

# APLICAÇÃO DE SISTEMA WETLANDS EM RELAÇÃO À CONCENTRAÇÃO DE O.D. EM EFLUENTES

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.933112427096>

*Data de aceite: 22/10/2024*

### **Ariston da Silva Melo Júnior**

Universidade Estadual de Campinas –  
UNICAMP, Departamento de Saneamento  
Básico, Campinas, SP, Brasil

### **Letícia Valéria Novaes de Araujo**

Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU,  
São Paulo, SP, Brasil

### **Ian Escobar Martins**

Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU,  
São Paulo, SP, Brasil

### **Daniel Pesce Rodrigues**

Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU,  
São Paulo, SP, Brasil

### **Kailany Santos Coletto**

Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU,  
São Paulo, SP, Brasil

### **Guilherme Teles**

Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU,  
São Paulo, SP, Brasil

### **Luis Gustavo Vieira Vilas Boas**

Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU,  
São Paulo, SP, Brasil

**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 o leito cultivado é de vital importância, por isso, a importância de seu estudo. A pesquisa levou em conta a colaboração da UNICAMP na condução de um projeto para avaliação do desempenho da concentração de oxigênio dissolvido (OD) em um sistema piloto de leitos cultivados. Para tanto, foram monitorados durante 5 dias as entradas e saídas de esgoto com coleta de amostras pré e pós tratamento pelo sistema. As coletas ocorreram nos dias 22 de julho até 26 de julho de 2024 num leito de perfil 4m x 1m no horário das 14 horas e permitiram a análise de um ganho percentual na concentração de oxigênio dissolvido de 54,3% no processo de tratamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esgoto, Purificação, Remoção, Sustentabilidade e Meio Ambiente.

## APPLICATION OF WETLANDS SYSTEM IN RELATION TO OD CONCENTRATION IN EFFLUENTS

**ABSTRACT:** Due to the greater demand for water resources, it is important to study the demand for water conservation on the planet. Therefore, greater industrialization must be accompanied by a dynamic of greater conservation. For problems of environmental impact of water resources, the implantation of alternative systems as the wetlands is of vital importance, therefore, the importance of its study. The research took into account the collaboration of UNICAMP in conducting a project to evaluate the performance of dissolved oxygen (OD) concentration in a pilot system of wetlands. Therefore, sewage inlets and outlets were monitored for 5 days with pre and post treatment samples collected by the system. The collections took place from July 22 to July 26, 2024 in a wetlands profile 4m x 1m at 2 pm and allowed the analysis of a percentage gain in dissolved oxygen concentration of 54.3% in the treatment process.

**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 leito cultivado, conhecido internacionalmente por "*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 leitos cultivados, ou leitos construídos ou ainda por *wetlands* construídas.

Para tanto foi analisada a concentração de oxigênio dissolvido (O.D) importante parâmetro de potabilidade presente no esgoto tratado do sistema piloto instalado na 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 Pontederiaceas (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.

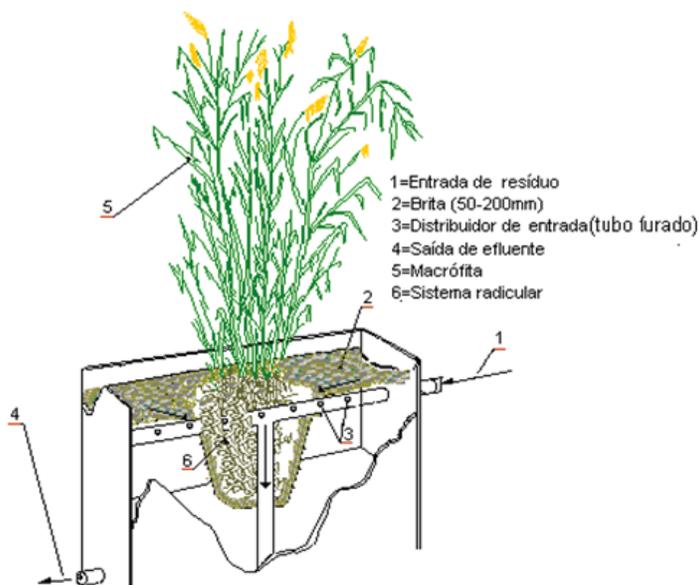


Figura1– Corte da distribuição de esgoto no sistema de leito cultivado e sua trajetória no tratamento resíduo do efluente limpo. (MELO JÚNIOR, 2003).

## 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.*

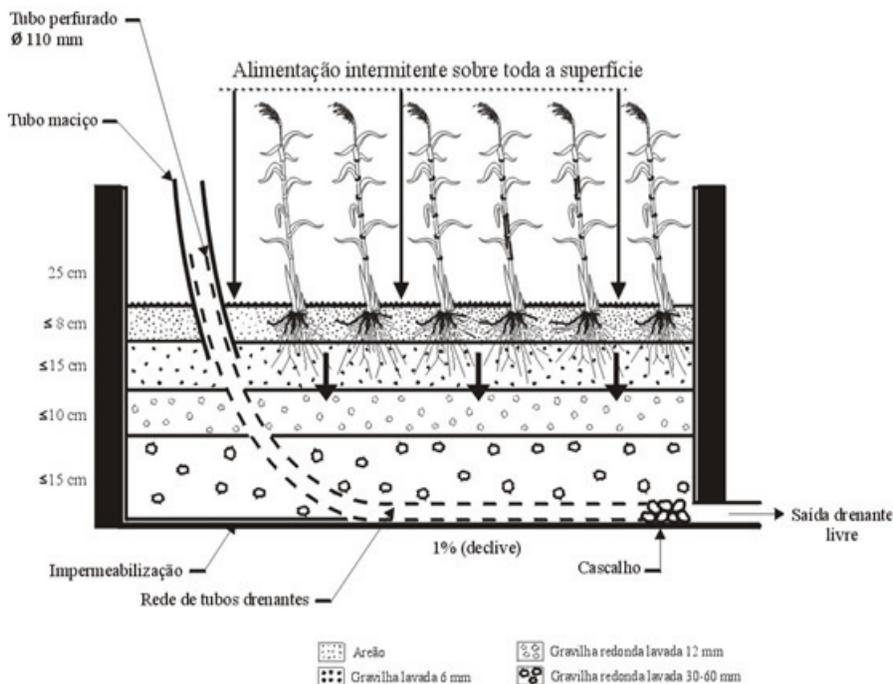


Figura 2 - Aspecto típico de um leito de fluxo vertical descendente. (COOPER et al.,1990).

## 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 Arnauld 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<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, 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:**  $> 2 \text{ cm.d}^{-1}$  para tratamento secundário (TS);  $8 \text{ cm.d}^{-1}$  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).

## OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Oxigênio Dissolvido (OD) é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio.

Uma das causas mais frequentes de mortandade é a queda na concentração de oxigênio nos corpos d'água.

O valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 é de  $5,0 \text{ mg/L}$ , mas existe uma variação na tolerância de espécie para espécie (CETESB, 2022).

As carpas, por exemplo, conseguem suportar concentrações de OD de  $3,0 \text{ mg/L}$ , sendo que a carpa comum chega até mesmo a sobreviver por até 6 meses em águas frias e sem nenhum Oxigênio Dissolvido – meio anóxico. Tais valores seriam fatais para as trutas, que necessitam de uma concentração maior de Oxigênio Dissolvido para sobreviverem, em torno de  $8,0 \text{ mg/L}$  de OD (CETESB, 2022).

De maneira geral, valores de oxigênio dissolvido menores que  $2 \text{ mg/L}$  pertencem a uma condição perigosa, denominado HIPOXIA, ou seja, baixa concentração de Oxigênio dissolvido na água.

A concentração de oxigênio presente na água vai variar de acordo com a pressão atmosférica (altitude) e com a temperatura do meio. Águas com temperaturas mais baixas têm maior capacidade de dissolver oxigênio; já em maiores altitudes, onde é menor a pressão atmosférica, o oxigênio dissolvido apresenta menor solubilidade.

## 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.

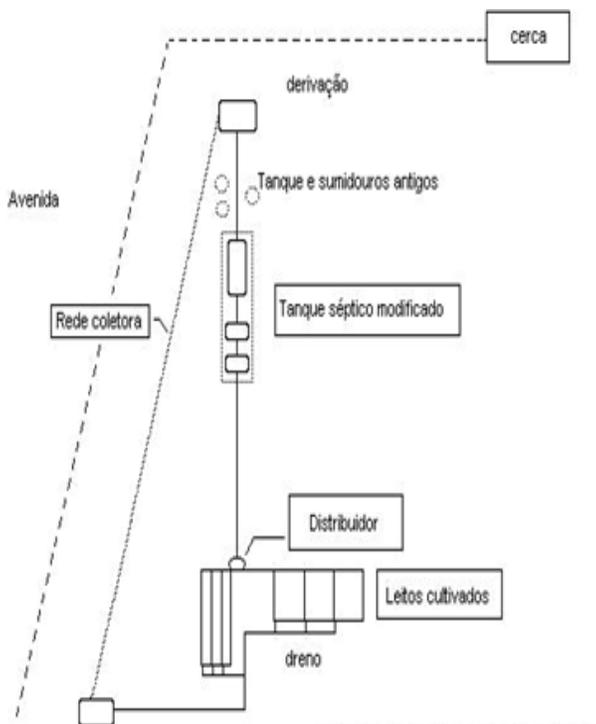


Figura 3 – Esquema geral da planta piloto do local. (MELO JÚNIOR, 2003).

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 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 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 10 cm em 10 cm, 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).

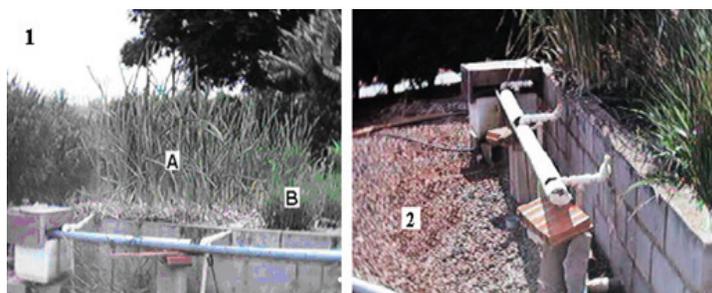


Figura 6 – Dreno do leito e detalhe da calha coletora (2) do efluente dos leitos. Em (1) observa-se um leito com *Typhasp.* (A) e um com *Eleocharis* (B).

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 25 mm (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.

Pela figura 7 (anterior) tem-se que a adoção da macrofita em questão foi para verificar o sistema de depuração num sistema retangular em que as macrofitas não têm um espaçamento homogêneo de modo a verificar a eficiência no tratamento, mantendo para o processo hidráulico um tempo de detenção hidráulico ( $\theta_h$ ) de 4,5 dias. Lembrando que o tempo de detenção hidráulico é dado pelo volume e vazão regulada no sistema, conforme a equação 1, a seguir.

$$\theta_h = \frac{V}{Q} \quad \text{Equação 1 (PORTO, 1999).}$$

## Metodologia de Coleta

As coletas de amostras de água residuária (esgoto) foram realizadas às 14 horas pelo fato de ser o horário de maior radiação ultravioleta, sendo, portanto o ponto de máximo efeito de evapotranspiração foliar do sistema radículas das macrófitas existentes no sistema de wetlands construída (leito cultivado).

As coletas foram realizadas por 5 dias (22 de julho a 26 de julho de 2024) com o armazenamento de 500 ml de amostra em garrafas PETs que sofreram a lavagem por água deionizada para evitar falsa leitura das concentrações químicas e mantidas congeladas à -5°C até o processo de análise.

## Análise Oxigênio Dissolvido - Método aplicável para análise de oxigênio dissolvido (O.D)

O método de determinação da concentração de oxigênio dissolvido (O.D) utilizado no estudo foi baseado a partir da norma NTS 012 da SABESP, denominada método eletrométrico.

O método é muito usual para monitoramento contínuo em reservatórios e unidades de tratamento de esgoto, podendo ser utilizado também em laboratório.

### *Princípio funcional do método eletrométrico (NTS 012)*

O método NTS 012 desenvolvido pela SABESP permite um processo apurado e de acuidade das concentrações de OD.

No método, o medidor de oxigênio possui uma célula eletrolítica, com um cátodo de platina e um ânodo de prata. Ambos separados e imersos em um eletrólito, geralmente Sulfato de Sódio ( $\text{NaSO}_4$ ), e o conjunto isolado por membrana de polietileno ou PTFE, permeável a gases, especialmente o oxigênio molecular (NTS 012, 2011).

Para determinação do OD aplica-se uma diferença de potencial de polarização entre o ânodo e o cátodo. O oxigênio da amostra difunde-se através da membrana, reduzindo-se no cátodo e formando no ânodo o produto da oxidação. A corrente resultante é linear e proporcional à concentração de oxigênio. A unidade de concentração pode ser medida diretamente através de procedimento de calibração (NST 012, 2011).

O consumo do oxigênio pela célula resulta da extração do oxigênio da solução nas proximidades da membrana. O oxigênio é então extraído por difusão, não permitindo a obtenção real da sensibilidade na leitura. Sendo assim, é necessário que se faça uma agitação na solução para que o oxigênio seja extraído tanto por difusão como por convecção, conseguindo-se com isso um acréscimo na taxa de sensibilidade (NTS 012, 2011).

O método experimental utilizou: Analisador de oxigênio dissolvido e agitador; Frasco de DBO (300 ml) com tampa; Cloreto de Cobalto ( $\text{CoCl}_2$ ); Eletrólito específico; e Sulfito de Sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ).

As amostras de água de superfície foram retiradas através de imersão cautelosa do frasco de DBO para evitar borbulhamento. Tal preocupação se baseou de modo que não se ocorresse interferência oxidativa.

Adotou-se o sistema de eletrodo coberto por membrana para minimiza os problemas relacionados a depósitos de impurezas, que poderiam causar perda de sensibilidade devida impregnação, isto porque a membrana plástica permeável ao oxigênio forma uma barreira contra estas impurezas (NST 012, 2011).

## RESULTADOS – ESTUDO DE CASO

### Analise gráfica dos resultados

As amostras coletadas de água residuária da wetlands construída de perfil retangular com a macrófita *Typha sp* que sofreram a análise da concentração de oxigênio dissolvido permitiram verificar o desempenho no aumento da presença de oxigênio dissolvido (O.D) após o pré-tratamento sanitário.

A figura 8 apresenta o comportamento na concentração de OD no sistema de tratamento com relação às concentrações analisadas de entrada (afluente) e saída (efluente) do processo de depuração do esgoto local.

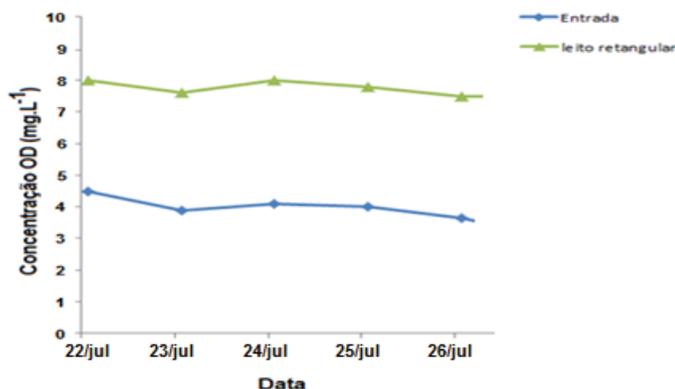


Figura 8 – Gráfico do desempenho da concentração OD no sistema de leitos em 2024.

Pela figura 8 é possível notar que as concentrações de OD após o tratamento na wetlands construída (leito) teve uma maior aeração resultante.

Deve-se observa que pelos dados gerados após as análises, as concentrações de oxigênio dissolvido no leito de perfil retangular resultou em valores na faixa de 8 mg.L<sup>-1</sup>, enquanto o sistema antes do tratamento tinha como consequência um esgoto gerado com valores de oxigênio dissolvido (OD) em torno de 4 mg.L<sup>-1</sup>, o que reflete o grau de melhora provocado pelo mecanismo de tratamento alternativo.

### Eficiência percentual

Ao se avaliar o percentual de desempenho no processo de concentração de OD, a partir da tabela 1, a seguir, pode-se observar o ganho de oxigenação gerado pelo processo.

Data	Leito Retangular %
22/07/2024	50,0
23/07/2024	54,7
24/07/2024	54,5
25/07/2024	55,0
26/07/2024	57,3
<b>Média</b>	<b>54,3</b>

Tabela 1: Avaliação percentual da concentração de oxigênio dissolvido nos leitos.

Pode-se notar pela tabela 1 que as concentrações de oxigênio dissolvido tiveram um ganho após o tratamento para esse parâmetro de interesse na pesquisa.

O processo de análise permitiu observar que os mecanismos envolvidos nos processos químicos como a adsorção e biológicos provenientes pelo efeito ecofisiológico da macrófita geram ganhos consideráveis que permitem beneficiar o efluente tratado. Sendo que para a fase de interesse científico a eficiência percentual de aumento do OD foi de 54,3%.

## CONCLUSÃO

A pesquisa revelou que o sistema de leitos cultivados (*wetlands* construída) teve um papel significativo na melhora do parâmetro concentração de oxigênio dissolvido (O.D), pois o meio aquático com adoção da macrófita *Typha sp* propiciou ganhos consideráveis.

Pode-se presumir que o sistema radicular e a atividade ecofisiológica da macrófita foram fundamentais para os ganhos elevados de OD em relação à faixa média de OD antes do processo de tratamento, conforme relataram anteriormente pesquisadores como Melo Júnior (2003).

Importante notar que mesmo para um espaçamento irregular provocado intencionalmente no leito retangular as macrofitas e o meio suporte constituído de areia e brita desempenhou um papel significativo na melhora dos ganhos de OD, conforme a figura 8 e a tabela 1 apresentaram.

Claro que o sistema não permite que se tenha nessa primeira fase um produto de água potável, mas representa um avanço na luta da sustentabilidade, uma vez que permite alcançar uma água de reuso para utilização em situações de processos industriais, beneficiando e preservando os recursos hídricos potáveis.

## REFERÊNCIAS

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.

CETESB, **Mortandade de Peixes – Oxigênio Dissolvido**. <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>. Acesso em: 07 de setembro de 2024.

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 setembro de 2024.

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 setembro de 2024.

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 WasteManagement 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](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522004000400004)>. Acesso em: 01 de setembro de 2024.

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.

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 setembro de 2024.

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 WasteManagement 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, n.º.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](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522004000400004)>. Acesso em: 01 de setembro de 2024.

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.