

II-137 - AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE BANCADA DE WETLANDS CONSTRUÍDOS IMPLANTADO EM LABORATÓRIO PARA PÓS TRATAMENTO DE EFLUENTE DOMÉSTICO

Giovani Archanjo Brota⁽¹⁾

Tecnólogo em Saneamento Ambiental. Mestre em Engenharia Civil na área de concentração em saneamento e meio ambiente. Doutorando em Engenharia Agrícola na área de concentração Solo e Água. Especialista em análises físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas.

Maria Aparecida Carvalho de Medeiros⁽²⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Mestre em Ciências pela – Universidade de São Paulo – USP. Doutora em Química pela – UNESP, Pós-Doutora na área Ambiental com estudos de formação e determinação de subprodutos em Tratamento de Água pela Universidad de La Rioja – UNIRIOJA – Espanha – Professora Doutora do Departamento de Saneamento e Ambiente da Faculdade de Tecnologia – FT da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Denis Miguel Roston⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos- USP (1975), especialização em Engenharia Sanitária pelo International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering - IHE, Delft - Holanda (1982), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (1985) e doutorado em Engenharia Civil - Programa Eng Ambiental - Colorado State University - EUA (1993). Atualmente é professor da Universidade Estadual de Campinas. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Processos Simplificados de Tratamento de Águas Residuárias.

Endereço^(1 e 3): Av. Candido Rondon, 501 – Bairro: Cidade Universitária – Campinas – SP - CEP: 13083-970 – Brasil - Tel: +55 (19) 3521-1121 - Fax: +55 (19) 3788-1010 - e-mail: giovani.brota@feagri.unicamp.br

Endereço⁽²⁾: Rua Paschoal Marmo, 1888, Jardim Nova Itália – FT-UNICAMP, Campus de Limeira - Limeira - SP - CEP: 13484-332 - Brasil - Tel: 55(019) 2113-3335. email: mariaacm@ft.unicamp.br

RESUMO

Este trabalho teve com objetivo principal avaliar a capacidade de um sistema piloto de Wetlands Construídas (WCs) em realizar a remoção da matéria orgânica avaliada através do parâmetro Carbono Orgânico Total – COT, realizando o pós-tratamento de um efluente previamente tratado por uma estação de tratamento de esgotos (ETE) convencional. O experimento foi instalado nas dependências do Laboratório de pesquisas da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade de Campinas - UNICAMP. As WCs utilizaram o fluxo Horizontal Sub Superficial para o tratamento. O efluente aplicado no sistema de WCs foi coletado na ETE com sistema híbrido anaeróbio-aeróbio (Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB-Upflow Anaerobic Sludge. Blanket) – Lodos Ativados) e aplicado em bateladas sequenciais controladas por temporizador, com 15 minutos de fluxo ligado e 15 minutos de fluxo interrompido, obedecendo a um tempo de detenção hidráulico – TDH de 4 dias, ajustados através de uma bomba dosadora. A iluminação instalada para crescimento das plantas foi a artificial oriunda de diferentes cores de lâmpadas de forma que cada cor iluminada dispõe de comprimentos de ondas específicos para a ativação e crescimento das plantas pelo processo de fotossíntese. Os resultados preliminares mostraram que o sistema das WCs apresentou uma remoção significativa de Carbono Orgânico Total no Pós-tratamento, com percentagem média de até 61% de remoção entre o afluente de entrada (efluente ETE convencional) aplicado no sistema piloto de WCs e o efluente de saída pós-tratado (saída do sistema piloto de WCs), melhorando a qualidade do efluente.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Esgotos, Wetlands Construídas - WCs, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico Total - COT

INTRODUÇÃO

Tecnologias simplificadas de tratamento e pós-tratamento de efluentes sanitários domésticos vem sendo amplamente estudadas a fim de se avaliar a viabilidade técnica e eficiência desse tipo de tratamento. Dentre estas tecnologias, destaca-se os sistemas de Wetlands Construídas que podem atender de forma singularmente a um determinado tipo de afluente ou tratamento, ou até mesmo compor uma unidade de um sistema mais complexo. O sistema é conhecido por proporcionar baixo custo de instalação, operação e manutenção com satisfatória eficiência na remoção de nutrientes, matéria orgânica e sólidos.

Há mais de 30 anos as Wetlands Construídas (WCs) têm sido utilizadas para o tratamento de afluentes (DAVIS, 1995), Morvannou et al (2015), e em sua maioria as WCs são projetadas para tratar efluentes domésticos, mas também, possuem ampla aplicação no tratamento de efluentes gerados em processos industriais, devido principalmente a capacidade da WC no tratamento secundário e terciário, seja na remoção de matéria orgânica ou no polimento final na remoção de nutrientes.

As WCs se diferem das áreas alagadas como por exemplo: pântanos e brejos, pois esse sistema necessita ser projetado e dimensionado a fim de remover ou tratar o potencial poluidor de afluentes, devendo atender critérios de lançamento de efluentes pós tratado ou adequado para demais etapas de tratamento. Com isso faz-se necessário o estudo e monitoramento da aplicação desse sistema, visando atender parâmetros já estabelecidos pelas legislações CONAMA 357 (2005) e CONAMA 430(2011), como também a investigação da capacidade de remoção ou tratamento de compostos atualmente não fixados nas atuais portaria de potabilidade (MS2914, 2011) e resoluções CONAMA 357 (2005) e CONAMA 430(2011), mas que vem ganhando a devida importância em outros estudos (a fim de se prevenir problemas a saúde humana e preservar ao meio ambiente.

O sistema de Wetlands Construídas é caracterizado por possuir, um tanque com dimensões previamente projetadas, substratos ou meio suporte além de plantas aquáticas vasculares. Esses componentes podem ser escolhidos e definidos dentre inúmeras opções a fim de otimizar o desenvolvimento de um consórcio de microrganismos e invertebrados aquáticos naturalmente adaptados ao ambiente local, possuindo assim ampla capacidade sistêmica de incorporação e transformação por processos bioquímicos de muitos nutrientes contidos e associados a matéria orgânica presente em elevadas concentrações nestes efluentes.

Os sistemas de Wetlands Construídas podem ser projetados com dois diferentes fluxos; fluxo vertical (FV) ou fluxo horizontal (FH), podendo o fluxo horizontal ser superficial (FHS) ou sub superficial (FHSS), VYMAZAL & KROPFLOVA (2009).

No sistema de tratamento CWs, a matéria orgânica é decomposta em zonas úmidas por processos bioquímicos, aeróbio e anaeróbio, assim como através de processos físico-químico de sedimentação e filtração das partículas de matéria orgânica e inorgânica. O sistema tem capacidade de retenção de matéria orgânica pelos processos de sedimentação e filtração, onde zonas adjacentes às raízes e rizomas das plantas são normalmente preenchidas por material particulado e matéria orgânica e inorgânica, onde há a formação de uma região permeável à passagem de gases, permitindo o transporte em especial do gás oxigênio, liberado pelas plantas no processo de fotossíntese, favorecendo assim a formação de processos aeróbios.

OBJETIVO

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de um sistema piloto de Wetland Construída instalada em laboratório da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas com a finalidade de realizar o pós-tratamento de um efluente previamente tratado por um sistema convencional de tratamento de esgoto (ETE) com um sistema híbrido anaeróbio-aeróbio (Reator UASB-Lodos Ativados), avaliando a capacidade do sistema de Wetlands Construídos no tratamento de nutrientes e em destaque o material orgânico mensurado através do parâmetro Carbono Orgânico Total – COT.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em bancada nas dependências de um Laboratório de pesquisa da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, projetado e dimensionado com três unidades, Wetlands Construídos: Figura 1a - CW2 e CW3 (da esquerda para a direita com plantas) e CW1 (branco sem plantas 1º da esquerda para direita) (Figura 1b).

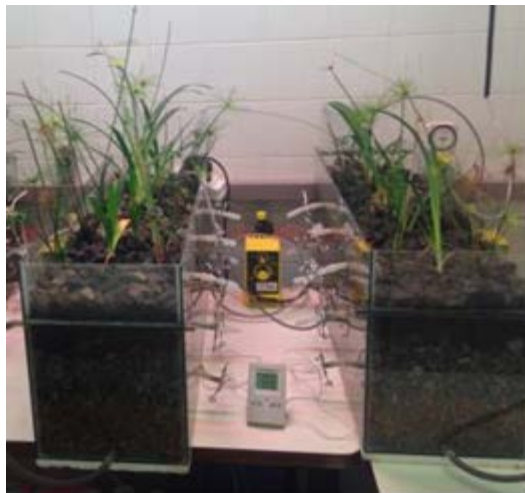


Figura 1a. Sistema de Tratamento CWs FHSS piloto com plantas em desenvolvimento.



Figura 1b. Sistema de Tratamento CWs FHSS piloto com plantas em estágio avançado de desenvolvimento.

As unidades foram confeccionadas em vidro de aquário com 5mm de espessura e recoberto externamente com papel alumínio para proteção das raízes a presença de luz. Na sequência as unidades foram preenchidas com meio suporte composto por britas comerciais, fazendo uso de três diferentes granulometrias dispostas com 10 cm por camada de forma estratificada de menor a maior granulometria, no sentido de baixo para cima. As bases dos módulos foram preenchidas com Brita do tipo zero "0" (4,8 a 9,5mm), em seguida a faixa intermediária foi preenchida com Brita do tipo um "1" (9,5 a 19,0mm) e por fim na última camada superior Brita do tipo 2 (19 a 25mm), conforme pode ser observado na Figura 2.



Figura 2. Sistema de Tratamento CWs FHSS piloto com meio suporte estratificado com três tipos de britas: Brita 0, Brita 1 e Brita 2, no sentido de baixo para cima. Fonte: Arquivo.

O efluente aplicado no sistema piloto de Wetlands Construídas, composto por três módulos, foi coletado na ETE convencional Piçarrão, pertencente a empresa SANASA, operando no município de Campinas. O efluente foi aplicado em bateladas sequenciais, controladas por temporizador, com 15 minutos de fluxo e 15 minutos de fluxo interrompido, obedecendo a um tempo de detenção hidráulico- TDH de 4 dias ajustados através de uma bomba dosadora (Figura 3).



Figura 3. Sistema dosador de afluente compostos por bomba dosadora e controlador de tempo.

A iluminação instalada para crescimento das plantas foi a artificial oriunda de 3 luminárias instaladas com diferentes cores de lâmpadas: branca, vermelha e azul conforme apresentadas na Figura 4, de forma que cada lâmpada dispõe de comprimentos de ondas específicos para a ativação e crescimento das plantas pelo processo de fotossíntese.



Figura 4. Iluminação artificial para desenvolvimento das plantas do sistema.

O desempenho do sistema foi avaliado por meio das análises de Carbono Orgânico Total - COT, Carbono Inorgânico - CI e Carbono Total – CT referente ao parâmetro matéria orgânica. As análises foram efetuadas de acordo com o especificado no livro de referências em análises na área ambiental e de saneamento.

As análises físico-químicas foram realizadas semanalmente para avaliação do sistema piloto das Wetlands Construídas, com metodologias baseadas no APHA(2012), por um período de dois meses comparando-se as concentrações de entrada e saída do sistema WCs piloto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que o sistema Wetlands Construídas apresentou uma remoção significativa de Carbono Total no Pós-tratamento, Figura 5 com percentagem média de até 61% de remoção entre o afluente de entrada (efluente ETE convencional) aplicado no sistema e o efluente de saída pós-tratado saída do sistema.

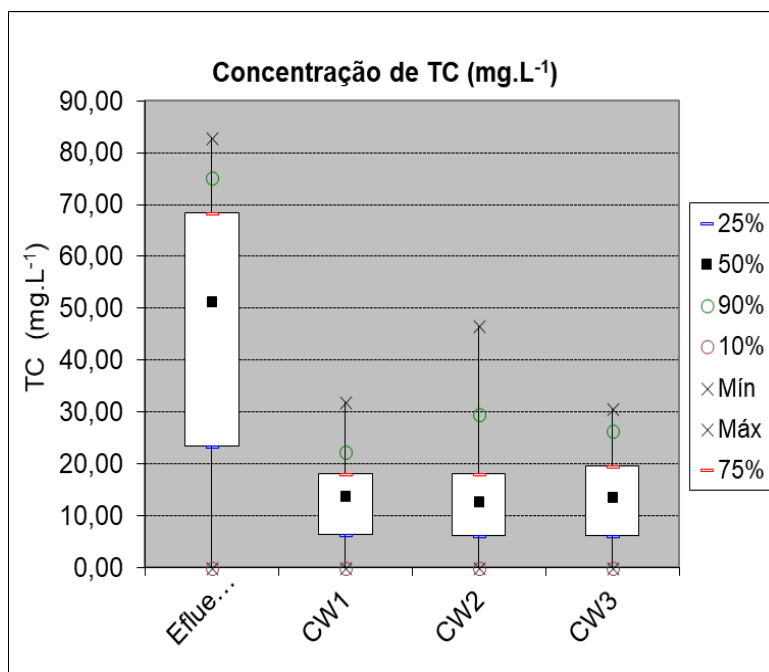


Figura 5: Concentração de CT Removida nos Tratamentos.

A partir desse trabalho, foi observado que o sistema piloto de Wetlands Construídas apresentou para as duas réplicas de tratamento CW2 e CW3 eficiências similares na remoção de Carbono Orgânico Total. Compreendendo reduções significativas de matéria orgânica proveniente do efluente tratado de ETE com configuração convencional de tratamento de esgotos, para o melhoramento da qualidade dos efluentes tratados. O módulo CW1 (branco do sistema sem plantas, indicou que a presença das plantas é importante para a maior eficiência dos resultados, mesmo o sistema não estando na presença da luz solar, elevando as percentagens médias de remoção de COT.

A tabela 1 apresenta os valores médios das concentrações obtidas através dos principais parâmetros e técnicas analíticas utilizadas para a avaliação dos pós tratamento de efluente de uma ETE convencional. Dentre os parâmetros encontram-se pH, Fósforo Total (P – Total), Nitrogênio Total (N – Total), Nitratos (NO_3^-), Nitrítos (NO_2^-), Nitrogênio Amoniacal (N-NH_4) e Oxigênio Dissolvido (OD).

Os resultados indicam a melhoria de eficiência do sistema associado ao desenvolvimento das plantas, mantando o pH estável, reduzindo as concentrações dos macronutrientes Fósforo e Nitrogênio assim como havendo as atividades bioquímicas garantido a conversão das espécies químicas de nitrogênio em espécies facilmente absorvidas pelas plantas como por exemplo o Nitrogênio Nitrato (NO_3^-). Além desses elementos, outro elemento que apresentou sensível melhora no sistema, foi o oxigênio Dissolvido muito importante para a vida aquática e outros processos bioquímicos.

Tabela 1: Parâmetros e Técnicas Analíticas Utilizadas apresentação das concentrações médias dos principais parâmetros e medições no sistema de CW Afluente Tratado e Efluente Pós-tratado.

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÃO				TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
	Efluente	CW1	CW2	CW3		
pH	6,78	6,73	6,69	6,79	Direto, Potenciométrico	
P - Total	4,40	3,58	3,77	3,46	Standard Methods, Gravimétrico	mg/L
N - Total	52,09	40,90	41,14	35,69	Standard Methods, Fotométrico	mg/L
NO_3^-	6,50	8,10	7,00	7,40	Standard Methods, Colorimétrico	mg/L
NO_2^-	3,80	3,90	3,40	3,70	Standard Methods, Colorimétrico	mg/L
N - NH_4	22,70	7,00	6,50	6,90	Standard Methods, Colorimétrico	mg/L
OD	3,86	6,83	6,79	6,74	Standard Methods, Eletrométrico	mg/L

CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado, conclui-se que:

De maneira geral, os sistemas de WCs pilotos estudados demonstraram resultados com significativa eficiência de remoção de Carbono Orgânico Total (Eficiência média de até 61% de remoção entre o afluente de entrada (efluente ETE convencional) aplicado no sistema piloto de WCs e o efluente de saída pós-tratado (saída do sistema piloto de WCs), melhorando a qualidade do efluente.

A instalação, manutenção e operação do sistema WCs podem ser realizadas de forma simplificada, possibilitando atender a pequenas comunidades ou serem dimensionado para o polimento de efluentes tratados de ETEs convencionais com a finalidade de remoção de baixas concentrações de matéria orgânica e assim como macro e micronutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL, Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U
2. Resolução CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente n° 430. Dispõe sobre classificação de corpos d'água e estabelece as condições e padrões para lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2011.
3. BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2011;
4. DAVIS, L. A handbook of constructed wetlands: a guide to creating wetlands for: agricultural wastewater, domestic wastewater, coal mine drainage, stormwater in the Mid-A, 1995.
5. VYMAZAL, J.; KROPFELOVA, L. Removal of organics in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow: A review of the field experience. Science of the Total Environment, v. 407, n. 13, p. 3911-3922, Jun 15 2009. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000266761500001 >.tlantic Region. 1995. ISBN 0-16-052999-9.
6. APHA, 2012. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.
7. Morvannou, A., Forquet, N., Troesch, S., Molle, P. Treatment performances of French constructed wetlands: results from a database collected over the last 30 years. Water Science and Technology 71 (9), 1333–1339. 2015.