

LAGOAS ANAERÓBIAS: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES

Maerly Sâmella Luz de Aquino¹, Maria Aurileuda Freitas de Vasconcelos², Mylena Paiva da Silva³, Samara Sabino da Fonseca⁴, Adriana Soraya Alexandria Monteiro.

¹Estudante do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <maerly.aquino@estudante.ifto.edu.br>;

²Estudante do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <maria.vasconcelos@estudante.ifto.edu.br>;

³Estudante do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <mylena.silva3@estudante.ifto.edu.br>;

⁴Estudante do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <samara.fonseca@estudante.ifto.edu.br>;

⁵Docente do Curso Superior de Teatro – IFTO. Orientador(a). e-mail: <aam@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

Sperling (1996) define as lagoas anaeróbias como “um sistema de tratamento de águas residuais amplamente empregado, especialmente em áreas rurais e pequenas comunidades, devido à sua simplicidade de operação e baixo custo”. O uso de lagoas anaeróbias começou com a descoberta de que a decomposição de matéria orgânica por microrganismos em condições anaeróbias poderia reduzir poluentes. No início do século XX, seu uso globalizou-se devido à eficácia no tratamento de esgoto doméstico e industrial, como apontado por Metcalf (2003). Essas lagoas utilizam bactérias anaeróbias para decompor a matéria orgânica, produzindo biogás, predominantemente metano, que pode ser usado como energia renovável.

No entanto, os desafios persistem. Chernicharo (2007) observa que a eficiência das lagoas anaeróbias pode ser afetada por condições climáticas e carga orgânica, além da emissão de gases de efeito estufa e gestão do lodo. Estudos recentes buscam otimizar seu desempenho e minimizar impactos ambientais, explorando a integração com outros sistemas e o desenvolvimento de novas tecnologias para torná-las mais eficientes e sustentáveis.

2 OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa é analisar e otimizar o desempenho das lagoas anaeróbias como sistemas de tratamento de águas residuais, com foco nas vantagens e desvantagens desse tipo de aplicação, além de demonstrar como é realizado o dimensionamento do mesmo no Brasil. A pesquisa busca compreender a eficiência dessas lagoas na remoção de poluentes, bem como abordar os desafios relacionados à emissão de gases de efeito estufa e à gestão do lodo gerado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O referencial teórico foi produzido a partir de pesquisas bibliográficas em artigos científicos relacionados ao tema em questão, evidenciando pontos importantes, como conceitos, desempenho das lagoas anaeróbias, vantagens e desvantagens desse tipo de aplicação e a eficiência dessas lagoas na remoção de poluentes, dentre outros. No que tange à parte do dimensionamento, elaborado a partir de dados fictícios, fornecidos pela Professora Orientadora Adriana Monteiro, da disciplina de

Saneamento Básico II e com base na NBR 12.209 (ABNT, 1992): Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário, que estabelece alguns critérios para o dimensionamento das lagoas anaeróbicas, inicialmente foi escolhido o município de Palmas - TO, onde o projeto deverá ser executado. Em seguida, adotou-se a temperatura média de 25°C, calculada a partir das temperaturas mínimas e máximas do mês de janeiro, considerado o mês mais frio do ano. Esse fator é fundamental para o cálculo da taxa de aplicação volumétrica (L_v).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa mostram que lagoas anaeróbicas são eficazes na remoção de matéria orgânica dos efluentes, com significativa redução da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Nessas lagoas, bactérias anaeróbicas decompõem a matéria orgânica sem oxigênio, produzindo biogás composto principalmente por metano e dióxido de carbono. O tratamento também é eficiente na eliminação de coliformes fecais, alcançando níveis de até 99,9%, melhorando a qualidade microbiológica do efluente tratado. Segundo Metcalf (2003, 478 p), “a eficiência do tratamento em lagoas anaeróbicas é alta devido à sua capacidade de reduzir a carga orgânica e eliminar poluentes, com um controle operacional que inclui a remoção ocasional de espuma e o controle de lodo”.

Economicamente, o sistema é vantajoso devido aos baixos custos operacionais, ausência de aeração mecânica e produção de biogás como fonte de energia renovável, o que ajuda a reduzir a emissão de gases do efeito estufa. No entanto, a necessidade de uma área extensa para instalação e o tratamento posterior são desvantagens significativas, conforme Gonçalves (2000). Além disso, o equilíbrio entre bactérias formadoras de ácido e de metano é crítico, e a emissão de metano, um potente gás do efeito estufa, é uma preocupação.

Quanto aos resultados do dimensionamento, inicialmente, calculou-se o volume de esgoto gerado $Q_e=1.680 \text{ m}^3/\text{dia}$, e, a partir daí, utilizando a concentração da matéria orgânica $S_0=300 \text{ mg/L}$, foi encontrada a carga orgânica aplicada $L=504 \text{ kg}/\text{dia}$.

Para o cálculo do volume V requerido pela lagoa fez-se necessário encontrar a taxa de aplicação volumétrica L_v considerando a temperatura de 25°C. O valor encontrado foi de $0,35 \text{ kgDBO}/\text{m}^3.\text{dia}$, porém adotou-se $L_v = 0,4 \text{ kg DBO}/\text{m}^3.\text{dia}$, resultando num volume $V=1.260 \text{ m}^3$.

O tempo de detenção hidráulica (TDH) encontrada foi de 0,75 dia, porém adotou-se o tempo de 3 dias, assim evitando que a taxa de saída de bactérias metanogênicas pelo efluente da lagoa seja maior que a sua própria taxa de reprodução (que é lenta). Nesse caso, fez-se necessário calcular o volume real da lagoa através da fórmula $V_r=TDH*Q_e$, resultando em 5.040 m^3 .

A profundidade útil da lagoa anaeróbia adotada foi de 4 m, com uma borda livre de 0,50m. Nesse sentido, a área da lagoa à $\frac{1}{2}$ profundidade é de 1.260 m^2 . A relação comprimento/largura adotada

foi $L/B = 2/1$, logo foi possível encontrar as dimensões $B = 25 \text{ m}$ e $L = 50 \text{ m}$. Em seguida, calculou-se as dimensões do espelho d'água (33m e 58m), do fundo (17m e 42m) e da superfície da lagoa (35m e 60m), bem como suas respectivas áreas, 1.914m^2 , 714m^2 e 2.100m^2 .

Com base nesses dados, foi possível elaborar um croqui da lagoa dimensionada, conforme Figura 1, que representa respectivamente os comprimentos e as larguras da lagoa nos diferentes níveis.

Figura 1- Dimensões (L) e (B) nos diversos níveis da lagoa



Fonte: Elaborada pelo autor (sem escala).

Conhecidas as áreas do fundo e do espelho d'água e $H = 4\text{m}$, utilizando a fórmula do volume do tronco da pirâmide, $V = \frac{1}{3} H * (a + A + \sqrt{a * A})$, foi calculado o volume requerido pela lagoa, que foi de $5.062,7\text{m}^3$. Calculada a eficiência que resultou em 70%, foi possível encontrar a concentração de DBO efluente, resultando em 90 mg/L , conforme a temperatura de 25°C . O acúmulo anual de lodo é de $560\text{m}^3/\text{ano}$, a espessura e da camada de lodo em 1 ano é de $0,4\text{m}/\text{ano}$. Portanto, o tempo necessário para atingir $\frac{1}{3}$ da altura útil da lagoa é de 3,3 anos.

De acordo com Sperling (2002), a área total requerida para todos os componentes da estação é, aproximadamente, 30% superior à área total, em hectare (ha). Considerando que, nesse caso, trata-se apenas de uma lagoa, com área da superfície de 2.100m^2 , logo $A = 2.100 * 1,3$, resultando numa área total de 2.730m^2 , com dimensões de 40m e 69m. Ressalta-se que a área deve ser indicada em hectare, logo $A = 2.730\text{m}^2 / 104$, o equivalente à $0,273\text{ha}$.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo proporciona uma análise abrangente do desempenho das lagoas anaeróbias como sistemas de tratamento de águas residuais, destacando seus avanços e o potencial para futuras aplicações. Embora estas lagoas sejam notavelmente eficazes na remoção de matéria orgânica e na produção de biogás, que pode ser utilizado como uma fonte de energia renovável, ainda existem desafios significativos a serem enfrentados. As principais limitações incluem a necessidade de grandes áreas para sua instalação e a ineficiência na remoção de nitrogênio e fósforo, o que demanda um tratamento adicional e acarreta custos econômicos. Em climas frios, as lagoas anaeróbias revelam-se menos eficientes e exigem soluções de aquecimento para regiões com temperaturas abaixo de 15°C . Além disso, a emissão de metano representa uma preocupação ambiental importante. Esses desafios ressaltam a necessidade de pesquisas adicionais para desenvolver tecnologias que integrem soluções

mais eficientes e sustentáveis. A continuidade das investigações e o aprimoramento das práticas associadas às lagoas anaeróbias são cruciais para maximizar seus benefícios e mitigar seus impactos negativos. A integração com outros sistemas de tratamento e o avanço nas técnicas de captura e utilização do biogás são áreas promissoras que podem aumentar a eficiência desses sistemas e contribuir para um gerenciamento sustentável das águas residuais.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.209: **Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1992.

CORNELLI, R, et al. **Métodos de Tratamento de esgotos domésticos: uma revisão sistemática**. Revista de Estudos Ambientais (online), Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 28, 2014. Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/4423/3007>. Acesso em 28 de julho de 2024.

GONÇALVES, R. M. L. **Uso de lagoas de estabilização como método de tratamento de esgotos domésticos, vantagens e desvantagens**. Campina Grande: Biblioteca Setorial do CDSA, 2000. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/22843/ROSSANA%20PATR%C3%8DIA%20LIMA%20GON%C3%87ALVES%20-%20RELAT%C3%93RIO%20DE%20EST%C3%81GIO%20ENG.%20CIVIL%202000.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 25 jul. 2024.

METCALF, Eddy. **Wastewater Engineering: Treatment and Rouse**. 4ª edição, 2003, 478 p.

SPERLING, M. V. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuais**. 2 ed. amp, v. 3. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA/UFMG, 2002. Disponível em: https://classroom.google.com/c/NjI4NTYwOTAxMzU3/_m/Njk2MzM4OTcyOTMw/details. Acesso: 13 ago. 2024.