

## **AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA DE POÁCEAS (GRAMÍNEAS) A ELEVADAS CONCENTRAÇÕES DE SAIS EM WETLANDS CONSTRUÍDOS**

**MARCELO HIDEMASSA ANAMI<sup>1</sup>, NALDISYA DROSDROCKY GONÇALVES<sup>2</sup>,  
JEFFERSON SUSSUMU DE AGUIAR HACHIYA<sup>3</sup>, MARCELO ESTEVAM<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Prof. Dr. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Londrina. (43) 3315-6100, mhanami@utfpr.edu.br

<sup>2</sup> Graduação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Londrina. (43) 3315-6100.

<sup>3</sup> Prof. MSc. Instituto Federal do Paraná – IFPR, Campus Londrina. (43) 3878-6100, jefferson.hachiya@ifpr.edu.br

<sup>4</sup> Prof. Dr. Instituto Federal do Paraná – IFPR, Campus Londrina. (43) 3878-6100, marcelo.estevam@ifpr.edu.br

Apresentado no

XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** As atividades agroindustriais geram excessivas quantidades de efluentes contendo altas concentrações dos elementos sódio e potássio. Este trabalho teve por objetivo avaliar a tolerância de poáceas aquáticas a elevadas concentrações de sais em “wetlands” construídos. Foram utilizadas duas espécies aquáticas da família Poaceae, a *Brachiaria subquadripata* e *Hemarthria altissima*, o efluente foi sintetizado com a Razão de Adsorção de Sódio igual a 13 e o Tempo de Detenção Hidráulico (TDH) de 4 dias. Foram avaliados os teores de Sódio e Potássio. Os resultados demonstraram que as plantas obtiveram maior eficiência de remoção em 100% do TDH, com remoção de sódio e potássio de 76% e 98% para *B. subquadripata* e 71% e 98% para *H. Altissima*, respectivamente. As plantas cultivadas apresentaram preferência pela absorção de potássio em detrimento do sódio. Os níveis de absorção reduziram-se drasticamente no mesmo período, em 250% do TDH, com eficiência de 8% e 17% para *H. Altissima* e *B. subquadripata*, respectivamente. Assim, concluiu-se que estas plantas apresentam reduzida absorção de sódio e potássio ao longo do tempo, sendo espécies promissoras em termos de tolerância aos sais e potencialidade de utilização em sistemas de tratamento de efluentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente agroindustrial, razão de adsorção de sódio, tratamento de águas residuárias.

### **TOLERANCE EVALUATION OF POACEAE PLANTS (GRASSES) TO HIGH SALT CONCENTRATIONS IN CONSTRUCTED WETLANDS SYSTEM**

**ABSTRACT:** Agro-industrial activities generate excessive amounts of effluents with high levels of sodium element and potassium. This study aimed to evaluate the tolerance of aquatic Poaceae plants to high salt concentrations in constructed wetlands system. Two aquatic Poaceae species were utilized, *Brachiaria subquadripata* and *Hemarthria altissima*, and the effluent was synthesized considering the Sodium Adsorption Ratio of 13 and the Hydraulic Retention Time (HRT) of 4 days. Levels of sodium and potassium were evaluated. The results demonstrated that the plants showed higher removal efficiency in

100% of HRT, with removal of sodium and potassium of 76% and 98% for *B. subquadripara* and 71% and 98% for *H. altissima*, respectively. The cultivated plants exhibited a preference for the potassium absorption than sodium. The uptake level decreased dramatically in the same period, in 250% of HRT, with efficiency of 8% and 17% for *H. altissima* and *B. subquadripara*, respectively. The results showed that the plants exhibit reduced absorption of sodium and potassium over time, being promising species in terms of tolerance to salts and potential use in wastewater treatment systems

**KEYWORDS:** Agro-industrial effluent, sodium adsorption ratio, wastewater treatment

## INTRODUÇÃO

Os resíduos gerados pelas atividades industriais em grandes quantidades possuem aspectos físicos, químicos e biológicos variados. Os custos envolvidos nos sistemas de tratamento podem encarecer o processo produtivo, porém, a alternativa que tem tornado viável no tratamento de efluentes é a utilização das “Wetlands” que aliam a eficiência e a preservação do meio ambiente, reduzindo impactos adversos.

As “wetlands” ou leitos cultivados agem como um filtro biológico de águas superficiais e subterrâneas, nos quais os poluentes são removidos pelos mecanismos físico-químicos, reações de degradação biológica aeróbia e anaeróbia, evapotranspiração e infiltração (WOOD, 1995).

Esta forma de tratamento requer poucos recursos financeiros para a sua manutenção e execução, pois é um processo biológico o qual dispensa consumo de energia elétrica e pouca mão de obra, tendo apenas um investimento inicial em área e construção do leito.

As pesquisas apontam que esse sistema apresenta características de fácil construção e operação, destinado a remoção da carga orgânica remanescente e principalmente na remoção de nutrientes. Estes sistemas foram criados para controlar sistematicamente o tratamento e otimizar a habilidade do sistema de várzea em remover ou transformar os poluentes dos efluentes, além de criar um ambiente favorável ao desenvolvimento da vida selvagem (VALENTIN, 1999).

Costa (2004), estudando a flora nativa do Brasil destaca o potencial de duas poáceas tropicais, a *P. purpureum* e *B. decumbens* como fitorremediadoras, as quais podem representar uma alternativa econômica para a redução da poluição ambiental provocada por efluentes industriais nos países em desenvolvimento, sobre tudo em países tropicais como o Brasil. Outras poáceas podem ser utilizadas como fitorremediadoras como constataram Fia et al. (2010), estudando duas gramíneas forrageiras de inverno, Azevem e aveia preta, demonstraram que o azevem é mais adequado para utilização em sistemas alagados construídos.

Piedade et al. (2010), relata a importância e o potencial de crescimento das plantas C4, onde as poáceas estão incluídas, pois podem apresentar três vezes mais produção primária e biomassa líquida do que florestas de várzea, porém alerta para os riscos de contaminação dos habitats e degradação das áreas alagáveis pelas explorações econômicas pecuárias, agrícolas e recentemente pela atividade petrolífera na região amazônica.

Um exemplo de efluente impactante é o da agroindústria citrícola, que possui elevado conteúdo dos elementos sódio e potássio, isto devido aos processos de limpeza (CIP – clean in place) que utiliza elevada quantidade de hidróxido de sódio e o potássio por ser elemento essencial ao desenvolvimento da cultura presentes no suco da fruta. A redução da concentração de sais pela utilização das plantas aquáticas além de ser ecologicamente corretos podem proporcionar uma biomassa rica em nutrientes para posterior utilização em alimentação animal. A reutilização dos efluentes após o tratamento com as plantas aquáticas, será possível tanto em sistemas agrícolas como em sistemas silvícolas.

Estudos realizados por Villafane (1996, 2000), Villafane et al. (1998, 1999) e Garcia et al. (2000), mostram o efeito adversos dos sais no solo e o comportamento destes sais afetando culturas como a cana de açúcar através da água de irrigação. Villafane (1988) estudando quatro gramíneas tolerante à salinidade mostrou que o capim alemão (*Echinochloa polystachya*) foi mais tolerante às altas concentrações de sódio e ao alagamento.

Segundo Souza, et al. (2015), conhecer o mecanismo de tolerância dos vegetais para conviver com a salinidade é muito importante e destaca dois grupos de plantas: as glicófitas, que apresentam menor tolerância á salinidade, e as halófitas, que suportam concentrações de NaCl a 200 mmol.L<sup>-1</sup>. Segundo Flower e Colmer (2008) citado por Souza et al (2015b) existem três espécies de poáceas consideradas halófitas, a *S. virginicus*, *Diplachne* e a *H. marinum*.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a tolerância de poáceas aquáticas a elevadas concentrações de sais em “wetlands” construídos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, em estufa agrícola para controle da entrada de água no sistema.

As Poáceas (Gramíneas) utilizadas no sistema foram a *Brachiaria subquadripara* e *Hemarthria altissima* conforme mostrado na figura 1a e figura 1b respectivamente, antes da aplicação do efluente.

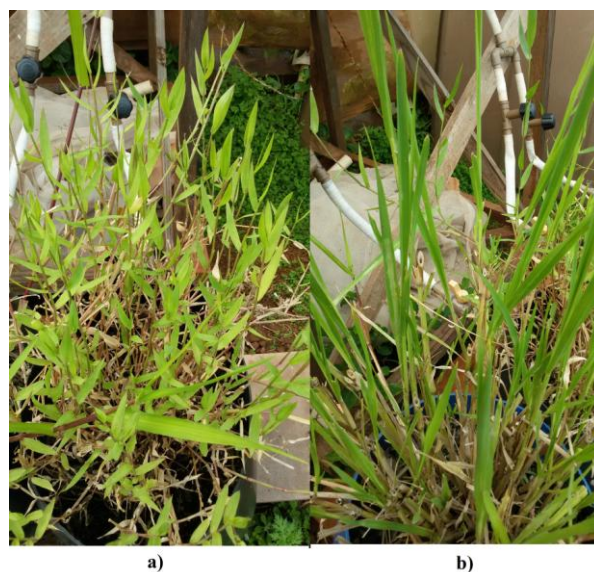


FIGURA 1. . a) *Brachiaria subquadripara*; b) *Hemarthria altissima*

O sistema de tratamento consistiu de dois leitos uma para cada espécie de poáceas com preenchimento de brita No. 3 e volume total de 25 litros com volume de vazios de 15 litros, conforme mostrado na figura 2a e figura 2b. Colares e Sandri (2013), constataram a potencialidade do uso de brita, cascalho bruto e cascalho lavado no leito como meio suporte para tratamento em Wetlands construídos.

O sistema funcionou por gravidade tendo a vazão controlada por registros de gaveta, gerando um tempo de detenção hidráulico (TDH) de 4 dias.

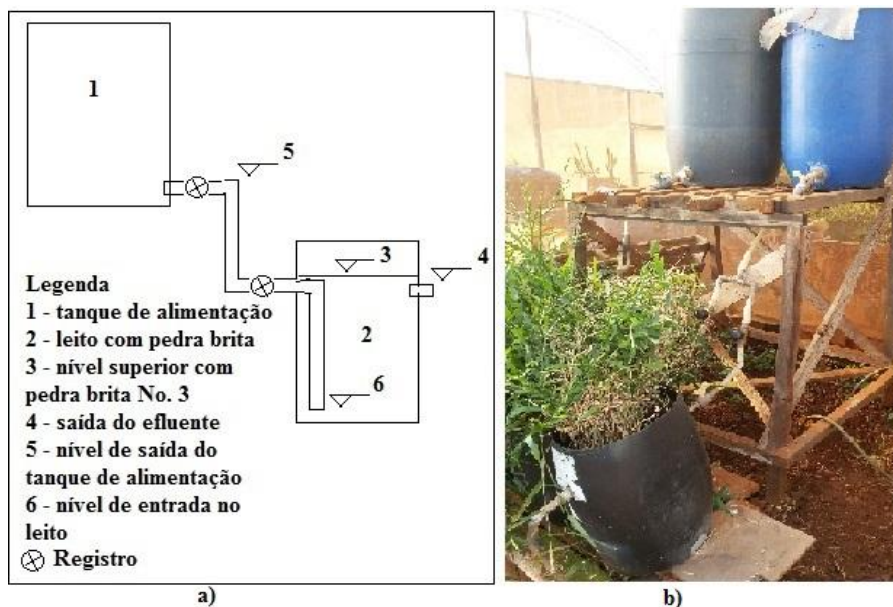


FIGURA 2. . a) esquema do tanque de alimentação e leito em vista lateral; vista dos tanques e leitos a campo

A tabela 1 contém os teores dos elementos químicos presentes no efluente que foi sintetizado para garantir uma razão de adsorção de sódio igual a 13. A RAS foi calculada conforme descrito por Richards, (1954) e é dada pela expressão:  $RAS = Na^+ / \sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}$  (mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup>).

TABELA 1 - Teores dos nutrientes do efluente sintético.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Mg	Ca	Na
	g.100L <sup>-1</sup>			mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>		
15	3	45	4,5	9,15	7,2	37,2

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na figura 3, mostram que a eficiência na remoção de sódio e potássio teve redução a medida que a entrada da solução contendo os elementos foi aumentada, porém após 250% do TDH chegou a um valor para o sódio abaixo de 20%. A *B. subquadrípara* obteve uma melhor remoção do que a *H. altissima*.

Matos et al. (2010), utilizando duas espécies de poáceas, capim elefante e capim tifton para tratamento de efluente de laticínio em sistemas alagados construídos, com tempo de

detenção hidráulica de 4,8 dias com elevados teores de sódio e potássio demonstrou a maior capacidade do capim tifton em concentrar e extrair sódio da água residuária de laticínio.

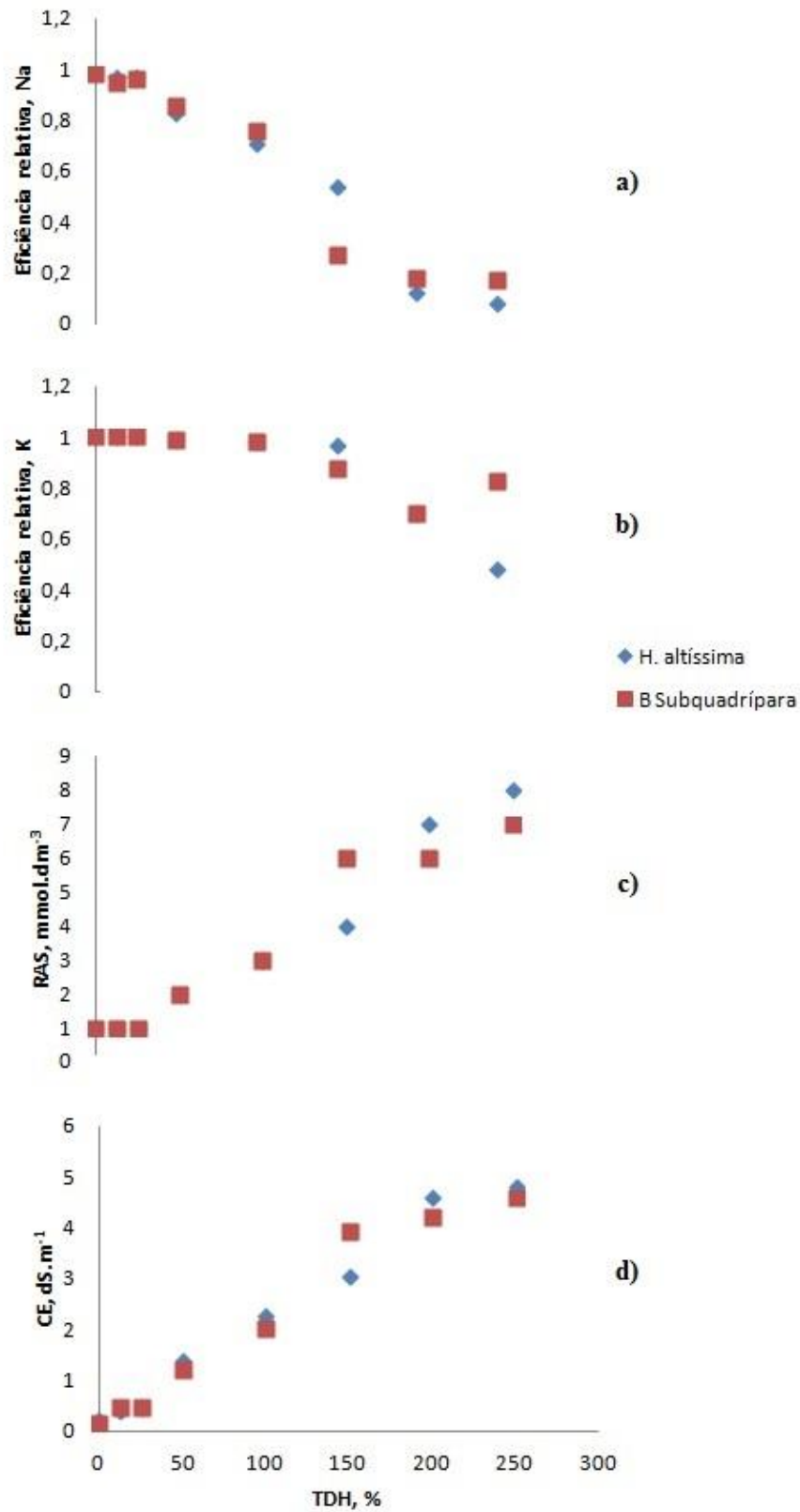


FIGURA 3. a) Eficiência na remoção de Sódio; b) Eficiência na remoção de potássio; c) Razão de adsorção de sódio; d) Condutividade elétrica.

O aumento nos teores de sódio podem estar associado ao acúmulo no leito devido à colmatção. Matos et al. (2015), avaliando a colmatção de leitos alagados, utilizou o NaCl como traçador e concluiu que este elemento pode ser utilizado para esta avaliação sem ocasionar danos a Taboa (*Typha latifolia*).

A RAS ficou abaixo de  $8 \text{ mmol.dm}^{-3}$  para as duas espécies, com vantagem para *B. subquadrípara*, porém a CE ficou próxima de  $5 \text{ dS.m}^{-1}$ . Segundo Santos (2004), o aumento da quantidade de sódio com elevada RAS aumenta a dispersão de argila, o que pode tornar o solo suscetível a erosão e outros fatores associados.

Apesar da redução na eficiência na remoção dos sais aplicados, existe potencial na remoção pelas poáceas estudadas assim como constataram Calijuri et al. (2009), que estudou tratamento de efluente em wetlands construídos com duas espécies: a taboa (*Typha* sp.) e a braquiária do brejo (*Brachiaria arcta*), observaram que o sistema tem elevada capacidade de remoção de DBO e SST, mas que apresenta variação sazonal provavelmente influenciada pela temperatura.

A perda na eficiência de remoção dos elementos estudados também foi constatado por Souza et al. (2015a), avaliando efluente proveniente de estação de tratamento de esgoto para reuso agrícola, observaram que nutrientes como nitrogênio e fósforo foram removidos pela ação das microalgas e macrófitas utilizadas no sistema, porém se mostrou ineficiente para remoção de sódio, potássio e cálcio. Varallo et al. (2010), constatou que existe risco potencial de aumento dos teores de sódio quando da utilização de água de reúso para irrigação.

Os resultados classificam o efluente segundo Cordeiro (2001) e Holanda e Amorim (1997), como C4 – água com salinidade muito alta podendo ser utilizada em solos permeáveis e com plantas altamente tolerante a sais e S1 – baixo risco de sodificação (alcalinização) devido ao baixo valor da RAS.

## CONCLUSÕES

As poáceas utilizadas são tolerantes às concentrações de sais utilizadas. A *B. subquadrípara* obteve pequena vantagem em relação à *H. altíssima*, pois teve uma eficiência maior na remoção de sódio e nos resultados da RAS.

## AGRADECIMENTOS:

Ao Conselho Nacional Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Instituto Federal do Paraná (IFPR), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro ao projeto.

## REFERÊNCIAS

- CALIJURI, M. L.; BASTOS, R. K. X.; MAGALHÃES, T. B.; CAPELETE, B. C.; DIAS, E. H. O. Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 14, n. 3, p. 421-430, Sept. 2009 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522009000300016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522009000300016&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04/01/2016.
- COLARES, C. J. G. e SANDRI, D. Efficiency of sewage treatment with septic tanks followed by constructed wetlands with different support materials. **Rev. Ambient. Água** [online]. 2013, vol.8, n.1, pp.172-185. ISSN 1980-993X. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1047>. Acesso em 04/01/2016.
- CORDEIRO, G. G. **Qualidade de água para fins de irrigação (Conceitos básicos e práticos)**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 32p. (Embrapa Semi-árido: Documento 167).
- COSTA, S. M. S. P. **Avaliação do potencial de plantas nativas do Brasil no tratamento de esgoto doméstico e efluentes industriais em “wetlands” construídos**. 2004. 119f. Tese (Doutorado em Engenharia química), UNICAMP-FEQ, Campinas, 2004.
- FIA, R.; MATOS, A. T.; FIA, F. R. L.; MATOS, M. P.; LAMBERT, T. F.; NASCIMENTO, F. S. Desempenho de forrageiras em sistemas alagados de tratamento de águas residuárias do processamento do café. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 14, n. 8, p. 842-847, 2010 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662010000800008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000800008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04/01/2016.
- GARCIA, M.; MEDINA, E.; VILLAFANE, R. Acumulación de iones y solutos orgánicos en hojas de plantas de caña de azúcar cultivadas en dos tablones comerciales afectados por sales. **Bioagro** [online]. vol.21, n.2, pp. 87-98. ISSN 1316-3361. 2009.
- HOLANDA, J. S., AMORIM, J. R. A. **Qualidade da água para irrigação**. In.: GUEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (Org.) Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. p.137- 169.
- MATOS, A. T. ABRAHÃO, S. S.; MONACO, P. A. V. L.; SARMENTO, A. P.; MATOS, M. P. Capacidade extratora de plantas em sistemas alagados utilizados no tratamento de águas residuárias de laticínios. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 14, n. 12, p. 1311-1317, Dez. 2010 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662010001200009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010001200009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04/01/2016.

MATOS, M. P.; SPERLING, M. V.; MATOS, A. T.; PASSOS, R. G. Uso de traçador salino para avaliação da colmatação e das condições hidrodinâmicas em sistemas alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal , v. 35, n. 6, p. 1137-1148, Dez. 2015 . Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162015000601137&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162015000601137&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04/01/2016.

PIEIDADE, M. T. F. JUNK, W.; D'ÂNGELO, S. A.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; BARBOSA, K. M. N.; LOPES, A. Aquatic herbaceous plants of the Amazon floodplains: state of the art and research needed. **Acta Limnol. Bras. (Online)**, Rio Claro , v. 22, n. 2, p. 165-178, Jun. 2010 . Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2179-975X2010000200006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2010000200006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04/01/2016.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60

SANTOS, A. P. R. **Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um argissolo vermelho distrofico cultivado com capim-tifton**. 2004. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). ESALQ-USP, Piracicaba, 2004.

SOUZA, C. F.; BASTOS, R. G.; GOMES, M. P. M.; PULSCHEN, A. A. Eficiência de estação de tratamento de esgoto doméstico visando reuso agrícola. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté , v. 10, n. 3, p. 587-597, Sept. 2015a . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2015000300587&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2015000300587&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04/01/2016.

SOUZA, E. R., NASCIMENTO, C. W. A., FREIRE, M. B. G. S., GOMES FILHO, E., LACERDA, C. F. **Fisiologia da tolerância de plantas à salinidade**. In.: NASCIMENTO, C. W. A.; SOUZA JUNIOR, V. S.; FREIRE, M. B. G. S.; SOUZA, E. R. (Org.) Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2015b. v.9 p.212-240.

VALENTIN, M. A. A. **Uso de leitos cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado**, 1999. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

VARALLO, A.; CARVALHO, L.; SANTORO, B. L.; SOUZA, C. F. Alterações nos atributos de um Latossolo Vermelho-amarelo irrigado com água de reúso. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 14, n. 4, p. 372-377, Abril. 2010 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662010000400005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000400005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04/01/2016.

VILLAFANE, R. Calificación de los suelos por sales y dispersion por sodio y su aplicacion en la evaluacion de tierras. **Agron. Trop.** 50: 645-658. 2000.

VILLAFANE, R. Tolerancia a la salinidad y al sodio de seis variedades de cana de azucar en Venezuela. **Agron. Trop.** 46: 85-99. 1996..

VILLAFANE, R.. **Evaluación de cuatro gramíneas forrajeras como recuperadoras de un suelo salino-sódico**. 1988. Trabajo de Grado (Maestría -Ciencia del Suelo), Universidad Central de Venezuela. Caracas. 1988.

VILLAFANE, R.; ABARCA, O.; ASPURUA, M.; RUIZ, T.; UGARTE, Y J. Distribucion espacial de los suelos de Quibor y su relacion con las limitaciones del drenaje y la calidad de agua. **Bioagro** 11(2): 43-50. 1999.

VILLAFANE, R.; GUARISMA, Y. R.. Propuesta para calificar y manejar el agua de riego segun su salinidad. **Agron. Trop.** 48: 251-273. 1998.

WOOD, A. Constructed wetlands in water pollution control: fundamentals to their understanding. **Water Science and Tecnology**, Great Britain, IAWQ, v. 32, n.º 3, p.21-29, 1995.