

## UTILIZAÇÃO DE BAMBU NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO NO SISTEMA ZONA DE RAÍZES: REMOÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAICAL

**Karina Eliane Quege**<sup>(1)</sup>

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás (UCG). Especialista em Métodos e técnicas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos e líquidos pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

**Rogério de Araújo Almeida**<sup>(2)</sup>

Professor orientador possui graduação (1988), mestrado (1999) e doutorado (2005) em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua 54, 450 – Jardim Goiás - Goiânia - GO - CEP: 74810-220 - Brasil - Tel: (62) 3088-1959 - e-mail: karinaequege@gmail.com

### RESUMO

Existem diversas formas de tratamento de resíduos líquidos. Alguns são onerosos quanto à manutenção, mas há processos que são mantidos com menor custo e boa eficiência, como os sistemas de zonas de raízes que utilizam plantas sendo considerada uma tecnologia alternativa que emprega vários benefícios em relação a alguns sistemas convencionais. Tal sistema apresenta-se como uma solução resolutive para o tratamento de efluentes e associa a beleza das plantas com o bom desempenho.

Este trabalho busca realizar o tratamento de esgoto de forma efetiva e segura, do ponto de vista sanitário e ambiental, com a utilização de um sistema de baixo custo de implantação, manutenção e operação com métodos que visam diminuir o impacto ambiental atendendo a legislação na qualidade dos efluentes.

Essa pesquisa quer avaliar a eficiência de três espécies de bambu (*Guadua angustifolia*, *Phyllostachys aurea*, *Phyllostachys bambusoides*) no tratamento do esgoto sanitário, mediante caracterização do afluente e efluente em relação ao nitrogênio amoniacal num sistema de tratamento por meio de zonas de raízes de fluxo subsuperficial vertical descendente.

O nitrogênio amoniacal do afluente do sistema de tratamento foi de 40,0. A eficiência média na sua remoção foi superior a 44% para todos os tratamentos. O testemunha em que o módulo de tratamento é preenchido apenas com solo obteve remoção de 45,2% para remoção do nitrogênio amoniacal. O módulo com a espécie *Phyllostachys aurea* obteve a menor eficiência (44,7%) e o módulo com a espécie *Phyllostachys bambusoides* obteve a maior eficiência (47%).

Os resultados obtidos sugerem que a eficiência do solo (latossolo vermelho) na remoção do nitrogênio amoniacal do esgoto sanitário, num sistema de tratamento do tipo zona de raízes de fluxo subsuperficial vertical descendente é pouco influenciada pela presença das espécies de bambu *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys bambusoides*.

Palavras-Chave: Nitrogênio amoniacal, Zona de raízes, Efluentes, Saneamento.

### ABSTRACT

Different forms of treatment of liquid residues. Some are onerous how much to the maintenance, but it has processes that lesser cost and good efficiency are kept with, as the systems of zones of roots that use plants being considered an alternative technology that uses some benefits in relation to some conventional systems. Such system is presented as a good solution for the treatment of effluent and associates the beauty of the plants with the great performance. This work searches to carry through the treatment of form sewer accomplishes and insurance, of the sanitary and ambient point of view, with the use of a system of low cost of implantation, maintenance and operation with methods that they aim at to diminish the ambient impact taking care of the legislation in the quality of the effluent ones. This research wants to evaluate the efficiency of three species of bamboo (*Guadua angustifolia*, *Phyllostachys aurea*, *Phyllostachys bambusoides*) in the treatment of the sanitary sewer, by means of characterization of the effluent tributary and in relation to ammoniac nitrogen in a system of treatment by means of zones of roots of subsurface flow vertical descendant. The ammoniac nitrogen of the tributary of the treatment system was of 40,0. The average efficiency in its removal was superior 44% for all the treatments. The witness where the treatment module is filled only with ground got removal of 45,2% for removal of ammoniac nitrogen. The module with the *Phyllostachys aurea* species got lesser efficiency (44.7%) and the module with the *Phyllostachys bambusoides* species got the biggest efficiency (47%). The gotten results suggest that the efficiency of the ground (latossolo vermelho) in the removal of ammoniac nitrogen of the sanitary sewer, in a system of treatment of the type zone of roots of subsurface flow vertical descendant little is influenced by the presence of the species of bamboo *Guadua angustifolia* and *Phyllostachys bambusoides*.

Keywords: Ammoniac nitrogen, Zone of roots, Effluent, Sanitation.

## INTRODUÇÃO

Existem diversas formas de tratamento de resíduos líquidos. Alguns são onerosos quanto à manutenção, mas há processos que são mantidos com menor custo e boa eficiência, como os sistemas de zonas de raízes que utilizam plantas sendo considerada uma tecnologia alternativa que emprega vários benefícios em relação a alguns sistemas convencionais. Tal sistema apresenta-se como uma solução resolutiva para o tratamento de efluentes e associa a beleza das plantas com o bom desempenho.

Os sistemas de zonas de raízes são tratamentos promissores, pois sua implantação e manutenção são simples: se tratam de processos naturais, onde os recursos se encontram disponíveis na própria região; há redução da mecanização e da mão-de-obra qualificada; é econômico de fácil gerenciamento e sendo incorporada a paisagem local (ZANELLA, 2008). Esses sistemas podem ser implantados no mesmo local onde o esgoto é produzido, podem ser operados por pessoas de baixa escolaridade, possuem baixo custo energético, são mais flexíveis e menos susceptíveis a variações nas taxas de aplicação do esgoto (BRIX, 1987). São ditos sistemas naturais, pois baseiam na capacidade de ciclagem de elementos contidos na água residuária sem fornecimento de qualquer fonte de energia para acelerar os processos biogeoquímicos, os quais ocorrem de forma espontânea (OLIJNYK et al., 2007).

Este trabalho busca realizar o tratamento de esgoto de forma efetiva e segura, do ponto de vista sanitário e ambiental, com a utilização de um sistema de baixo custo de implantação, manutenção e operação com métodos que visam diminuir o impacto ambiental atendendo a legislação na qualidade dos efluentes.

O sistema de tratamento com utilização de plantas aplicado numa região de clima tropical contribuirá para o alcance de eficiências desejáveis ao tratamento de águas residuárias e favorece o desenvolvimento sustentável na região do ponto de vista econômico, ambiental e social. Essa pesquisa busca adquirir conhecimento à respeito do funcionamento e desempenho de leitos para tratamento do efluente por meio de zonas de raízes com a utilização de espécies de bambu.

Esse trabalho pretende avaliar a eficiência de três espécies de bambu (*Guadua angustifolia*, *Phyllostachys aurea*, *Phyllostachys bambusoides*) no tratamento do esgoto sanitário, mediante caracterização do afluente e efluente em relação ao nitrogênio amoniacal num sistema de tratamento por meio de zonas de raízes de fluxo subsuperficial vertical descendente.

A planta adotada, neste estudo o bambu, deve tolerar áreas saturadas e o fluxo constante de poluentes. Devem ser preferidas espécies nativas locais devido à maior facilidade de adaptação. As espécies vegetais podem ser usadas somente se já foram introduzidas na região. Também é interessante o uso de espécies com interesse comercial e ornamental (ZANELLA, 2008).

Os benefícios da vegetação no tratamento de efluentes podem ser assim citados: estético; controle de odor e de insetos; tratamento de efluente pela absorção de diversos elementos químicos, como nitrogênio e fósforo (VALENTIM, 2003). O sucesso do tratamento vai além do baixo custo, há muitas possibilidades de reciclagem da biomassa produzida podendo ser utilizada como: fertilizante, ração animal, geração de energia (biogás ou queima direta), fabricação de papel, extração de proteínas para uso em rações, extração de substâncias quimicamente ativas de suas raízes para uso como estimulante de crescimento de plantas, etc. (DINARDI et al., 2003).

O Quadro 1 apresenta algumas das principais funções das macrófitas em sistema de zonas de raízes.

**Quadro 1** Resumo das principais funções das macrófitas em sistemas de tratamento por meio de zonas de raízes.

REGIÕES DAS MACRÓFITAS	FUNÇÕES NO PROCESSO DE TRATAMENTO
Tecido vegetal aéreo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Armazenamento de nutrientes</li><li>• Atenua a luminosidade reduzindo o crescimento do fitoplâncton.</li><li>• Melhora aparência estética do sistema.</li></ul>
Tecido vegetal no líquido	<ul style="list-style-type: none"><li>• Absorção de nutrientes.</li><li>• Liberação do oxigênio fotossintético auxiliando a degradação aeróbica.</li><li>• Proporciona superfície para biofilmes.</li><li>• Reduz a velocidade da corrente aumentando a taxa de sedimentação, reduz o risco de resuspensão.</li></ul>
Raiz e rizomas no sedimento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Absorção de nutrientes.</li><li>• Estabiliza a superfície do sedimento diminuindo a erosão.</li><li>• Liberação de antibióticos (toxinas).</li><li>• Possibilita a degradação (e nitrificação) pelo acréscimo de oxigênio.</li><li>• Previne em média a colmatação (entupimento) em leitos de fluxo vertical.</li></ul>

Fonte: Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? (BRIX, 1997).

### **Bambu (*Phyllostachys bambusoides*; *Phyllostachys aurea*; *Guadua angustifolia*)**

Bambu é usado para designar o grupo taxonômico das gramíneas (família Poacea, subfamília bambusoideae) que corresponde 90 gêneros e 1.250 espécies distribuídos em todos continentes, com exceção da Europa. Adaptam-se bem a regiões tropicais, preferindo "habitats" húmidos e quentes. Bambu é considerado uma planta de valor econômico e ecológico. Pode ser usado em: paisagismo; jardinagem; alimento (broto de bambu); produção de celulose e papel na indústria química; construção civil (BARROS, 2007). Os colmos são usados para geração de energia, carvão, briquetes, carvão ativado (BRITO; TOMAZELLO; SALGADO, 1987).

As folhas das gramíneas possuem esclerênquima bastante desenvolvido. As fibras aparecem comumente em placas longitudinais que se estendem aos feixes vasculares maiores em direção a epiderme (ESAU, 1974).

O bambu é utilizado no tratamento com zonas de raízes sendo colocado como meio suporte. A utilização de anéis de bambu como meio suporte pode facilitar a utilização em áreas rurais, já que o bambu é facilmente encontrado em todo território nacional (ZANELLA, 2008).

O bambu apresenta algumas vantagens em relação às plantas aquáticas tradicionais como: baixa densidade para plantação; mantém verde por todo ano, não resseca; menor manutenção (DE VOS, 2004).

A biomassa agrícola geradas em sistemas de tratamento de esgoto pode ser aproveitada de várias formas: geração de renda, construções civis, artesanato.

*Phyllostachys bambusoides* (bambu-largo, bambu-mirim) é uma espécie forte e resistente a pragas, e ocorre em grande número no Brasil (Figura 1).



**Figura 1** Foto da espécie *Phyllostachys bambusoides*

*Phyllostachys aurea* (bambu - amarelo, bambu - de - jardim, bambu - dourado, bambu - de - vara - de - pescar). Pertencem ao grupo Angiospermae, Família Gramineae (Poaceae). Rizomatoso, lenhoso, ereto, altura de 3 a 6 metros, originário da China e de folhagem ornamental. Folhas lanceoladas e perenes. Colmos rijos, ocos, achatados de um lado, em tons variados de amarelo, formando touceiras densas (Figura 2). Seu cultivo é a pleno sol em touceiras isoladas, maciços e em renques como cerca - viva. É bastante utilizado também em contenção de barrancos e voçorocas de erosão. Seus colmos retos, leves e flexíveis são muito utilizados por pescadores (daí a etimologia de um de seus nomes). Multiplica-se facilmente por divisão de touceira e em qualquer época do ano (LORENZI; SOUZA, 2001).



**Figura 2** Foto da espécie *Phyllostachys aurea*.

*Guadua angustifolia* adaptou-se bem ao clima tropical. Tem paredes espessas e ótima resistência. É utilizado na construção civil (Figura 3).



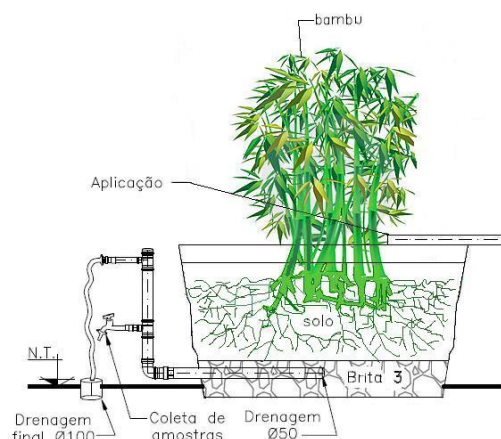
**Figura 3** Foto da espécie *Guadua angustifolia*.

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento está sendo conduzido na área da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Samambaia em Goiânia – Goiás que é operada pela Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO. A ETE fica situada no Campus II da Universidade Federal de Goiás – UFG e faz a captação e o tratamento do esgoto gerado pela universidade. O sistema de tratamento é composto por 12 (doze) tanques com capacidade volumétrica de 1000L que formaram zonas de raízes com fluxo vertical descendente. Esses tanques são de fibra de amianto com área de 1,45 m<sup>2</sup>. Cada tanque possui altura de 73 cm e foram preenchidos com brita n° 3 (26 cm) e latossolo vermelho distroférico de textura argilosa com 32 cm (altura útil total do tanque - 58 cm). A

distância entre o substrato até a borda superior é 15 cm, para evitar transbordamentos em função de acúmulo de águas de chuva ou aplicação do esgoto.

Cada caixa foi perfurada lateralmente, a 2 cm do fundo, para a instalação de um tubo de drenagem, destinado a coletar o esgoto tratado e conduzi-lo para fora da caixa. Sua parte interna é perfurada (tubo de PVC Ø 50 mm) e localiza-se em meio à camada de brita. Em sua parte externa foi adaptada uma união soldável, um joelho de 90º e um tubo de PVC (Ø 50 mm, 60 cm de comprimento, posicionado verticalmente) em cuja parte central foi conectado um pequeno registro de esfera e na extremidade superior um "T" com redução para 25 mm e uma mangueira. O registro possibilita a coleta de amostras de esgoto. A mangueira destina-se à drenagem do esgoto tratado e à manutenção do nível interno de esgoto dentro do módulo de tratamento, o que é determinado pelo posicionamento do "T". O nível foi mantido a cinco centímetros da superfície. Um esquema do módulo de tratamento é apresentado na Figura 4.



**Figura 4** Desenho esquemático de um dos módulos de tratamento da Estação de Pesquisas em Tratamento de Esgoto com Plantas – Eptep.

Dentro da lagoa facultativa foi posicionada uma motobomba centrífuga de rotor semi aberto. A bomba é acionada automaticamente e bombeia o esgoto até os módulos de tratamento. A aplicação dá-se no centro da superfície dos módulos, sendo a vazão controlada pelos tempos de aplicação e uniformizada pela regulagem de um registro de esfera existente no tubo de aplicação. O esgoto aplicado infiltra no solo descendo até a região de drenagem, de onde é conduzido para fora da caixa pelo tubo de drenagem. Todo esgoto drenado é direcionado a um reservatório com capacidade de 1.000 L de onde é bombeado de volta à lagoa facultativa por uma bomba automatizada por uma bóia de nível.

No dia 01 de fevereiro de 2010 foi realizado o plantio das mudas de bambu nos módulos de tratamento. Nove caixas foram plantadas com quatro mudas de bambu das espécies *Guadua angustifolia*, *Phyllostachys aurea* e *Phyllostachys bambusoides* (três caixas para cada uma das espécies) e três caixas não foram vegetadas, permanecendo como testemunhas. Não foi feita adubação de plantio e as plantas foram irrigadas com água do serviço de abastecimento público por um período de dois meses, para garantir o pegamento das mudas, antes da aplicação do esgoto.

A aplicação do esgoto iniciou-se no dia 30 de março de 2010. Foram aplicados 164 mm diários divididos em três aplicações, realizadas às 7, 12 e 17 horas, de segunda a sexta-feira. Não houve aplicações durante os finais de semana.

A taxa de aplicação foi calculada com base no tempo de detenção hidráulica e volume de vazios. Foi adotado um TDH inicial de 2,25 dias. Kadlec e Knight (1996) apud Olijnk et al. (2007) recomendam TDH variando de 2 a 4 dias, enquanto Wood (1995) apud Olijnk et al. (2007) recomenda de 2 a 7 dias. Abrantes (2009) recomenda TDH entre 5 a 10 dias visando obter melhores resultados na remoção de atributos em alagados em séries. Optou-se por iniciar a aplicação num TDH próximo do mínimo recomendado pela literatura e, após os resultados de eficiência, aumentar ou reduzir o TDH.

Para o cálculo da taxa de aplicação utilizou-se o volume de vazios do tanque (calculado pela Equação 1) (TONIATO et al., 2005).

$$TDH = Vu / Tap \quad (\text{Equação 1})$$

$$Tap = 369 / 2,25$$

$$Tap = 164$$

$$Tap = 164 / 3 \text{ (períodos)} \quad Tap = 54,7$$

Em que:

TDH: Tempo de detenção hidráulica, em dias

Vu: Volume útil, em L

Tap: Taxa de aplicação, em L m<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>

Assim, a aplicação foi realizada três vezes ao dia, às 7h00min, 12h00min e 17h00min, por um período de 31 minutos a cada aplicação, considerando a aplicação de um litro a cada 34 segundos de funcionamento da bomba.

Em 15/09/2010 o timer foi regulado para um período de 14 minutos a cada aplicação elevando o TDH para 5 dias e a vazão de  $0,03 \text{ L s}^{-1}$ .

Após trinta dias do início da aplicação do esgoto foram coletadas amostras do esgoto bruto (na linha de bombeamento) e do esgoto tratado (em cada um dos módulos de tratamento). As amostras foram submetidas a análises laboratoriais para determinação do nitrogênio amoniacal. Os dados foram tabulados para o cálculo das eficiências de tratamento e comparação entre os tratamentos.

As coletas nos leitos são efetuadas no registro de esfera na parte externa do tubo de drenagem (Figura 5).



**Figura 5** Detalhe da utilização do registro de esfera na coleta de amostra.

As coletas do esgoto considerado bruto (afluente) foram realizadas no tubo de retorno da linha principal de bombeamento, após o registro de esfera utilizado para regular a vazão de bombeamento para o experimento (Figura 6).



**Figura 6** Tubo de retorno da linha principal de bombeamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para Nitrogênio amoniacal são apresentados na Tabela 1 obtidos em 4 coletas realizadas em maio, junho, agosto e setembro de 2010.

**Tabela 1** Valores médios do nitrogênio amoniacal e eficiência na sua remoção observada num sistema de tratamento do tipo zona de raízes de fluxo subsuperficial vertical descendente, vegetado com bambu<sup>1</sup>.

Atributo		GA	PA	PB	SOLO
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Conc. afluente (C <sub>0</sub> )	40	40	40	40
	Conc. efluente (C <sub>e</sub> )	21,5	22,1	21,2	21,9
	Eficiência <sup>2</sup> (%)	46,2	44,7	47	45,2

<sup>1</sup> GA: *Guadua angustifolia*; PA: *Phyllostachys aurea*; PB: *Phyllostachys bambusoides*; SOLO: testemunha sem plantas. <sup>2</sup> Eficiência % =  $100 * ([\text{afluente}] - [\text{efluente}]) / [\text{afluente}]$ .

O mecanismo de remoção da amônia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) predominante nos módulos cultivados é a nitrificação, formando o NO<sub>2</sub> e NO<sub>3</sub> e subsequente desnitrificação do NO<sub>3</sub> para gás nitrogênio. Em solos sem cultivo pode ocorrer remoção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N devido à nitrificação pela interferência ar-água, onde tem sido fornecido O<sub>2</sub> suficiente para nitrificação via difusão na camada entre um a dois cm (SIKORA et al., 1995). Nas zonas de raízes o acréscimo de oxigênio ocorre em função da oxigenação propiciada pela altura da queda do esgoto na superfície dos módulos e pela liberação de oxigênio pelas raízes (ALMEIDA; OLIVEIRA; KLIEMANN, 2007). O esgotamento de oxigênio pela oxidação preferencial do carbono limita a ocorrência de nitrificação. Se ocorrer a desnitrificação, o oxigênio consumido da nitrificação pode ser reciclado. O transporte convectivo de oxigênio dos vegetais com sua liberação à rizosfera favorece a ocorrência da nitrificação, além da assimilação da amônia pelas plantas. Acredita-se que meio suporte de leitos com uma alta concentração de compostos orgânicos (ambiente anóxico e anaeróbio), promova a redução do nitrato, através do processo de desnitrificação e o nitrato também pode ser assimilado pela vegetação (MANSOR, 1998).

Experiências realizadas na Dinamarca mostraram a remoção de nitrogênio (N-total) variando entre 10%-88%. A remoção eficiente depende principalmente da composição dos solos e do grau de escoamento superficial nos leitos das zonas de raízes (BRIX, 1987).

O nitrogênio amoniacal do afluente do sistema de tratamento foi de 40,0. A eficiência média na sua remoção foi superior a 44% para todos os tratamentos. O testemunha em que o módulo de tratamento é preenchido apenas com solo obteve remoção de 45,2% para remoção do nitrogênio amoniacal. O módulo com a espécie *Phyllostachys aurea* obteve a menor eficiência (44,7%) e o módulo com a espécie *Phyllostachys bambusoides* obteve a maior eficiência (47%).

Os resultados até então observados sugerem que as plantas de bambu *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys bambusoides* contribuem para a remoção do nitrogênio amoniacal do esgoto sanitário no sistema de tratamento avaliado. Todavia, há que se considerar que os resultados referem-se a apenas quatro baterias de análises, sendo muito pouco para possibilitar conclusões confiáveis, o que somente será possível após o término da pesquisa, que ocorrerá em quatro meses.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos sugerem que a eficiência do solo (latossolo vermelho) na remoção do nitrogênio amoniacal do esgoto sanitário, num sistema de tratamento do tipo zona de raízes de fluxo subsuperficial vertical descendente é pouco influenciada pela presença das espécies de bambu *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys bambusoides*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRANTES, L. L. M. Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos utilizando *Typha angustifolia* e *Phragmites australis*. Goiânia: BC/UFG, 2009. 140 p.
2. ALMEIDA, R. A.; OLIVEIRA, L. F. C., KLIEMANN, H. J. Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário. Pesquisa Agropecuária Tropical/UFG, Goiânia, GO, v. 37, n. 1, p. 01-09, 2007.
3. BARROS, A. C. A. Estudo sobre potencial de bambu *Guadua angustifolia* Kunz. para a fitorremediação dos metais pesados zinco e cádmio. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.
4. BRIX, H. Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? Water science e technology, Great Britain, v. 35, n. 05, p. 11-17, 1997.
5. BRIX, H. Treatment of wastewater in the rhizosphere of wetland plants – the root-zone method. Water science e technology, Great Britain, v. 19, p. 107-118, 1987.

6. BRITO, J. O.; TOMAZELLO, M.; SALGADO, A. L. B. Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. IPEF, Piracicaba, SP, n. 36, p. 13-17, ago. 1987.
7. DE VOS, J. Potential of bamboo in phytoremediation: the portuguese technology. In: VII WORLD BAMBOO CONGRESS, 2004, New Delhi, Índia. Anais...New Delhi, Índia: 2004, p. 01-02.
8. DINARDI, A. L.; FORMAGI, V. M.; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N. N.; DRAGONI, G.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. Fitorremediação. In: III FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, Faculdades Integradas Claretianas, 2003, Rio Claro, SP.
9. ESAU, K. Anatomia das plantas com sementes. Tradução Berta Lange de Morretes. São Paulo: Edgard Blucher, ed. da Universidade de São Paulo, p. 224–225, 1974.
10. LORENZI, H; SOUZA, H. M. Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3 ed. São Paulo: Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2001.
11. MANSOR, M. T. C. Uso de leito de macrófitas no tratamento de águas residuárias. Biblioteca da área de engenharia – BAE/ UNICAMP, Campinas, SP, 1998
12. OLIJNYK, D. P.; SEZERINO, P. H.; FENELON, F. R.; PANCERI, B.; PHILIPPI, L. S. Sistemas de tratamento de esgoto por zonas de raízes: análise comparativa de sistemas instalados no estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte, MG: ABES, 2007, ref. II-302
13. TONIATO, J. V; ROQUE, O. C. C.; KACZALA, F.; NASCIMENTO, V. B.; ROQUE, D. C. Avaliação de um wetland construído no tratamento de efluentes sépticos. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande, MS. Resumos... Campo Grande, MS: ABES, 2005. ref. II-351.
14. VALENTIM, M. A. A. Desempenho de leitos cultivados (“Constructed wetland”) para tratamento de esgoto: contribuições para concepção e operação. Campinas: UNICAMP, 2003. 210p.
15. ZANELLA, L. Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte. Campinas: UNICAMP, 2008.