

## **Sistema de Tratamento Wetland Construído: Análise de efluente doméstico proveniente dos banheiros da Estação Cidade Jardim de Trem após tratamento em sistema Wetland francês**

---

*Guilherme Mileo Garcia Festa*

*Graduado em Engenharia Civil e Ciências Biológicas*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.84.4

## RESUMO

Este trabalho demonstra o desempenho de um sistema de wetland francês, implantado na estação de trem Cidade Jardim. O sistema em questão é composto por 5 tanques (leitos filtrantes), dispostos em 3 tanques de primeiro estágio com fluxo vertical (VF) e 2 tanques de segundo estágio também com fluxo vertical (VF). A eficiência na redução dos índices DBO foram de aproximadamente 94,91% do efluente bruto de entrada para o efluente de saída. Após o processo de passagem pelos leitos filtrantes, o sistema também possui um pós-tratamento composto por um ozonizador (30g/h) e um filtro de resíduos sólidos(3000l/h). Foram realizadas duas coletas de efluente e o sistema se mostrou mais eficiente na segunda coletas, realizada após 7 meses da implantação.

**Palavras-chave:** Wetland francês. fluxo vertical. pós-tratamento. leitos filtrantes.

## ABSTRACT

This work demonstrates the performance of a French wetland system, deployed at the Cidade Jardim train station. The system in question is composed of 5 tanks (filter beds), arranged in 3 first stage tanks with vertical flow (VF) and 2 second stage tanks also with vertical flow (VF). The efficiency in reducing the BOD indices was approximately 94,91% of the raw inlet effluent to the outlet effluent. After passing through the filter beds, the system also has a post-treatment consisting of an ozone generator (30g/h) and a solid waste filter (3000l/h). Two effluent samples were analyzed, and the system proved to be more efficient in the second sample, analyzed 7 months after implantation.

**Keywords:** French wetland. vertical flow. after-treatment. filter beds.

## INTRODUÇÃO

A escassez hídrica é uma problemática de diversas regiões brasileiras, no Brasil possuímos grandes reservas de água, mas ainda assim são insuficientes para satisfazer demandas elevadas de consumo (HESPANHOL, 2002). A água de reuso dentro dos padrões específicos definidos pela norma brasileira 13.969(ABNT,1997) possibilita que a água potável seja destinada para fins essenciais, e a água de reuso seja utilizada para outros fins, como irrigação, limpeza urbana, águas de descarga e até manutenções prediais condizentes. (PINTO et al., 2014). A água de reuso muitas vezes é descrita como um recurso hídrico com a possibilidade de reutilização por uma ou mais vezes, em alguma atividade que supra as atividades humanas. (LAVRADOR FILHO, 1987).

A água de reuso é um produto de um recurso hídrico já utilizado pelos seres vivos, obtido após algum tipo específico de tratamento. (BARROS,2015). Dentre os processos de tratamento, temos diversas técnicas, como, estações de tratamento de esgoto (ETE), etapas de tratamento de água de reuso (ETAR), sistemas baseados na natureza (SBN). Diversas tecnologias alternativas, como Wetland construído, sistema amplamente consolidado em países do ocidente, vem sendo estudados em território brasileiro, estes apresentam grande potenciais de remoção das

características de um efluente bruto, e o enquadrando na categoria de água de reuso.

Tratamentos de refinamento da água de reuso, como a adsorção em carvão ativado, a oxidação com ozônio e dióxido de cloro são as principais tecnologias no que se refere ao refinamento das águas residuárias para reuso (MANCUSO; SANTOS, 2013; HESPANHOL, 2008)

A estação cidade jardim de trem, no ano de 2021 passou por um processo de revitalização, financiada pela iniciativa privadas, dentre todas as alterações uma delas foi o projeto de tratamento de efluentes domésticos, proveniente dos sanitários da estação.

Diariamente 170 mil passageiros transitam dentro das dependências da estação cidade jardim, produzindo cerca de 10 mil litros de efluentes diários.

No cenário brasileiro de consumo de água per capita, para realização de higiene pessoal, temos relatórios que apontam um consumo de 110 l/dia podendo chegar em até 200 l/dia . Porém como a estação de trem é um local de passagem de pessoas, as quais não desempenham todas as atividades de higiene, é considerado um consumo de aproximadamente 20 litros per capita, e considerando que nem todos os passageiros utilizam os banheiros da estação.

O consumo real de água em todas as dependências da estação, foi levantado com a implantação de um hidrômetro analógico, instalado diretamente na caixa de passagem final, a qual era ligada na rede de coleta da SABESP-SP.

O projeto de implantação do sistema de wetland construído foi dimensionado para tratar um volume de 10m<sup>3</sup>/dia, levando em consideração que os resultados obtidos da leitura do hidrômetro analógico (Figura 1) foram de aproximados 9M<sup>3</sup>/dia, valores obtidos de uma média mensal por um período de 4 meses.

**Figura 1- Hidrômetro analógico 100mm marca Hidrometer**



**Fonte: Arquivo pessoal.**

O sistema de wetland construído implantado na estação é composto por 5 tanques de vertical, e foram baseados na metodologia de construção de wetland francês. Os tanques possuem plantas macrófitas emergentes plantadas, sendo elas as espécies: *Heliconia pssitacorum*, *Canna indica*, *Hedychium coronarium*, *Cyperus papyrus*, *Colocasia esculenta*, *Pontederia cordata* (Figura 2).

**Figura 2 - Plantas Macrófitas emergentes plantadas no tanque de estágio 2.**



**Fonte: Arquivo pessoal**

O intuito da implantação deste sistema foi o abastecimento do sistema de irrigação dos jardins verticais naturais (Figura 3) e paisagismo horizontal com água de reuso dentro dos parâmetros da norma 13.969(ABNT,1997).

Foi implantado como sistema de pós-tratamento do efluente, após a saída do sistema de wetland construído, um sistema de ozonização que produz 30g/h, o qual desempenha processos oxidativos no efluente pós-tratamento. Também foi implantado um filtro de resíduos sólidos com vazão de 3000 l/h, que possui 12 camadas de filtragem, incluído duas camadas de carvão ativado.

**Figura 3 - Jardins verticais abastecidos com água de reuso**



**Fonte: Arquivo pessoal**

## **METODOLOGIA**

A metodologia adotada neste trabalho, foi a contratação de um laboratório com certificação (ISO/IEC 17025), para a realização das análises do efluente bruto proveniente dos sanitários da Estação de Trem Cidade Jardim e a análise do mesmo efluente após a passagem pelo sistema de wetland construído.

Foram realizadas 4 coletas, sendo duas coletadas na data de 06/08/2021 e as outras

duas realizadas em 15/03/2022.

As coletas foram divididas em esgoto bruto e esgoto pós-tratamento, os pontos de coleta foram definidos previamente, e nos locais de entrada e saída do efluente.

O tempo de análise dos resultados em todos os testes foi de 28 dias, e os parâmetros analisados foram: PH, Fósforo total, Alcalinidade, DBO Solúvel, DQO Solúvel, Nitrogênio Amiacal Total, Nitrogênio Kjeldahl Total, Nitrogênio Nitrato Total, Nitrogênio Nitrito Total, Nitrogênio Total, Óleos e Graxas, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Suspensos Voláteis, Sólidos Voláteis e Fenol Total.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos foram entregues pelo laboratório contratado, por meio de laudos, e apresentam todas as análises físico-químicas. A amostra 1 se refere a coleta realizada em 06/08/2021 e a amostra 2 realizada em 15/03/2022. Ambas coletas foram feitas antes do efluente ser tratado e após o tratamento via wetland.

**Tabela 1- Resultados de PH antes do tratamento e pós-tratamento.**

ANO	AMOSTRA	PH PRÉ-TRATAMENTO	PH PÓS-TRATAMENTO
2021	1	8,99± 0,037 UpH	7,750 ± 0,037 UpH
2022	2	8,180 ± 0,037 UpH	7,430 ± 0,037 UpH

(DIGIMED,2021/22)

**Tabela 2 - Resultados de DBO antes do tratamento e pós-tratamento.**

ANO	AMOSTRA	DBO (Mg/l) PRÉ-TRATAMENTO	DBO (Mg/l) PÓS-TRATAMENTO	REMOÇÃO DE DBO(%)
2021	1	232,8 ± 6,8	34,83 ± 0,98 mg/L	84,89%
2022	2	195,7 ± 9,0 mg/L	9,96 ± 0,98 mg/L	94,91%

(DIGIMED,2021/22)

**TABELA 3 - Resultados de DQO antes do tratamento e pós-tratamento.**

ANO	AMOSTRA	DQO (Mg/l) PRÉ-TRATAMENTO	DQO (Mg/l) PÓS-TRATAMENTO	REMOÇÃO DE DQO(%)
2021	1	474,2 ± 8,6	83,89 ± 8,6	82,3%
2022	2	378,7 ± 6,8 mg/L	<LQ*	>86%

\*LQ=Limite de Quantificação (DIGIMED,2021/22)

**Tabela 4 - Resultados de Fósforo total antes do tratamento e pós-tratamento.**

ANO	AMOS-TRA	Fósforo total (Mg/l) PRÉ-TRATAMENTO	Fósforo total (Mg/l) PÓS-TRATAMENTO	REMOÇÃO DE Fósforo total(%)
2021	1	14,76 ± 0,23 mg/L	2,39 ± 0,0053mg/L	83,8%
2022	2	5,566 ± 0,078 mg/L	0,3759 ± 0,0053mg/L	93,2%

(DIGIMED,2021/22)

**Tabela 5 - Resultados de Sólidos Suspensos Totais (SST) antes do tratamento e pós-tratamento.**

ANO	AMOSTRA	SST (Mg/l) PRÉ-TRATAMENTO	SST (Mg/l) PÓS-TRATAMENTO	REMOÇÃO DE SST(%)
2021	1	176,0 ± 5,3mg/L	23,5 ± 5,3mg/L	76,4%
2022	2	155,4 ± 14 mg/L	15,7 ± 6,2 mg/L	84,2%

(DIGIMED,2021/22)

**Tabela 6 - Resultados de Nitrogênio total antes do tratamento e pós-tratamento.**

ANO	AMOSTRA	Nitrogênio total (Mg/l) PRÉ-TRATAMENTO	Nitrogênio total (Mg/l) PÓS-TRATAMENTO	REMOÇÃO DE Nitrogênio total (%)
2021	1	298,0 ± 23	38,3 ± 5,3mg/L	87,2%
2022	2	178,0 ± 14 mg/L	22,1 ± 1,8 mg/L	87,9%

(DIGIMED,2021/22)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados obtidos, é possível observar grandes reduções nos parâmetros iniciais do efluente bruto provindo dos sanitários. Foi verificada porcentagens de até 94,91% de redução do parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), indicativo de boa eficiência no tratamento do efluente.

As reduções dos parâmetros de Nitrogênio total e Fósforo total se mostraram mais eficientes na segunda coleta, e a possibilidade de tal ocorrência pode ser devido ao melhor desenvolvimento das macrófitas emergentes plantadas nos leitos filtrantes, as quais proporcionaram melhor absorção de tais nutrientes.

O resultado obtido em sólidos suspensos totais (SST) apresenta grande margem de erro a ser considerada, devido as técnicas de análise do laboratório, logo não é possível definir com esta grande margem a eficiência por completo, sendo sugerido a utilização do teste Imhoff, o qual apresenta melhor eficiência nos resultados e pode ser executado com maior frequência.

A NBR13.969 de 1997 classifica as possíveis utilizações de águas de reuso, dentro das seguintes classes.

Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes:

Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes:

Classe 3 – Reuso nas descargas dos vasos sanitários:

Classe 4 – Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos.

## REFERÊNCIAS

HESPANHOL, I. (2002) Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 4, p. 75-95.

HESPANHOL, I. (2008) Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 131-158.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação : NBR 13969. Rio de Janeiro, Set. 1997. 58p

PINTO, G. M. F. *et al.* Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.19, n.3, p. 219-224, 2014.

LAVRADOR FILHO, J. (1987) Contribuição para o entendimento do reuso planejado de água e algumas considerações sobre a suas possibilidades no Brasil Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BARROS, H.M.M.; VERIATO, M.K.L.; SOUZA, L.P.; CHICÓ, L.R.; BAROSI, K.X.L. (2015) Reuso de água na agricultura. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 5, p. 11-16.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS H.F. (2013) Reuso de Água Barueri: Manole

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005. 31 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração. 3. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2017. 32 p.