LAGOAS ANAERÓBIAS: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES

Maerly Sâmella Luz de Aquino[1], Maria Aurileuda Freitas de Vasconcelos[2], Mylena Paiva da Silva[3], Samara Sabino da Fonseca[4] , Adriana Soraya Alexandria Monteiro[5]

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

[2]Estudante do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <fulanodetal@ifto.edu.br>

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

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

[5]Docente do Curso Superior de Engenharia Civil–IFTO. Orientadora. 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, 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 OBJETIVOS

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 *(Lv).*

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa mostram que lagoas anaeróbias 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 anaeróbias 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 anaeróbias 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.

Inicialmente, calculou-se o volume de esgoto gerado como Qe=1.680Q_e = 1.680Qe=1.680 m³/dia. Com uma concentração de matéria orgânica de S0=300S_0 = 300S0=300 mg/L, a carga orgânica aplicada foi de 504 kg/dia. A taxa de aplicação volumétrica LvL_vLv, considerando a temperatura de 25°C, foi inicialmente encontrada como 0,35 kg DBO/m³.dia. Adotou-se, no entanto, Lv=0,4L_v = 0,4Lv=0,4 kg DBO/m³.dia, resultando em um volume de 1.260 m³.

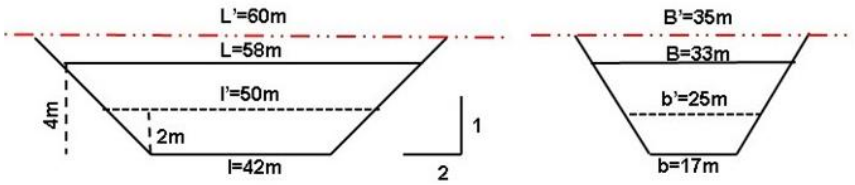
O tempo de detenção hidráulica (TDH) calculado foi de 0,75 dia, mas foi adotado um período de 3 dias para assegurar que a taxa de saída de bactérias metanogênicas pelo efluente não excedesse a

taxa de reprodução dessas bactérias. Com base nisso, o volume real da lagoa foi calculado como Vr=TDH×QeV_r = TDH \times Q_eVr=TDH×Qe, resultando em 5.040 m³.

A profundidade útil da lagoa anaeróbia foi definida como 4 m, com uma borda livre de 0,50 m. A área da lagoa à ½ profundidade foi de 1.260 m². Adotou-se uma relação comprimento/largura de 2:1, resultando em dimensões de B = 25 m e L = 50 m. Foram determinadas as dimensões do espelho d'água (33 m x 58 m), do fundo (17 m x 42 m) e da superfície da lagoa (35 m x 60 m), com áreas respectivas de 1.914 m², 714 m² e 2.100 m².

Esses dados permitiram a elaboração do croqui da lagoa dimensionada, conforme ilustrado na Figura 1, que apresenta as dimensões da lagoa em 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 = 4m, 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 5.062,7m³. Calculada a eficiência que resultou em 70%, foi possível encontrar a concentração de DBO efluente, resultando em 90mg/L, conforme a temperatura de 25°C. O acúmulo anual de lodo é de 560m³/ano, a espessura *e* da camada de lodo em 1 ano é de 0,4m/ano. Portanto, o tempo necessário para atingir ⅓ 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 2.100m², logo A=2.100*1,3, resultando numa área total de 2.730m², com dimensões de 40m e 69m. Ressalta-se que a área deve ser indicada em hectare, logo, A=2.730m²/10⁴, o equivalente à 0,273ha.

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.

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%8DCIA%20LIMA%20GON%C3%87ALVES%20-%20RELAT%C3 %93RIO%20 DE% 20EST%C3%81GIO%20ENG.%20CIVIL%202000.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 25 jul. 2024.

METCALF, Eddy. **Wastewater Engineering**: Treatment and Rouse. 4° 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.