



SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTE: UMA COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM WETLANDS COM UMA ETE COMPACTA PARA ATENDIMENTO DE COMUNIDADES DE PEQUENO PORTE

GUILHERME LIMA DA SILVA; SEBASTIÃO NOLETO JUNIOR

RESUMO

Enquanto política pública de direito da sociedade, o Saneamento Básico no Brasil precisa de uma maior democratização em todo território nacional, especialmente nas cidades pequenas e comunidades interioranas, onde o acesso é de baixa qualidade, ou mesmo inexistente. Para tratar o esgoto em cidades de pequeno porte, deve se objetivar uma tecnologia eficiente e de baixo custo, com manutenção e operacionalização relativamente simples e com periodicidade alta. Diante dessa problemática, torna-se necessário investigar alternativas mais econômicas e viáveis às demandas específicas de cada região. Atrelado à área do Saneamento Ambiental, o presente trabalho comparar a eficiência do sistema Wetlands com uma ETE Compacta para atender comunidades de pequeno porte. Para este estudo, foram consideradas referências bibliográficas acerca dos sistemas focalizados, permitindo a geração de gráficos, quadros comparativos no cruzamento de dados quali-quantitativos. Para compara os dados, foi feito um levantamento de dados e informações referente a eficiência e características dos sistemas de tratamento de efluente, ETEC e WCFV estudados e operados no Brasil. Os sistemas mencionados apresentam limitações, como é o caso do alto custo de operação e a geração aproximada de 14m³ de lodo para descarte em aterro da ETEC e da demanda da WCFV por uma grande área para instalação do sistema. No entanto, as vantagens desses sistemas incluem, respectivamente, pequena área para instalação, bem como a produção de cerca de 1-2 cm de por ano de acúmulo de insumo agrícola. Os resultados deste estudo revelaram que o WCFV e ETEC possuem índices aceitáveis de eficiência, atendem a legislação do CONAMA 430/2011 e apenas diferem no custo de implantação, operação, manutenção e no volume de resíduo gerado.

Palavras-chave: Saneamento; Jardim Filtrante; Lodo; Tratamento de Esgoto

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico engloba atividades operacionais, como o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, gestão de resíduos e limpeza urbana, tais infraestrutura beneficiam a população. A falta do saneamento afeta diretamente a economia do país, em especial interfere diretamente a saúde da população, em 2020, no Brasil, foi atualizado o Marco legal do saneamento, criando a lei nº 14.026/2020, estabelecendo objetivos e metas bem ambiciosas para o futuro do saneamento no país. De forma resumida, busca a universalização do saneamento, aumentando o índice de reuso do efluente tratado e descentralizando o tratamento do mesmo.

Os problemas relacionados à saúde da população estão entre os vários fatores que afetam o bem-estar da sociedade. Neste sentido, a disponibilidade dos serviços de saneamento básico

é uma questão bastante importante, pois a ausência destes ou a deficiência na prestação de tais serviços pode ocasionar diversas externalidades negativas (UHR, SCHMECHEL, 2016).

Reconhecendo que as pequenas cidades e comunidades no Brasil possuem pouco acesso ao saneamento de qualidade, se tem a necessidade de buscar sistemas mais econômicos e viável de acordo com a região a ser atendida. Segundo (ARAÚJO *et al.* 2021) “as doenças que ocorrem pra transmissão hídrica, uma das principais é a diarreicas agudas”.

Com base nisso, se entende que seja essencial a aplicação de uma tecnologia economicamente viável e que obtenha resultados positivos na redução dos contaminantes a ponto de que o efluente fique apropriado para reuso ou lançamento ao corpo hídrico. A tecnologia que predomina no Brasil é a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) convencional, em regiões têm o número populacional menor se usa a ETE compacta (ETEC). Essas tecnologias têm como características a grande produção de lodo, o uso de produtos químicos em sua operação, possuem também um grande custo para operação, mão de obra qualificada e monitoramento constante.

O wetlands é conhecido também como Jardim filtrante, possui uma característica visivelmente agradável, pois se trata de um sistema paisagístico que usa em sua operação plantas para contribuir com o processo de tratamento do efluente. O Wetlands vem sendo reconhecida no Brasil, na Europa já é um sistema reconhecido e devidamente utilizado. Algumas empresas de grande porte no Brasil já aderiram ao jardim filtrante para tratar seu efluente.

Na implantação do Wetlands é usado plantas nativas ou adaptadas para contribuir na degradação do poluente, tendo um dos diferenciais a não utilização de produtos químicos em seu processo. Os wetlands são sistemas para tratamento de esgoto pouco usada e pouco conhecida no Brasil, com o marco legal do saneamento atualizado, sua procura tende a aumentar, objetivando a meta da universalização do saneamento.

O presente trabalho tem como objetivo geral comparar a eficiência do sistema Wetlands com uma ETE Compacta para atender comunidades de pequeno porte, trazendo assim a universalização do saneamento básico, na área do tratamento e destinação ambientalmente adequada para os efluentes gerado na localidade. Para alcançar o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos.

Conhecer as legislações vigentes voltadas para o tratamento de efluente sanitário no Brasil;

- a) Definir parâmetros a serem comparados com o intuito de identificar os prós e contras da implantação de um Wetlands e ETE Compacta;
- b) Conhecer os resultados do sistema de Wetlands e ETE Compacta que já estão em operação no Brasil;
- c) Comparar a eficiência dos sistemas no atendimento de comunidades de pequeno porte.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Prodanov e Freitas (2013), “a metodologia trata-se da aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento que tem como propósito comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade”.

O método adotado para a pesquisa será a abordagem do estudo, uma vez que possibilita analisar e interpretar as várias fontes de dados, deve ser realizada a fim de confrontar dados e provas com o intuito de confirmar as hipóteses ou não (PRODANOV, FREITAS, 2013).

A interpretação dos dados foi realizada por meio da abordagem quanti-qualitativa, que condiz com a proposta do tema e objetivos estabelecidos. Para tanto, será necessária realizar um levantamento bibliográfico, como coleta de dados.

Com base nos métodos adotados para o desenvolvimento da pesquisa, o instrumento de coleta de dados foi feito por meio de documentações indiretas como, artigos científicos (impressos ou virtuais), livros, teses de doutorado, dissertações 43 de mestrado e publicações em geral.

Para compara os dados, foi feito um levantamento de dados e informações referente a eficiência e características dos sistemas de tratamento de efluente, ETEC e WCFV estudados e operados no Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sistema de tratamento de Esgoto: ETE Compacta

A ETE compacta em Campos Dourados, estudada pelo, (HARAGUCHI *et al*, 2013) apresentou resultados de;

- Remoção total de DBO: 85%;
- Remoção de Sólidos Suspensos (SS): 40%;
- Nível de pH: entre 7,12 e 7,23.
- Remoção de DQO: 66%

A remoção dentro do reator UASB foi de 80%, valor dentro do esperado, já a remoção do biofiltro não apresentou uma eficiência complementar para atingir a DBO de 60mg de O²/L sendo uma redução final de 77 mg de O²/L. Esses resultados foram obtidos tendo um tempo de detenção média de 26 horas. A ETE compacta em Campos Dourados tem como demanda espacial 0,044 m²/hab, sendo que a média seria entre 0,05 e 0,15 m²/hab, (HARAGUCHI *et al*, 2013).

O custo para implantação, por (HARAGUCHI *et al*, 2013), de um sistema de ETE Compacta, pode ser quantificado segundo o levantamento, onde o mesmo analisou a ETE Campos Dourados (sistema compacto) – composta pelo sistema de pré-tratamento seguido do reator UASB, biofiltro aerado submerso, decantador secundário e um sistema de desinfecção por raio ultravioleta.

| Vazão (l/s) | 26,6 |
|--------------|-------------------------|
| UASB | R\$ 1.208.607,22 |
| BF | R\$ 707.036,31 |
| EEE | R\$ 203.454,64 |
| Outros | R\$ 482.356,82 |
| TOTAL | R\$ 2.601.454,99 |

Figura 01: Custo de implantação da ETE Campos Dourados

Sendo que para esse sistema, o projeto teve como objetivo atender uma população atendida em 2011; aproximadamente 1.000 habitantes. Para exemplificar, a figura 2 apresenta uma estrutura de uma ETEc.



Figura 2: Estação de Tratamento de Esgoto Compacta

O (HARAGUCHI *et al*, 2013) apresentou resultados, positivos, com eficiências que atenda as legislações, tal sistema possui uma demanda espacial como grande vantagem em comparação com Wetlands, sendo 0,044 m²/hab e o sistema atendia aproximadamente 1.000 habitantes. O quadro 1 apresenta a eficiência do sistema.

| ETE Compacta | | | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| Parâmetros | Autor | Efluente Bruto (mg/L) | efluente Tratado (mg/L) | Índice de remoção | Atende a legislação? |
| DQO | HARAGUCHI <i>et al</i> , 2013 | 916 | 315 | 66% | sim |
| DBO | | 505 | 77 | 85% | sim |
| SS | | 344 | 206 | 40% | sim |
| pH | | 7,59 | 7,23 | n/a | sim |

Quadro 1: Resultados obtidos quanto a remoções de BDO5, DQO, pH e SS no sistema ETE Compacta

Segundo o TegaEngenharia (2022), o monitoramento e operação do sistema de uma ETEC deve se demandar 2 funcionários (as) por cerca de 3 horas por dia. O monitoramento é feito por planilhas. O sistema consumindo produtos químicos, adição de cloro, deve-se atentar a essa demanda.

De acordo com a TegaEngenharia (2022), deve fazer a limpeza do gradeamento e a caixa de areia, retirar o lodo da etapa anaeróbia, manutenção preventiva dos equipamentos do sistema e a reposição de cloro na etapa de desinfecção.

3.2 Sistema de tratamento de esgoto: Wetlands de fluxo vertical

O termo Wetlands é empregado para designar áreas alagadas ou inundáveis, “terras alagadas”, e é utilizado para designar ecossistemas naturais, como banhados, brejos e pântanos (ORMONDE, 2012). Segundo o Wetlands Construídos (2020) o diferencial dos demais métodos de tratamento é o valor paisagístico, a ausência de odor no ambiente no qual se tem em operação um sistema de wetlands.

O tratamento de esgoto por meio das plantas está associado ao seu relacionamento com os microrganismos das raízes, os quais degradam moléculas orgânicas, enquanto as plantas absorvem os produtos da decomposição (ORMONDE, 2012).

Segundo o Wetlands Construídos (2020) o sistema WCFV possui uma taxa de acumulação de 1 a 2 centímetros por ano, possuindo um intervalo de remoção do resíduo podendo ocorrer a cada 5 ou 10 anos. Logicamente diminui a alta demanda de disposição do lodo para aterros ou armazenamento temporário em grandes áreas, sendo essas algumas das vantagens desse sistema.

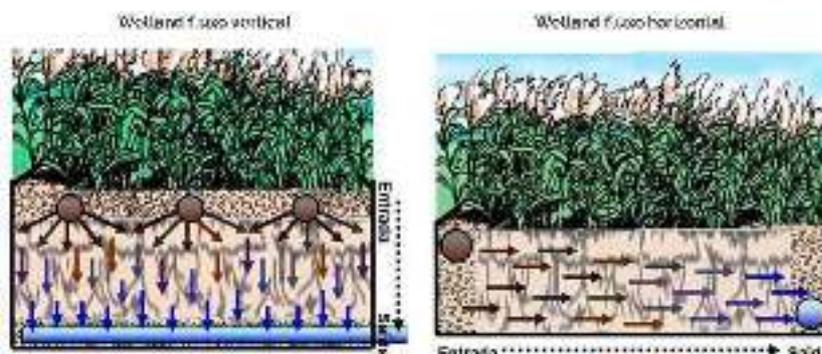


Figura 1: Fluxo do Sistema de Wetland Vertical e horizontal

O WCFV é intermitente preenchido por material que dará base aos vegetais. O nível de água permanece abaixo do meio suporte impossibilitando o contato com animais e pessoas, além de evitar a proliferação de insetos e o mau cheiro (LIMA, 2016).

O sistema WCFV, Decezaro, S.T *et al.* (2021), apresentado pelo, possui resultados positivos e que atende as legislações, como apresentado no quadro 10.

| Wetlands Construídos Fluxo Vertical | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|----------------------|
| Parâmetros | Autor | Efluente Bruto (mg/L) | Efluente Tratado(mg/L) | Índice de remoção | Atende a legislação? |
| DQO | DECEZARO, S.T <i>et al.</i> 2021 | 1.186 | | 27277% | sim |
| DBO | | 678 | | 13780% | sim |
| SST | | 723 | | 12683% | sim |
| pH | | 7,8 | | 7,2n/a | sim |

Quadro 2: Resultados obtidos quanto a remoções de BDO5, DQO, pH e SS no sistema WCFV

O sistema de WCFV, Perondi *et al.* (2020) tem grande valor, recebe esgoto bruto, tendo em sua operação o apoio do Tanque Séptico (TS) para melhorar os resultados do tratamento do efluente, como esquematizado na figura 05, o sistema ocorre a recirculação para potencializar os resultados.

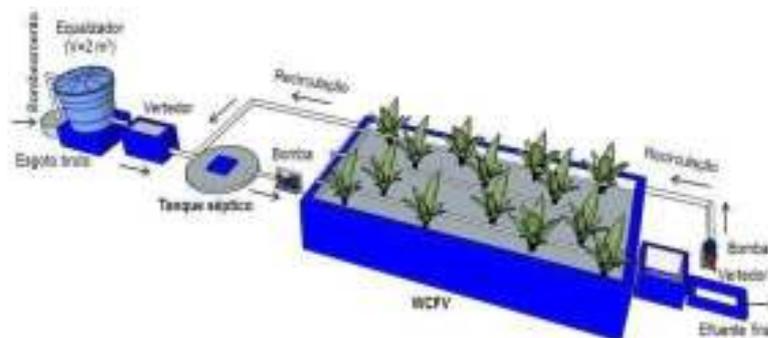


Figura 5: ETE experimental instalada na Casa do Estudante Universitário da UFSM. Segundo o Decezaro *et al.* (2021) para atender uma vazão de esgoto bruto de 1.500 L.d-1, equivalente a dez pessoas com contribuição de 150 L/pessoas, com recirculação, foi projetada um sistema de Wetlands de fluxo vertical, com vazão de 3.000 L.d-1, para isso foi necessário uma área superficial de 25 m², sendo 7m de comprimento por 3,5 de largura, totalizando 24,5 m² de área superficial.

O processo de monitoramento deve abordar algumas características do sistema: percentual de sobrevivência das espécies plantadas; percentual de cobertura das espécies plantadas; percentual de cobertura de espécies indesejáveis; biota existente e a utilização da vegetação; investigações sobre a qualidade das águas com indicadores que admitam alertar sobre a precisão de remoção de sedimentos e demais ações imprescindíveis, Mattoso (2014).

4 CONCLUSÃO

Ambos os sistemas possuem eficiência quando comparado os resultados com a legislação, mesmo os sistemas possuindo algumas limitações, como a ETEc que possui um alto custo de operação, ainda assim é uma boa opção para a descentralização do tratamento de efluente.

Com o presente estudo, foi possível concluir que em questão de eficiência do tratamento os sistemas possuem índices aceitáveis, levando em conta que o objetivo do sistema é atender a legislação de lançamento de efluente, somente o sistema WCFV que não gera lodo. Após o tratamento do efluente o sistema de ETEc gera lodo, sendo cerca de 14m³ trimestralmente, tendo alto custo para armazenar, transportar e destinar. O WCFV possui um produto final considerado inofensivo e pode ser utilizado como insumo agrícola, gerando renda para a concessionária que administra o sistema. Os sistemas ETEc e WCFV possuem potencial para atender pequenas comunidades. A diferença entre os sistemas está no custo de implantação, operação, manutenção e o volume de resíduo gerado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO E. P; CUNHA H. F. A; CUNHA A. C. (2021). Indicadores de abastecimento de água e doenças de transmissão hídrica em municípios da Amazônia Oriental. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/ghXBJ7qNK66gkT9WR5YQjVG/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

DECEZARO, Samara Terezinha *et al.* Potencial de nitrificação/desnitrificação de tanque séptico e wetland construído com recirculação no tratamento descentralizado de esgoto de empreendimento habitacional. **Engenharia Sanitária e Ambiental** [online]. 2021, v. 26, n. 4, pp. 721-730. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/HKBjxX67nZrZhW37t7K7Tbr/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

HARAGUCHI *et al.* Estudo de caso para a viabilidade de implementação de sistema de tratamento de esgoto compacto na região metropolitana de Goiânia. (2013). **REMOA** - V. 14, N. 1 (2014): Edição Especial fevereiro, p. 2967 - 2973 Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/10964/pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

_____. LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, 15 de Jul. 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7> Acesso em: 25 fev. 2022.

LIMA, R. F. S., Potencialidades Dos Wetlands Construídos Empregados No Pós-Tratamento De Esgotos: **Experiências Brasileiras**, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/172555>>. Acesso em: 23 fev. 2022.

MATTOSO, F. D. A. B. Estudo de eficiência de Wetland no córrego Pirajussara. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2014. Disponível em: <www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=8363>. Acesso em: 14 mar. 2022.

ORMONDE, VANUSA S. Avaliação de ‘Wetlands’ construídos no pós-tratamento de efluentes de lagoa de maturação. Cuiabá, MT. Março, 2012. Disponível em: <<https://ri.ufmt.br/handle/1/1740>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

PERONDI, Taise et al. Wetlands construídos para o tratamento de esgoto doméstico: uma análise comparativa do custo do ciclo de vida. **Ambiente Construído** [online]. 2020, v. 20, n. 2 [Acessado 21 maio 2022], pp. 175-189. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000200394>>. Epub 08 maio 2020. ISSN 1678-8621. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000200394>.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. **E-book**. 2ª ed. Novo Hamburgo-RS: Feevale, 2013.

TEGA – Engenharia e Meio Ambiente. ETE COMPACTA - ESGOTO SANITÁRIO. s/d. Disponível em: <<https://www.tegaengenharia.com.br/artigo/ete-compacta-esgoto-sanitario>>. Acesso em: 09 fev. 2022.

UHR, Júlia Gallego Ziero; SCHMECHEL, Mariana; UHR, Daniel de Abreu Pereira. RELAÇÃO ENTRE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL E SAÚDE DA POPULAÇÃO SOB A ÓTICA DAS INTERNAÇÕES HOSPITALARES POR DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.13059/racef.v7i2.104>>. Acesso em: 09 mar. 2022.

WETLAND CONSTRUIDOS - Wetlands para tratamento de esgotos: uma solução para efluentes sanitários. 22 de Jan. 2020. Disponível em: <<https://www.wetlands.com.br/post/wetlands-para-tratamento-de-esgotos-uma-solucao-para-efluentes-sanitarios>>. Acesso em 11 fev. 2022