



II-708 – EFICIÊNCIA OPERACIONAL RESULTANTE DA IMPLANTAÇÃO DE AERADORES NAS ÚLTIMAS LAGOAS FACULTATIVAS EM UMA ETE DE APARECIDA DE GOIÂNIA – GO.

Gabriela Ribeiro de Sousa ⁽¹⁾

Discente de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Goiás (EECA-UFG). Analista de Estações de Tratamento na BRK Ambiental Goiás.

Débora Camilo Muniz ⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Católica de Goiás, Especialista em Saneamento Ambiental pela Fundação Universidade do Tocantins. Coordenadora de manutenção de redes e operação de ETE na BRK Ambiental Goiás.

Carla Urbanek Teixeira Silva ⁽³⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Mestre em Ciências do Ambiente pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Pós Graduada em Solos e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós Graduada em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pelo IPOG. Cursando Engenharia de Segurança do Trabalho pelo IPOG. Supervisora de operação na BRK Ambiental Goiás.

Andréas Gustavo Schmidt ⁽⁴⁾

Graduação em Gestão Ambiental (Anhaguera/GO), Pós-graduação Engenharia Elétrica (Pitágoras Unipar/MT), Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico (Pitágora/MG), Técnico em Automação Industrial (Senai/SC).

Renata Lemes Costa ⁽⁵⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Goiás. Pós-Graduada em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Líquidos e Sólidos pela Universidade Federal de Goiás. Encarregada de Operação Água e Esgoto na BRK Ambiental. Estudante de Engenharia Civil na UNIP.

Endereço⁽¹⁾: Alameda A, Número 142. Conjunto Chácara São Pedro, CEP:74923-090 - Aparecida de Goiânia-GO - Brasil - Tel: (62) 996086621 - e-mail: gabiribi3@gmail.com

RESUMO

Este artigo investiga os efeitos da instalação de aeradores nas últimas Lagoas Facultativas de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em Aparecida de Goiânia - GO. Antes da intervenção, essas lagoas operavam sem aeração mecânica, o que poderia comprometer a eficiência do tratamento próximo à saída do sistema. Após a instalação dos aeradores, foram realizadas análises extensivas ao longo de um ano para avaliar a eficácia operacional. Os resultados mostraram melhorias significativas: reduções de 68,7% a 74,0% na concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas Lagoas 1B e 2B, respectivamente, e uma redução média de DBO de 69,5% na saída da ETE. Houve também melhorias na remoção de Nitrogênio Total e eficiência na sedimentação de sólidos e remoção de Sólidos Suspensos. Além disso, os níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) aumentaram substancialmente, indicando melhor oxigenação do efluente tratado, essencial para a vida aquática no corpo receptor e para a degradação de poluentes. A análise comparativa dos dados revelou que a aeração nas últimas lagoas e próximo a saída melhorou não apenas a qualidade do efluente final, mas também contribuiu para a conformidade com padrões ambientais. Este estudo oferece percepções importantes para otimizar futuras estratégias de tratamento de efluentes, promovendo a sustentabilidade ambiental e operacional em sistemas similares.

PALAVRAS-CHAVE: Aeração Mecanizada, Lagoas Facultativas, Eficiência, Inovação.

INTRODUÇÃO

Segundo Jordão e Pessôa (2005), as lagoas aeradas são uma modalidade de tratamento de lagoas de estabilização onde o suprimento de oxigênio é garantido por equipamentos eletromecânicos (aeradores), e tem sido utilizadas com sucesso para tratamento de despejos de pequenas e médias cidades e para tratamento de despejos orgânicos de atividades industriais (MAEKAWA et al., 1991).

Na prática, quando a produção fotossintética de oxigênio é insuficiente, aplica-se aeração mecânica. Os objetivos do uso de aeração mecânica são: supressão de odores; fornecimento de O₂ e redução da área necessária para o tratamento. Na lagoa aerada forma-se uma suspensão de bactérias heterotróficas que metabolizam o material orgânico. Havendo condições operacionais adequadas, pode-se desenvolver também um lodo heterotrófico, que nitrifica a amônia. A massa bacteriana forma flocos macroscópicos (2 a 5 mm de diâmetro), que são mais densos que a água, e tendem a sedimentar (CHERNICHARO, 2002).

Segundo Von Sperling (1996), as lagoas aeradas de mistura completa são essencialmente aeróbias e os aeradores garantem a oxigenação do meio e mantêm os sólidos em suspensão. Já as lagoas aeradas facultativas possuem aeração parcial, normalmente superficial, o que mantém a estratificação da coluna d'água e a anaerobiose das camadas mais profundas.

A energia obtida por unidade de volume nas lagoas facultativas aeradas, é suficiente apenas para a difusão do oxigênio para a massa líquida, sendo insuficiente para manter os sólidos em suspensão, desta forma, a parte superior da lagoa é aeróbia e a inferior anaeróbia, devido aos sólidos sedimentados (KÖNIG, 2002). Segundo Mendonça (1990), a potência fornecida ao sistema é limitada, contribuindo para que estas lagoas sejam mais econômicas do que as lagoas aeradas de mistura completa.

No entanto, embora a aeração seja fundamental para potencializar o desempenho das lagoas, sua aplicação requer cuidados específicos, especialmente nas últimas etapas do processo e próximas à saída do sistema.

Portanto, o objetivo desta pesquisa é analisar a eficiência operacional através da evolução da oxigenação do efluente após a instalação de aeradores nas últimas lagoas do sistema e próximo a saída, em uma ETE de Aparecida de Goiânia -GO, bem como a eficiência da remoção de DBO, fósforo e nitrogênio. Isso ajudará a compreender melhor os efeitos da aeração nas lagoas facultativas que estão localizadas no final do tratamento e a desenvolver estratégias para otimizar tanto a eficácia do tratamento quanto a segurança ambiental desses sistemas.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da BRK Ambiental Goiás.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) localizada em Aparecida de Goiânia – GO. Em outubro de 2022 foram implementadas melhorias significativas no sistema com a instalação de aeradores nas duas últimas lagoas 1B e 2B, que fazem parte do conjunto de quatro lagoas facultativas. Este sistema é organizado em dois módulos, cada um composto por duas lagoas dispostas em série (Figura 1).



Figura 1: Disposição das Lagoas Facultativas

A abordagem inovadora e relativamente incomum de instalar aeradores nas duas últimas lagoas, garante que o efluente, após passar pelas etapas anteriores (Preliminar e Reator UASB), receba o tratamento adicional necessário para atender aos padrões ambientais e de lançamento.

Para avaliar a eficiência na remoção de DBO, Fósforo e Nitrogênio nas últimas lagoas do sistema de tratamento de efluentes, foram realizadas análises diárias de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Sedimentáveis (SSED) e análises semanais de DBO, Fósforo Total, Nitrogênio Total e Sólidos Suspensos Totais (SST). As amostras foram coletadas ao longo de um período de estudo compreendido entre novembro de 2022 e novembro de 2023, para comparar com as análises correspondentes do período em que as Lagoas facultativas 1B e 2B, não tinham aeração, de outubro de 2021 a outubro de 2022.

As análises diárias de DQO e SSED foram realizadas utilizando métodos padrão de laboratório, conforme descrito nos procedimentos recomendados Standard Methods For Water and Wastewater Examination. Essas análises permitiram monitorar as condições operacionais das lagoas facultativas aeradas ao longo do tempo e forneceram informações sobre a carga de matéria orgânica e sólidos em suspensão no sistema.

As análises semanais de DBO, Fósforo total e Nitrogênio total foram realizadas de acordo com os métodos padronizados, como os descritos no Standard Methods For Water and Wastewater Examination. Essas análises forneceram dados detalhados sobre a remoção desses poluentes ao longo do processo de tratamento.

Os resultados obtidos durante os períodos de estudo foram comparados para avaliar a eficácia do sistema de tratamento ao longo do tempo, assim como a eficiência de remoção de DBO, Fósforo e Nitrogênio, ao longo dos dois períodos de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante o estudo demonstraram a evolução significativa na eficiência operacional da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Aparecida de Goiânia - GO, após a implementação de aeradores nas duas últimas Lagoas Facultativas do sistema. A Tabela 1, apresenta os resultados comparativos da média de concentração de DBO, Fósforo, Nitrogênio e Sólidos Sedimentáveis antes e após a instalação dos aeradores nas Lagoas 1B e 2B, assim como na saída da ETE.

Tabela 1: Resultados comparativos da média de concentração e a variação percentual dos dois períodos.

Lagoa 1B			
Parâmetro	Antes (mg/L)	Depois (mg/L)	Variação (%)
DBO	156,3	48,9	- 68,7
Nitrogênio Total	84,4	74,9	- 11,3
Fósforo Total	8,2	8,2	0,0
Sólidos Sedimentáveis	0,2	0,2	0,0
Lagoa 2B			
Parâmetro	Antes (mg/L)	Depois (mg/L)	Variação (%)
DBO	146,2	38,0	- 74,0
Nitrogênio Total	86,1	76,6	- 11,0
Fósforo Total	8,1	8,4	3,7
Sólidos Sedimentáveis	0,4	0,3	- 28,6
Saída da ETE			
Parâmetro	Antes (mg/L)	Depois (mg/L)	Variação (%)
DBO	141,4	43,1	- 69,5
Nitrogênio Total	84,1	74,6	- 11,3
Fósforo Total	7,9	8,2	3,8
Sólidos Sedimentáveis	0,2	0,2	0,0
Sólidos Suspensos	111,6	94,0	- 15,8



Na Lagoa 1B, houve uma redução expressiva de 68,7% na concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), indicando uma significativa remoção de matéria orgânica após a instalação dos aeradores. Observa-se também uma diminuição de 11,3% na concentração de Nitrogênio Total, entretanto, a concentração de Fósforo Total se manteve estável mesmo após a intervenção.

Os Sólidos Sedimentáveis (SSED), permaneceram inalterados, sugerindo que a aeração não teve um impacto significativo neste parâmetro específico.

Ao analisarmos a Lagoa 2B, temos uma redução ainda mais expressiva na DBO, com uma diminuição média de 74,0% o que indica uma eficiência elevada na remoção de matéria orgânica nessa lagoa, que registrou uma redução de 11,0% na concentração média de Nitrogênio Total, semelhante à observada na Lagoa 1B.

Em relação ao Fósforo Total, contrariamente à Lagoa 1B, a Lagoa 2B mostrou um aumento de 3,7% na concentração média de Fósforo Total, indicando uma possível liberação ou transformação deste nutriente durante o processo de tratamento.

Os Sólidos Sedimentáveis (SSED) da Lagoa 2B, apresentaram uma redução média significativa de 28,6%, o que sugere uma eficácia maior na sedimentação de sólidos após a aeração.

As Figuras 2 e 3, fornecem uma representação visual dos resultados obtidos das Lagoas 1B e 2B.

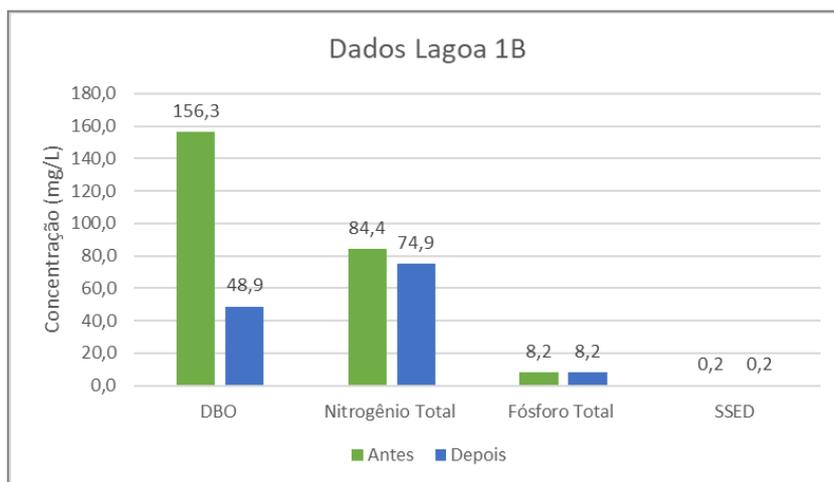


Figura 2: Dados obtidos da Lagoa 1B.

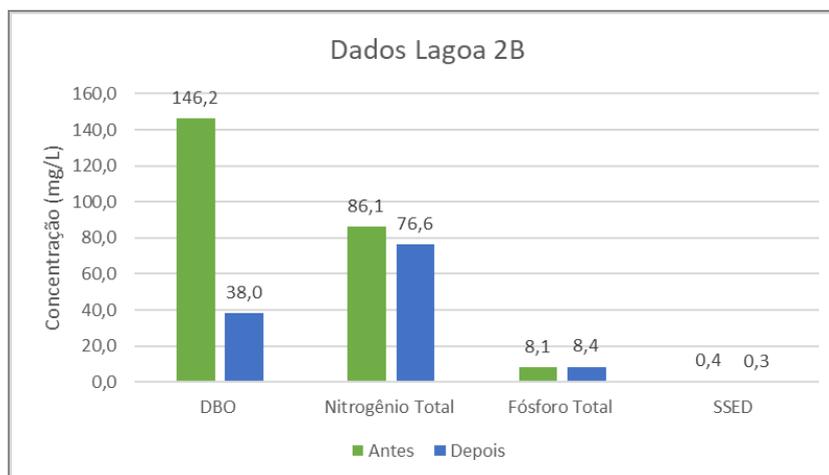


Figura 3: Dados obtidos da Lagoa 2B.



Na saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) em estudo, observou-se uma significativa redução de 69,5% na Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), indicando que o sistema como um todo alcançou altos níveis de remoção de matéria orgânica. Além disso, a concentração de Nitrogênio Total apresentou uma redução de 11,3%, demonstrando eficiência consistente desse parâmetro ao longo de todas as etapas do tratamento. Em contrapartida, a concentração de Fósforo Total aumentou 3,8% na saída da ETE.

Quanto aos Sólidos Sedimentáveis (SSED) no efluente final, não foram observadas variações negativas, se mantendo estável no decorrer do período analisado, esse resultado positivo também é visível nos Sólidos Suspensos (SS) que apresentaram uma redução média de 15,8%, evidenciando uma eficiência satisfatória na remoção de sólidos, cruciais para a qualidade do efluente final.

A Tabela 2 apresenta a variação do Oxigênio Dissolvido ao longo das etapas de tratamento, evidenciando os efeitos da aeração nas últimas lagoas do sistema. Observa-se um aumento consistente nos níveis de OD após a instalação dos aeradores, indicando melhor oxigenação do efluente tratado.

Tabela 2: Resultados comparativos da média de concentração de OD e a variação percentual dos dois períodos.

Variação de Oxigênio Dissolvido (OD)			
Parâmetro	Antes (mg/L)	Depois (mg/L)	Variação (%)
OD Lagoa 1B	2,2	5,2	136,4
OD Lagoa 2B	2,7	6,2	129,6
OD Saída	4,8	6,2	28,8

A variação positiva significativa do Oxigênio Dissolvido (OD) em todas as etapas (136,4% na Lagoa 1B, 129,6% na Lagoa 2B e 28,8% na saída da ETE) reflete a melhoria na oxigenação do efluente após a instalação dos aeradores. Isso é crucial para a sobrevivência de organismos aquáticos no corpo receptor e para a degradação de poluentes a jusante do lançamento.

CONCLUSÕES

A implementação de aeradores nas últimas Lagoas Facultativas da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Aparecida de Goiânia - GO demonstrou ser uma estratégia eficaz para melhorar a eficiência operacional e a qualidade do efluente tratado.

Os resultados obtidos revelaram uma redução na concentração de DBO em todas as etapas do tratamento, com reduções de 68,7% na Lagoa 1B, 74,0% na Lagoa 2B e 69,5% na saída da ETE. Além disso, houve melhorias na remoção de Nitrogênio Total e uma eficiência geral na remoção de Sólidos Suspensos e Sedimentáveis.

A análise dos dados também destacou um aumento expressivo nos níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) ao longo do tratamento, indicando uma melhor oxigenação do efluente tratado, resultante principalmente do posicionamento próximo a saída das lagoas, essencial para a saúde dos corpos receptores e para a degradação de poluentes.

Portanto, conclui-se que a aeração nas últimas Lagoas Facultativas do sistema não apenas atendeu aos objetivos de melhorar a qualidade do efluente final, mas também contribuiu para a conformidade com os padrões ambientais vigentes. Esses resultados são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias futuras visando a otimização contínua dos processos de tratamento de efluentes, garantindo assim a sustentabilidade ambiental e a eficiência operacional da ETE de Aparecida de Goiânia - GO.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ARANTES, R.F.M.; VIEIRA, A. G. F.; KATO, M. T.; FLORENCIO, L. Uso de lagoa de polimento para efluente UASB. In.: C.A.L Chernicharo (coord). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Coletânea de trabalhos técnicos. v. 1, p. 33-42. Projeto PROSAB, FINEP. Belo Horizonte, 2000.
2. CHERNICHARO, C. A. L. et al. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por sistemas de desinfecção. In: Pós-tratamento de efluentes anaeróbios. Belo Horizonte: PROSAB/FINEP, 2002.
3. JORDÃO, E. P. e PESSÔA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005.
4. MAEKAWA, T. A.; LIAO, C. M.; FENG, X. D. Nitrogen and phosphorus removal for swine wastewater using intermittent aeration batch reactor followed by ammonium crystallization process. Revista DAE, SABESP, SP, v. 51, p. 25-27. 1991.
5. MENDONÇA, S.R. Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos. João Pessoa, Pb: [s.n.], 1990
6. KÖNIG, A.; CEBALLOS, B.S.O.; CAVALCANTI, L.E.G. Pre-evaluation of real scale WSP performance in Northeast of Brazil. In: INTERNATIONAL IWA SPECIALIST GROUP CONFERENCE ON WASTE STABILISATION PONDS, 5., 2002, Auckland, New Zealand. Auckland, New Zealand: Pond Technology for the New Millenium. 2002.
7. VON SPERLING, M. Determinação da taxa de decaimento bacteriano em lagoas de estabilização em função de relações geométricas da lagoa. In: 3º SIBESA – Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Gramado:1996.