

Uso de biomassa seca de Aguapé (*Eichornia crassipes*) na descontaminação de soluções aquosas contendo nitrato⁽¹⁾.

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

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

⁽²⁾ Prof. Adjunto; Departamento de Química; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ; Seropédica, Rio de Janeiro; (E-mail: amarques@ufrj.br); ⁽³⁾ 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); ⁽⁴⁾ Estudante de Graduação em Eng. Ambiental; Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA; Volta Redonda, Rio de Janeiro; (barbaraschelen@yahoo.com.br); ⁽⁵⁾ Estudante de Graduação em Eng. Ambiental; Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA; Volta Redonda, Rio de Janeiro; (laiz.costa@csn.com.br); ⁽⁶⁾ Profa. Adjunto; Departamento de Engenharia de Agronegócios; Universidade Federal Fluminense – UFF; Volta Redonda, Rio de Janeiro; (E-mail: fabianasoes@id.uff.br); ⁽⁷⁾ 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 (NO_3^-). Desta maneira, foi realizado um experimento em laboratório que avaliou o efeito da biomassa seca de aguapé na remoção de NO_3^- de soluções contaminadas com este nutriente nas seguintes concentrações (3,3; 33; 100; 150 e 200 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 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 (NH_3) e, em especial o nitrato (NO_3^-), são importantes no comprometimento da qualidade da água devido a sua capacidade de contaminação deste recurso. Embora a 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 (NH_4^+) e esse, por sua vez, é convertido em NO_3^- pelo processo microbiano da nitrificação. Portanto, o 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 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 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 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°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 NO_3^- (3,3; 33; 100; 150 e 200 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 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 μL da solução coletada em cada tempo de coleta (diluída quando necessária) foi misturada a 60 μL do reagente de Griess (1:1:2), seguida de incubação a 40°C por 50 minutos. Após a adição de 110 μL de água ultrapura (milliQ), a leitura espectrofotométrica foi realizada em 540 nm utilizando o 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 mg L^{-1} de 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 NO_3^- em solução, a biomassa seca de aguapé removeu completamente a contaminação por nitrato.

Nos demais tratamentos ainda foram detectados teores de 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 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 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 mg L^{-1} de NO_3^- , a remoção completa da contaminação ocorre a 48h, o mesmo não ocorre para soluções contaminadas com concentrações superiores a 150 mg L^{-1} de 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.

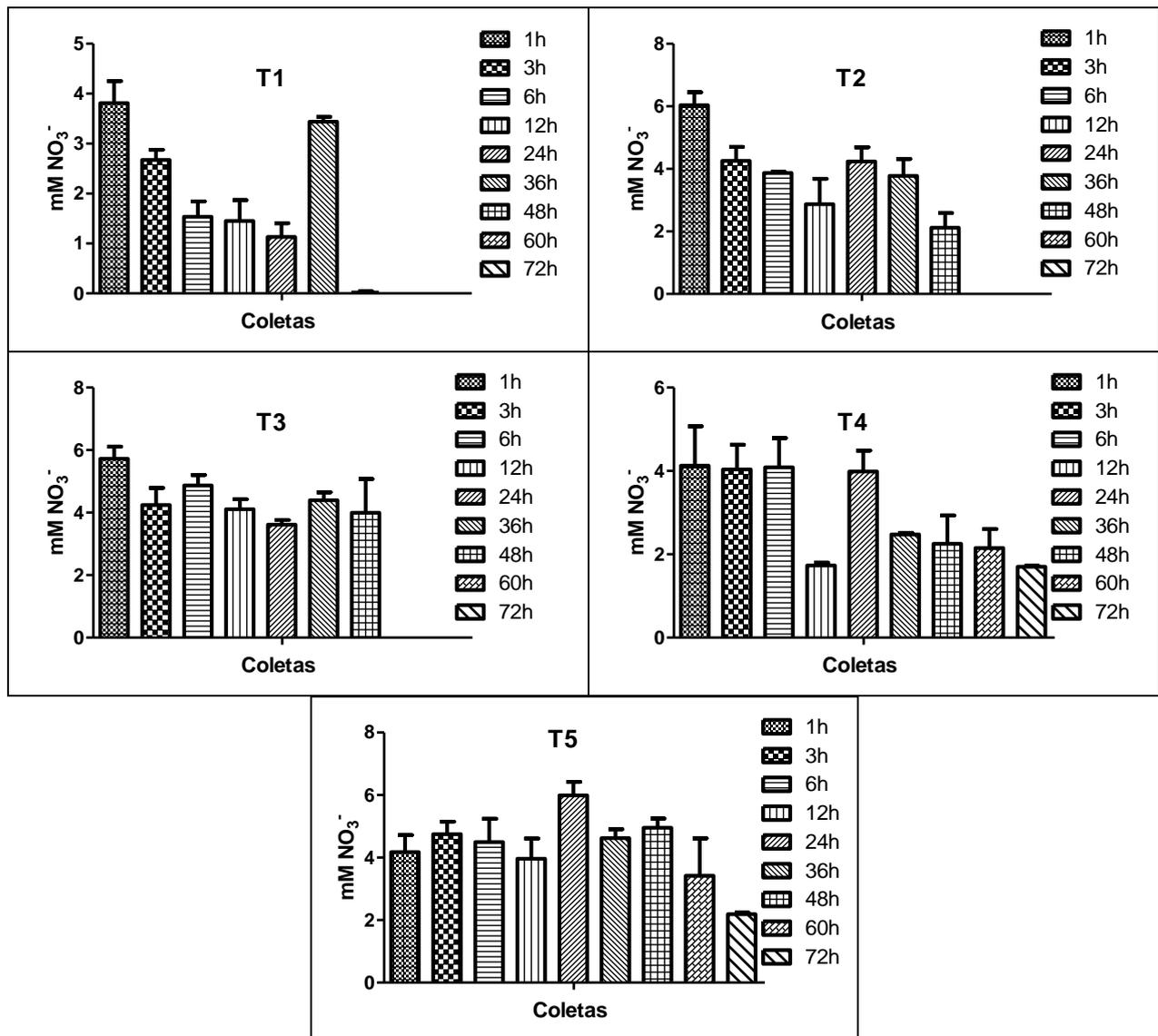


Figura 1 – Conteúdo de nitrato nos diferentes tratamentos (T1 = 3,3; T2 = 33; T3 = 100; T4 = 150 e T5 = 200 mg L⁻¹ de NO₃⁻) em nove tempos de coleta (1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 36h, 48h, 60h e 72 h). Cada barra corresponde a uma média de três repetições ± desvio padrão.