# TT 390 - AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA TECNOLOGIA WETLANDS NA REMOÇÃO DE MATERIAIS FLUTUANTES, DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO, SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS E SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS EM ÁGUAS DENOMINADAS DE REJEITO DE ETA

**Inácio Evangelista e Silva Neto**[(1)]
Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Especialista em Recursos Hídricos pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Coordenador de Operação Industrial da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) na Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú (UNBAC).
**Antônio Nogueira Borges Filho**[(2)]
Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Especialista em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Auxiliar de Engenharia pra Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) na Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú (UNBAC).
**Francisca Daniele Moreira Sampaio**[(3)]
Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Técnico Operacional da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) na Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú (UNBAC).
**Marco Antônio Rosa de Carvalho** [(4)]
Professor do Instituto Federal do Ceará (IFCE), do eixo recursos hídricos, curso de irrigação e drenagem.
**Francisclay Mouta da Silva** [(5)]
Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Especialista em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Gerente da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) na Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú (UNBAC).

Endereço(1): Rua Diva Ximenes Prado, 1394 – Quadra 10 – BV01 – Bairro Antônio Carlos Belchior – Sobral – Ceará – CEP: 62053-715 – Brasil – Tel: +55 (88) 9.9222-1015 – e-mail: inacio.evangelista@cagece.com.br

## RESUMO

Diante da natural escassez de recursos hídricos na região semiárida do nordeste brasileiro, a procura por fontes alternativas de água se transforma em opção prioritária que passa a exigir do poder público uma política permanente de investimentos em obras e em programas de pesquisa. Neste contesto, o reúso de água o qual é entendido como uma tecnologia desenvolvida para um fim específico a partir de uma água usada anteriormente é uma forma de minimizar a produção de efluentes e o consumo de água de qualidade superior pelas concessionárias públicas, ou retirada diretamente dos mananciais hídricos devido à substituição da água potável por água que já fora previamente usada. Pode ser considerado também como alternativa para satisfazer a demanda menos exigente, liberando as águas de melhor qualidade para uso mais nobre, como o abastecimento doméstico, e outros usos.
Este trabalho avalia a eficácia da tecnologia denominada de wetlands na remoção de poluentes, que caracterizam os parâmetros de materiais flutuantes, demanda química de oxigênio – DQO, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos totais, de modo que os rejeitos da ETA que atende ao Município de Massapê-CE, após passarem pelo sistema, estejam dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução COEMA Nº02/2017 (Art. 14).

**PALAVRAS-CHAVE:** Wetlands, remoção de materiais flutuantes, demanda química de oxigênio, sólidos suspensos totais, rejeito de ETA.

## INTRODUÇÃO

A água é o líquido mais abundante do planeta e é essencial a sobrevivência dos seres vivos. É fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físicas, químicas e microbiológicas adequadas para sua utilização. Assim, disponibilidade de água significa que ela está presente não somente em quantidade adequada, mas também que sua qualidade seja satisfatória para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos (MOTA, 2006).

O continuado crescimento populacional, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a distribuição desigual dos recursos hídricos e as secas periódicas têm levado as agências de águas a buscar novas fontes hídricas para abastecimento (METCALF e EDDY, 2003). Partindo deste contexto e em face da natural escassez de recursos hídricos na região semiárida do nordeste brasileiro, a procura por fontes alternativas de água se transforma em opção prioritária que passa a exigir do poder público uma politica permanente de investimentos em obras e em programas de pesquisa. Frente ao panorama descrito, ver-se a necessidade do uso racional deste recurso, como por exemplo, através do reúso de águas.
Segundo Brega Filho e Mancuso (2002), reúso de água é entendido como uma tecnologia desenvolvida para um fim específico a partir de uma água usada anteriormente. Já Dantas e Sales (2009) entendem que reúso de água é uma forma de minimizar a produção de efluentes e o consumo de água de qualidade superior - água tratada pelas concessionárias públicas, ou retirada diretamente dos mananciais hídricos - devido à substituição da água potável por água que já fora previamente usada. Pode ser considerado também como alternativa para satisfazer a demanda menos exigente, liberando as águas de melhor qualidade para uso mais nobre, como o abastecimento doméstico, e outros usos.

Uma forma adequada de gerir os recursos hídricos, é possibilitar as formas de reúso, e para tanto, uma forma é utilizando-se da tecnologia denominada de **wetlands,** a qual é constituída de locais que ficam inundados periódica ou permanentemente, onde o solo saturado permite o crescimento de macrófitas. As wetlands podem ser naturais (brejos, pântanos ou várzeas) ou construídas.

Neste contesto, observou-se que existe um reaproveitamento de partes das águas oriundas do processo produtivo da estação de tratamento de água – ETA, que atende ao Município de Massapê-CE, através de irrigação, para atendimento a culturas diversas. Frente ao uso, passou-se a realizar monitoramento quantitativo e qualitativo dos efluentes, nos pontos a montante e a jusante da área de abrangência do perímetro irrigado com as águas descartadas da ETA, uma vez que foi constituído um sistema com a ecotecnologia dos wetlands.

## OBJETIVO

Avaliar a eficácia da tecnologia denominada de wetlands, na remoção de partículas que caracterizam os parâmetros de materiais flutuantes, demanda química de oxigênio – DQO, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos totais, de modo que os rejeitos da ETA após passarem pelo sistema, estejam dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução COEMA Nº02/2017 (Art. 14).

## METODOLOGIA UTILIZADA

PRIMEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DO LOCAL
Para realizar o presente estudo, foi realizado visita in loco no mês de outubro de 2022, para conhecer a área de abrangência das águas lançadas através da ETA que atende ao Município, as culturas existente e identificar os pontos de escoamento a jusante do sistema tipo wetlands, bem como definir as técnicas para mensuração dos volumes e dos pontos de coleta para realização de análises laboratoriais.

SEGUNDA ETAPA: AVALIAÇÃO DE DADOS PRODUZIDOS
Considerando informações internas da CAGECE, onde existe o monitoramento do quantitativo dos rejeitos gerados na ETA, os quais são consolidados na frequência diária, utilizando equipamento de medição do tipo medidor ultrassônico, a parti deste dado, no mês de novembro de 2022 foram implantados os dispositivos de medição de vazão (tipo calha parshall) nos pontos a jusante do sistema, para quantificar os volumes de saída. Ainda no mês supracitado, realizou-se um georreferenciamento para caracterizar a área de influência das

águas lançadas a parti da ETA. Também foi realizado um planejamento junto a companhia de água e esgoto do ceará – CAGECE, para cadastramento e definição do monitoramento de todos os pontos de lançamentos de efluentes, de modo a retratar a eficácia do sistema, considerando a sazonalidade.

Conforme dados da companhia, é realizado um monitoramento qualitativo na frequência mensal das águas da saída da ETA, que para o estudo foi considerado o mesmo da entrada do sistema wetlands, pois a distância entre a ETA e a entrada ao sistema de tratamento é de apenas 150 metros. Ficou firmado junto a companhia a proposta de cumprimento do cronograma de monitoramento mensal da qualidade dos efluentes para os (04) quatro pontos identificados como vertedouros das águas não absorvidas do wetlands.

O período de estudo avaliativo foi de 06 (seis) meses, (o qual iniciou em outubro de 2022 a março de 2023) pois nestes, estão contemplados os períodos onde geralmente não se tem precipitações e que alcança a quadra chuvosa, a qual é característica da região ocorrer nos primeiros meses de cada ano.

## RESULTADOS OBTIDOS

Foi possível identificar que o sistema em utilização proporcionou a autodepuração da água, uma vez que após passar pelo wetlands, os parâmetros: materiais flutuantes, DQO, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos totais, apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução COEMA Nº02/2017 (Art. 14). Nos quadros a baixos estão os valores de referência da portaria, os valores obtidos de cada parâmetro do efluente na saída da ETA, bem como de cada ponto de vertedouro, após passar pelo sistema.

**Tabela 1: Valores de referência: Resolução COEMA Nº02/2017 .**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Método | 2110, SMEWW 23RD ED.,2017 | 4500-H+B, SMEW 23RD ED., 2017 | 2550 B, SMEWW 23RD ED., 2017 | 3500-ALB, SMEWW 23RD ED., 2017 | 410.4, USEPA , 1993 | 2540 F.3A, SMEWW 23RD ED., 2017 | 2540 D, SMEWW 23RD ED., 2017 |
| Referência - VMP | Ausente | 6,0 a 9,5 | <40º | 10 | 200 | 1 | 100 |

**Tabela 2: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 11/10/2022**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lavagem Filtro 01 (16h23) | Virtualmente presentes | 6,8 | 29,0 | 2,28 | 202,73 | 73,5 | 390,0 |

**Tabela 3: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 27/10/2022**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ponto 01 (09h55) | Virtualmente ausentes | 7,0 | 31,0 | 0,06 | 39,52 | <0,50 | 14,5 |
| Ponto 02 | Virtualmente | 7,1 | 31,0 | 0,06 | 27,75 | <0,50 | 16,0 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (10h10) | ausentes | | | | | | |
| Ponto 03 (10h25) | Virtualmente ausentes | 6,8 | 30,0 | <0,05 | 27,75 | <0,50 | 8,5 |

**Tabela 4: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 17/11/2022**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sediment. mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lavagem Filtro 01 (14h52) | Virtualmente presentes | 7,2 | 30,0 | 2,28 | 251,83 | 81,5 | 470,0 |

**Tabela 5: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 06/12/2022**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ponto 01 (08h12) | Virtualmente ausentes | 7,6 | 26,0 | <0,05 | 29,86 | <0,50 | 4,2 |
| Ponto 02 (08h25) | Virtualmente ausentes | 7,3 | 29,0 | <0,05 | 29,86 | 0,8 | 49,3 |
| Ponto 03 (08h36) | Virtualmente ausentes | 7,6 | 27,0 | <0,05 | <20,0 | <0,50 | <2,0 |

**Tabela 6: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 20/12/2022**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lavagem Filtro 01 (14h38) | Virtualmente presentes | 6,9 | 30,0 | 3,75 | 341,03 | 121,5 | 600,0 |

**Tabela 7: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 05/01/2023**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ponto 01 (08h46) | Virtualmente ausentes | 7,6 | 24,0 | <0,05 | <20,0 | <0,50 | 2,0 |
| Ponto 02 (09h00) | Virtualmente ausentes | 7,3 | 26,6 | <0,05 | <20,0 | <0,50 | <2,0 |
| Ponto 03 (09h10) | Virtualmente ausentes | 7,6 | 26,5 | <0,05 | <20,0 | <0,50 | <2,0 |

**Tabela 8: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 12/01/2023**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Saída Filtro 03 (14h51) | Virtualmente presentes | 7,0 | 30,0 | 4,00 | 274,21 | 126,5 | 610,0 |

**Tabela 9: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 09/02/2023**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lavagem Filtro 02 (14h50) | Virtualmente presentes | 7,1 | 30,0 | 2,27 | 272,58 | 103,5 | 520,0 |

**Tabela 10: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 28/02/2023**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ponto 01 (14h45) | Virtualmente ausentes | 7,3 | 31,0 | <0,05 | 49,34 | <0,50 | 12,5 |
| Ponto 02 (14h50) | Virtualmente ausentes | 7,8 | 39,6 | <0,05 | 35,24 | <0,50 | <2,0 |
| Ponto 03 (14h57) | Virtualmente presentes | 7,6 | 30,7 | 0,05 | <20,0 | 0,8 | 27,0 |
| Ponto 04 (15h02) | Virtualmente ausentes | 7,4 | 30,0 | <0,05 | <20,0 | <0,50 | <2,0 |

**Tabela 11: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 07/03/2023**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lavagem Filtro 01 (14h48) | Virtualmente presentes | 7,1 | 30,0 | 0,29 | 180,93 | 49,5 | 332,0 |

**Tabela 12: Características das águas estudadas na ETA – Ipaguassu. 14/03/2023**

| Tipo | Materiais Flutuantes | pH | Temperatura ºC | Alumínio mg/L | DQO mg/L | Sólidos Sedimentáveis mg/L | Sólidos Suspensos Totais mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ponto 01 (13h35) | Virtualmente ausentes | 7,4 | 24,5 | - | 56,39 | 43,5 | - |
| Ponto 02 (13h47) | Virtualmente ausentes | 7,9 | 24,5 | <0,05 | 32,89 | <0,50 | - |
| Ponto 03 (13h57) | Virtualmente presentes | 7,5 | 24,5 | 0,05 | <20,0 | 1,7 | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ponto 04 (14h10) | Virtualmente presentes | 7,5 | 24,6 | <0,05 | 61,09 | 1,5 | - |

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos dados coletados em campo identificou-se que o sistema está implantado numa área de 04 hectares, onde predominantemente as culturas existentes são o capim do tipo **braquiária** e a **bananeira** (Musa spp.).
Constatou-se que, nestes primeiros dois meses de estudo, onde predominantemente não se teve precipitações, que do volume de entrada, o qual tem média diária de 500 mil litros, 69% foi absorvido pelo wetlands.

Quanto a qualidade da água que saiu do sistema, no tocante ao volume de 155 mil litros diários que corresponde aos 31%, conforme resultados do período de avaliação, percebeu-se que houve total adequação aos parâmetros materiais flutuantes, os quais virtualmente não estavam presentes, a DQO teve redução de cerca de 80%, os sólidos sedimentáveis redução de até 99%, os sólidos suspensos totais redução de até 96%, e os demais que são: potencial hidrogeniônico – pH, temperatura e alumínio, que já se apresentavam em conformidade na entrada do sistema, mantiveram-se conforme, embora que não estivesse no objeto deste estudo, percebeu-se que a concentração de alumínio teve redução de 97%. No quadro não consta os resultados de sólidos suspensos totais referente ao mês de Março de 2023, pois os mesmos não foram realizados, em decorrência de ajustes de natureza técnica ocorrida no equipamento de mensuração. Nos meses de Outubro a janeiro, não teve dados produzidos do ponto 04, em decorrência de não ter havido contribuição de lançamento de modo a proporcionar o escoamento e viabilizar a coleta.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos utilizando-se da tecnologia de tratamento do tipo wetlands que foi constituída para aproveitamento da água de rejeito da ETA que atende ao Município de Massapê, mostraram que o método é eficaz para adequação dos rejeitos de ETA, aos parâmetros de qualidade de lançamento de efluentes conforme padrões estabelecidos pela Resolução COEMA Nº02/2017. Considerando a sazonalidade, os resultados obtidos se mantiveram dentro dos limites impostos pelo órgão ambiental, sem grandes variações, o que demonstra assim, a eficácia do sistema frente aos parâmetros analisados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BREGA FILHO, D; MANCUSO, P. C. S. Conceito de Reúso. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Ed.). **Reúso de água**. Barueri, SP: Malone, 2002.
2. CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará. (2022) Comunicação interna. Fortaleza: CAGECE.
3. CEARÁ. Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA). Portaria de n°21, de 21 de fevereiro de 2017. Diário Oficial do Estado, série 3, ano IX n° 37.
4. DANTAS, L.D.; SALES, C.W.A. Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reúso da água. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v.3, n. 3, p. 4-19, set./dez. 2009.
5. MONTEIRO, R. C. Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo "wetlands" para tratamento de água cinza visando o reúso não potável. 2009. 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
6. MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 4ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
7. TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F. L. Wastewater Engineering: treatment, disposal and reuse / Metcalf & Eddy. 4ª ed. Singapore: McGraw-Hill, 2003. 1819 p.