

QUALIDADE NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO POR *WETLAND*

ARISTON SILVA MELO JÚNIOR ¹, PATRICIA CACHO NASCIMENTO,
CAROLINE JESUS DIAS, KLEBER ARISTIDES RIBEIRO, ABRÃO
CHIARANDA MERIJ, SUELY MEDEIROS GAMA

RESUMO

Devido a maior demanda de recursos hídricos leva a importância de um estudo da procura na conservação da água no planeta. Para tanto, a maior industrialização deve ser acompanhada com uma dinâmica de maior conservação. Para problemas de impacto ambiental de recursos hídricos, a implantação de sistemas alternativos como a *wetlands* é de vital importância, por isso, a importância de seu estudo. A pesquisa levou em conta a colaboração da UNICAMP e USP Leste na condução de um projeto para avaliação de remoção de fósforo em dois dias específicos: 19/09/17 e 26/09/17, numa *wetlands* de perfil 4 x 1m (metro). Foi utilizada a coleta horária de amostras de entrada e saída do sistema, iniciadas às 8 horas e finalizadas às 20 horas, para cada dia distinto. Houve uma eficiência de pico de remoção de 41,43% em 19/09 e 48,89% no dia 26/09.

Palavras-chave: Esgoto, Purificação, Remoção, Sustentabilidade e Meio Ambiente.

ABSTRACT

Due to the greater demand of water resources, it is important to study the demand for water conservation on the planet. For this, the greater industrialization must be accompanied with a dynamics of greater conservation. For problems of environmental impact of water resources, the implementation of alternative systems such as wetlands is of vital importance, therefore, the importance of their study. The research took into account the collaboration of UNICAMP and USP East in conducting a project for evaluation of phosphorus removal on two specific days: 09/19/17 and 09/26/17, in wetlands of 4 x 1m (meter) profile. The hourly collection of samples of entry and exit of the system,

¹ Pós-Doutor em Materiais Cerâmicos pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) da USP; Pesquisador colaborador da Universidade Estadual de Campinas e Professor do Departamento de Engenharia Civil do Complexo Educacional FMU. Contato: Ariston.junior@fmu.br

started at 8 o'clock and finished at 20 o'clock, was used for each different day. There was a peak removal efficiency of 41.43% on 09/19 and 48.89% on 09/26.

Keywords: Sewage, Purification, Removal, Sustainability and Environment.

INTRODUÇÃO

Já é de conhecimento nos dias de hoje, que o meio urbano de muitas regiões brasileiras, tem sofrido com a precariedade de saneamento básico, especificamente o tratamento de efluente (ECOLÂNDIA, 2012).

No Brasil, o tratamento de efluentes é feito através das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), que é um sistema que trata os resíduos domésticos e industriais, conhecidos como esgotos sanitários ou despejos industriais (MEIO AMBIENTE, 2001).

Após o tratamento, a água é escoada através de um emissário para o corpo hídrico receptor com um nível de poluição aceitável, conforme a legislação vigente para o meio ambiente (MEIO AMBIENTE 2001). Nos últimos anos vem se estudando incessantemente, novas alternativas que busquem minimizar os impactos ambientais no mundo. Sendo uma das alternativas de tratamento o sistema de *wetlands*.

O termo "*wetland*" é utilizado para caracterizar vários ecossistemas naturais que ficam parcial ou totalmente inundados durante o ano (SALATI, 2003). A eficácia do tratamento dos efluentes através do método de *wetlands* naturais, de fato, foi fundamental para conduzir a escolha da implantação artificial da técnica, comumente designado *wetlands* construídos (LAUTENSCHLAGER, 2001).

Este trabalho tem como objetivo apresentar características e vantagens de uma técnica pouco utilizada para o tratamento de efluentes, denominada como *wetlands* construídos.

Para tanto foi analisada a depuração de Fósforo Total para identificar a eficiência de uma *wetlands* construída.

O palco escolhido foi à estação piloto desenvolvido na Faculdade de Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Wetlands Construídas

As wetlands construídas são projetadas para utilizar plantas aquáticas (macrófitas) em substratos como areia, cascalhos ou outro material inerte, onde ocorre a proliferação de biofilmes que agregam populações variadas de microrganismos os quais, por meio de processos biológicos, químicos e físicos, tratam águas residuárias (SOUSA *et al.*, 2004).

Ferreira & Paulo (2009) entendem que a técnica de *wetlands* construídos é a alternativa ecológica mais comum para tratamento de água cinza em nível domiciliar ou pequenas comunidades, podendo ser adaptada para o tratamento de águas urbanas, pluviais ou industriais. Esta capacidade de despoluição de efluentes tão diferentes, se torna possível pela variação de espécies de plantas utilizadas. Podem ser tratadas matérias orgânicas, óleos, hidrocarbonetos e metais pesados (metais que possuem uma densidade elevada) encontrados na água.

O tratamento de águas poluídas realizado pelo sistema de *wetlands* construídos tem uma eficiência superior a de áreas alagadas naturais. Eficiência que implica na diminuição de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), máximo controle sobre o sistema hidráulico e da vegetação da área alagada (SALATI, 2003).

As águas tratadas são usadas para diversos fins, como por exemplo, para a irrigação de plantações, ou até mesmo para o reuso (PHYTORESTORE, 2012).

Ainda, segundo a documentação da empresa PHYTORESTORE (2012), o *wetland construído*, além de ser eficiente na despoluição não possui odor, proporciona um espaço que pode ser utilizado como parques públicos e área de passeio, tendo uma função social e elevando a qualidade de vida da população que vive ao seu entorno.

Conforme Salati (2003), em 1984, realizou o primeiro projeto de *wetlands* do Brasil. Foi construído um lago artificial nas proximidades de um córrego altamente poluído, na escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”.

A partir de 1985, devido ao sucesso das primeiras experiências, o Instituto de Ecologia Aplicada prosseguiu com os trabalhos, de maneira que

foram desenvolvidas novas tecnologias, aumentou-se a eficiência dos sistemas e diminuíram-se os gastos (SALATI, 2003).

Albizzati, Meirelles e Teles (2012), garantem que há a algumas décadas, empresas especializadas já dispõem desta tecnologia de tratamento, tais como empresas de suinocultura no interior do estado de São Paulo.

Sistemas com plantas flutuantes

São utilizadas plantas flutuantes em projetos onde se têm canais rasos podendo ser empregada uma ou mais espécies de plantas, no entanto a planta mais estudada é a *Eichornia Crassipes* da família das Pontederiáceas (SALATI, 2003).

No Brasil, popularmente essas plantas são chamadas de aguapé, baroneza, mururé, pavoá, rainha do lago e uapê (SALATI *et al.*, 2009).

Salati *et al.* (2009), relatam que a utilização desta planta é devida a sua capacidade de resistir a águas altamente poluídas com grandes variações de nutrientes, pH, substâncias tóxicas, metais pesados e variações de temperatura.

A depuração da água do efluente através das plantas flutuantes é devido a absorção de nutrientes e metais, ação de microrganismo associados à rizosfera e pelo transporte de oxigênio para a rizosfera (SALATI *et al.*, 2009).

Melo Júnior (2003) apresenta a figura 1, a seguir, na qual se observa uma visão geral do processo de tratamento.

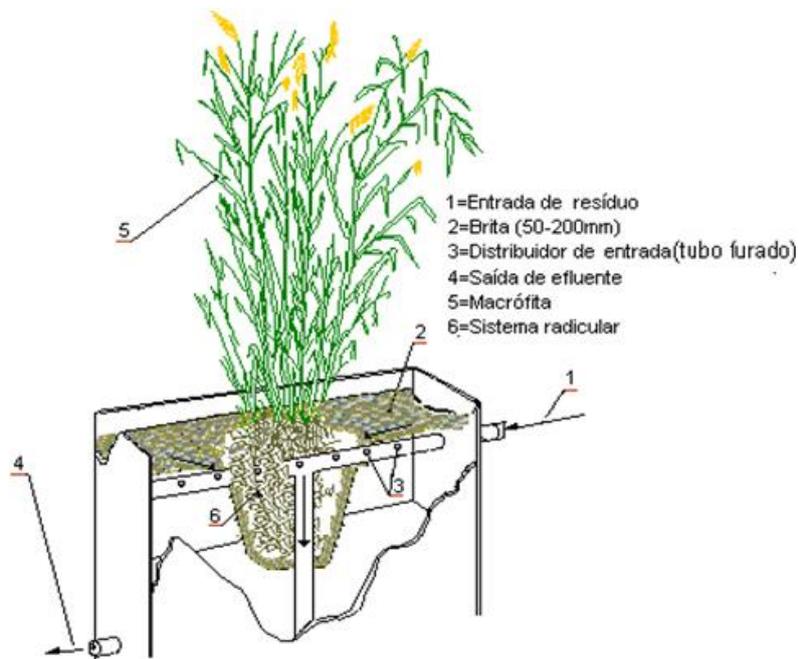


Figura1– Corte da distribuição de esgoto no sistema de leito cultivado e sua trajetória no tratamento residual do efluente limpo. (MELO JÚNIOR, 2003).

Sistemas com plantas emergentes

São empregadas plantas que se desenvolvem com seu sistema radicular preso ao sedimento, onde o caule e folhas são parcialmente submersos. As macrófitas emergentes são mais conhecidas como Herbáceas, que provém de diversas famílias. As espécies mais utilizadas são as *Phragmites Australis*, as *Typha Latifolia* e as *Scirpus Lacustris*. (SALATI, 2003).

A figura 2 a seguir, apresenta uma visão geral de um fluxo vertical com *Typha sp.*

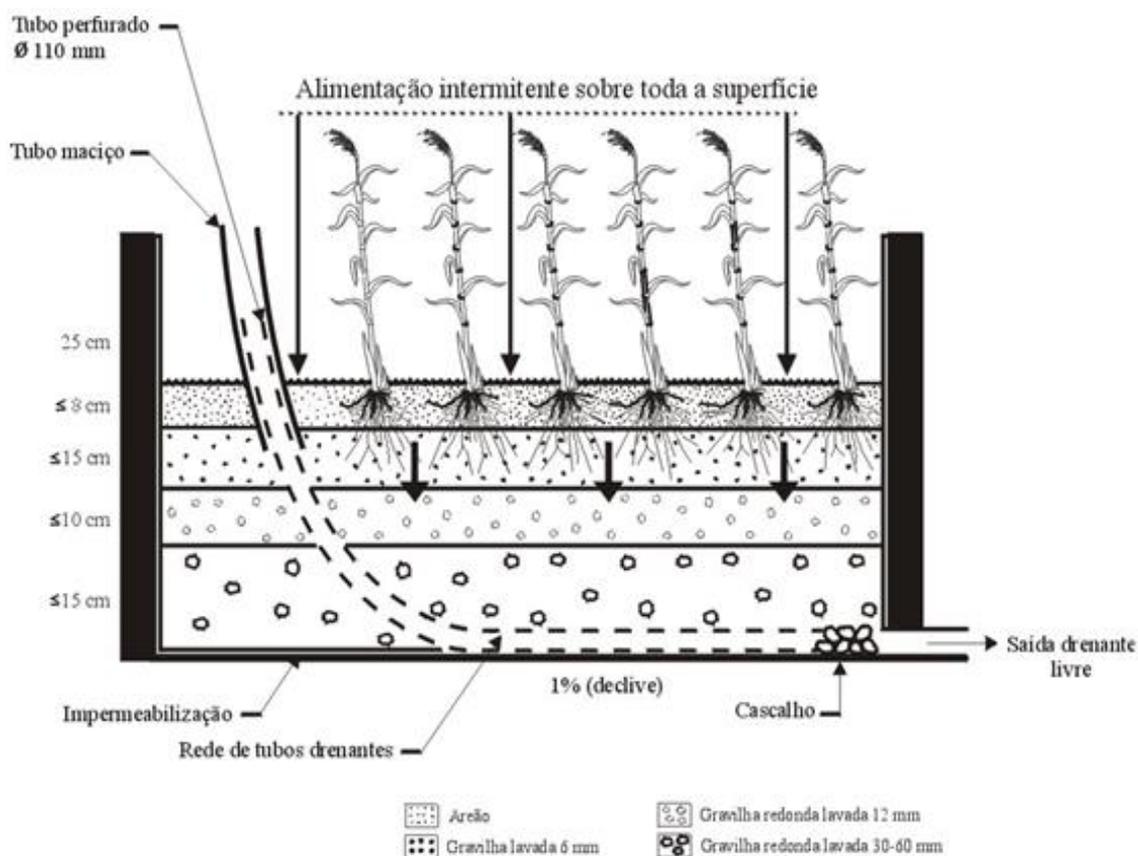


Figura 2 - Aspecto típico de um leito de fluxo vertical descendente. (COOPER *et al.*, 1990).

Implantações da Técnica

Devido à eficiência dos *wetlands* construídos, atualmente a técnica possui implantações espalhadas por diversos países. Já foram implantados mais de cem *wetlands* construídos na Europa, que segundo Arnaud Fraissignes, gerente da empresa francesa Phytorestore, a empresa efetua o tratamento de mais de quarenta tipos diferentes de efluentes (PHYTORESTORE, 2016).

No Brasil, inicialmente o objetivo de implantação da técnica consiste no tratamento de lodo das estações municipais e dos efluentes industriais (PHYTORESTORE, 2016).

Sistema de tratamento de efluentes

Para autores como Valentim (1999) e Melo Júnior (2003) os critérios de dimensionamento recomendados e normalmente utilizados em *wetlands* são os seguintes:

- **Carga orgânica:** de 50 a 300 Kg de DBO.ha⁻¹.d⁻¹, em função do tipo de água residuária a tratar e dos objetivos de tratamento;

- **Tempo de residência:** > 40 dias, para tratamento secundário (TS); 6 dias para tratamento secundário avançado (TSA); 6 dias para afinação terciária;
- **Carga hidráulica:** > 2 cm.d⁻¹ para tratamento secundário (TS); 8 cm.d⁻¹ para tratamento secundário (TS); e Tratamento Secundário Avançado (TSA), em simultâneo.

Segundo Melo Júnior (2003) nestes casos é fundamental que se utilizem leitos múltiplos. Em muitos casos os sistemas desse tipo suscitam problemas com mosquitos que, entre outros métodos, se pode combater por controle biológico, usando a espécie de peixe predador *Gambusia affinis*.

Os critérios de dimensionamento recomendados e normalmente utilizados em leitos cultivados de macrófitas aquáticas emergentes e com fluxo subsuperficial horizontal são comuns na bibliografia da especialidade e encontra-se em Reed *et al.* (1988), Watson & Hobson (1989), Kadlec & Knight 1996, Cooper *et al.* (1990).

Material e Método (Estudo de Caso)

Localidade Experimental

As *wetlands* construída, também denominadas como leitos cultivados, utilizadas como Estudo de Caso, foram desenvolvidas na UNICAMP, que se encontra implantadas na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI), Campinas - SP, latitude S22°53'20" e longitude W47°04'40". O clima local 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 *wetlands* construída de fluxo subsuperficial, conforme figura 3.

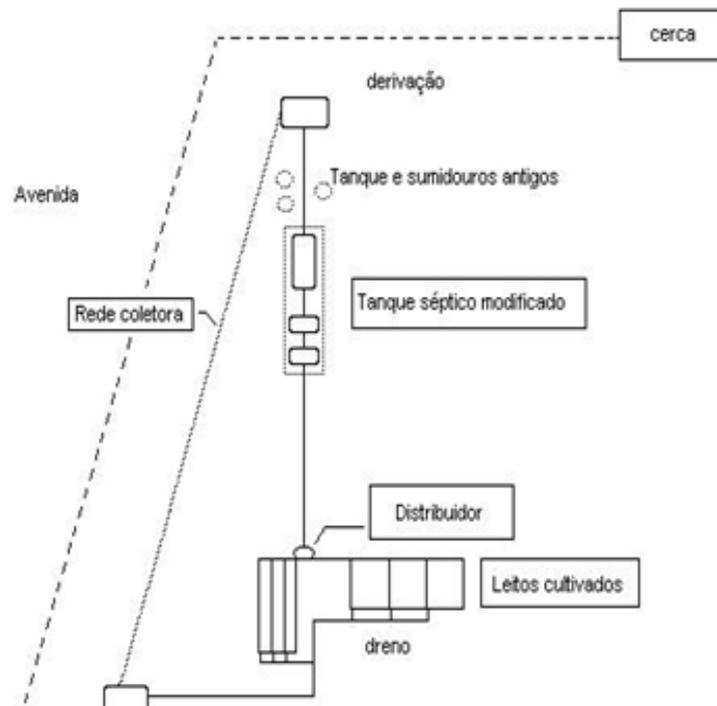


Figura 3 – Esquema geral da planta piloto do local. (MELO JÚNIOR, 2003).

O sistema trata o esgoto para reuso na FEAGRI atende um fluxo médio de 1.050 pessoas em dias normais de funcionamento.

O sistema de captação de esgoto da UNICAMP encontra-se à montante, conforme as figuras 4 e 5 apresentam.



Figura 4 – Vista da caixa de areia com as mangueiras coletoras.



Figura 5 – Caixa de areia onde é captado o esgoto para tratamento. Ao fundo em destaque o tanque séptico modificado.

Tal configuração tem por finalidade facilitar o escoamento por gravidade do efluente. O tipo de fluxo adotado é o contínuo. (VALENTIM, 1999).

Existem seis *wetlands* construídas (figura 5), onde há 03 de perfil retangular de dimensões 4x1m e 03 de perfil quadrado com dimensões 2x2m.

As *wetlands* estão distribuídas em áreas com macrófitas da espécie *Typha sp* (01 perfil quadrado e 01 retangular) e *Eleocharis* (01 perfil quadrado e 01 retangular) e com as duas áreas restantes (quadrado e retangular) apenas com material suporte (brita) para acompanhamento do grau de remoção de nutrientes com e sem a presença de macrófitas.

O tanque séptico (figura 5 em destaque) 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 anaeróbico 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 séptico é composto por três caixas de cimento amianto, de 1000, 500 e 500 litros (figura 5) respectivamente, com entrada do efluente junto ao fundo das mesmas.

As entradas foram feitas com tubos e conexões de PVC de 1” (polegada), sendo que em cada leito existe um dreno com tubo de PVC de 2”, com furos de 10mm de diâmetro espaçados de 10cm em 10cm, localizados na

parte superior e nas laterais do tubo, permitindo um acúmulo de líquido no interior dos leitos, impedindo assim uma drenagem total do afluente. (MELO JÚNIOR, 2003).

O efluente dos leitos é captado ao final de cada leito dentro de uma calha de PVC (PoliCloroeto de Vinila) que se encarrega de enviar o esgoto para uma caixa de areia coletora (figura 6).

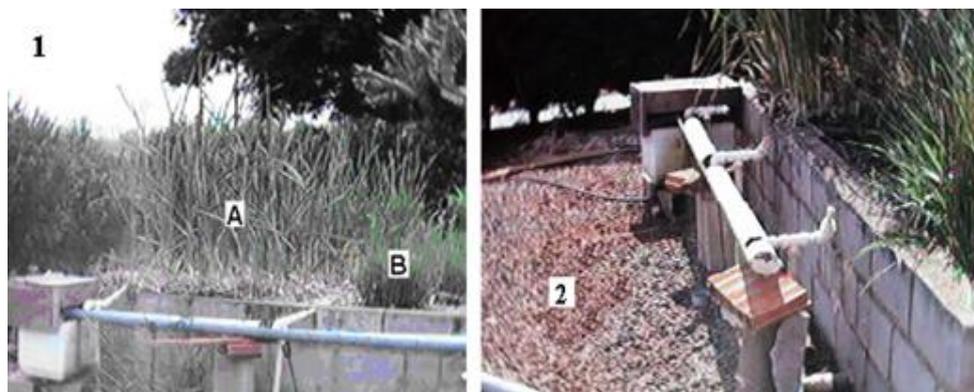


Figura 6 – Dreno do leito e detalhe da calha coletora (2) do efluente dos leitos. Em (1) observa-se um leito com Typhasp. (A) e um com Eleocharis (B).

A *Wetlands* utilizada no estudo foi a de dimensões 4x1m (figura 7) denominado para efeito de referência no estudo de leito 2 , cultivada com macrófita da espécie *Typha sp.*

O material suporte utilizado na *wetlands* é constituído por brita de granulometria 25mm (brita nº. 2). A linha de distribuição de esgoto é toda em PVC, como as demais tubulações inseridas.



Figura 7 - Leito retangular (4x1m). Pode-se verificar a existência do material de suporte e linha de distribuição.

A altura da lâmina d'água dentro de cada leito cultivado é regulada por um dispositivo com deslocamento angular de 180° em relação ao eixo y, de onde saem mangueiras de 1", que desviam o fluxo para o sistema de drenagem e deste para a rede coletora.

Análise fósforo total

A coleta de amostras de entrada (afluente) e saída (efluente) dos leitos foram armazenadas em garrafas de polietileno, cujo volume captado foi 500 ml.

Para poder-se rastrear as concentrações de fósforo foi utilizado o método AOAC *Official Method 973.55 – Phosphorus in water*. Este método permite a identificação de todo fósforo presente independente da forma, medido por digestão de persulfato (AOAC, 2000).

O processo consistiu em adicionar 1 ml de solução hidrólise ácida que é produzida pela adição de 310 ml (mililitros) de ácido sulfúrico (H₂SO₄) em 600 ml de água destilada (H₂O) com 50 ml da amostra de esgoto em um tubo de Erlenmeyer de 125 ml. Em seguida, adicionou-se 0,4 gramas de persulfato de amônio [(NH₄)₂S₂O₈] e ferveu-se gentilmente o produto em uma chapa aquecedora por 30 a 40 minutos (AOAC, 2000).

Com o produto da amostra resfriado a temperatura ambiente, adicionou-se algumas gotas de solução fenolftaleína e ajustou-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, tirou-se a cor da solução com a adição de uma gota de hidrólise ácida.

O produto final foi diluído quantitativamente a 50 ml e transferido para o tubo de Erlenmeyer.

Em seguida foi preparada uma solução de reagente combinado que é produzida pela adição de 50 ml de H₂SO₄ 5N a 5ml de solução de tartarato de antimônio e potássio (C₈H₁₀K₂O₁₅Sb₂), juntamente com 15 ml de solução de molibdato de amônia [(NH₄)₆Mo₇O₂₄] e 30 ml de solução diluída de ácido ascórbico (C₆H₈O₆). A solução de ácido ascórbico é obtida dissolvendo-se 1,76 gramas em pó de ácido ascórbico em 100 ml de água destilada (AOAC, 2000).

Com o reagente combinado produzido no volume de 50 ml da amostra preparada no Erlenmeyer, adicionou-se 8,0 ml do reagente combinado e

esperou-se de 10 a 30 minutos até a amostra ficar com uma cor azulada, que permite identificar o grau de concentração de fósforo contido nela.

Após ter-se feito todo o processo de preparação da amostra final para leitura no espectrofotômetro, teve-se que fazer uma curva padrão para medir-se a absorvância. Esta curva foi calibrada utilizando-se soluções de trabalho que são feitas dissolvendo-se 0,2197 gramas em pó de fosfato monopotássico (KH_2PO_4) em um litro de água destilada com reagente sem fósforo, obtendo-se soluções intermediárias 1, 3, 5, 10, 20, 30, 40 e 50 ml.

As amostras intermediárias, bem como a amostra preparada, foram medidas no espectrofotômetro (Figura 8) com o uso do software PERKIN ELMER acoplado ao computador que forneceu a curva de calibração e as leituras de concentração de fósforo.

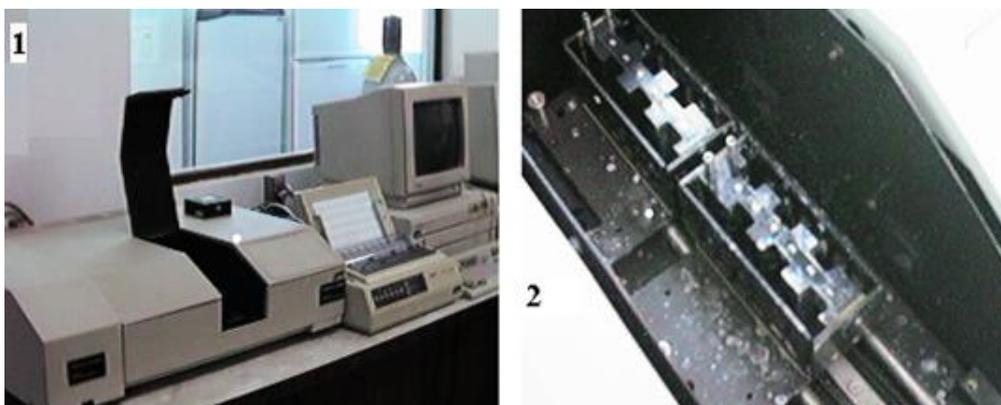


Figura 8– Espectrofotômetro, onde em: (8.1) Aparelho acoplado ao computador e impressora; (8.2) Parte interna do espectrofotômetro para armazenar as cubetas com amostra.

O processo de determinação pela técnica de espectrofotometria foi possível segundo Melo Júnior (2003) tomando-se como referência uma amostra alocada em um dos vãos internos do espectrofotômetro (figura 8.2), denominada de branco, que é uma amostra com água destilada. Em seguida, plotou-se a curva de absorvância *versus* quantidade de fósforo (mgP/L), em que os dados não podem diferir entre si 2%, caso contrário deve-se calibrar uma nova curva padrão.

Com a curva padrão pronta mediu-se as concentrações de fósforo presentes nas amostras preparadas, utilizando-se como referência uma amostra contendo água destilada com 8,0 ml do reagente combinada. O comprimento de onda (λ) utilizado foi de 880 nm (MELO JÚNIOR, 2003).

RESULTADOS – ESTUDO DE CASO

Análise de Fósforo

Segundo Mansor (1998), a composição do meio suporte presente no leito é muito importante no que diz respeito à remoção de fósforo por processos de adsorção, uma vez que em meios suportes ácidos, íons fosfato podem ser fixados por alumínio ou ferro.

Porém, é importante esclarecer que as comunidades de microrganismos se estabelecem preferencialmente na entrada e próximas ao fundo dos leitos, normalmente em microfilmes que envolvem o meio suporte, no caso do experimento a brita. (MELO JÚNIOR, 2003).

O desempenho de remoção de fósforo é dependente do pH, tendo um padrão sazonal devido a translocação de nutrientes para os rizomas de algumas espécies de macrófitas. (MELO JÚNIOR, 2003).

Segundo Mansor (1998), a quantidade total de fósforo nos leitos é igual à soma de fósforo reativo solúvel (PO_4^{3-}) e particulado suspenso em resíduo líquido.

A sedimentação de fósforo suspenso e a adsorção de fosfato são assimiladas pelas macrófitas e convertido a fósforo orgânico estrutural nos leitos cultivados, podendo voltar à forma solúvel se a matriz orgânica é oxidada. (MANSOR, 1998).

Coleta de dados amostrais

Foram utilizados os dias 19 de setembro e 26 de setembro de 2017 para coleta de amostras de esgoto. Tomando-se o cuidado de efetuar a coleta durante um dia inteiro, iniciando-se às 8 horas até 20 horas para cada dia discriminado.

Tal rigor deve-se ao fato de avaliar o real desempenho da *wetlands* com a adoção da macrófita emergente, sendo o tempo de detenção hidráulico (θ_h) adotado pelo sistema foi de 4,5 dias.

Análises de Vazão e Fósforo Total

A figura 9 apresenta o comportamento da vazão volumétrica para o leito 2 (leito retangular 4 x 1m).

As coletas de vazão foram registradas com base na coleta de 500 ml em registro de cronometro de depois pelo método da análise dimensional convertido para litros por hora.

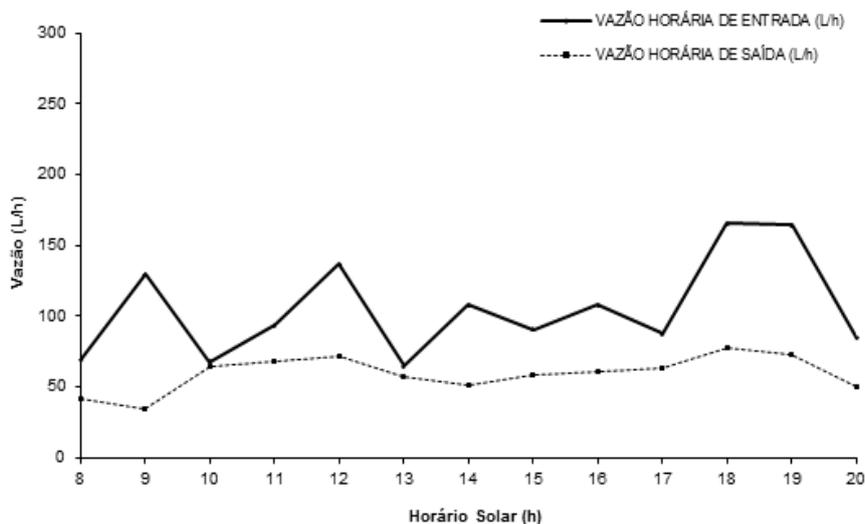


Figura 9 – Vazão (L/h) no leito 2 para o dia 19/09/2017.

Pôde-se verificar que foram registradas as vazões de afluente (entrada) e efluente (saída) do esgoto, onde se retirou amostras.

A vazão de efluente foi menor em comparação com a vazão afluente devido ao fato de dentro do leito haver o processo de percolação e infiltração do esgoto dentro das camadas que compõem o leito da *wetlands* construída.

A figura 10 revela o comparativo entre a presença de fósforo nas amostras de afluente e efluente.

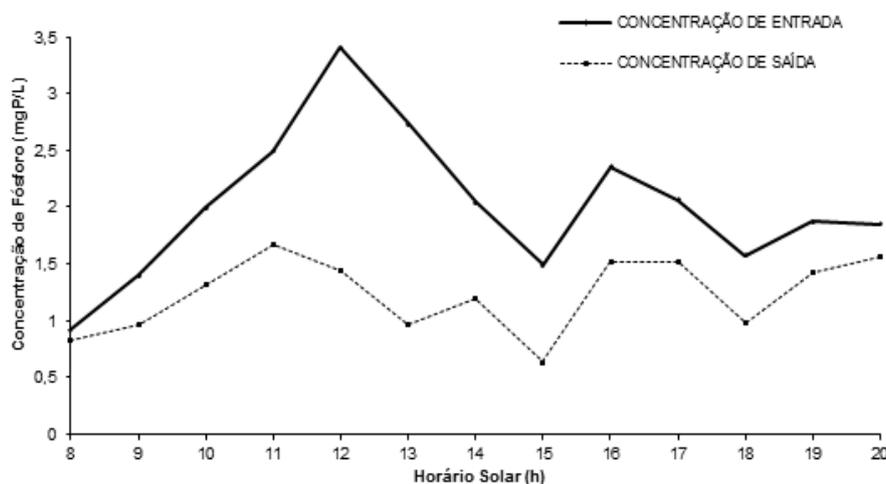


Figura 10– Concentração de fósforo (mgP/L) afluente e efluente do leito 2 para o dia 19/09/2017.

Pode-se verificar pela figura 10 uma grande diferença nas concentrações captadas de afluente e efluente, podendo revelar em primeira observação uma diferença efetiva graças ao processo biológico e físico que existe na *wetlands*.

A figura 11 apresenta a remoção efetiva de fósforo, em mg.L^{-1} , que ocorreu no leito retangular de dimensões 4x1 m (leito 2).

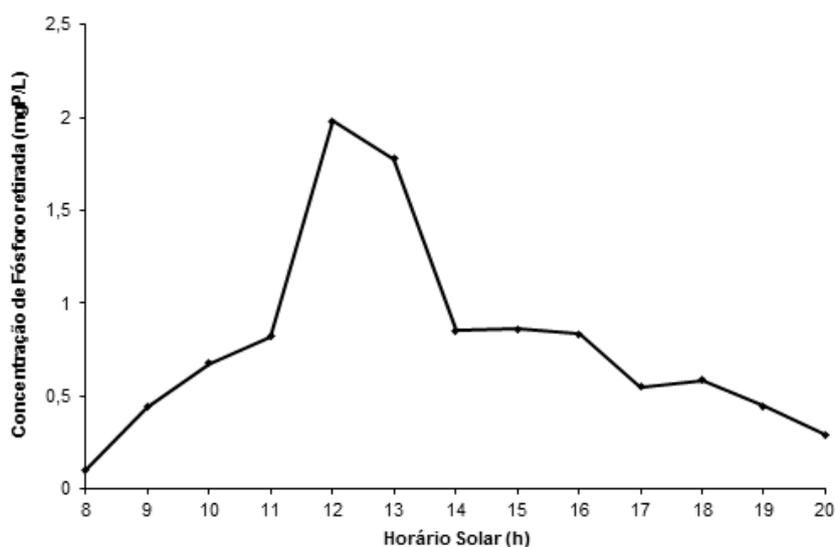


Figura 11 – Fósforo total (mgP/L) removido.

A figura 12, a concentração de remoção teve um pico de remoção de 2 mg.L^{-1} de fósforo.

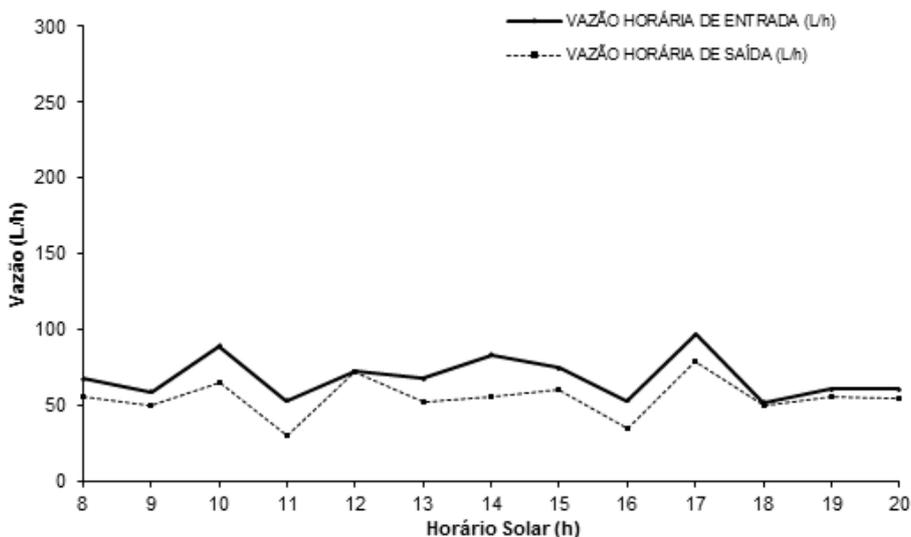


Figura 12 – Vazão (L/h) no leito 2 para o dia 26/09/2017.

A figura 13 apresenta as concentrações de afluente e efluente para o fósforo no dia 26/09/17, em que houve uma maior discrepância para o horário das 15 horas, conforme a figura revela.

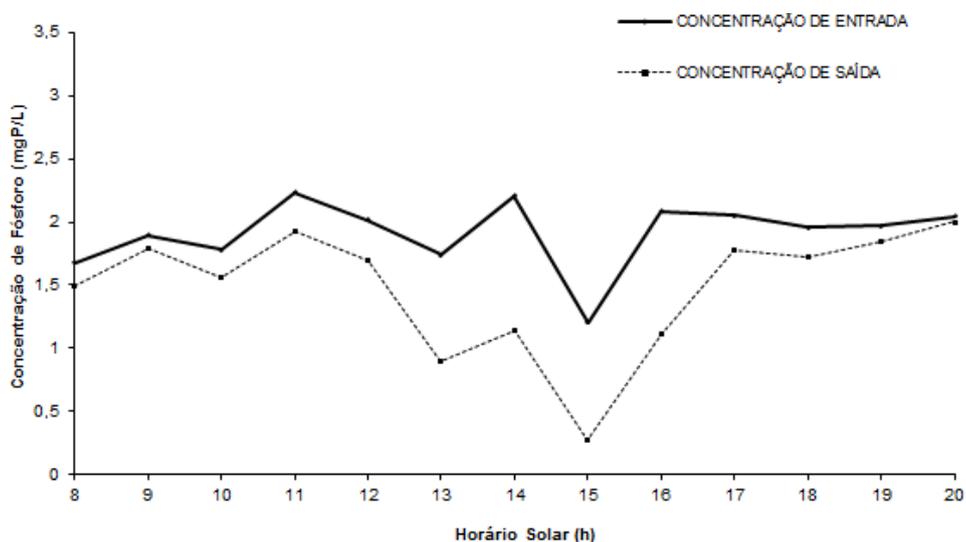


Figura 13 – Concentração de fósforo (mgP/L) afluente e efluente do leito 2 para o dia 26/09/2017.

Na figura 13 pode-se verificar que houve um percentual de remoção entre entradas e saídas de até 48,89%, mais especificamente às 14 horas.

De modo análogo ao levantado para o dia 19/09 pôde-se levantar uma curva de remoção efetiva para o fósforo, sendo apresentada na figura 14, a seguir.

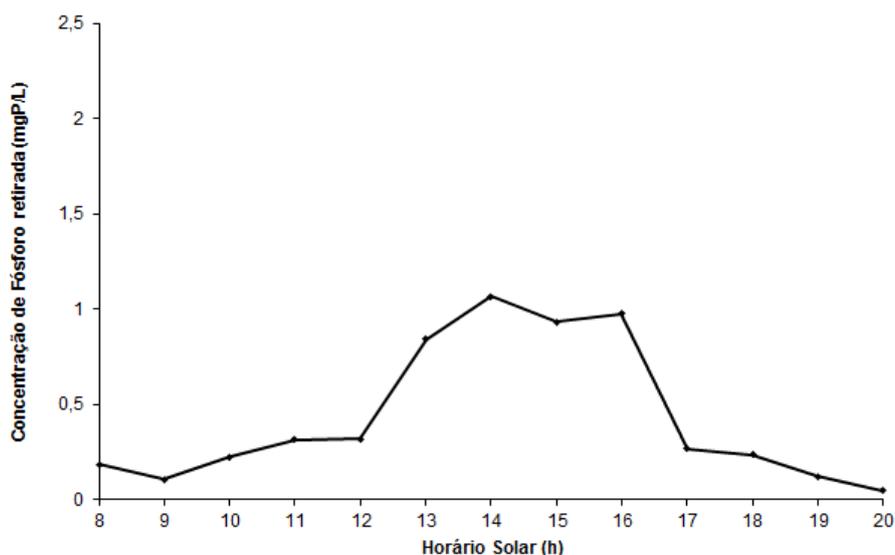


Figura 14 – Fósforo total (mgP/L) removido fase final.

A figura apresenta valores mais modestos em comparação à figura 11, contudo deve-se relatar que o pouco fluxo contínuo de esgoto gerado na Instituição refletiu nesses valores menores.

Dados Climáticos no período de estudo

Com o auxílio do CEPAGRI (Centro de Pesquisas Agrícolas) um importante Centro de Referência na região de Campinas em dados climáticos, pôde-se levantar a curva característica de dados climáticos, apresentados pela Tabela 1.

Tabela 1 - Levantamento mensal de dados climáticos.

MES	TEMPERATURA DO AR (C)					CHUVA (mm)			UMIDADE
	média	máxima média	máxima absoluta	mínima média	mínima absoluta	média	máx 24hs	(9hs)	(15hs)
JAN	24,7	29,7	36,2	19,8	14,0	280,3	132,2	78	57
FEV	24,9	30,0	35,6	19,9	14,2	215,9	104,8	78	54
MAR	24,7	29,9	35,0	19,6	15,0	162,3	107,6	73	50
ABR	23,05	28,5	34,1	17,6	7,0	58,6	68,0	72	47
MAI	20	25,5	32,0	14,5	4,0	63,3	143,4	75	46
JUN	18,8	24,8	31,0	12,9	0,0	35,4	35,5	75	43
JUL	18,5	24,8	32,0	12,3	2,0	43,3	50,8	73	41
AGO	20,5	27,2	34,4	13,8	5,0	22,9	34,2	67	36
SET	21,8	27,8	37,6	15,8	5,6	59,5	48,0	68	43
OUT									
NOV									
DEZ									

Fonte: CEPAGRI (2017).

A Tabela 1 apresenta os dados mensais, o que permitiu levantar uma análise quanto aos dados gerais da região onde se encontra implantada a *wetlands*.

Infelizmente não houve tempo disponível para o levantamento dos dados para os dias específicos de trabalho, devido a problemas de software que até o momento não foram solucionados.

Contudo, pode-se observar que a elevada taxa de temperatura para o mês de setembro reflete numa melhor época para coleta de dados, pois a atividade fisiológica da macrófita acaba por contribuir com uma melhor eficiência do sistema.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve um papel de destaque na elaboração de *wetlands* construído. Uma vez que pelos dados apresentados houve uma eficiência de remoção de quase 50% da quantidade de fósforo presente no esgoto.

A pesquisa levantou alguns pontos que podem ser mais bem abordados, em futuras pesquisas, sendo elas o comportamento da macrófita num período de menor incidência solar, onde há menos transpiração foliar dessa espécie.

Com uma menor transpiração foliar a exigência ecofisiológica da planta diminui e conseqüentemente não há necessidade de maior absorção de água por parte do sistema radicular (Melo Júnior, 2003).

Podemos pressupor que exista um déficit maior num período de menor temperatura. Contudo, necessita de maior quantidade de dados amostrais para um período de menor temperatura térmica. Tal afirmação é levantada pelo fato da maior temperatura local nos dias de estudo por volta das 12 às 14 horas, promoveu um pico na remoção de fósforo do efluente líquido. Isso pode ser verificado pelas figuras anteriores 11 e 14.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC Official Method 973.55 – **Phosphorus in water**. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2000.

ALBIZZATI, Erika Couto; MEIRELLES, Thiago Pereira; TELES, Wesley Martins. **Comparativo entre estações de tratamento de efluentes convencionais e jardins filtrantes**. BE_310 CIÊNCIAS DO AMBIENTE – UNICAMP, p. 1,4, Campinas, 2012.

COOPER, P.F. & FINDLATER, B.C. (Eds.). **Constructed Wetlands in Water Pollution Control**. Pergamon Press, Oxford, U.K., 1990.

ECOLÂNDIA o mundo onde a gente vive. **A precariedade do saneamento básico no Brasil**, 16 de agosto de 2012. Disponível em: <<http://ecolandia.wordpress.com/2012/08/16/a-precariedade-do-saneamento-basicono-brasil/>>. Acesso em: 02 de julho de 2016.

FERREIRA, Cristina de Arruda; PAULO, Paula Loureiro. **Eficiência de wetlands construídos para o tratamento domiciliar de água cinza com configuração diferenciada**. Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, p.1,2, Campo Grande – MS, 2009.

KADLEC, R.H. & KNIGHT, R.L. **Treatment Wetlands**. CRC Press/Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA, 1996.

LAUTENSCHLAGER, Sandro Rogério; Modelagem do desempenho de *wetlands* construídos. **Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre de Engenharia**, p.1, São Paulo, 2001.

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.

MANSOR, M.T.C. **Uso de leito de macrófitas no tratamento de águas residuárias**. 106p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1998.

MELO JÚNIOR, A. S. **Dinâmica da remoção de nutrientes em alagados construídos com *Typha sp.*** Dissertação Mestrado – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

MEIO AMBIENTE, Informes do eixo do meio ambiente. **ETAR – Estação de tratamento de águas residuárias**, 12 de outubro de 2011, Disponível em: <<http://meioambientedjc.blogspot.com.br/2011/10/etar-estacao-de-tratamento-aguas.html>>. Acesso em: 02 de julho de 2016.

PHYTORESTORE. **Despoluição de água e efluentes através de jardins filtrantes**. Revista Hidro, p. 6,7, agosto de 2016.

PHYTORESTORE. **Vantagens dos Jardins Filtrantes® sobre outros tipos de ETE**. Documentação interna da empresa, Campinas, 2012.

REED, S.C., MIDDLEBROOKS, E.J. & CRITES, R.W. **Natural Systems for Waste Management and Treatment**. Mc-Graw-Hill Book Company, New York, 1988.

SALATI, Eneida. **Utilização de Sistemas de *Wetlands* Construídas para Tratamento de Águas**. *Biológico*, V.65, nº.1/2, p.113-116, São Paulo, janeiro a dezembro de 2003.

SALATI, Eneas; FILHO, Eneas Salati; SALATI, Eneida. **Utilização de sistemas de *wetlands* construídas para tratamento de águas**. Instituto Terramax - Consultoria e Projetos Ambientais LTDA, p.1-15, Piracicaba/SP, 04 de Abril de 2009.

SOUSA, José Tavares de; HAANDEL, Adrianus C. van; LIMA, Eduardo Pedroza da Cunha; HENRIQUE, Israel Nunes. **Utilização de *Wetland* construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB**. Engenharia Sanitária e Ambiente. Volume 9, no4, Rio de Janeiro, Outubro a Dezembro de 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522004000400004>. Acesso em: 08 de setembro de 2016.

VALENTIM, MARCELLUS A. A. **Uso de leitos cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado.** 119p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

WATSON, J.T. & HOBSON, J.A. **Hydraulic design considerations and controlstructures for constructed *wetlands* for wastewater treatment.** In *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Municipal, Industrial and Agricultural*, editado por Hammer, D.A., Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, pp. 379-391, 1989.