

# Uso de leitos cultivados ("constructed wetland") no tratamento de esgoto

Marcelus A. A. Valentim  
ma\_valentim@yahoo.com.br  
FEAGRI/UNICAMP

Denis M. Roston  
denis@agr.unicamp.br  
FEAGRI/UNICAMP

## Resumo

Neste artigo são apresentados alguns resultados da avaliação de desempenho de um sistema "in loco" de tratamento de esgoto constituído por um tanque séptico modificado (tratamento primário) com pós-tratamento por leitos cultivados ou "constructed wetlands" (tratamento secundário). Este sistema tratou parte do esgoto bruto da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, Campinas/SP, Brasil durante o período de 1998 a 2004, sendo aqui apresentados os valores médios (ano 2001) de concentração de DQO e sólidos suspensos totais (SST) do afluente e dos efluentes de cada um dos sistemas, suas respectivas remoções parciais e a remoção total.

Para o tanque séptico (volume total= 2,0m<sup>3</sup>), pôde-se verificar que a adoção do conceito do reator anaeróbio compartimentado em seu projeto possibilitou que se operasse com TDH de 12h., obtendo-se remoções médias de DQO de 45% e de SST de 56% no terceiro ano de operação (três primeiros anos sem retirada de lodo). Quanto aos leitos cultivados, verificou-se remoção de DQO na faixa de 79% e de SST de 80% (TDH de 4 dias).

Avaliando-se o desempenho total do sistema, constatou-se que remoção de DQO foi de 91% e SST de 91%, indicando que este tipo de sistema "in loco" apresenta grande potencial para o tratamento do esgoto doméstico.

**Palavras-Chave:** Tratamento de esgoto, Tanque Séptico, Leito Cultivado, "Constructed Wetland".

## Introdução

O déficit na área de saneamento básico é sempre justificado pela falta de recursos e de uma política clara para o setor. Isto tem contribuído para a volta de inúmeras doenças que já eram dadas como controladas ou mesmo erradicadas do nosso cotidiano, bem como com a poluição das fontes de abastecimento de água. (Valentim, 1999)

Uma das opções viáveis para a minimização deste quadro, tanto do ponto de vista econômico como sócio-ambiental, passa pela adoção de tecnologias "in loco" de tratamento de esgoto que apresentam, dentre outros fatores, simples gerenciamento e facilidade de construção.

Dentre os sistemas possíveis, destacam-se os tanques sépticos, as lagoas de estabilização, os reatores anaeróbios, o reúso e disposição no solo e os leitos cultivados ("constructed wetlands"). Tanto na implantação quanto na operação, estes sistemas se sobressaem pela simplicidade conceitual, pela pouca mecanização, pelo baixo custo de implantação e operação e por serem sistemas de tratamento baseados em processos naturais. (Valentim, 2003)

Neste artigo são apresentados os resultados de remoção de DQO e Sólidos Suspensos Totais (ano 2001) do primeiro sistema "in loco" de tratamento de esgoto da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, constituído por um tanque séptico modificado com pós-tratamento por leitos cultivados ("constructed wetlands") de fluxo subsuperficial.

## Metodologia

O protótipo experimental era constituído por um tanque séptico modificado (Figura 1a) com pós-tratamento por leitos cultivados ("constructed wetland") de fluxo subsuperficial (Figura 1b). Sua vazão afluyente era de  $4000\text{L dia}^{-1}$ , correspondendo a aproximadamente 25% do esgoto gerado na época pela Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, Campinas/SP, Brasil. Sua operação teve início em 16/10/1998, sendo a primeira etapa da Linha de Pesquisa em Sistemas Naturais, hoje implementada na Faculdade, e que tem como objetivo a geração de tecnologias "in loco" e de baixo custo de tratamento de esgoto.

Atualmente o sistema de tratamento de esgoto desta Faculdade é composto por: sistema preliminar (desarenador), sistemas primários (reatores anaeróbios compartimentados), sistemas secundários (leitos cultivados de fluxo subsuperficial e superficial), tratando cerca de  $15\text{m}^3\text{ dia}^{-1}$  de esgoto.



**Figura 1:** Protótipo experimental: (a) tanque séptico modificado, (b) leitos cultivados

### Tanque séptico modificado

O tanque séptico modificado (tratamento primário) era composto por três caixas d'água (1000, 500 e 500L), perfazendo um volume total de 2000L, com TDH de 12 horas. Tinha como características o fluxo ascendente e a divisão de fases da digestão anaeróbia, o que possibilita um maior contato entre o afluyente e a manta de lodo formada em cada compartimento.

Este sistema foi projetado por Valentim (1999) a partir da NBR-7229/1993 (ABNT, 1993) e da indicação de Barros & Campos (1992) do uso do conceito do reator anaeróbio compartimentado (RAC) para aumentar a eficiência dos tanques sépticos convencionais.

### Leitos cultivados ("constructed wetland")

Como pós-tratamento do tanque séptico modificado foram construídos três leitos cultivados retangulares (1,0 x 4,0 x 0,7m) e três quadrados (2,0 x 2,0 x 0,7m) que recebiam e tratavam seu efluente, operando os seis leitos em paralelo. Utilizou-se brita #2 (diâmetro equivalente de 55 a 90mm e volume de vazios de 49%) como meio suporte e foram cultivadas três espécies de macrófitas emergentes em monocultivo (*Typha sp.*, *Eleocharis sp.* e *Scirpus sp.*). A vazão aplicada em cada leito foi de 300 L dia<sup>-1</sup> com TDH de 4 dias.

Os leitos cultivados são baseados nos sistemas naturais de várzea ou "wetlands", tendo como características (Valentim, 2003):

- otimizar os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem numa várzea natural;
- vazão subsuperficial que impede o contato de pessoas, animais e mosquitos com a lâmina d'água;
- transporte de oxigênio feito pelas plantas da atmosfera para as suas raízes, criando microrregiões aeróbias-anaeróbias na rizosfera;
- Retirada de nutrientes (Nitrogênio e Fósforo) pelas plantas;
- Diminuição de organismos entéricos por decaimento natural e por predação.

### Resultados e discussões

Os valores médios das concentrações de DQO, Sólidos Suspensos Totais (SST), as remoções parciais realizadas pelo tanque séptico modificado, pelos leitos cultivados e a remoção total do sistema foram obtidos a partir de oito amostragens realizadas entre maio e agosto de 2001 e são apresentadas na Tabela (1).

**Tabela 1.** Valores médios das concentrações e das remoções parciais (tanque séptico e leitos cultivados) e total de DQO e SST

Ponto de Avaliação	DQO	SST
Afluente Tanque Séptico [mg L <sup>-1</sup> ]	480	161
Afluente Leitos Cultivados [mg L <sup>-1</sup> ]	220	71
Efluente Leitos Cultivados [mg L <sup>-1</sup> ]	45	14
Remoção Tanque Séptico [%]	46	56
Remoção Leitos Cultivados [%]	79	80
Remoção Total [%]	91	91

O esgoto da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP possui características de doméstico (Valentim, 1999). Isto viabiliza o uso do "tanque séptico modificado e leitos cultivados" como um sistema de tratamento "primário e secundário", tanto em área rural como urbana.

Para o tanque séptico modificado, verifica-se a ocorrência de remoção de DQO (45%) e de SST (56%). Devido à sua operação de aproximadamente três anos e a não remoção de lodo durante todo este período, a remoção de DQO e SST deve ser considerada boa, devido ao fato dos tanques sépticos convencionais apresentarem este desempenho durante o primeiro ano de operação com TDH maior (24h) e com remoção constante de lodo a cada ano, ou mesmo a cada seis meses.

Quanto aos leitos cultivados, verifica-se boa remoção de DQO (79%) e de SST (80%), motivadas por processos de filtração e adsorção promovidos pelo meio suporte, pelas raízes das plantas e pelo biofilme.

Avaliando-se a remoção total obtida nos dois sistemas, verifica-se elevada remoção de DQO (91%) e SST (91%), indicando que este tipo de sistema "in loco" apresenta grande potencial para o tratamento do esgoto doméstico.

## Conclusões

Em relação ao tanque séptico modificado verificou-se que a adoção do conceito do reator anaeróbio compartimentado permitiu operar o sistema com TDH mais baixo (12h) que o adotado para os tanques sépticos convencionais (24h), possibilitando a retirada de lodo somente depois de 3 anos de operação. Esta melhoria de projeto teve como resultado um sistema compacto, geração de lodo de alta qualidade (estabilizado) e com prazo de retirada muito maior que o praticado (3 anos *versus* 6 meses/1 ano).

Quanto aos leitos cultivados, verificou-se a possibilidade da sua utilização como pós-tratamento de efluente anaeróbio. Este sistema apresenta boa remoção de DQO e SST, demonstrado pela baixa concentração de material particulado no efluente final [ $14 \text{ mg L}^{-1}$ ]. Este resultado, juntamente com outros obtidos por Sandri (2002) e Valentim (2003) indicam a possibilidade do reúso do efluente final como fonte de água e nutriente para a fertirrigação.

O sistema "tanque séptico modificado e leito cultivado" é hoje uma tecnologia de eficiência comprovada e com imediata aplicação no tratamento "in loco" de esgoto doméstico, seja na área urbana, seja na área rural.

Simplicidade, baixo custo, aplicabilidade, integração, possibilidade de retorno financeiro (p. ex. uso das plantas em artesanato) e respeito ao meio ambiente foram e são fatores aplicados com sucesso na condução desta e de outras pesquisas em Saneamento desenvolvidas na Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP.

## Referências

- [1] ABNT. **NBR 7229: construção e instalação de fossas sépticas e disposição dos efluentes finais**. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993.
- [2] BARROS, W. & CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por reator anaeróbio compartimentado**. In: XXIII CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, anais, La Habana/Cuba, 1992, p. 297-307.

- [3] SANDRI, D. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas/SP, 2003, 186fls.
- [4] VALENTIM, M. A. A. **Uso de leitos cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas/SP, 1999, 119fls.
- [5] VALENTIM, M. A. A. **Desempenho de leitos cultivados ("constructed wetland") para o tratamento de esgoto**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas/SP, 2003, 210fls.

### **Agradecimentos**

FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/SP, Brasil) e Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP.

### **Contato**

Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP, Campinas/SP, Brasil, CP 6011, CEP 13081-970.