

## Uso de biomassa seca de Aguapé (*Eichornia crassipes*) na descontaminação de soluções aquosas contendo nitrato<sup>(1)</sup>.

**André Marques dos Santos<sup>(2)</sup>; Ana Carolina Callegario Pereira<sup>(3)</sup>; Bárbara Schelen Bustamante Domingos<sup>(4)</sup>; Laíz Marques da Costa<sup>(5)</sup>; Fabiana Soares dos Santos<sup>(6)</sup>; Sonia Regina de Souza<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Faperj e Programa de Iniciação Científica (PIC – UniFOA).

<sup>(2)</sup> Prof. Adjunto; Departamento de Química; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ; Seropédica, Rio de Janeiro; (E-mail: amarques@ufrj.br); <sup>(3)</sup> Profa. do Departamento de Formação Profissional do Centro de Tecnologias e Engenharias; Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA; Volta Redonda, Rio de Janeiro; (E-mail: acallegario@yahoo.com.br); <sup>(4)</sup> Estudante de Graduação em Eng. Ambiental; Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA; Volta Redonda, Rio de Janeiro; (barbaraschelen@yahoo.com.br); <sup>(5)</sup> Estudante de Graduação em Eng. Ambiental; Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA; Volta Redonda, Rio de Janeiro; (laiz.costa@csn.com.br); <sup>(6)</sup> Profa. Adjunto; Departamento de Engenharia de Agronegócios; Universidade Federal Fluminense – UFF; Volta Redonda, Rio de Janeiro; (E-mail: fabianasoes@id.uff.br); <sup>(7)</sup> Prof. Associado; Departamento de Química; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ; Seropédica, Rio de Janeiro; (E-mail: soniabq@ufrj.br).

**RESUMO:** A contaminação da água por nitrato tem se tornado um problema ambiental e também à saúde humana. Uma carga relevante de poluentes vem sendo lançada a corpos hídricos de maneira indiscriminada, causando sua deterioração e comprometendo sua função referente ao abastecimento de água. O aguapé (*Eichornia crassipes*) é conhecido por apresentar elevada capacidade reprodutiva e povoar de maneira indesejada superfícies de corpo hídricos, necessitando ser retirados periodicamente das águas. O material retirado normalmente é depositado em aterros, representando um elevado custo de descarte, bem como, promovendo a redução da vida útil de seus depósitos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso da biomassa seca do aguapé na descontaminação de águas contaminadas por nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Desta maneira, foi realizado um experimento em laboratório que avaliou o efeito da biomassa seca de aguapé na remoção de  $\text{NO}_3^-$  de soluções contaminadas com este nutriente nas seguintes concentrações (3,3; 33; 100; 150 e 200  $\text{mg L}^{-1}$ ) em nove tempos de coleta (1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 36h, 48h, 60h e 72 h). Os resultados obtidos sugerem que a biomassa seca do aguapé (*Eichornia crassipes*) possui capacidade de remoção de  $\text{NO}_3^-$  de soluções contaminadas, sendo esta capacidade potencializada com o aumento do tempo de contato da biomassa com a solução, podendo ser utilizada em estratégias de descontaminação de água.

**Termos de indexação:** contaminantes, poluição hídrica, remediação.

## INTRODUÇÃO

A água é utilizada para diversas finalidades, como abastecimento de cidades e uso doméstico, geração de energia, irrigação, navegação entre outros. O desenvolvimento dos países normalmente é acompanhado pelo aumento populacional, crescimento e fortalecimento de indústrias, agricultura, e outras atividades que consomem água. O lançamento desordenado de efluentes industriais não tratados em corpos d'água e a demanda das atividades agropecuárias tem provocado problemas ambientais com graves danos e riscos à saúde humana.

Das diversas formas de nitrogênio presentes na natureza, a amônia ( $\text{NH}_3$ ) e, em especial o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), são importantes no comprometimento da qualidade da água devido a sua capacidade de contaminação deste recurso. Embora a  $\text{NH}_3$ , quando presente na água em altas concentrações, possa ser letal aos peixes por sua alta toxicidade, quando originada no solo ou aplicada via fertilizantes tende a ser rapidamente convertida a amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e esse, por sua vez, é convertido em  $\text{NO}_3^-$  pelo processo microbiano da nitrificação. Portanto, o  $\text{NO}_3^-$  é a principal forma de nitrogênio associada à contaminação da água pelas atividades agropecuárias (Resende, 2002).

O nitrato é encontrado naturalmente em baixas concentrações na água e no solo. Porém, essas concentrações podem ser alteradas devido ao uso intensivo de fertilizantes na agricultura e a coleta e disponibilização inadequada de esgotos domésticos (Rossi et al., 2007). O ânion  $\text{NO}_3^-$ , caracterizado por ser fracamente retido nas cargas positivas dos colóides do solo, tende a permanecer mais em solução, principalmente, nas camadas superficiais nas quais a matéria orgânica acentua o caráter

eletronegativo da fase sólida (repelindo o nitrato), e os fosfatos aplicados na adubação ocupam as cargas positivas disponíveis. Na solução do solo, o nitrato está sujeito ao processo de lixiviação, e ao longo do tempo pode haver considerável incremento em seus teores nas águas profundas (Resende, 2002). Sendo o nitrato extremamente solúvel na água, move-se com facilidade e contamina a água subterrânea (Barbosa, 2005).

Nas águas subterrâneas, os nitratos ocorrem em teores geralmente abaixo de  $5 \text{ mg L}^{-1}$ . Nitritos e amônia são ausentes devido à velocidade com que são convertidos a nitrato pelas bactérias. Devido ao risco que representa, a concentração de nitrato na água para consumo humano não deve exceder  $10 \text{ mg de N-NO}_3^- \text{ L}^{-1}$  ou  $45 \text{ mg de NO}_3^- \text{ L}^{-1}$  (Daniel, 2008). Estes também são os limites adotados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – USEPA (Ator & Ferrari, 2001).

De acordo com Pignatelli et al. (1993), o  $\text{NO}_3^-$  no organismo humano pode se tornar tóxico. Dentre as doenças mais relacionadas com a ingestão de nitratos em excesso estão a metahemoglobinemia e possivelmente a neoplasia gástrica, além de câncer no estômago e esôfago causado pela formação de N-nitrosaminas, um potente agente carcinogênico (Leifert et al., 1999; Nugent et al., 2001).

Estudos recentes indicam que a biomassa de macrófitas aquáticas, tais como *Potamogeton lucens*, *Salvinia sp.* e *Eichornia crassipes*, mesmo secas, possuem alta capacidade de acumular íons metálicos (Gonçalves Junior, 2008). A *Eichornia crassipes* é amplamente conhecida pela sua capacidade de remoção de metais pesados e nutrientes de soluções e águas contaminadas (Gonçalves Junior et al., 2008).

Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da biomassa seca do aguapé (*Eichornia crassipes*) na remoção de nitrato de soluções contaminadas por este nutriente.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de coleta do Aguapé

O material vegetal (*Eichornia crassipes*) utilizado no experimento foi coletado no Reservatório de Vigário (LIGHT), município de Pirai – RJ. O ponto de coleta foi localizado distante do canal principal, numa área de remanso, situado nas coordenadas geográficas:  $22^\circ 38' 58.65'' \text{S}$  de Latitude e  $43^\circ 53' 33.39'' \text{O}$  de Longitude.

### Coleta e preparo das amostras

No mesmo dia da coleta, as macrófitas foram

lavadas superficialmente em água corrente, seguida de enxague com água deionizada. Após a lavagem, o material foi seco sobre bancadas em temperatura ambiente para retirada do excesso de umidade. Após 24 horas, as plantas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a  $65^\circ \text{C}$  até apresentarem peso constante, sendo em seguida trituradas em moinho.

### Montagem do experimento

O experimento foi conduzido em copos descartáveis com capacidade para 100 mL. Em cada copo foram adicionados 50 mL da solução contaminada e 1 g de biomassa seca de aguapé, acondicionada em “sachês” confeccionados com tecido de poliéster.

Os tratamentos consistiram em cinco doses crescentes de  $\text{NO}_3^-$  (3,3; 33; 100; 150 e 200  $\text{mg L}^{-1}$ ) na forma de nitrato de zinco ( $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). As coletas de solução para determinação dos teores de nitrato foram realizadas às 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 36h, 48h, 60h e 72 h após a adição da biomassa seca na solução contaminada.

### Determinação dos teores de nitrato na solução contaminada

A determinação dos teores de  $\text{NO}_3^-$  foi realizada em 2 mL da solução contaminada conforme metodologia desenvolvida por Miranda et al. (2001), com pequenas modificações.

Uma alíquota de 30  $\mu\text{L}$  da solução coletada em cada tempo de coleta (diluída quando necessária) foi misturada a 60  $\mu\text{L}$  do reagente de Griess (1:1:2), seguida de incubação a  $40^\circ \text{C}$  por 50 minutos. Após a adição de 110  $\mu\text{L}$  de água ultrapura (milliQ), a leitura espectrofotométrica foi realizada em 540 nm utilizando o  $\text{KNO}_3$  (10, 25, 50, 100, 150, 200 e 250  $\mu\text{M NO}_3^-$ ) como padrão. As leituras foram realizadas em um espectrofotômetro de microplacas (ThermoFisher Scientific) utilizando-se microplacas de 96 poços.

### Análise estatística

As médias obtidas correspondentes a três repetições foram comparadas estatisticamente com base em seu desvio padrão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve redução significativa nos teores de nitrato em todos os tratamentos avaliados. Nas soluções contaminadas com 3,3; 33 e 100  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$

correspondentes aos tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, não foram encontrados teores mensuráveis de nitrato nas soluções a partir de 48h de contato com a biomassa seca de aguapé (Figura 1). Portanto, nestes tratamentos com menores concentrações de  $\text{NO}_3^-$  em solução, a biomassa seca de aguapé removeu completamente a contaminação por nitrato.

Nos demais tratamentos ainda foram detectados teores de  $\text{NO}_3^-$  em solução nos últimos tempos de coleta (Figura 1), pois as soluções correspondentes a estes tratamentos (T4 e T5) apresentam maiores contaminações por nitrato. Desta forma, é possível que para contaminações superiores a  $150 \text{ mg L}^{-1}$  de nitrato em solução, seja necessário maior tempo de contato da biomassa seca de aguapé com o contaminante para sua completa remoção. Por outro lado, pode ser que às 72h a biomassa seca de aguapé tenha atingido sua capacidade máxima de remoção de nitrato de soluções com níveis de contaminação superiores a  $150 \text{ mg L}^{-1}$  de nitrato. Assim, torna-se necessário a realização de novos estudos com tempos de coletas maiores que 72h, a fim de se determinar o tempo máximo de remoção de contaminação pela biomassa seca de aguapé.

Klucakova (2010), estudando a interação entre nitrato e ácidos húmicos, concluiu que nitratos são adsorvidos principalmente por partículas húmicas sólidas e, em menor quantidade, ligados a agregados e macromoléculas húmicas dissolvidas. Mecanismo similar poderia explicar os resultados obtidos em nosso trabalho, no entanto, resta melhor detalhar quais seriam os mecanismos de adsorção de nitrato à biomassa seca de aguapé.

## CONCLUSÕES

A biomassa seca do aguapé (*Eichornia crassipes*) pode ser utilizada em estratégias de descontaminação de água. Em soluções contaminadas com concentrações inferiores a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ , a remoção completa da contaminação ocorre a 48h, o mesmo não ocorre para soluções contaminadas com concentrações superiores a  $150 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ .

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Sr. João de Oliveira Domingos pelo apoio durante a realização das coletas.

## REFERÊNCIAS

ATOR, S. W.; FERRARI, M. I. Nitrate and selected pesticides in ground water of the Mid-Atlantic Region: United States Geological Survey/Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://md.usgs.gov/publications/wrir-97-4139>>. Acesso em 18 de jun. 2001.

BARBOSA, Cátia Fernandes. Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica-RJ. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. 2005.

DANIEL, Mariely Helena Barbosa. Caracterização do perfil do nitrato na água para consumo humano do município de Natal-RN no ano de 2007. Monografia (especialização) - Universidade de Brasília. 2008.

GONÇALVES JUNIOR, A. C.; LINDINO, C. A.; ROSA, F. A.; BARICCATTI, R.; GOMES, G. D. Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando a macrófita aquática (*Eichornia crassipes*) como bioindicador. Acta Scientiarum. Technology, 30:9-14, 2008.

KLUCACOVA, M. Adsorption of nitrate on humic acids studied by flow-through coulometry. Environ Chem Lett, 8:145-148, 2010.

LEIFERT, C.; FITE, A.; LI, H. et al. Human health effects of nitrate. In: IFA AGRICULTURAL CONFERENCE ON MANAGING PLANT NUTRITION: towards maximum resource efficiency, 1999, Barcelona. [Anais...] Barcelona: [s.n.], 1999. p.1-12.

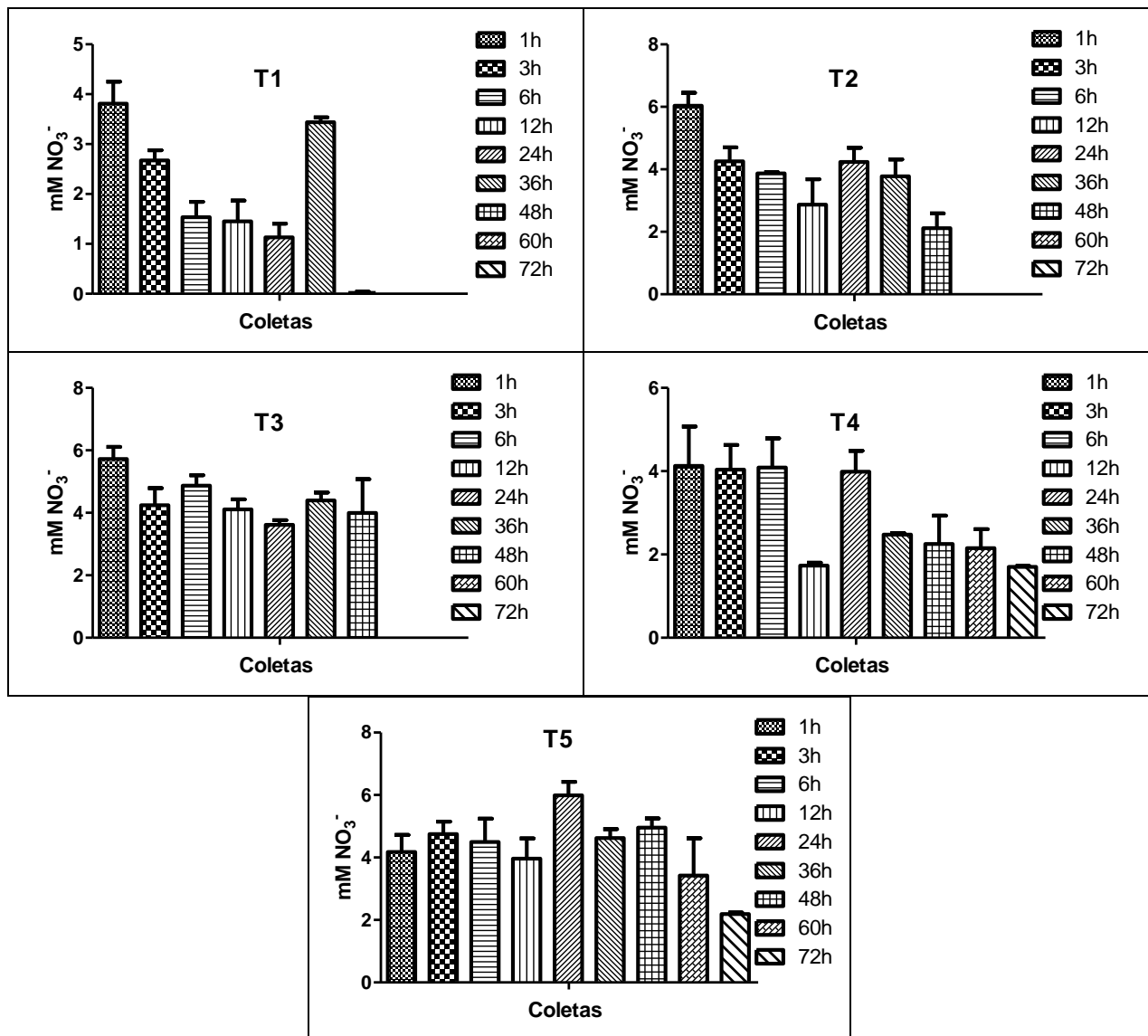
MIRANDA, M. K.; ESPEY, M. G.; WINK, D. A. A Rapid, Simple Spectrophometric Method for Simultaneous Detection of Nitrate and Nitrite. NITRIC OXIDE: Biology and Chemistry, 5:32-71, 2001.

NUGENT, M.; KAMRIM, M. A.; WOLFSON, L.; D'ITRI, F. M. Nitrate: a drinking water concern Michigan State University Extension Service, Extension bulletin WQ-19. Disponível em: <<http://www.gem.msu.edu/pubs/msue>>. Acesso em 18 jun. 2001.

PIGNATELLI, B. et al. Mutagens, N-nitroso compounds and their precursors in gastric juice from patients with and without precancerous lesions of the stomach. European Journal of Cancer, Edimburg, 29:2031-2039, 1993.

RESENDE, A. V. de. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Documentos 57. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 29 p.

ROSSI, P.; MIRANDA, J.H.; DUARTE, S.N. Curvas de distribuição de efluentes do íon nitrato em amostras de solo deformadas e indeformadas. Artigo (graduação) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, Piracicaba. 2007.



**Figura 1** – Conteúdo de nitrato nos diferentes tratamentos (T1 = 3,3; T2 = 33; T3 = 100; T4 = 150 e T5 = 200 mg L<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) em nove tempos de coleta (1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 36h, 48h, 60h e 72 h). Cada barra corresponde a uma média de três repetições ± desvio padrão.