

REMOÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELA GRAMÍNEA *PASPALUM VAGINATUM* CULTIVADA EM SISTEMA ALAGADO CONSTRUÍDO COM APLICAÇÃO DE EFLUENTE SALINO

**Ana Paula Ferreira Colares¹, Viktor Kayro Souza Santos¹, Willyan Caldeira Corte¹,
Rodrigo Nogueira Martins¹ Danilo Pereira Ribeiro².**

¹Acadêmicos (as) de Engenharia Agrícola e Ambiental – IFNMG/Januária. Bolsistas de Iniciação Científica PIBIC/FAPEMIG. Email: anapaula.colares@hotmail.com; viktorpel@hotmail.com; willyan caldeira@ymail.com; rodrigonmartins@hotmail.com

³Professor do IFNMG/Januária, D.Sc. Recursos Hídricos e Ambientais. Email: danilo.ribeiro@ifnmg.edu.br

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: Esse trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a remoção de macronutrientes pela gramínea *Paspalum vaginatum*, cultivada em sistemas alagados construídos (SACs) com aplicação de efluente salino. A gramínea foi cultivada sobre 4 SACs, preenchidos com brita zero, tendo, cada um, 10 m de comprimento, 1,0 m de largura e 0,25 m de profundidade. Avaliou-se a aplicação de efluente proveniente de tratamento secundário e com 4 doses de sódio (200, 400, 800 e 1600 mg L⁻¹) aplicadas aleatoriamente nos SACs, cada um recebendo sempre a mesma dose. Foram realizadas 4 podas, com coletas de material vegetal para análises de remoção de nutrientes pela gramínea. Após a segunda poda foram adicionados ao efluente (3,6 mmol L⁻¹ de N), (1 mmol L⁻¹ de P) e (6 mmol L⁻¹ de K), pelas fontes minerais, CaNO₃, MAP e KCl, respectivamente. Sem aplicação de nutrientes a remoção desses, por área, foi inferior a 1 g m⁻². Após a aplicação dos nutrientes, além das concentrações no tecido vegetal aumentarem, a remoção aumentou consideravelmente, devido ao maior desenvolvimento vegetativo. A gramínea *Paspalum vaginatum*, cultivada em sistema alagado construído, apresentou potencial para remoção de nutrientes de águas residuárias salinas, ricas em nutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: água residuária, halófitas, salinidade.

REMOVAL OF MACRONUTRIENTS BY THE GRASS *PASPALUM VAGINATUM* GROWN IN CONSTRUCTED WETLAND SYSTEMS WITH APPLICATION OF SALINE EFFLUENT

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the nutrients removal by the grass *Paspalum vaginatum*, grown in constructed wetland systems (CWs) with application of saline effluent. The grass was grown in 4 CWs, filled with gravel zero, and each one measuring 10 m long, 1.0 m wide and 0.25 m deep. It was evaluated the application of effluent from secondary treatment with 4 sodium doses (200, 400, 800 and 1600 mg L⁻¹) applied randomly in the 4 CWs, with each one receiving the same dose. There were performed 4 pruning, with plant material collections for nutrient removal analyses by the grass. After the second pruning, there were added to the effluent (3.6 mmol L⁻¹ N), (1 mmol L⁻¹ P) and (6 mmol L⁻¹ K), from mineral sources CaNO₃, MAP and KCl, respectively. Without the application of these nutrients, the removal of them per area was less than 1 g m⁻². After the nutrients application,

there was an increase in the plant tissue concentration and the nutrient removal increased significantly due to the increase in productivity. The *Paspalum vaginatum* grass, cultivated on constructed wetlands systems, has potential to remove nutrients at saline wastewater nutrient rich.

KEYWORDS: halophytes, salinity, wastewater.

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade pecuária que, em escala comercial, se expandiu muito nas últimas décadas, devido ao aumento na demanda de carnes e de derivados de suíno, sendo uma atividade importante do ponto de vista social, econômico e, especialmente, de fixação do homem no campo. O desenvolvimento desse sistema de produção tem como fator de maior preocupação a quantidade de dejetos produzidos, que apresentam alto poder poluente (MATOS, 2009).

Atualmente, várias pesquisas têm demonstrado a viabilidade de tratamento de águas residuárias da suinocultura por sistemas alagados construídos (SACs) que além de proporcionar elevada eficiência no tratamento é considerada uma tecnologia simples, de baixo custo, de fácil operação e manutenção e não produz mau cheiro (TSIHRINTZIS; GIKAS, 2010). Além do tratamento da água, existe potencial de uso das espécies vegetais cultivadas sobre o sistema que se desenvolvem muito bem, devido à abundante disponibilidade de água rica em nutrientes.

Segundo Calheiros et al. (2012) e Mufarrege et al. (2011), a escolha da espécie vegetal, resistente às condições do meio e eficiente na remoção de poluentes, a ser cultivada no SAC é de grande importância para o sucesso do tratamento de águas residuárias salinas. As plantas utilizam nutrientes das águas residuárias para o seu crescimento, atuando, deste modo, como extratoras de grande parte dos macro e micronutrientes da água residuária em tratamento (Matos et al., 2010).

Assim esse trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a remoção de macronutrientes pela gramínea *Paspalum vaginatum*, cultivada em sistemas alagados construídos (SACs) com aplicação de efluente salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Tratamento de Efluentes do IFNMG/Januária (Figura 1). A área experimental é constituída de 4 SACs de fluxo horizontal subsuperficial, com 10 m de comprimento, 1,0 m de largura e 0,25 m de profundidade preenchido com brita de número zero, cada e impermeabilizados com lona de casa de vegetação. A aplicação da água residuária, em cada SAC, é feita por uma caixa de polietileno de 1000 L instalada no início do SAC e com um sistema de distribuição uniforme do líquido ao longo da largura do SAC.



Figura 1 - Área Experimental de Tratamento de Efluentes do IFNMG, *Campus Januária*.

No dia 03/04/2014 foram plantados nos SACs colmos da gramínea *Paspalum vaginatum* com três nós, enterrados a 2 cm de profundidade na brita e numa densidade de plantio de 10 colmos m^{-2} . Inicialmente aplicou-se água de poço para alagamento do sistema até o nível da brita. Após o pegamento da gramínea, os SACs foram nivelados para o volume de 1000 L de efluente. Na sequência foi aplicado efluente do tipo secundário buscando-se representar o tratamento em nível terciário para remoção de salinidade da água. A água residuária foi obtida pela diluição de esterco suíno em água, na proporção de 10 L de esterco para 1000 L de água. O esterco era diluído inicialmente em 40 L de água e após um dia de repouso era filtrado e diluído com água limpa até completar 1000 L de água, esse procedimento era realizado a cada 4 dias, sendo este o tempo de detenção hidráulico.

No dia 14/06 foi realizada a poda em todos os SACs para determinação da concentração inicial de nutrientes na gramínea, antes da aplicação dos tratamentos. Após a primeira poda foram aplicados, gradativamente, os tratamentos que consistiram nas doses de 200, 400, 800 e 1600 $mg L^{-1}$ de Na fornecido via NaCl. Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente nos SACs e mantidos no mesmo SAC. No dia 29/08/2014 foi realizada a segunda poda da gramínea em todos os SACs. Após a segunda poda interrompeu-se a aplicação de sódio e adicionaram-se ao efluente N (3,6 $mMol L^{-1}$ de N), P (1 $mMol L^{-1}$ de P) e K (6 $mMol L^{-1}$ de K), pelas fontes minerais, $CaNO_3$, MAP e KCl, respectivamente. Em 08/10/2014 realizou-se a terceira poda da gramínea em todos os SACs. Na sequência, manteve-se a aplicação de nutrientes e retornou-se com a aplicação de sódio, diminuindo-se as doses para 25% da aplicada anteriormente, sendo as novas doses de 50, 100, 200 e 400 $mg L^{-1}$. Em 20/11/2014 realizou-se a quarta poda da gramínea em todos os SACs. Todas as podas foram realizadas, dividindo-se os SACs a cada 2 m de comprimento, para avaliar a influência do comprimento do sistema de tratamento na remoção de nutrientes pela gramínea. Todo o material vegetal nos SACs foi coletado a 5 cm da superfície da brita obtendo-se com isso a produtividade total de matéria fresca, desse material coletavam-se amostras que foram desidratadas em estufa com circulação forçada de ar e com temperatura de 65 °C. O material vegetal desidratado foi utilizado para a determinação da concentração de nitrogênio pelo método Kjeldahl, e, após a digestão nitroperclórica, determinou-se as concentrações de fósforo pelo método colorimétrico e de potássio por fotometria de chama, todas as análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade da Água e de Fertilidade do Solo do IFNMG, Campus Januária, de acordo com as recomendações da Kiehl (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de N na gramínea *Paspalum vaginatum* diminuíram na segunda e quarta poda (Figura 2), épocas em que o efluente era rico em sódio. As concentrações de P tenderam a aumentar a cada poda (Figura 3). As concentrações de K tenderam a aumentar até a terceira poda, diminuindo na quarta poda (Figura 4). A menor concentração dos nutrientes

na forragem removida na primeira poda pode estar relacionada à baixa concentração de nutrientes na água residuária obtida pela diluição do esterco suíno com água, o que era esperado, pois o experimento foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar a remoção de sal da água após o tratamento em nível secundário, com menor concentração de poluentes.

Na segunda poda, observou-se pequeno aumento na concentração de nutrientes no material vegetal, o que pode estar relacionado à adição do NaCl à água residuária. Com isso e também pelo estímulo da emissão de novos ramos pela primeira poda, a quantidade de nutrientes removidos foi maior que na primeira poda. Devido à limitação de nutrientes no efluente, esses aumentos ocorreram nos primeiros dois metros dos SACs e devido à maior absorção de nutrientes nesse trecho, houve maior limitação de nutrientes nos trechos seguintes e consequentemente menor absorção pela gramínea.

Considerando o insatisfatório desenvolvimento da gramínea nos SACs, o que não favorecia a remoção de sódio, após a segunda poda foram fornecidos os macronutrientes N ($3,6 \text{ mMol L}^{-1}$ de N), P (1 mMol L^{-1} de P) e K (6 mMol L^{-1} de K) para tentar estimular o desenvolvimento vegetativo. Esse procedimento foi adotado, pois se percebeu que a limitação do crescimento não era por problemas de tolerância ao alagamento, já que nos primeiros dois metros dos SACs a gramínea recebia a água residuária com algum nutriente e o desenvolvimento vegetativo era nitidamente maior que nos demais trechos, com percepção de redução do desenvolvimento ao longo do comprimento dos SACs.

Aos 40 dias, após o contínuo fornecimento de nutrientes e sem aplicação de NaCl, realizou-se a terceira poda e na ocasião foi nítido o maior desenvolvimento da gramínea, como apresentado na Figura 5. Com o fornecimento de nutrientes, na terceira poda a concentração dos mesmos no tecido vegetal aumentou consideravelmente e aliado ao maior desenvolvimento vegetativo também houve aumento expressivo na quantidade de nutrientes removidos do sistema. Contudo, a quantidade de nutrientes aplicados ainda foi insuficiente, para desenvolvimento pleno da gramínea, pois, a carga removida continuou diminuindo ao longo dos SACs, influenciada pela produção de matéria seca que diminuiu ao longo dos SACs.

Após a terceira poda retornou-se com a aplicação de NaCl e considerando que não foram observadas diferenças entre os tratamentos, as doses de sódio aplicadas foram reduzidas para 25% da quantidade inicialmente proposta. Na quarta poda, realizada após 40 dias da aplicação de sódio e dos nutrientes nas mesmas concentrações do período anterior as concentrações de N e K no tecido vegetal diminuiram. Devido o maior desenvolvimento vegetativo, a remoção total de N e P nos SACs foi maior na quarta poda. No que se refere ao K, a redução na sua concentração no tecido vegetal da gramínea pode estar relacionada ao aumento na concentração de sódio que, devido à competição catiônica, pode diminuir a absorção de potássio pelas plantas (SILVA et al., 2012)

Mesmo diminuindo-se as doses de sódio, não se observou tendência de diferença entre os tratamentos quanto à remoção de P e K. Apenas para a remoção de N, observou-se que o tratamento que recebeu a nova dose de sódio, de 200 mg L^{-1} , apresentou maior remoção que os demais.

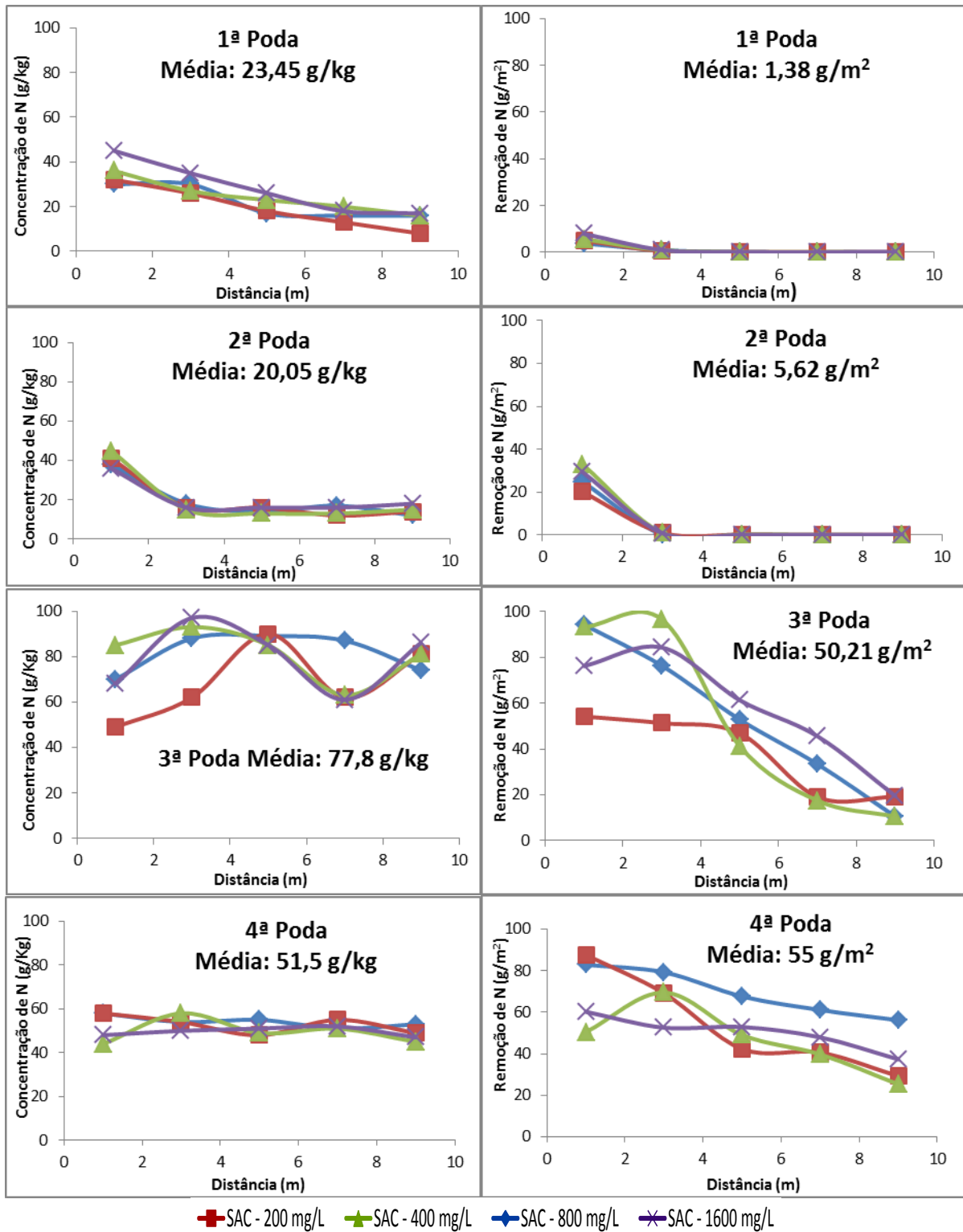


Figura 2 – Concentração de nitrogênio (N) no tecido vegetal da gramínea *Paspalum vaginatum* e remoção do nutriente em SACs tratando água residuária com diferentes concentrações de sódio.

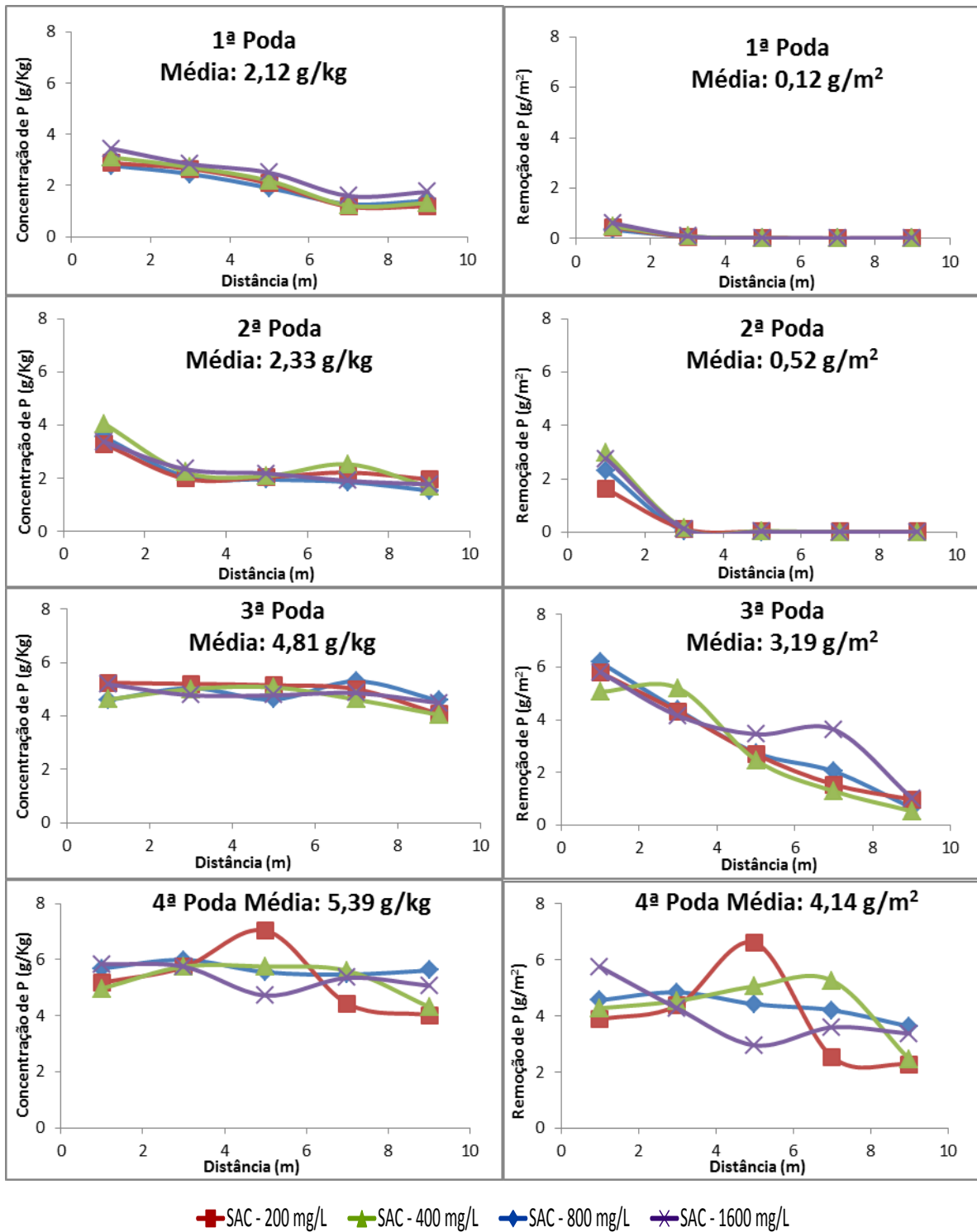
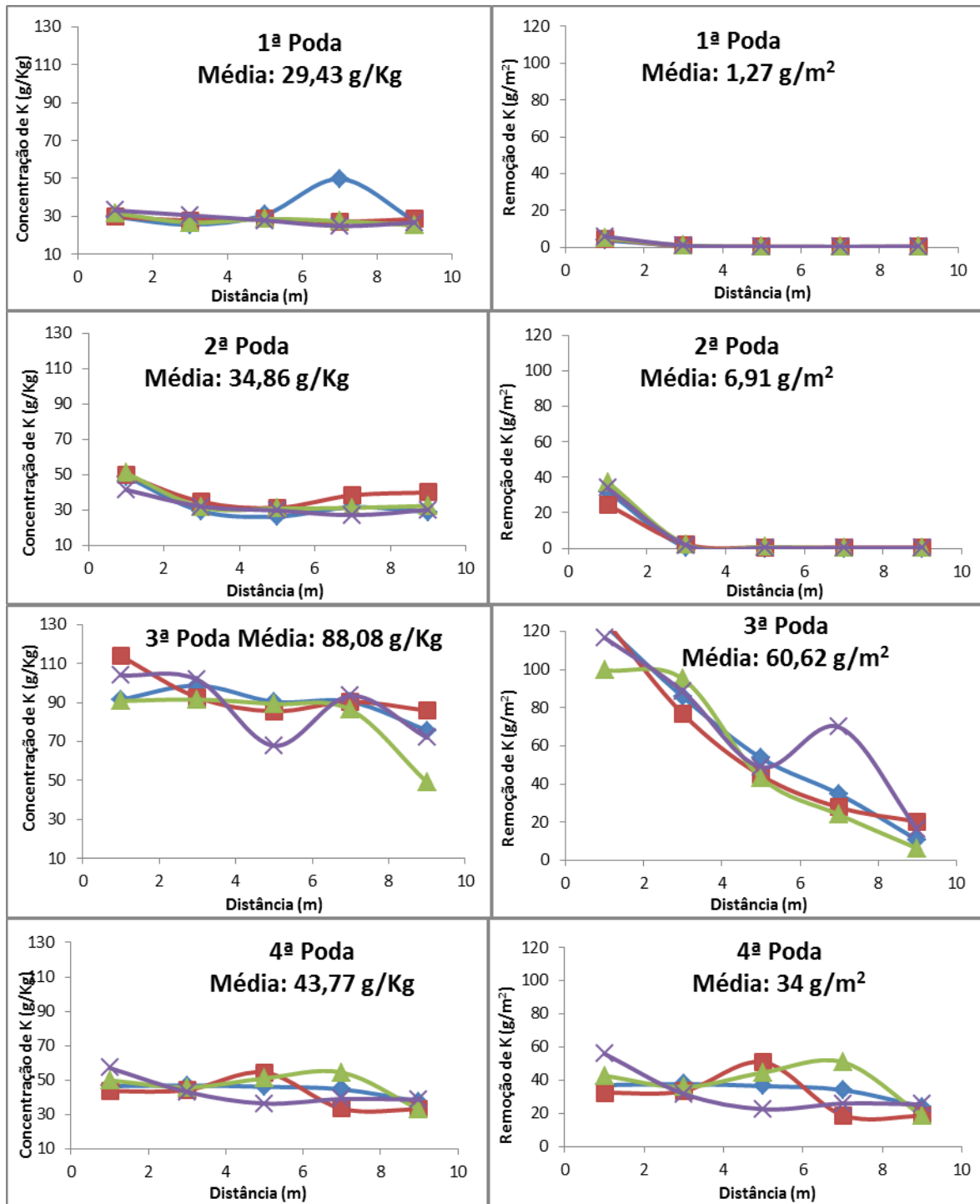


Figura 3 – Concentração de fósforo (P) no tecido vegetal da gramínea *Paspalum vaginatum* e remoção do nutriente em SACs tratando água residuária com diferentes concentrações de sódio.



■ SAC - 200 mg/L
 ▲ SAC - 400 mg/L
 ◆ SAC - 800 mg/L
 ✕ SAC - 1600 mg/L

Figura 4 – Concentração de potássio (K) no tecido vegetal da gramínea *Paspalum vaginatum* e remoção do nutriente em SACs tratando água residuária com diferentes concentrações de sódio.



Figura 5 – Gramínea *Paspalum vaginatum* cultivada nos SACs com água residuária salina rica em nutrientes, no detalhe observa-se o tamanho dos colmos em relação a um tijolo.

As concentrações de N, P e K na gramínea *Paspalum vaginatum*, nas épocas em que o efluente era rico em nutrientes, foram na maioria das vezes superiores às relatadas por Fia et al. (2011). Esses autores observaram concentrações médias de 31,22 e 45,02 g kg⁻¹ de nitrogênio (N); 2,55 e 9,05 g kg⁻¹ de fósforo (P) e 27,12 e 20,45 g kg⁻¹ de potássio (K), nas folhas da taboa e capim tifton-85, respectivamente, cultivadas em SACs com aplicação de água residuária da suinocultura, em dois cortes sendo o primeiro com 90 dias e o segundo com 60 dias.

CONCLUSÃO

A gramínea *Paspalum vaginatum*, cultivada em sistema alagado construído, apresentou potencial para remoção de nutrientes de águas residuárias salinas, ricas em nutrientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pela concessão das bolsas de iniciação científica, e ao IFNMG/Januária pelo apoio a pesquisa.

REFERÊNCIAS

CALHEIROS, C.S.C.; QUITÉRIO, P.V.B.; SILVA, G.; CRISPIM, L.F.C.; BRIX, H.; MOURA, S.C.; CASTRO, P.M.L. Use of constructed wetland systems with *Arundo* and *Sarcocornia* for polishing high salinity tannery wastewater. *Journal of Environmental Management*, v. 95, p. 66-71, 2012.

FIA, F.R.L.; MATOS, A. T.; FIA, R.; LAMBERT, T.F.; MATOS, M.P. Remoção de nutrientes por *Typha latifolia* e *Cynodon* spp. cultivadas em sistemas alagados construídos. *Revista Ambiente & Água*, v. 6, p. 77-89, 2011.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Ceres, 492 p. 1985.

MATOS, A. T.; FREITAS, W. S.; LO MONACO, P. A. V. Capacidade extratora de diferentes espécies vegetais cultivadas em sistemas alagados utilizados no tratamento de águas residuárias da suinocultura. *Ambi-Água*, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 32, 2009b. (doi:10.4136/ambi-agua.84)

MATOS, A. T.; FREITAS, W. S.; LO MONACO, P. A. V. Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias da suinocultura. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 5, n. 2, p. 119-132, 2010.

MUFARREGE, M.M.; DI LUCA, G.A.; HADAD, H.R.; MAINE, M.A. Adaptability of *Typha domingensis* to high pH and salinity. *Ecotoxicology*, v. 20, p. 457-465, 2011.

SILVA, J. G. D.; MATOS, A. T. DE ; BORGES, A. C.; PREVIERO, C. A. Composição químico-bromatológica e produtividade do capim-mombaça cultivado em diferentes lâminas de efluente do tratamento primário de esgoto sanitário. *Revista Ceres*, v. 59, n. 5, p. 606-613, 2012

TSIHRINTZIS, V.A., and GIKAS, G.D. Constructed wetlands for wastewater and activated sludge treatment in north Greece: a review, *Water Science Technology*. v. 61, n. 10, p. 2653–2672, 2010.