

ANALISE DA QUANTIDADE DE FOSFORO PRESENTE NO ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO POR UM SISTEMA DE LEITOS CULTIVADOS

ARISTON MELO JUNIOR¹

¹ Engenheiro Agrícola e Civil pela UNICAMP. Professor Doutor em Engenharia Civil na área de Recursos Hídricos e Energéticos pela UNICAMP, Pós Doutor em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UNICAMP e Pós Doutor em Ciências Atmosféricas pela USP. Professor Adjunto das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU).

PATRÍCIA CACHO DO NASCIMENTO²

² Engenheira Civil pela FAAP. Professora Especialista pela FGV em Construção Civil e Coordenadora do curso de Engenharia Civil da FMU.

MARCEL STEFAN WAGNER³

³ Engenheira Elétrica. Professora Mestre em Engenharia Elétrica pela USP.

ARISTIDES KLEBER RIBEIRO⁴

⁴ Tecnólogo em Informática. Especialista em Segurança de Informação.

THAIS PEREIRA⁵

⁵ Graduanda em Engenharia Civil.

Endereço: Rua Padre Cristóvão Cordeiro, 101, apartamento 12-C, Bairro Artur Alvim, São Paulo, Capital. CEP: 03590-190. Brasil. **E-mail:** juniorariston@gmail.com

RESUMO

O projeto conta com o apoio da UNICAMP por intermédio do orientado e visou avaliar a operação e desempenho de dois alagados construídos de fluxo sub-superficial que faz o pós-tratamento de um Tanque Séptico Modificado. O sistema opera na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da UNICAMP, construído em blocos de concreto acima do solo, sendo composto por três wetlands perfil retangular e três quadrados, dispostos em paralelo. O meio suporte utilizado foi brita 2 e foram cultivadas duas espécies de macrófitas emergentes: *Typha sp.* e *Eleocharis sp.* A área individual foi de 4,0 m² com altura de 0,70 m e 0,60 m de lâmina d'água. Os estudos iniciados em junho de 2014 focaram os alagados retangular e quadrado com *Typha sp.*, avaliando o desempenho com relação a vazão de alimentação para a remoção de Fósforo (P) e sua relação com o crescimento foliar. A remoção de fósforo utilizou amostras de afluente e efluente do esgoto tratado, que foram analisadas no laboratório da FEAGRI-UNICAMP. Observou-se que a análise residual dos alagados quadrados e retangular atenderam as exigências do CONAMA, sendo de 85% e 89% respectivamente. A condição climática no período de estudo foi em torno de 30°C com uma precipitação pluviométrica registrada no período de 28 mm. Durante o período de estudo o crescimento das plantas no leito retangular e quadrado foi de 1,94 m e 2,95 m respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: meio ambiente, wetlands, saneamento.

26º. Encontro Técnico AESABESP

1- INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial neste século, acompanhada de um aumento dos parques industriais, trouxeram alguns problemas a serem enfrentados por toda a sociedade, como por exemplo, à remoção dos resíduos orgânicos e inorgânicos produzidos pela própria população.

VASCONCELOS (2005) em seu artigo informa que apenas 10% dos efluentes domésticos gerados no país são submetidos a algum tipo de tratamento. O resto, um volume de aproximadamente 10 bilhões de litros, é jogado diariamente nos rios e córregos.

Pesquisa realizada pela IDEC (2004) indica que a falta de água tratada e de saneamento básico (esgoto, lixo) causa o óbito de cerca de 12 milhões de pessoas por ano no mundo.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), entidade ligada a Organização das Nações Unidas (ONU), a falta de água potável e de saneamento no Brasil é causa de 80% das doenças e 65% das internações hospitalares, implicando gastos de US\$ 2,5 bilhões.

Estima-se que para cada R\$ 1,00 investido em saneamento, se economizaria R\$ 5,00 em serviços de saúde.

Segundo SILVA (1991), a contaminação dos corpos d'água por compostos inorgânicos e orgânicos (K, P, NO_3^{2-} , entre outros) vem recebendo grande atenção por parte dos ambientalistas no que diz respeito a sua toxicidade no meio aquático e à vida humana, pois mesmo depois de tratada, é possível que a água não esteja totalmente livre de contaminação.

A poluição dos recursos naturais por outros compostos como metais pesados; resultado de diferentes atividades econômicas, a maioria delas industriais, em função das suas características intrínsecas, são intensivamente poluidoras, embora fontes agrícolas e a disposição de rejeitos domésticos também contribuam para a contaminação do meio ambiente.

2- OBJETIVO

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar o desempenho de duas unidades de wetlands (quadrada e retangular) com macrófita de fluxo sub-superficial horizontal que atuam como pós-tratamento de um tanque séptico modificado (TSM) para a remoção de fósforo presente no esgoto doméstico da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) situada na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

3- MATERIAL E MÉTODO

A localidade está situada na latitude Sul 22°53'20" e longitude Oeste 47°04'40".

O clima local da região é tropical de altitude com inverno seco e verão úmido, de acordo com a classificação *Köppen* (LUCARELLI, 1997).

O sistema é composto por tanque séptico modificado e de leitos cultivados com macrófitas de fluxo sub-superficial.

A figura 1 a seguir mostra um perfil da planta da localidade descrita com a distribuição dos leitos e sistema de estabilização de lodo (tanque séptico modificado).

O sistema de captação de esgoto da FEAGRI encontra-se a montante, figuras 1 e 2, assim facilitando o escoamento por gravidade. O tipo de fluxo adotado é o contínuo.



Figura 1: Caixa de areia com as mangueiras coletoras de água residuária.

26º. Encontro Técnico AESABESP



Figura 2: Destaque o tanque séptico modificado em círculo.

Existem cerca de 6 leitos cultivados (conforme a figura 8), onde há três de perfil retangular de dimensões 4x1 m e três de perfil quadrado com dimensões 2x2 m.

Os alagados estão distribuídos em leitos com macrófitas da espécie *Typha sp.* (um perfil quadrado e um retangular) e *Eleocharis* (perfil quadrado e retangular) e com os dois leitos restantes (quadrado e retangular) apenas com material suporte (brita) para acompanhamento do grau de remoção de nutrientes com e sem a presença de macrófitas. Além da avaliação da eficiência quanto à espécie de planta adotada.

O tanque séptico tem um papel de destaque uma vez que é utilizado no tratamento primário (para estabilização do lodo) para posterior tratamento do resíduo nos leitos cultivados possui três câmaras em série, sendo utilizado o conceito de reator anaeróbio compartimentado com entrada do afluente junto ao fundo dos três compartimentos, promovendo maior contato entre a biomassa a ser formada e o afluente, obtendo assim uma maior eficiência na remoção da carga poluidora com um menor tempo de detenção.

O tanque em questão localiza-se acima do solo, composto por três caixas de cimento amianto, de 1000, 500 e 500 litros (figura 3) respectivamente, com entrada do efluente junto ao fundo das mesmas.

As entradas foram feitas com tubos e conexões de PVC de 1”.



Figura 3: Tanque séptico utilizado na distribuição da água residuária.

A figura 4 apresenta uma vista de um dos leitos (retangular) objeto de estudo com *Typha sp.* em crescimento foliar.

26º. Encontro Técnico AESABESP



Figura 4: Leito retangular (4x1m).

3.1 Procedimento químico

3.1.1 Metodologia química

A análise de determinação de concentração de fósforo (P) foi realizada com a remoção semanal de líquido afluente e efluente em garrafas plásticas de 500 mL.

O método utilizado para a determinação de fósforo foi o denominado *AOAC Official Method 973.55 – Phosphorus in water*. Sendo que foram utilizadas na etapa de preparação e análise as instalações do laboratório da UNICAMP.

O método permite a identificação de todo fósforo presente independente da forma, medido por digestão de persulfato.

O processo consiste em adicionar 1 mL de solução hidrólise ácida que é produzida pela adição de 310 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) em 600 ml de água destilada (H_2O) a 50 mL da amostra de água residuária em um erlenmeyer de 125 mL.

Em seguida, adiciona-se 400 mg de persulfato de amônio e ferve-se o produto em uma chapa aquecedora por 30 minutos.

Com o produto da amostra resfriado a temperatura ambiente, adiciona-se algumas gotas de solução fenolftaleína e ajusta-se o pH com a adição de solução hidróxido de sódio (NaOH), agitando-se o frasco com a solução até obter uma coloração rosada.

Posteriormente, tira-se a cor da solução com a adição de uma gota de hidrólise ácida.

A solução final é diluída a 50 mL e transferida para um erlenmeyer de 125 mL.

3.1.2 Equipamento de análise - Espectrofotômetro

Após a preparação do combinado final, amostra, oriundo no esgoto da FEAGRI para a leitura no espectrofotômetro.

A próxima etapa é a preparação de uma curva padrão.

A curva padrão é necessária, pois o equipamento fará a leitura tendo como padrão uma amostra pura (sem presença de fósforo). Tal procedimento é denominado grau de absorbância.

4- RESULTADOS

O projeto se iniciou no mês de junho de 2014 com a construção dos leitos e acomodação da pesquisa dos leitos quadrado e retangular com a macrófita *Typha sp.*

Com a confecção dos leitos e tanque séptico o projeto se iniciou efetivamente no mês de outubro de 2014.

Após a instalação das mudas de *Typha sp.* iniciou-se a coleta das amostras no mês de novembro de 2014.

Ficaram decididas as sextas-feiras pelo fato de ser o dia da semana em que a população flutuante da FEAGRI esta no seu ápice, sendo assim a produção de esgoto doméstico é a máxima.

Vale ressaltar que a população flutuante da faculdade é em torno de 1080 pessoas (entre funcionários, estudantes e eventuais visitantes).

26º. Encontro Técnico AESABESP

4.1 Parâmetros climáticos

Durante o período de coletas iniciais de novembro e dezembro de 2014 tomou-se o cuidado de avaliar a temperatura semanal das oito semanas e sua influência ou não na remoção de fósforo no esgoto.

A seguir são apresentados os dados de temperatura e umidade relativa cedida pelo CEPAGRI (Centro de Pesquisas Agrícolas de Campinas).

A temperatura semanal registrada na região pelos dados catalogados e plotados é apresentada na figura 5 a seguir.

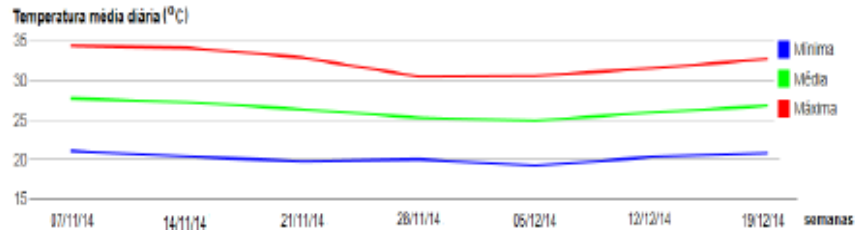


Figura 5: Gráfico da temperatura semanal durante as primeiras 7 semanas de análise.

Com base nos dados catalogados e com o índice pluviométrico registrado e apresentado na figura 6 podemos ver que o período foi muito propício para o desenvolvimento ecofisiológico da planta.



Figura 6: Índice pluviométrico (mm) semanal registrado no período.

As concentrações de fósforo determinadas são apresentadas nas figuras 7 e 8 a seguir.

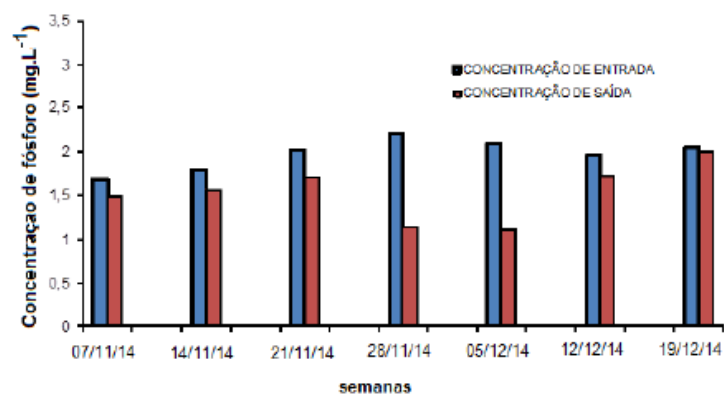


Figura 7: Concentração de fósforo (mg/L) no leito quadrado.

26º. Encontro Técnico AESABESP

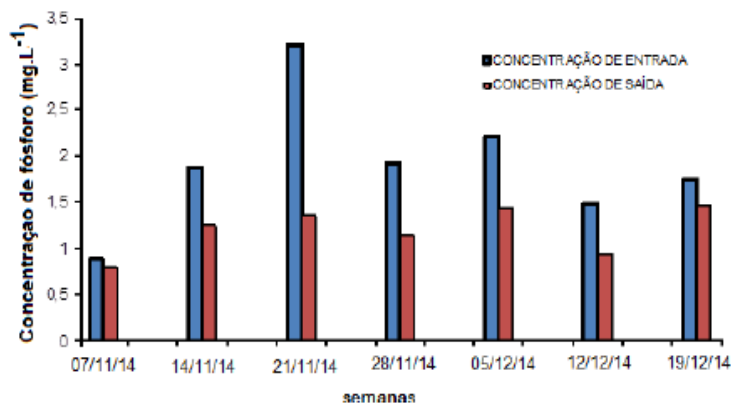


Figura 8: Concentração de fósforo (mg/L) no leito retangular.

A figura 9 apresenta o desempenho foliar das macrófitas durante o período de estudo.

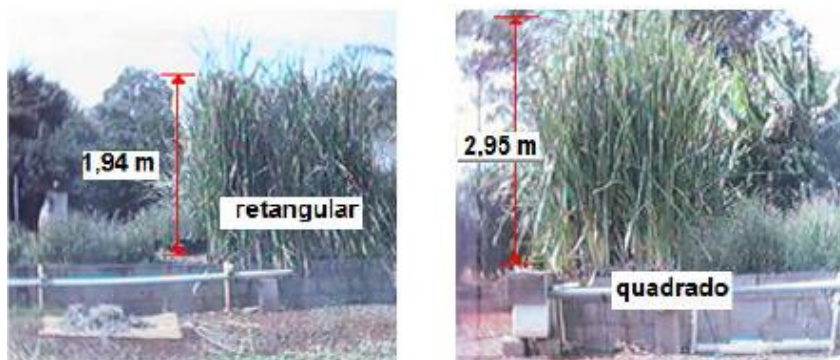


Figura 9: Diferenciação das plantas na última semana de estudo 09/01/2015.

A observação visual dos leitos mostra que com a maior atividade fotossintetizante pelo período de maior incidência de calor, a transpiração fez com que as plantas retirassem uma maior quantidade de fósforo do esgoto para suprir suas necessidades ecofisiológicas.

5- CONCLUSÕES

Durante os oito meses de estudo o acompanhamento semanal após a instalação e funcionamento do projeto mostrou dados iniciais promissores.

O sistema de leitos cultivados ou *wetlands* é sem dúvida uma opção a ser pensada para o tratamento de esgoto doméstico.

Com uma utilização ainda precoce, o sistema já se mostra como uma alternativa de tratamento residual preliminar.

A remoção de fósforo, segundo as figuras 7 e 8, revelou uma eficiência percentual máxima de 85% e 89% nos leitos quadrado e retangular, respectivamente.

Deve-se salientar ainda que o sistema não se apresenta como um substituto aos sistemas convencionais de tratamento de esgoto (ETEs), mas sim como um sistema agregador que pode ser utilizado em sistemas preliminares.

O tratamento preliminar traz uma grande vantagem por depurar boa parte dos resíduos, o que num sistema a jusante de uma ETE convencional permite um tratamento com menores custos.

26º. Encontro Técnico AESABESP

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. Apresenta o artigo sobre a Água: bem público e direito do consumidor. **ÁGUA E SANEAMENTO**. Disponível em: <http://www.idec.org.br>. Acesso em: 12 de julho 2014.

LUCARELLI, J.R.F. **Alterações em características de um Latossolo Roxo submetido a diferentes sistemas de manejo**. Campinas, 1997. 135 p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia de Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, M. E. M. C. **Tratamento de efluentes industriais contendo metais pesados através do método de flotação de precipitados**. 1991. 302 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

VASCONCELOS, Y. Purificação das águas: cobrança pelo uso da água dos rios deve impulsionar a adoção de novas tecnologias para tratamento e reuso de efluentes, sanitário e industrial. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 75, p. 65 – 69 2002.