}$, 12 h); (II) logo após, foram pesados 10 g de sementes secas e (III) trituradas com a utilização de gral de porcelana com pistilo. (IV) Foi adicionada água destilada ao triturado com a finalidade de obter uma pasta, (V) a qual foi vertida para um béquer de 500 ml, onde foi adicionado um volume de aproximadamente 300 ml de água destilada; (VI) a suspensão foi bem misturada, com vistas à liberação do princípio ativo contido nas sementes de *Moringa oleifera*. (VII) Após a mistura, todo o conteúdo do béquer foi transferido para um balão volumétrico de 500 ml, o qual foi aferido com água destilada.

Sistema de tratamento utilizado

O tratamento, em escala-piloto, foi constituído de um aparelho *jar test*, para os ensaios de coagulação, floculação, sedimentação, e 2 filtros cerâmicos caseiros do tipo clássico, providos de meio filtrante constituído de caulim



Figura 2 – Vista completa do “Açude de João Mago”, Sítio Batente de Pedra, Ingá

como material base. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Saneamento Ambiental, do Campus I, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Previamente, durante um período de 2 semanas, foram realizados ensaios em *jar test* com águas de mananciais superficiais situados na mesma microbacia do açude investigado, com vistas à obtenção da dosagem ótima de coagulante para a remoção de turbidez, bem como para testes de tempo de sedimentação e, para observação da melhor fase (em suspensão aquosa ou em pó) do coagulante a ser utilizado. Os resultados desses ensaios serviram de base para a definição das condições operacionais da etapa de aplicação do tratamento de clarificação da água. Após 6 ensaios preliminares, foram estabelecidos o

tempo de sedimentação de 30 min, a dosagem de 300 mg L^{-1} , administrada pela adição de 30 ml do coagulante em suspensão aquosa, na concentração de 20 g L^{-1} . Tanto esses ensaios quanto os tratamentos posteriores foram baseados nas recomendações de Richter (2009) e os gradientes de velocidade foram estimados segundo Di Bernardo *et al.* (2011), com 45 segundos de mistura rápida e rotação de 300 rpm (gradiente estimado de 591 s^{-1}). No início a floculação foi levada a efeito por 10 min em rotação de 60 rpm (gradiente estimado de 51 s^{-1}), seguida por 10 min em rotação de 40 rpm (gradiente estimado de 28 s^{-1}) e, sedimentação por 30 min.

Utilizando estas condições foram realizadas as seguintes etapas:

- Coleta de água, a 20 cm abaixo da superfície, com

frequência semanal, ao longo de 7 semanas, entre 18 de abril e 30 de maio de 2012, sempre entre 5 e 6 horas da manhã, sendo as amostras transportadas para o laboratório com o auxílio de um recipiente de polietileno de 20 L;

- Tratamento, em batelada, da água do manancial estudado em aparelho *jar test*, com a aplicação das condições definidas nos ensaios prévios. Cada batelada consistia de 5 replicatas;
- Após o tratamento no equipamento *jar test*, foram coletadas amostras para análises de qualidade da água sobrenadante. O líquido sobrenadante dos jarros do aparelho *jar test* foi transferido para um dos filtros cerâmicos, denominado Filtro 2 (Sistema 2);
- Simultaneamente ao tratamento no aparelho *jar test* a água bruta do manancial foi usada para encher o outro filtro

cerâmico, denominado Filtro 1 (Sistema 1);

- Após a filtração, tanto no Filtro F1 como no Filtro F2, foi realizada a coleta das amostras para as análises de qualidade descritas posteriormente.

Análises realizadas

Em todos os testes, foram analisados, de acordo com os procedimentos padrões do Standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 2005) os seguintes indicadores de qualidade de água para consumo humano: turbidez (método nefelométrico 2130 B), cor aparente (método de comparação visual 2120 B), condutividade elétrica (método eletrométrico 2510 B), pH (método eletrométrico 4500-H⁺ B), demanda química de oxigênio (método da refluxação fechada com determinação titrimétrica do dicromato de potássio 5220 C), em triplicatas de amostras de água bruta e de águas após cada etapa (*jar test*, Filtro 1 e Filtro 2) de tratamento. Esses indicadores, de

determinação muito simples, além de indicarem características de relevante importância na avaliação da qualidade da água destinada ao abastecimento humano, são capazes de prever situações de perigo.

Nas três últimas semanas, análises de condutividade elétrica e DQO também foram realizadas, em triplicata, em amostras de água do sistema público de distribuição (torneira) de Campina Grande – PB (7° 13' 51" Sul, 35° 52' 54" Oeste), com vistas a comparar os valores desses indicadores com os da água submetida aos tratamentos aqui propostos, pois o padrão de potabilidade, ora em vigor no Brasil, não preconiza parâmetros para esses indicadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade rural de Batente de Pedra, localizada no município de Ingá - PB, possui aproximadamente 7 mananciais, sendo que apenas 2 são utilizados para o abastecimento humano, no entanto, isso só ocorre na ausência do fornecimento realizado por

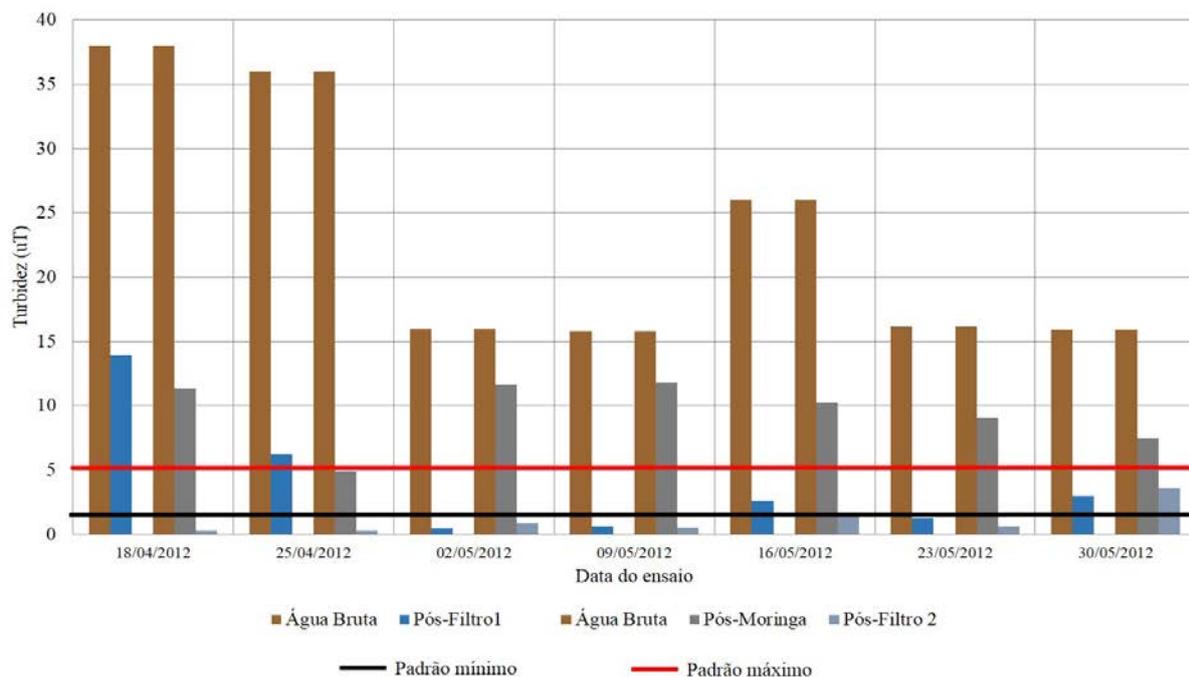


Figura 3 – Medidas de turbidez nos sistemas de tratamento

carros-pipa. Estes abastecem uma cisterna, da qual a população local retira a água para seus usos. Este tipo de abastecimento também oferece risco à população, tanto em consequência do armazenamento da água como por utensílios, como baldes, bombonas e tonéis, usados para a retirada e transporte da água, podendo haver contaminação pela ausência de um residual de desinfetante.

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade no Brasil. Este, por seu turno, é constituído por um conjunto de parâmetros dos indicadores físicos, químicos, radioativos e microbiológicos de qualidade da água potável.

A Figura 3 ilustra o comportamento da turbidez nos dois sistemas estudados, sendo verificado que no Sistema 1 (Filtro 1), inicialmente, a turbidez se manteve acima do valor preconizado pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, no entanto, na terceira semana o referido sistema apresentou resultado satisfatório, bem abaixo de 5 uT, sendo esse

comportamento justificado pela formação do filme biológico no elemento filtrante. Para o Sistema 2 (tratamento com *Moringa* seguido do Filtro 2) foi observado que apenas o tratamento com as sementes de *Moringa oleifera* não é suficiente para adequar a turbidez ao padrão de potabilidade, todavia, após a filtração, foram atingidos valores bem abaixo de 5 uT e, até mesmo, valores inferiores a 1 uT, o que justifica a necessidade do uso do filtro no segundo sistema. De acordo com a já referida Portaria 2914/2011, a turbidez deve apresentar valor de 1 uT após a filtração lenta e de 5 uT em qualquer ponto do sistema de distribuição de água, conforme ilustrada pelas linhas em vermelho.

Conforme ilustrado na Figura 4, no Sistema 1 apenas dois ensaios foram satisfatórios no atendimento ao padrão de potabilidade do indicador cor aparente e no Sistema 2 foi observado que, em todos os tratamentos, a suspensão de *Moringa oleifera*, por si só, não conseguiu adequar a água à Portaria, o que foi alcançado com o uso posterior do filtro; no entanto, no último ensaio, mesmo com o uso do filtro, não foi atingido o valor

máximo de 15 uH preconizado pelo padrão de potabilidade (Portaria 2914/2011), ora em vigor no Brasil, conforme ilustrada pela linha em vermelho na referida figura.

O pH da água bruta predominou entre 7 e 8, tendo sido observado que, nos ensaios iniciais, particularmente nas duas primeiras semanas, seus valores, pós-filtração, aumentaram sensivelmente, estando isso relacionado à idade e composição do material cerâmico, tanto das velas como das paredes dos filtros, que por serem novos, podem liberar hidroxilas pela dissociação de hidróxido de potássio associado ao caulim (LUZ & DAMASCENO, 1993). Após o primeiro ensaio foi constatado que esse indicador se manteve dentro da faixa (6,0 a 9,5) preconizada pela Portaria 2914/2011. No Sistema 2, o tratamento com a suspensão de *Moringa oleifera* não alterou significativamente o pH.

Em ambos os sistemas a condutividade elétrica (Figura 5) se manteve entre 170 e 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tendo os efluentes dos filtros apresentado tendência de aumento desse indicador, podendo isso ser atribuído à liberação de espécies iônicas, particularmente potássio (LUZ & DAMASCENO, 1993), pelo

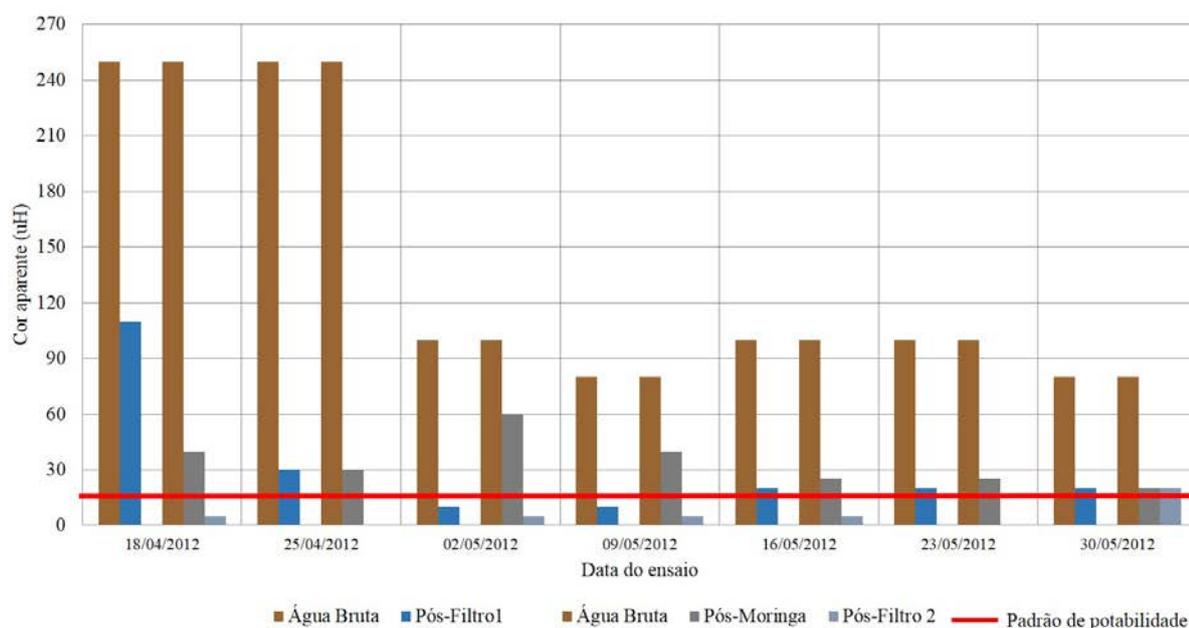


Figura 4 – Medidas de cor aparente nos sistemas de tratamento

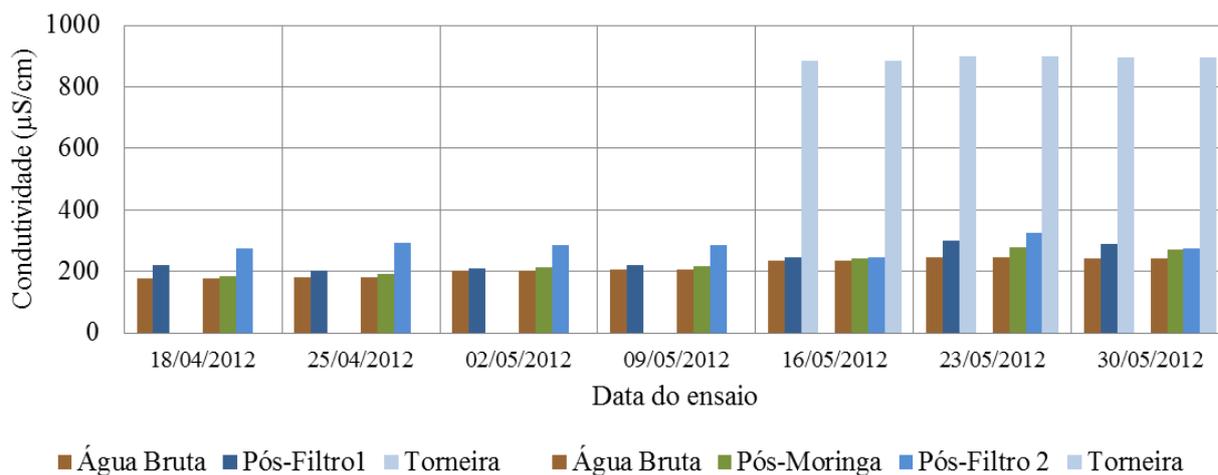


Figura 5 – Resultados das análises de condutividade elétrica nas etapas de tratamento

material cerâmico. A comparação dos efluentes dos filtros com a água do sistema de abastecimento de Campina Grande (torneira), feita nos três últimos ensaios, permitiu verificar que a condutividade elétrica daqueles foi bem inferior que a desta, atestando a boa qualidade da água tratada neste estudo, em termos desse indicador.

A demanda química de oxigênio (DQO) quantifica, de modo equivalente, o oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica presente na água. Não há recomendação do padrão de potabilidade, ora em vigor, para esse indicador e por causa disso, nas 3 últimas semanas, a DQO foi determinada em amostras de água coletadas do sistema público de distribuição de água (torneira) de Campina Grande, para comparar com os valores determinados em amostras de água das várias etapas dos sistemas experimentais.

Conforme ilustrado na Figura 6, para o Sistema 1, no primeiro ensaio, houve um aumento da DQO, mas após a presumida formação do filme biológico na vela do filtro, foi verificada uma diminuição significativa desse indicador. No Sistema 2 foi constatado um aumento significativo da DQO após o uso da suspensão de *Moringa oleifera*, devendo ser observado que o Filtro 2, devido à presumida formação do filme biológico na vela, contribuiu para atenuar esse efeito.

Os dados obtidos permitiram verificar que o tratamento da água bruta do açude estudado, foi eficiente na remoção de turbidez e cor aparente, conformando-as ao padrão de potabilidade, ora em vigor no Brasil. A utilização da suspensão de *Moringa oleifera* (Sistema 2) na dosagem de 20 g/L exerceu significativo papel nesse resultado,

embora tenha sido observado um aumento significativo da DQO.

Os resultados encontrados neste trabalho, para a remoção de turbidez e cor aparente foram semelhantes aos encontrados nos trabalhos desenvolvidos por Pinto & Hermes (2006) e Silva *et al.* (2011), embora seja observado que nenhum deles utilizou filtros cerâmicos caseiros após tratamento com *Moringa*, o primeiro utilizou filtração lenta em filtro de areia e o segundo filtração ascendente em filtro de cascalho, após o tratamento com o referido coagulante natural.

Embora haja, atualmente, a difusão de programas para a implantação de cisternas de preservação de águas de melhor qualidade, são ainda frequentes nas áreas semiáridas situações em que até águas de mananciais usados ordinariamente para dessedentação animal e/ou irrigação são demandadas para abastecimento

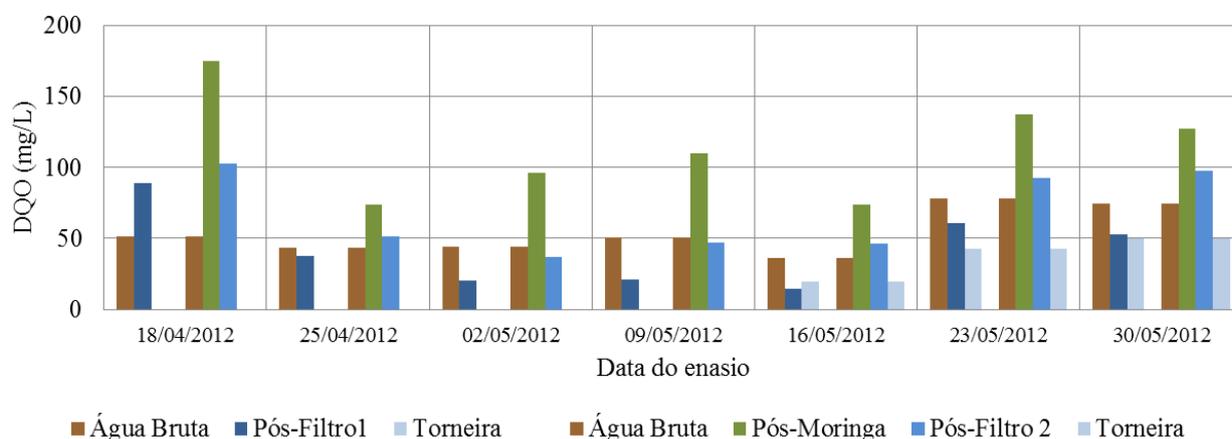


Figura 6 – Resultados das medidas de DQO nas etapas de tratamento

humano. No contexto da Região Nordeste do Brasil, principalmente em áreas desse tipo, as quais sofrem anualmente com a escassez de água potável, a utilização de *Moringa oleifera* apresenta potencial para o tratamento de pequenas quantidades de águas provenientes de açudes e barreiros. No entanto, visando a segurança do usuário da água clarificada, de acordo com os sistemas aqui monitorados, deveria ser considerado o acréscimo da etapa de desinfecção através de metodologias comumente adotadas em nível doméstico em comunidades dessas áreas.

Como essas áreas apresentam condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da planta *Moringa oleifera* Lam, a inserção do uso desse vegetal parece representar importante alternativa, não só para o tratamento de pequenas quantidades de água, mas também outros usos, incluindo a alimentação animal e humana. De fato, em países africanos e asiáticos, já ocorre o aproveitamento completo da planta que, segundo Jahn (1986), não apresenta nenhum efeito tóxico sobre humanos e animais. Outro uso potencial para a região seria a utilização da planta como lenha pela comunidade, tendo em vista seu rápido crescimento (aproximadamente 4 m por ano). Tudo isso, no entanto, requereria a implementação de programas em escala-piloto patrocinados por organizações governamentais e não governamentais com o envolvimento da comunidade.

CONCLUSÃO

Moringa oleifera Lam apresenta potencial para a clarificação de água para consumo humano, representando uma alternativa viável para o tratamento de águas superficiais de má qualidade em comunidades rurais difusas, contribuindo para a adequação de turbidez e cor aparente ao padrão de potabilidade.

REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 29 abr 2012.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th ed., Washington, D.C: American Public Health Association/ American Water Works Association/Water Environment Federation, 2005.

borba, I. r.. **Viabilidade do uso da moringa oleifera lam no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades**. João Pessoa – PB: UFPB, 2001. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba. 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 2914, 14 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

CYSNE, J. R. B.. **Propagação in vitro de moringa oleifera I**. Fortaleza – CE: UFC, 2006. Dissertação (Pós-Graduação em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará. 2006.

DALLA ROSA, K. R. **Moringa oleifera: a perfect tree for home gardens**. Hawaii: NFTA, Agroforestry Species Highlights, 1993.

DI BERNARDO, L.; PAZ, L. P. S.. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. São Paulo: LDiBe editora, 2009.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. Di B.; VOLTAN, P. E. N. **Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: LDiBe, 2011.

FOLKARD, G.K.; SUTHERLAND, J.P.; GRANT, W.D. **Natural coagulants at pilot scale**; In: Pickford, J., ed. *Water, Environment and Management: Proc. of the 18th WEDC Conference*, Kathmandu, Nepal, 30 Aug.3 Sept.1992. Loughborough University Press, p. 51-54, 1993.

FREIBERGER, C. E.; VANDERJAGT, D. J.; PASTUSZYN, A.; GLEW, R.S.; MOUNKAILA, G.; MILLSON, M.; GLEW, R.H. **Nutrient content of the edible leaves of seven wild plants from Niger**. *Plant Foods Human Nutri*, p. 57-69, 1998.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. de. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 mar 2012.

JAHN, S. A. A. *Proper use of African natural coagulants for rural water supplies – Research in the Sudan and a guide for new projects*. Rossdorf: - Verlagsgesellschaft, 1986.

LUZ, A. B. da; DAMASCENO, E. C. **CAULIM: Um mineral industrial importante**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1993.

MOTA, G. M.; PATERNIANI, J. E. S. **Eficiência da semente de moringa oleifera como coagulante em tratamento de água**. RESUMO (XII Congresso Interno de Iniciação Científica da UNICAMP. Universidade de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2004.

OKUDA, T. *et al.*. Improvement of extraction method of coagulation active components from *Moringa oleifera* seed. **Water Research**, vol. 33, p. 3373-3378, 1999.

PATERNIANI, J. E. S.; MANTOVANI, M. C.; SANT'ANA, M. R. Uso de sementes de Moringa oleifera para tratamento de águas superficiais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.6, p.765–771, 2009.

PINTO, N. O.; HERMES, L. C. **Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semi-Árido do Brasil**. Documento 55. Jaguariúna: Embrapa, 2006.

RANGEL, M. S. A. **Moringa oleifera. Uma Planta de Uso Múltiplo**. Circular Técnica nº9. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Editora Blucher, 2009. p 310-311.

SILVA, F. J. A. de; MATOS, J. E. X. de. Sobre dispersões de moringa oleifera para tratamento de água. **Revista Tecnologia**. Fortaleza, CE, v. 29, n. 2, p.157-163, dez. 2008.

SILVA, M. J. M.; PATERNIANI, J. E. S.; FRANCISCO, A. R.; SILVA, G. K. APLICAÇÃO DE SEMENTES DE Moringa oleifera COMO AUXILIAR DE PRÉ-FILTRAÇÃO EM SISTEMAS DE FILTRAÇÃO EM MULTIPLAS ETAPAS. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 4, p. 146-154, out./dez. 2011.

World Health Organization - WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. Fourth edition. Geneva: WHO, 2011.

Recebido em: nov/2012
Aprovado em: mar/2014