

## UTILIZAÇÃO DO CAPIM VETIVER NA REMOÇÃO DE NUTRIENTES DO ESGOTO DOMÉSTICO

### Fernando Ernesto Ucker

Doutorando em Agronomia/UFG. Departamento de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. ([ferucker@gmail.com](mailto:ferucker@gmail.com))

### Rogério de Araújo Almeida

Doutorado em Agronomia/UFG. Departamento de Engenharia Rural da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. ([rogerioufg@gmail.com](mailto:rogerioufg@gmail.com))

### Resumo

O presente artigo tem como objetivo avaliar a eficiência do capim Vetiver na remoção de nutrientes presentes no esgoto doméstico. O experimento foi realizado na Estação de Pesquisas em Tratamento de Esgotos com Plantas, localizada na Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia, em Goiânia-GO. A unidade experimental possui doze módulos de tratamento, preenchidos com camadas sobrepostas de substrato. Seis módulos foram vegetados com o capim Vetiver e seis módulos permaneceram sem planta. Por um período de 200 dias, coletaram-se amostras do esgoto antes e após o tratamento e foram analisadas para determinação de nitrogênio amoniacal e fósforo total, e para cálculo da eficiência em sua remoção, considerando-se as taxas de evapotranspiração. Os resultados foram submetidos aos testes F e de Tukey, a 5% de probabilidade. O tratamento com a presença da planta e nível de esgoto H<sub>1</sub> apresentou eficiência mais elevada na remoção da carga de nutrientes, sendo de 90,5% para fósforo total e 93,9% para nitrogênio amoniacal.

**Palavras-chave:** *wetlands*, alagados construídos, remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo total.

### Abstract

The present article has as aim to evaluate the efficiency of Vetiver grass in removing nutrients present in wastewater. The experiment was conducted at the Research Station for Sewage Treatment Plants, located in Sewage Treatment Plant, Goiania-GO. The experimental unit is composed of twelve treatment modules, filled with superposed layers of substrate. Six modules were vegetated with Vetiver grass and six modules remained without plants. For a period of 200 days, samples were collected from sewage before and after treatment and analyzed for the determination of ammonia nitrogen and total phosphorus, and calculation of efficiency in their removal, considering the rates of evapotranspiration. The results were subjected to F tests and Tukey at 5% probability. The treatment of the plant with the presence and level of sewage H<sub>1</sub> showed higher efficiency in removing the nutrients load, and 90.5% for total phosphorus and 93.9% for ammonia.

**Keywords:** *wetlands*, constructed wetlands, ammonia nitrogen and total phosphorus removal.

## INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado da população mundial, juntamente com o uso inadequado da água, contribui para a contaminação de mananciais, tornando a água um bem cada dia mais valioso. A exploração intensiva dos já limitados recursos hídricos nas atividades de produção e consumo está degradando-os. Diante disso, é premente a necessidade de se reduzir a contaminação hídrica, assim como de se buscar alternativas social e economicamente viáveis para o tratamento e reutilização dos efluentes gerados pela população.

Segundo Almeida (2005), o investimento em saneamento traz grandes benefícios ao Estado, dentre eles, a melhoria da saúde da população e a redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças de veiculação hídrica. Adicionalmente, há diminuição dos custos do tratamento de água para abastecimento, eliminação da poluição estética/visual, desenvolvimento do turismo e conservação ambiental.

Uma alternativa de minimização dos impactos ambientais causados pelos esgotos domésticos é o uso de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), que possuem a principal função de, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, remover os contaminantes presentes no esgoto, devolvendo ao meio ambiente um efluente em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental vigente.

Porém, apesar de serem conhecidos inúmeros sistemas para realizar o tratamento de esgoto doméstico, uma estação de tratamento nem sempre é viável economicamente. Esta realidade exige que novos sistemas sejam urgentemente estudados e implementados, a fim de obter-se uma tecnologia capaz de relacionar, de forma favorável, o custo/benefício, tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade.

Entre as soluções mais atrativas encontradas evidenciam-se aqueles tratamentos que simulam os fenômenos que ocorrem espontaneamente na natureza, como os verificados nos brejos, em que espécies vegetais purificam as águas. O tratamento de efluentes pelo sistema de alagados construídos constitui

uma opção reconhecida e recomendada, sendo efetivo na redução da matéria orgânica, na assimilação de nutrientes de plantas e retenção ou eliminação de substâncias tóxicas que, de outra maneira, seriam lançadas no meio ambiente (ARIAS; BRIX, 2003).

Neste sentido, um grande campo de pesquisas está se consolidando no País, o chamado sistema de tratamento de esgotos por alagados construídos, onde há a inserção de plantas que, com a ação conjunta de microrganismos e a interação com o substrato, realizam a degradação da matéria orgânica por meio da liberação de oxigênio por suas raízes, além da fixação de nutrientes por plantas e microrganismos.

No mundo inteiro, segundo Costa (2004), o sistema mais utilizado é com fluxo sub-superficial, o qual tem a capacidade de remover elevadas concentrações de nitrogênio, fósforo e metais pesados, devido aos vários processos que ocorrem no substrato, incluindo adsorção e filtração. Carbono, nitrogênio e fósforo são reciclados dentro do sistema pela combinação de diferentes processos, sendo que, em alguns casos, o principal deles é a absorção pela planta.

O sistema de tratamento de alagados construídos, também conhecido como *wetlands*, zona de raízes (PITALUGA, 2011), leitos cultivados (QUEGE, 2011), entre outros, possui vantagens promissoras que podem fazer com que esta técnica seja muito adotada, devido ao seu baixo custo de implantação e manutenção, ao pouco consumo de energia elétrica, além da produção de um efluente de boa qualidade.

No âmbito do estado de Goiás, algumas plantas já foram avaliadas nesse sistema de tratamento. Almeida (2005) utilizou o Lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium* J. König), a Conta-de-lágrima (*Coix lacryma-jobi* L.), a Taboa (*Typha angustifolia* L.) e o Capim-de-Angola (*Urochloa mutica* (Forssk.) T. Q. Nguyen). Abrantes (2009) utilizou a Taboa e o Caniço (*Phragmites australis*). Já Mendonça (2010) utilizou as espécies de bambu *Guada angustifolia* Kunth, *Guada chacoensis* e *Dendrocalamus giganteus* Munro. Recentemente, Pitaluga (2011) avaliou três tipos de substratos no sistema de alagados construídos vegetados com Lírio-do-brejo, e Quege (2011)

estudou a eficiência de três espécies de bambu (*Guadua angustifolia*, *Phyllostachys aurea* e *Phyllostachys bambusoides*) no tratamento do esgoto doméstico.

Em vários países do mundo, tem sido utilizada outra planta, de sistema radicular profundo e abundante, bastante resistente a variações climáticas e tolerante à contaminantes. Trata-se do capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash), já utilizado no Brasil na vegetação de encostas com o objetivo de controlar processos erosivos (OROZCO, 2009).

A planta *Vetiveria zizanioides* é muito utilizada em países como China, Tailândia e Austrália, trazendo benefícios durante a etapa de tratamento do esgoto e, também, após, quando algumas de suas partes podem gerar renda para a população, como na fabricação de materiais de construção, artesanato e, até, perfumes. Assim, tal planta pode se constituir em uma opção para o tratamento de esgotos domésticos também no Brasil.

Com base no exposto, o objetivo do experimento realizado e apresentado no presente artigo foi o de avaliar a eficiência do capim Vetiver na remoção de nutrientes presentes em água residuárias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação de Pesquisas em Tratamento de Esgotos por Plantas (EPTEP), da Universidade Federal de Goiás (UFG), localizada em área da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Samambaia, que é operada pela empresa estatal Saneamento de Goiás S.A. (Saneago), no município de Goiânia –

Goiás. Situada na latitude 16°36' Sul e longitude 49°17' Oeste, a ETE encontra-se no Campus II da UFG e realiza o tratamento do esgoto produzido unicamente nesse campus universitário.

A unidade experimental possui doze módulos de tratamento (Figura 1), cada um deles constituído por uma caixa em fibra de cimento amianto, da marca comercial Eternit, com altura de 0,73m e volume total de 1,0m<sup>3</sup>. As caixas foram dispostas na superfície do solo, equidistantes 1,0m uma das outras.

Cada módulo foi preenchido com a mesma altura e tipo de substrato: no fundo colocou-se 0,15m de brita # 3, na sequência 0,10m de brita # 1, 0,20m de areia, 0,05m de brita # 1. Em cada módulo deixou-se uma borda livre de 0,23m, destinada a evitar o transbordamento do esgoto aplicado ou das águas de chuva. Então, a camada total de substrato foi de 0,50m.

Em cada módulo, um tubo de PVC de 16mm de diâmetro foi instalado para a aplicação do esgoto, proveniente da entrada da lagoa facultativa. Na camada mais profunda (composta pela brita # 3), foi posicionado um tubo de drenagem (de PVC), com 50mm de diâmetro, destinado para a coleta do efluente e sua condução para fora da caixa. Na parte externa do tubo de drenagem, foi adaptada uma união soldável, um joelho de 90° e um tubo de PVC com 0,60m de comprimento, posicionado na vertical ou diagonal (dependendo do nível interno de esgoto desejado para o módulo). No experimento, utilizou-se o sistema de tratamento do tipo alagados construídos, de fluxo sub-superficial vertical descendente.

Figura 1 - Vista geral dos doze módulos de tratamento do sistema de tratamento de esgoto por alagados construídos, em 15 de dezembro de 2011 (198 dias após o início da aplicação do esgoto).



Fonte: elaborada pelo autor

A 0,15m da parte inferior do tubo de 0,60m, foi instalada uma torneira e, na parte superior do tubo, um “T” com redução para 25mm e uma mangueira. O registro possibilita a coleta de amostras de esgoto tratado, para análises. A mangueira destina-se à drenagem do efluente e à manutenção do nível interno de esgoto dentro do reservatório de tratamento, o que é determinado pelo posicionamento do “T”.

Após passar pela unidade de tratamento, o esgoto escoar pela mangueira de drenagem para a rede coletora (tubo PVC de 100mm de diâmetro) que conduz o efluente dos doze módulos de tratamento para um novo reservatório, de onde o

efluente é bombeado de volta à lagoa facultativa.

Os tratamentos utilizados na pesquisa correspondem a uma combinação da presença ou ausência do capim Vetiver com um dos dois níveis de manutenção do esgoto dentro do módulo de tratamento, totalizando quatro tratamentos. A posição de cada tratamento foi definida aleatoriamente, mediante sorteio, com três repetições (Quadro 1).

Seis módulos de tratamento foram plantados com o capim Vetiver, numa população de sete mudas em cada um. Os outros seis módulos permaneceram sem plantas, com o objetivo de servirem como tratamento testemunha.

Quadro 1 - Tratamentos utilizados na avaliação da eficiência do capim Vetiver no tratamento de esgoto sanitário

Tratamento	Descrição dos tratamentos	Sigla	Módulos
Tratamento 1	Módulo de tratamento com a presença da planta + nível de esgoto H <sub>1</sub>	VH <sub>1</sub>	1, 4 e 11
Tratamento 2	Módulo de tratamento com a presença da planta + nível de esgoto H <sub>2</sub>	VH <sub>2</sub>	2, 5 e 12
Tratamento 3	Módulo de tratamento com a ausência da planta + nível de esgoto H <sub>1</sub>	SH <sub>1</sub>	3, 7 e 9
Tratamento 4	Módulo de tratamento com a ausência da planta + nível de esgoto H <sub>2</sub>	SH <sub>2</sub>	6, 8 e 10

Fonte: elaborada pelo autor.

O esgoto no interior dos módulos de tratamento foi mantido nas posições H1 ou H2, mediante o posicionamento do tubo externo de drenagem. A altura H1 significou um nível de esgoto dentro dos módulos de tratamento mantido a 0,05m abaixo da superfície do substrato (preenchendo os substratos de areia lavada, brita # 1 e brita # 3, ou seja, 0,45m a partir do fundo do módulo de tratamento). Já a altura H2 significou um nível de esgoto dentro dos módulos de tratamento mantido a 0,25m abaixo da superfície (não mais preenchendo a camada de areia lavada, mas apenas as camadas inferiores de britas # 1 e # 3, ou seja, 0,25m a partir do fundo do módulo de tratamento) (Figura 2).

O meio filtrante foi submetido a períodos curtos de alimentação seguidos por períodos elevados de descanso (a aplicação de esgoto nos módulos se deu três vezes ao dia, as 7h00min, 12h00min e 17h00min, por períodos de 14 minutos para cada aplicação, resultando em um volume de 74L diários de esgoto, subdividido nas três aplicações, em intervalos de 15 dias), fazendo com que o substrato acima do nível interno de esgoto permanecesse não saturado a maior parte do tempo, com o objetivo de favorecer a nitrificação e a oxidação dos contaminantes presentes no esgoto e retidos nessa camada. Foram utilizadas mudas de capim Vetiver cultivadas em sacos plásticos, provenientes da divisão da touceira da planta mãe (presente na EPTEP), as quais foram transplantadas na primeira semana de janeiro de 2011, sendo inseridas nos primeiros 0,10m da areia lavada, logo abaixo da camada superior de brita # 1.

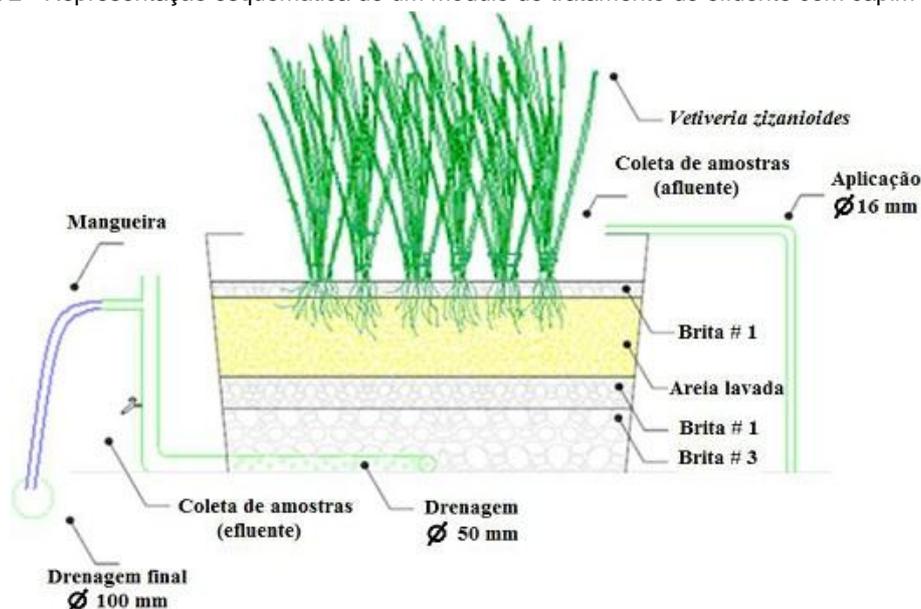
Durante o período inicial de desenvolvimento das plantas, não foi realizada a irrigação dos módulos com o esgoto proveniente da lagoa facultativa, sendo a umidade mantida pela precipitação pluvial até o enraizamento das mudas. A aplicação de esgoto teve início no dia 01 de junho de 2011, após vinte semanas do transplante das mudas para os módulos de tratamento.

O esgoto submetido aos tratamentos foi bombeado diretamente da parte inicial da lagoa facultativa da ETE Samambaia e conduzido aos módulos de tratamento por meio de tubo de PVC com diâmetro de 50mm. O esgoto era bombeado por uma bomba centrífuga, de rotor semiaberto, com acionamento controlado por um temporizador eletrônico (timer digital).

No período entre julho e dezembro de 2011, foram coletadas amostras do esgoto, antes e após passar pelos módulos de tratamento, totalizando nove amostragens. Avaliaram-se os nutrientes nitrogênio amoniacal e fósforo total, conforme métodos descritos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WPCF, 1998).

As eficiências na remoção dos nutrientes foram calculadas considerando-se as taxas de evapotranspiração observadas, conforme sugerido por Almeida e Ucker (2011). Os resultados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e ao teste de médias (Tukey), com 5% de probabilidade, utilizando a ferramenta SAS (*Statistical Analysis System*).

Figura 2 - Representação esquemática de um módulo de tratamento de efluente com capim Vetiver.



Fonte: elaborada pelo autor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das concentrações de nitrogênio amoniacal e fósforo total no afluente e no efluente, e as eficiências percentuais de sua remoção pelo sistema de tratamento são apresentados na Tabela 1.

A remoção de fósforo foi de 90,5% para VH<sub>1</sub> e de 70,2% para VH<sub>2</sub>, os quais diferiram estatisticamente entre si. Nos módulos sem a presença da planta, os valores foram mais baixos, com 44,3% de remoção nos módulos de tratamento SH<sub>1</sub> e 44,6% de remoção nos módulos SH<sub>2</sub> (Figura 3), os quais, também, não diferiram

estatisticamente entre si, mas diferiram dos demais tratamentos. Assim, o nível de esgoto dentro dos módulos influenciou no resultado do tratamento onde havia a presença de plantas.

A eficiência de remoção de fósforo dos módulos VH<sub>1</sub> manteve-se praticamente constante durante todo o experimento. Já o módulo VH<sub>2</sub> alternou eficiências altas, como aos 72 dias após o início da aplicação de esgoto, e baixas. Já os módulos SH<sub>1</sub> e SH<sub>2</sub> tiveram um comportamento bem diferente dos demais, com uma queda brusca na eficiência de remoção do fósforo a partir do dia 72, porém com ponto de elevação aos 169 dias.

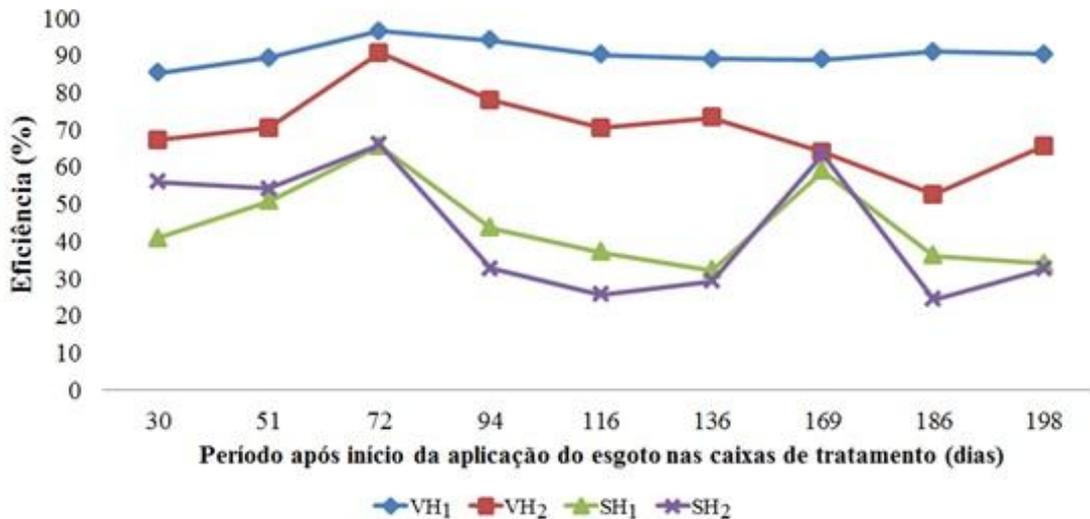
Tabela 1 - Valores médios das concentrações de fósforo total e nitrogênio amoniacal no afluente e efluente, e das eficiências percentuais de sua remoção pelo sistema de tratamento com plantas

Tratamento <sup>4</sup>	Fósforo Total			Nitrogênio Amoniacal		
	Afluente <sup>1</sup>	Efluente <sup>2</sup>	Ef. <sup>3</sup>	Afluente <sup>1</sup>	Efluente <sup>2</sup>	Ef. <sup>3</sup>
VH <sub>1</sub>	4,9	1,1	90,5 a	15,0	2,2	93,9 a
VH <sub>2</sub>		1,9	70,2 b		5,3	73,7 b
SH <sub>1</sub>		3,0	44,3 c		9,6	42,1 c
SH <sub>2</sub>		3,0	44,6 c		9,0	43,0 c
C.V. (%)			14,3			12,4

<sup>1</sup> Valor médio de fósforo total e nitrogênio amoniacal (mg L<sup>-1</sup>) na entrada da lagoa facultativa; <sup>2</sup> Valor de fósforo total e nitrogênio amoniacal (mg L<sup>-1</sup>) após passar pelo sistema de tratamento; <sup>3</sup> Eficiência percentual: Ef(%)=100[(Ce x Ve) - (Cs x Vs)] / (Ce x Ve); em que: Ce: concentração do atributo de entrada no sistema; Ve: volume de esgoto na entrada do sistema; Cs: concentração do atributo de saída no sistema; Vs: volume de esgoto na saída do sistema; <sup>4</sup> Tratamento: VH<sub>1</sub>: Capim Vetiver e altura de esgoto H<sub>1</sub>; VH<sub>2</sub>: Capim Vetiver e altura de esgoto H<sub>2</sub>; SH<sub>1</sub>: Testemunho e altura de esgoto H<sub>1</sub>; SH<sub>2</sub>: Testemunho e altura de esgoto H<sub>2</sub>.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 3 - Evolução da eficiência percentual na remoção do fósforo total nos módulos de tratamento de esgoto ao longo do tempo. VH<sub>1</sub>: Módulo de tratamento com capim Vetiver e nível de esgoto H<sub>1</sub>; VH<sub>2</sub>: Módulo com capim Vetiver e nível de esgoto H<sub>2</sub>; SH<sub>1</sub>: Módulo apenas com substrato e nível de esgoto H<sub>1</sub>; SH<sub>2</sub>: Módulo apenas com substrato e nível de esgoto H<sub>2</sub>.



Fonte: elaborada pelo autor.

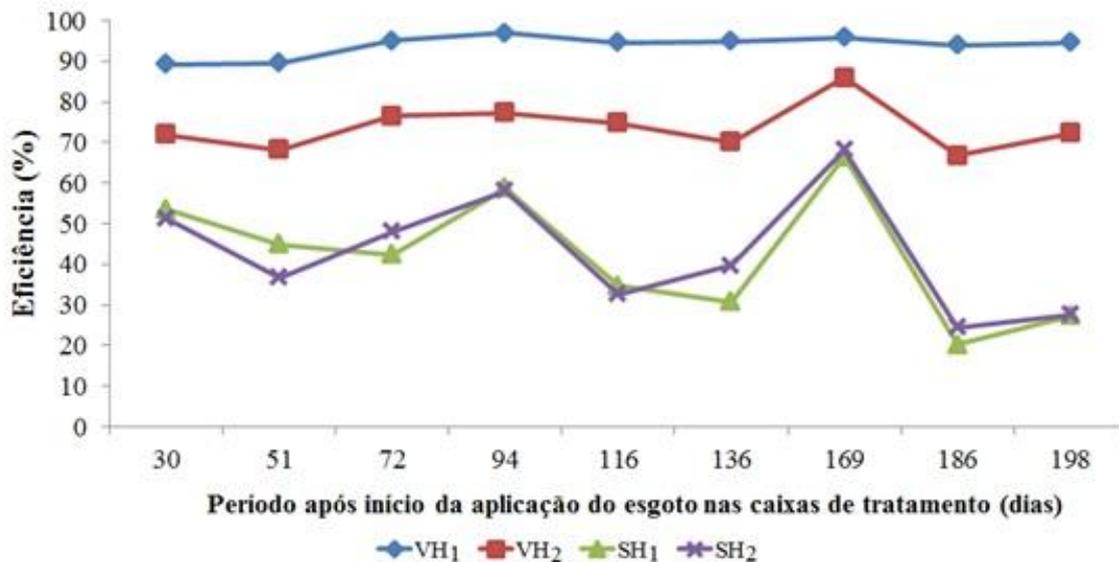
Segundo Moortel *et al.* (2009), a liberação de oxigênio pelas raízes pode aumentar a capacidade de adsorção do fósforo por meio dos substratos, o que pode ter influenciado os sistemas de tratamento com plantas terem uma eficiência de remoção maior do que os sistemas sem a presença das plantas. Meira *et al.* (2001) destacam que em alagados construídos, com brita e areia como substrato, os principais mecanismos para remoção de fósforo são a sedimentação e a precipitação, uma vez que tais materiais têm baixa capacidade de adsorção e a exportação do fósforo do sistema ocorre devido à absorção pela vegetação.

A eficiência média percentual obtida na remoção do nitrogênio amoniacal foi de 93,9% para VH<sub>1</sub>, e de 73,7% para VH<sub>2</sub>. Nos módulos SH<sub>1</sub>, houve remoção de 42,1% do nitrogênio amoniacal presente e, nos módulos SH<sub>2</sub>, houve remoção de 43,0% (Figura 4). Estatisticamente, os módulos

com planta diferiram entre si, e diferiram também dos módulos sem a presença da planta, os quais, por sua vez, não diferiram entre si. Os resultados apresentados mostram uma superioridade dos módulos vegetados com o Capim Vetiver e com nível maior de esgoto.

Observa-se que os módulos de tratamento VH<sub>1</sub> mostraram grande potencialidade para remoção de nitrogênio amoniacal, pois, além da remoção média final acima de 90%, observou-se um comportamento praticamente constante durante todo o experimento (Figura 4). Os módulos VH<sub>2</sub>, com menor nível de esgoto, apresentaram pequenas variações na remoção do atributo. Já os módulos sem a presença da planta mostraram grandes oscilações na remoção do nitrogênio amoniacal ao longo do experimento.

Figura 4 - Evolução da eficiência percentual na remoção do nitrogênio amoniacal nos módulos de tratamento de esgoto ao longo do tempo. VH<sub>1</sub>: Módulo de tratamento com capim Vetiver e nível de esgoto H<sub>1</sub>; VH<sub>2</sub>: Módulo com capim Vetiver e nível de esgoto H<sub>2</sub>; SH<sub>1</sub>: Módulo apenas com substrato e nível de esgoto H<sub>1</sub>; SH<sub>2</sub>: Módulo apenas com substrato e nível de esgoto H<sub>2</sub>.



Fonte: elaborada pelo autor.

Kadlec e Knight (1996) atentam para os diferentes processos de remoção do nitrogênio amoniacal da fração líquida nos sistemas de tratamento por alagados construídos, destacando a incorporação na biomassa vegetal, a adsorção ao material filtrante e, com mais ênfase, a nitrificação seguida da desnitrificação.

Estudos com a planta *Vetiveria zizanioides* comprovam sua eficiência na remoção de nitrogênio do esgoto doméstico. Segundo Cull *et al.* (2000), pesquisas pela Ásia mostram que o capim Vetiver tem uma rápida, constante e alta capacidade na remoção de nutrientes como nitrogênio e fósforo, além de grandes quantidades de agroquímicos e metais pesados.

## CONCLUSÃO

O sistema de tratamento do tipo alagados construídos, de fluxo sub-superficial vertical descendente, vegetado com capim Vetiver, no experimento realizado com esgoto gerado em uma unidade universitária, mostrou-se eficiente na remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo total.

O experimento também mostrou que os módulos de tratamento com a presença do capim Vetiver e nível de esgoto H<sub>1</sub> (5cm abaixo da

superfície do substrato) foram superiores (remoção de 90,5% de fósforo total e 93,9% de nitrogênio) aos demais tratamentos.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, L. L. M. *Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos utilizando Typha angustifolia e Phragmites australis*. 2009. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

ALMEIDA, R. A. *Substratos e plantas no tratamento de esgoto por zona de raízes*. 2005. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

ALMEIDA, R.A.; UCKER, F.E. Considerando a evapotranspiração no cálculo de eficiência de estações de tratamento de esgoto com plantas. *Revista Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 4, p. 39-45, 2011.

APHA; AWWA; WPCF. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 20 ed. Washington D.C., 1998.

ARIAS, C.A.; BRIX, H. Humedales artificiales para el tratamiento de águas residuales. *Revista Ciência e Ingeniería Neogranadina*, Bogotá, Colombia, v. 13, p. 17-24, 2003.

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. 102f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CULL, R.H.; HUNTER, H.; HUNTER, M.; TRUONG, P. *Application of Vetiver Grass Technology in off-site pollution control*. 2000. Disponível em: <[http://www.vetiver.org/AUS\\_wetlands.htm](http://www.vetiver.org/AUS_wetlands.htm)>. Acesso em: 25 jun. 2013.

KADLEC, R.H.; KNIGHT, R.L. *Treatment wetlands*. Boca Raton, Florida: Lewis Publishers, 1996. 893p.

MEIRA, C.; CEBALLOS, B.S.O.; SOUZA, J.T.; KONIG, A. *Wetlands vegetados no polimento de águas superficiais poluídas: primeiros resultados*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXI., 2001, João Pessoa. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2001. 1 CD-ROM.

MENDONÇA, E. A. *Disposição de efluente de tratamento de esgoto industrial em solo vegetado com bambu*. 2010. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MOORTEL, A.M.K.V.; ROUSSEAU, D.P.L.; TACK, F.M.G.; PAUW, N.D. A comparative study of surface and subsurface flow constructed wetlands for treatment of combined sewer overflows: A greenhouse experiment. *Ecological Engineering*, v. 35, p. 175-183, 2009.

OROZCO, M.M.D. *Caracterização da gramínea Vetiveria zizanioides para aplicação na recuperação de áreas degradadas por erosão*. 2009. 96f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PITALUGA, D. P. S. *Avaliação de diferentes substratos no tratamento de esgoto sanitário por zona de raízes*. 2011. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

QUEGE, K. E. *Tratamento de esgoto sanitário pelo sistema zona de raízes utilizando plantas de bambu*. 2011. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.