

## II-1261 TRATAMENTO DE ESGOTO POR PEQUENAS CENTRAIS DE TRATAMENTO BIOLÓGICO – TEWETLAND: SOLUÇÕES PARA CONDOMÍNIOS E ÁREAS RURAIS

**Maria Cristina Crispim**<sup>(1)</sup>

Bióloga pela Universidade Federal da Paraíba, Doutora pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Pós Doutora pela Universidade Federal da Paraíba, Professora Titular da Universidade Federal da Paraíba

**Gheizon Raunny Silva**<sup>(2)</sup>

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Mestrando em Desenvolvimento e Ambiente no PRODEMA/UFP.

**José Kaio da Silva de Freitas**<sup>(3)</sup>

Graduando em engenharia ambiental pela Universidade Federal da Paraíba

**Charles da Cruz Martins**<sup>(4)</sup>

Geólogo pela Universidade Federal do Mato Grosso

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Sistemática e Ecologia, Laboratório de Ecologia Aquática. E-mail: [ccrispim@dse.ufpb.br](mailto:ccrispim@dse.ufpb.br)/ [ccrispim@hotmail.com](mailto:ccrispim@hotmail.com)

**Endereço**<sup>(2)</sup>: Rua bacharel Wilson Flávio Moreira coutinho, 76 - Cidade Universitária - João Pessoa – PB – CEP: 58052-510 – Tel: (83) 99114-5723 - e-mail: [gheizon14@hotmail.com](mailto:gheizon14@hotmail.com).

**Endereço**<sup>(3)</sup>: Rua Francisca de Luna Freire, 161, centro, Mari-PB, CEP:58.345-000 E-mail: [freitas.eamb@gmail.com](mailto:freitas.eamb@gmail.com).

**Endereço**<sup>(4)</sup>: Av. Monte Cassino, 695 - Universitário, Caruaru - PE, 55016-410. E-mail: [charles.martins@yahoo.com](mailto:charles.martins@yahoo.com).

### RESUMO

As condições de qualidade de vida humana dependem diretamente das condições ambientais do entorno dos seres humanos. Atualmente no Brasil, a falta adequada de tratamento de esgoto ainda é uma realidade. Isso reflete-se em rios poluídos e águas subterrâneas contaminadas. Os métodos convencionais de tratamento de esgoto são o sistema australiano, com lagoas de decantação, mas esse sistema ainda apresenta muitos problemas, gerando efluentes de baixa qualidade, que lançam aos corpos receptores cianobactérias, coliformes e elevadas concentrações de nutrientes o que degrada a qualidade de água dos rios que recebem seus efluentes. Dessa forma, formas mais eficientes de tratar esgoto devem ser aplicadas. A permacultura propôs fossas ecológicas, como os Banheiros Secos, os Círculos de Bananeiras e os Tanques de Evapotranspiração (TEvap) (Bacias de Evapotranspiração). A EMBRAPA também propôs as fossas biodigestoras, que geram biofertilizante que pode ser usado como adubo na produção de plantas/horta. Estas fossas são eficientes, mas são destinadas a tratamento de esgoto unidomiciliar. Desse modo, para solucionar o problema em locais que tenham mais casas na forma de Pequenas Centrais de Tratamento Ecológico de Esgoto, como por exemplo em esgoto que é coletado nas cidades e transportado por canais a céu aberto e lançados em rios, ou em condomínios habitacionais, ou para prédios com diversos apartamentos, o TEWetland, sistema de tratamento ecológico de esgoto proposto pelos autores, adaptado do Tanque de Evapotranspiração resolve o problema, tratando adequadamente o esgoto, e ainda gerando água para reuso, o que o TEvap não faz. Dessa forma, o presente trabalho propõe-se a solucionar um problema real, em um condomínio residencial no município de Sairé, PE, em consequência do solo ser raso, e a rocha superficial não permitir a infiltração do esgoto nas valas de infiltração. É realizado o diagnóstico local, em relação ao relevo, número de lotes, produção média de esgoto, dimensionamento dos TEWetlands a serem construídos e estimativa de custo. Como resultado verificou-se que devido à inclinação do terreno deveriam ser construídos 3 TEWetlands, de forma a que todo o esgoto pudesse ser transportado por gravidade, sem necessidade de elevatórias. Cada TEWetland receberia a carga de esgotos de 3 bacias de drenagem apresentadas no trabalho. As dimensões propostas para os WETlands foram de 200 m<sup>2</sup> e volume de 400m<sup>3</sup>, para o 1º módulo (TEvap modificado) seguido por uma Wetland Construída (2º módulo) com uma área de 10m<sup>2</sup> para atender a contribuição da bacia 1. Na bacia 2, 120m<sup>2</sup> para o 1º módulo e 10m<sup>2</sup> para o 2º módulo, com um volume de 240m<sup>3</sup> e por fim, para a terceira central

de tratamento, 40m<sup>2</sup> para o 1º módulo e 10m<sup>2</sup> para o 2º módulo, com um volume de 80m<sup>3</sup>. O custo de construção dos 3 TEWetlands a preços atuais seria de cerca de R\$300.000,00 (trezentos mil reais) para o tratamento de esgoto de cerca de 700 pessoas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Ecológico, Condomínios, Inovação

## INTRODUÇÃO

Em sistemas de tratamento de esgotos, em geral no Brasil, a prática mais utilizada ainda é com lagoas de decantação, denominada de Sistema Australiano (MELLO, 2018), que é insuficiente no tratamento de esgoto, causando graves impactos nos corpos hídricos receptores, lançando para estes uma grande quantidade de nutrientes nitrogenados e fosfatados, além de coliformes termotolerantes e cianobactérias.

A FUNASA em estudo realizado no Rio Grande do Norte, com 79 Estações de Tratamento de Esgoto verificou que de esgoto bruto afluente com concentrações médias de DBO e DQO de 550 mg/L (294-747 mg/L) e 714 mg/L (475-909 mg/L), as ETEs conseguiam tratar cerca de 70% desses indicadores (MS-FUNASA, 2011). Outros sistemas mais eficientes já existem, como o tratamento por lodo ativado, que são mais eficientes na remoção de DBO (94%), DQO (91%), amônia (76%), sólidos sedimentáveis (95%) e em suspensões totais (92%), no entanto não se mostrou eficaz para a remoção de nutrientes, fosfato (34%) e nitrogênio (38%), e coliformes (99,84%), como avaliado na Estação de Tratamento de Esgoto Betim Central, localizada no estado de Minas Gerais (SALIBA, 2016). Este sistema de Betim, além do lodo ativado tinha um filtro UASB.

Os wetlands construídos são também propostas para o tratamento secundário de efluentes. Zanella (2008) analisando a eficácia dos wetlands em tratamento de efluente lançado por um sistema de reator compartimentado, verificou a eficácia de 30% na redução de sólidos em suspensão totais e na DQO no tratamento com brita e cerca de 27% no tratamento com bambu, como substratos.

A norma BR 13969 (1997), apresenta alternativas para o tratamento do efluente oriundo de fossas sépticas, no entanto, muitas alternativas propostas nesta norma ainda causam impacto no ambiente, principalmente aos lençóis freáticos, visto que o efluente lançado pelas fossas sépticas ainda é extremamente rico em nutrientes, contaminando as águas subterrâneas. Como exemplo dessas disposições não adequadas tem-se as valas de infiltração, que são amplamente usadas em fossas sépticas. Em ambientes mais próximos da costa em que o solo é mais arenoso elas funcionam, embora contaminem o lençol freático, em áreas em regiões elevadas, em que o solo é raso, como no caso da região do Agreste e Sertão, a rocha é elevada e a profundidade varia entre 0,5 e 1,5m, dificultando a infiltração, e em períodos chuvosos acumulando excesso de água no solo.

A EMBRAPA propôs também uma fossa ecológica, o biodigestor, que conta com 3 caixas de água para tratamento do esgoto doméstico, no entanto, este sistema trata o esgoto, mas produz um efluente rico em nutrientes, o biofertilizante, que deve ser usado com adubo em plantas e não deve ser descartado no solo, por ser rico em cálcio, magnésio, fósforo, enxofre, potássio e, principalmente, nitrogênio (EMBRAPA, 2010). Lembrando que este último elemento forma compostos tóxicos como a amônia e nitrito, e o nitrato quando ingerido junto com a água se transforma em nitrito, tóxico e cancerígeno (CETESB, 2022).

É primordial pensar em sistemas substitutivos, mais eficientes, para que possa melhorar a qualidade ambiental dos rios que em condições atuais vivem um constante processo de degradação. Além da contaminação em rios, tem-se a contaminação em águas subterrâneas, que para além de patógenos como coliformes, podem apresentar concentrações elevadas de nutrientes como por exemplo o nitrato, que apesar de não ser tóxico, quando ingerido, no processo digestivo passa de nitrato a nitrito que é tóxico e cancerígeno. A Agência Internacional de Pesquisas em Câncer (IARC) classifica o nitrato e o nitrito, ingeridos sob condições que resultem na geração endógena de nitrosaminas como prováveis cancerígenos para o ser humano (Grupo 2A) (CETESB, 2022).

Diante desse cenário e das problemáticas que cercam o saneamento básico, principalmente o esgotamento sanitário, o Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA/UFPB) concebeu um sistema inovador de tratamento biológico de esgotos, denominado TEWetland. Esta tecnologia evoluiu a partir das Fossas Ecológicas do tipo Tanques de Evapotranspiração (TEvap), propostas pela permacultura (PAES et al., 2016), e pode ser ótima alternativa que gera água para reuso, e vem sendo estudada, para solucionar por exemplo, o tratamento coletivo de esgoto em conjuntos e empreendimentos habitacionais, bairros, pequenas cidades, etc., podendo também ser dimensionado para tratamento unidomiliar.

Sendo assim é proposto a um condomínio residencial horizontal localizado no município de Sairé-PE a utilização de pequenas centrais de tratamento biológico TEWetland (SILVA et al., 2023), para o tratamento de

esgoto dos condôminos. Estas centrais não vão requerer estações elevatórias, porque serão construídos sempre aproveitando a inclinação do terreno, para o transporte por gravidade do esgoto. O efluente tratado gerado por essas centrais pode ser reusado nas áreas jardins

O TEWetland é composto por dois módulos, o 1º módulo é um Tanque de Evapotranspiração (TEvap) em que o esgoto passará por uma câmara de fermentação e passará por camadas filtrantes colonizadas por biofilme, parte do esgoto tratado será evapotranspirado e parte é drenado para o 2º módulo composto por uma Wetland Artificial (Figura 1).



**Figura 1: Esquema da Central de Tratamento TEWetland. Acervo do LABEA/UFPB (2022)**

O efluente gerado por essa tecnologia já apresenta resultados positivos em um protótipo parcial, instalado no município de Ingá-PB (dados do LABEA) (Figura 2), no entanto, é importante acompanhar a qualidade do efluente gerado em sistemas de diferentes dimensões e contribuições.



**Figura 2: Efluente gerado pelo protótipo do TEWetland construído em Ingá, PB. Acervo do LABEA/UFPB (2022)**

## OBJETIVO GERAL

Avaliar um condomínio residencial horizontal, com 230 lotes habitacionais e apresentar o TEWetland como proposta de tratamento biológico de esgoto e produção de água para reúso.

## OBJETIVO ESPECÍFICOS

- 1 – Avaliar o condomínio em relação a critérios técnicos, que identifiquem as condições de coleta e transporte de esgoto por gravidade, para definir a locação de equipamentos TEWetland.
- 2 – Contabilizar os lotes de cada bacia de drenagem determinada, para estimar as dimensões dos TEWetlands.
- 3 – Apresentar propostas para tratamento, e reúso do efluente gerado

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O condomínio fica localizado no município de Sairé-PE que dista 120 Km da capital, Recife (Figura 3). segundo estimativas para o censo de 2021 a população é de aproximadamente 9.600 habitantes (IBGE, 2023).

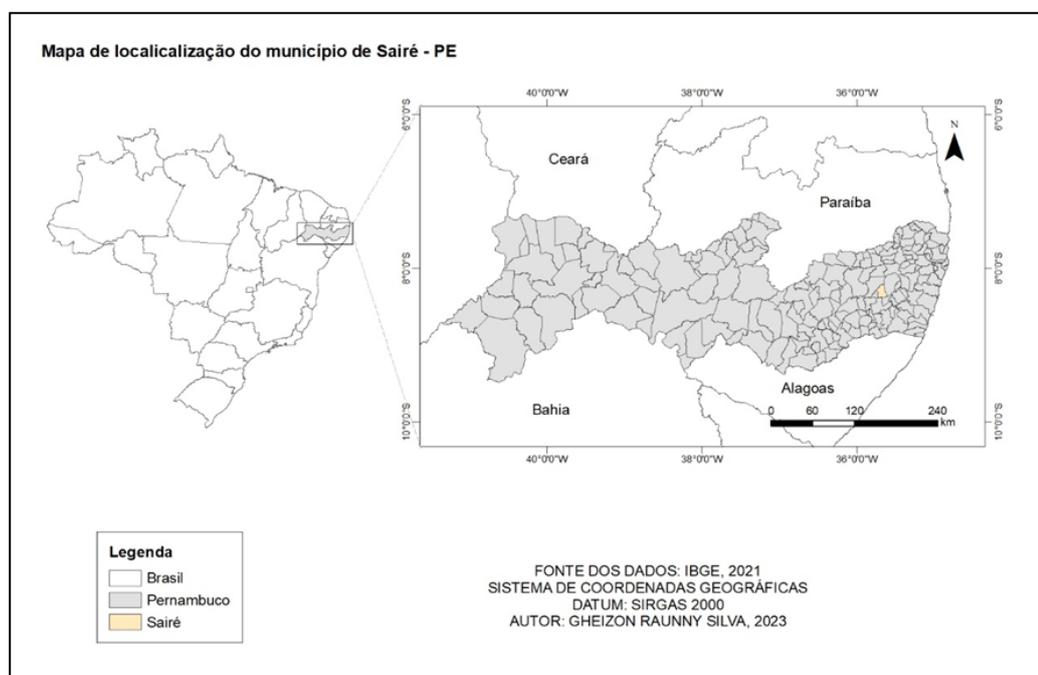


Figura 3: Mapa de Localização do Município de Sairé - PE. Autores (2023)

### CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

O município tem clima tropical com alguns dias de baixa insolação e altitudes em torno de 663 m. O relevo do município é acidentado com vales profundos em “U” e vertentes amplas e suaves. A drenagem é perene, mas com baixa vazão (CPRM, 2005).

Como na geologia regional, a geologia local é marcada pelas características relatadas e acrescenta-se ainda, solos pouco profundos, com textura argilosa marcadamente presente, seguidos por saprolitos derivados das rochas do substrato. Pontualmente esses solos têm contato abrupto com rochas do embasamento local em profundidades normalmente de 0,80m, a partir de 0,50m a 0,70m, ocorre incremento da fração argilosa, dificultando infiltração vertical, e a infiltração horizontal se torna mais marcante.

Os períodos chuvosos, compreendido entre os meses de março e junho (CLIMATEMPO, 2023), bem como em alguns dias isoladamente nos outros meses, apresentam chuvas que se prolongam por mais de 3 dias. O condomínio está loteado em 230 unidades, mas apenas 72 casas estão construídas ou finalizando a sua construção (2023) (Figura 4).



**Figura 4: Imagem aérea do condomínio.**

Os sumidouros e valas de infiltração, definidas no estatuto do condomínio, são construídos em alvenaria vazada, permitindo extravasamento de efluentes para o solo, mas durante chuvas prolongadas, as águas das chuvas infiltram dentro dos sumidouros e valas de infiltração, enchendo-as e com as águas servidas aumentam o volume de águas, chegando a transbordar e causar retorno de esgoto para dentro de alguns sistemas de tubulação domiciliar.

## **MÉTODOS**

Foi analisada a área do condomínio, em relação ao relevo, para determinação das diferentes áreas de drenagem, que seriam consideradas zonas a receber um TEWetland. Baseado nesse levantamento, foi contabilizado o número de lotes presentes em cada área de drenagem, de maneira a dimensionar os TEWetlands que seriam construídos em cada zona determinada.

Para o dimensionamento foi usado como referência o protótipo já construído no município de Ingá, PB. Foi apresentada a proposta do sistema de tratamento de esgoto coletivo, por Pequenas Centrais de Tratamento Biológico de esgoto – TEWetland

## **RESULTADOS**

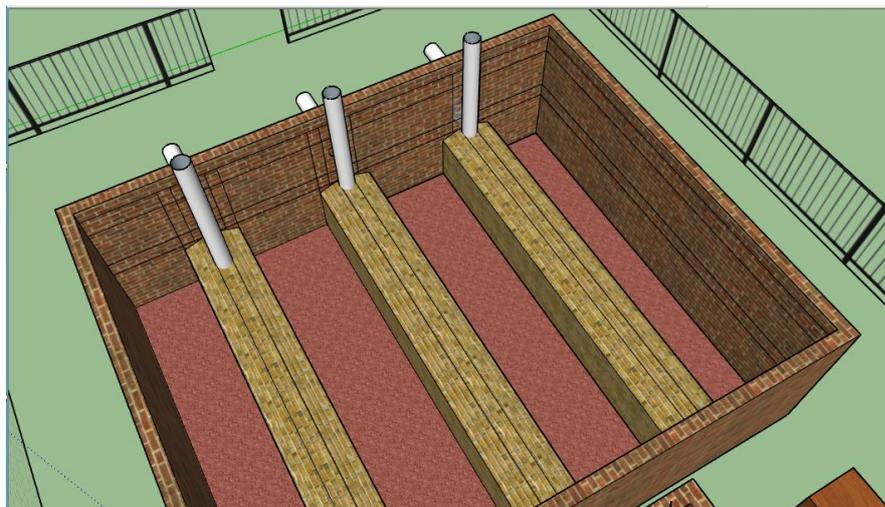
Foram analisadas as curvas de nível do condomínio e realizado um reconhecimento do local, identificando que o mesmo possui uma pequena depressão na parte central, e que sua topografia permite a formação de 3 bacias de drenagens que desembocam em três áreas distintas, uma na parte frontal do condomínio, outra na parte posterior do condomínio e outra na parte central. Dessa forma propõe-se então, a construção de 3 pequenas centrais de tratamento do tipo TEWetland, que estão enumeradas e posicionadas no mapa abaixo com um marcador na cor verde (Figura 5).



**Figura 5: Determinação das Bacias de Contribuição e locação das Centrais de Tratamento. Autores (2023)**

Analisando espacialmente e as curvas de nível verificou-se que a Bacia 1 possui 128 lotes residenciais, a Bacia 2 tem 74 lotes residenciais + área de lazer, campo e quadra e a Bacia 3 inclui 24 lotes residenciais. Conhecendo as bacias de contribuição foi estimado as dimensões das centrais de tratamento. As dimensões propostas são de 200 m<sup>2</sup> do 1º módulo (Tevap) seguido por uma Wetland Artificial (2º módulo) com uma área de 10m<sup>2</sup> para atender a contribuição da bacia 1. Como os módulos 1 devem ter 2m de profundidade o volume de armazenamento/tratamento seria de 400m<sup>3</sup>. Na bacia 2, 120m<sup>2</sup> para o 1º módulo e 10m<sup>2</sup> para o 2º módulo, com um volume de 240m<sup>3</sup> e por fim, para a terceira central de tratamento, 40m<sup>2</sup> para o 1º módulo e 10m<sup>2</sup> para o 2º módulo, com um volume de 80m<sup>3</sup>. A maioria do esgoto parece ser possível de transportar por gravidade. A definição de comprimento e largura deve ser apresentada de acordo com o lugar onde serão instalados os sistemas de tratamento ecológico, visto que o mesmo se adequa aos espaços disponíveis.

As figuras 6 a 9 mostram a composição interna dos TEWetlands. A figura 6 mostra as câmaras de fermentação, cujo número irá variar dependendo da largura do módulo 1 do TEWetland.



**Figura 6 – módulo 1 do TEWetland com a visão interna das câmaras de fermentação e tubulação de entrada do esgoto e exaustão de gases. Fonte: Elaborado pelos autores**

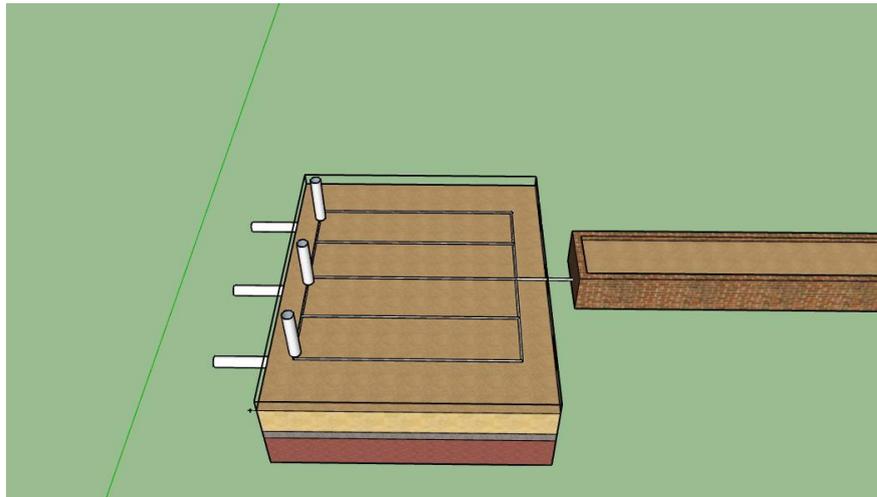


Figura 7 – TEWetland já preenchido com as camadas filtrantes, com tubulação de entrada de esgoto e exaustores e com sistema de drenagem direcionado para o Wetland. Fonte: Elaborado pelos autores

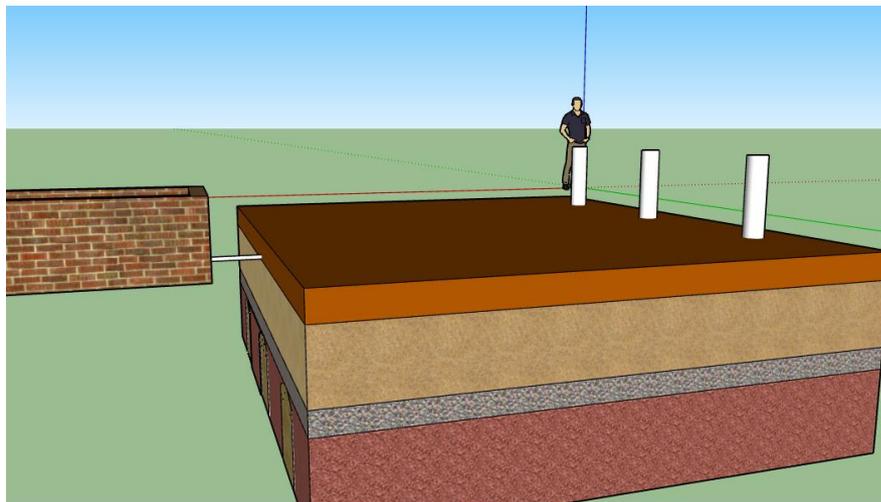


Figura 8 – fossa preenchida pelas camadas filtrantes, com canos exaustores e cano do efluente de saída para o Wetland. Fonte: Elaborado pelos autores



Figura 9 – Esquema do TEWetland completo com a visão dos dois módulos e com as plantas já implantadas. Fonte: Elaborado pelos autores

Para os 3 sistemas de Tratamento ecológico de esgoto propostos para o condomínio, com as dimensões estimadas acima, foi estimado um custo de construção, apenas do sistema de tratamento, sem estimar o custo da coleta e transporte de esgoto das casas até os TEWetland e o valor final, considerando o custeio de material e mão de obra seria cerca de R\$300.000,00 (trezentos mil reais). Considerando que o sistema está estimado para tratar esgoto de 230 lotes e que cada lote tenha uma média de 3 habitantes, valor médio para a região, seria o equivalente a tratamento de esgoto gerado por cerca de 690 pessoas.

O monitoramento do efluente do módulo 1 do protótipo do TEWetland pela equipe de pesquisa demonstrou eficácia na ausência de parasitos, concentrações de coliformes abaixo de 2000 UFC, eficiência de redução de DBO e DQO de cerca de 65%, Sólidos Sedimentáveis Totais 0,0 mg.L<sup>-1</sup>. No sistema completo com o wetland como tratamento final, acredita-se que esses valores serão muito melhores, no entanto, até o momento não temos dados do efluente do módulo 2.

### **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Apesar de ter apenas, atualmente, 72 lotes ocupados, pretende-se que o sistema abranja as futuras residências a serem construídas, sendo assim as centrais de tratamento foram dimensionadas para atender os 230 lotes do condomínio. Os próximos moradores poderão ligar seus esgotos na rede coletora, no entanto, a construção de fossas ecológicas individuais para o tratamento de águas mistas (cinzas e negras) em sistemas de TEWetlands menores também é possível, e poderá ser proposto em outras situações.

Considerando que o custo de implantação será basicamente o único custo deste sistema, visto que não apresenta custo operacional nem precisa de manutenção com frequência, só num caso excepcional de necessidade de esvaziar as câmaras de fermentação, o que nos TEvap em sistemas com mais de 20 anos nunca se fez necessário, a manutenção deste sistema será apenas a manutenção das plantas sobre ele, com um serviço de jardinagem. Isso é muito abaixo da necessidade de manutenção em outras ETEs.

Pessoa (2019) verificou em seu estudo que o tratamento de esgoto com menor custo é o de lagoas de decantação, embora este sistema tenha o inconveniente de ocupar vastas áreas e gerar maus odores no seu entorno, além de ser dos menos eficientes. Segundo o mesmo autor, o custo *per capita* de tratamento de esgoto comparando mais de 200 municípios no seu estudo foi de cerca de 300 reais. O custo de implantação dos TEWetlands no condomínio proposto foi de aproximadamente 435,00/pessoa, mas considerando que o espaço ocupado é mínimo, que se encaixa no paisagismo das áreas verdes comuns, que não gera maus odores, e ainda gera água de qualidade para reuso, demonstra a viabilidade desta tecnologia. Lembra-se ainda que as lagoas de decantação são implantadas para um maior número de pessoas, o que reduz o custo *per capita*.

Espera-se com esta pesquisa, acompanhar o efluente tratado pelas centrais de forma a subsidiar mais informações sobre essa nova tecnologia e dar mais robustez e notoriedade à mesma. Além disso, a qualidade do efluente de saída permitirá também estipular os tipos de reuso possíveis. Com os esgotos do condomínio tratados, será proporcionado um ambiente de melhor qualidade aos seus moradores e ao ambiente local.

Como os problemas presentes no condomínio tinham relação com o volume de esgoto, que por serem utilizadas valas de infiltração ou fossas com sumidouro se somava ao volume de água, principalmente em períodos de chuva, saturando o solo, qualquer solução para resolver este problema tem de ser através de um sistema de tratamento de esgoto que reduza o líquido lançado no solo. Para isso, sistemas de tratamento em que seja incluído a fitorremediação, em que parte do esgoto é absorvido, transformado em biomassa vegetal e evapotranspirado, são os únicos que poderão resolver o problema apresentado, por reduzir a quantidade de líquido no solo. Como os TEWetland têm estes sistemas, associados a processos de biodigestão, biorremediação, o tratamento é mais completo, produzindo um efluente de muito melhor qualidade e em menor volume que o esgoto gerado.

Por fim, com a reutilização da água, espera-se que haja diminuição de despesas relacionados a consumo de água tratada, e que o efluente seja utilizado para o bem comum de todos, regando jardins e praças e reduzindo custos ao condomínio.

### **CONCLUSÕES**

Conclui-se que é possível projetar uma solução de tratamento de esgoto de forma adequada, para um condomínio residencial, mesmo construído sobre solo raso, de forma a que parte da água do esgoto seja absorvida e evapotranspirada, de forma a reduzir a carga de líquido lançado no solo, que tem trazido graves problemas, atualmente, a partir dos sistemas convencionais adotados no local, principalmente em períodos chuvosos.

Como as valas de infiltração não são a solução adequada visto a baixa permeabilidade do solo e rocha a baixa profundidade, e o alto risco de contaminação de solos e lençol freático, a inserção de um sistema de

biotratamento, com biodigestão, biorremediação e fitorremediação é o mais adequado, por tratar mais completamente o esgoto e por grande parte do resíduo ser evapotranspirado, o que reduz os líquidos no solo, evitando o encharcamento e retorno de esgoto nas tubulações, para isso o TEWetland proposto é uma solução viável e de baixo custo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. Ficha de Informação toxicológica: Nitrato e nitrito. 2022. 5p. Acesso em 04/04/2023. Link de acesso: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/12/Nitrato-e-Nitrito.pdf>
2. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Sairé, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.11 p.
3. CLIMATEMPO. 2023 - <https://climatico.com.br/climatologia/6194/saire-pe> Acesso em 31/01/2023.
4. EMBRAPA. Tecnologia Social, Fossa Séptica Biodigestora. Saúde e Renda no Campo. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2010. 32p. ISBN 978-85-61534-05-9. Link de acesso: <https://wp.ufpel.edu.br/ccz/files/2016/05/cartilha-fossa-s%C3%A9ptica-biodigestora-embrapa.pdf>
5. IBGE, 2023 - <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/saire/panorama>. Acesso em 31 de Janeiro de 2023.
6. MELLO, S.C. 2018. Uso de macrófitas aquáticas fitorremediadoras como incremento ao tratamento de esgoto e o potencial de sua biomassa na produção de biogás. Dissertação de mestrado. PRODEMA/UFPB. 112 PG.
7. MS-FUNASA. PROGRAMA DE PESQUISA EM SAÚDE E SANEAMENTO - Avaliação operacional e da eficiência de lagoas de estabilização no estado do RN. Natal. 2011. 197p . Acesso a 02 de Abril de 2023. Link [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/275000/%5B36%5D-2419733\\_Documento\\_AVALIACAO\\_OPERACIONAL\\_E\\_DA\\_EFICIENCIA\\_DE\\_LAGOAS.pdf/861ed825-74aa-4845-9741-c0fc89a394c7?version=1.0](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/275000/%5B36%5D-2419733_Documento_AVALIACAO_OPERACIONAL_E_DA_EFICIENCIA_DE_LAGOAS.pdf/861ed825-74aa-4845-9741-c0fc89a394c7?version=1.0)
8. NBR 13969. Link de acesso: [https://www.academia.edu/4313638/NBR\\_13969\\_1](https://www.academia.edu/4313638/NBR_13969_1). 1997
9. PAES, W.M.; CRISPIM, M.C; FURTADO, G.D. 2014. Uso de tecnologias ecológicas de saneamento básico para solução de conflitos socioambientais. Gaia Scientia, V. 8 (1): 226-247. ISSN 1981-1268.
10. PESSOA, L.M. Análise de custos de implantação e operação de sistemas de esgotamento sanitário, considerando a modicidade tarifária. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais. 2019. 141 p.
11. SACHO, S.D.; MIZIARA, F.; HORA, K.E. 2021. Tecnologia, saneamento rural e sustentabilidade: Esgotamento sanitário no Programa Moradia. Fronteiras: 31 Journal of Social, Technological and Environmental Science. v. 10, (3), p. 39-50. ISSN: 2238-8869.
12. SALIBA, P.D. Avaliação do desempenho de sistema de tratamento de esgoto sanitário composto de reator UASB seguido de lodo ativado: estudo de caso da ETE Betim Central-MG. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. 159 p
13. SILVA, G.R.; CRISPIM, M.C.; SÁ, K.V.S.S.; COSTA, J.L.F. Proposta de tratamento ecológico de esgoto em pequenas centrais de tratamento – TEWetland. In: XII Encontro da REDE BRASPOR realizado em João Pessoa, de 8 a 11 de Novembro de 2022. Livro de resumos. 2023. 101 pg. ISBN 978-75-00-56739-4.
14. ZANELLA, L. Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte. Tese Curso de Pósgraduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. 2008. 219p