



UTILIZAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA REDUÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO TIPO ANAERÓBIA

Bárbara Nunes Afonso⁽¹⁾

Técnic(a) em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Alberto Augusto Cunha Neto⁽²⁾

Bacharel em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

Sâmela Martins do Santos Brandão⁽³⁾

Engenheira Ambiental e Sanitária pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR).

Endereço⁽¹⁾: Rua Uruburetama Nº 179, Bom Futuro - Fortaleza, Ceará (CE) - CEP: 60410306 - Brasil - Tel: +55 (85) 997187372 - e-mail: afonsobabi@hotmail.com

RESUMO

O presente estudo buscou apresentar um teste realizado em uma estação de tratamento de esgoto do tipo anaeróbia onde foi aplicado peróxido de hidrogênio 60% por meio de uma bomba dosadora de cloro, tendo conhecimento que as estações desempenham papel vital na redução de contaminantes para descarte seguro do efluente e as estações anaeróbias possuem eficiência menor quando comparadas com sistemas aeróbios. A ETE está disposta em um condomínio residencial localizado na cidade de Timon, estado do Maranhão, sendo a tecnologia de tratamento denominada SISTEG, a qual utiliza reatores com meio suporte composto de *Bambusoidae* e filtro de carvão para polimento embutido na unidade de tratamento. O monitoramento da aplicação iniciou em 2021 e permaneceu até o início do presente ano (2023) seguindo a legislação indicada pelo Art. 21 da Resolução Conama 430/20211, o qual foi determinado pela Licença de Operação da ETE. Os resultados demonstram que a melhor eficiência no parâmetro da DBO correspondeu a 68,32% com concentração final de 51,00 mg/L, sendo que a eficiência média correspondeu a 55,44%. Em relação aos sólidos sedimentáveis, nenhum resultado final apontou valor maior que 1 mg/L e o pH não apresentou oscilações significativas, seguindo a faixa estipulada pela legislação vigente. Ademais, o parâmetro de substâncias solúveis em hexano apresentou o melhor desempenho do teste, conferindo o melhor resultado de 2 mg/L com a eficiência de remoção igual à 90,91%. Diante dos resultados, o estudo apontou que o peróxido de hidrogênio é um aliado para tratamento complementar em estações de tratamento anaeróbias que tratam efluentes do tipo doméstico.

PALAVRAS-CHAVE: DBO, Eficiência, Peróxido de hidrogênio.

INTRODUÇÃO

A importância do tratamento de esgoto para a preservação ambiental e a saúde pública é indiscutível. O esgoto não tratado é uma fonte significativa de poluição, podendo causar danos aos ecossistemas aquáticos e representar riscos à saúde humana e expressivos impactos ambientais. Nesse contexto, as estações de tratamento de esgoto (ETE) desempenham um papel crucial na remoção de contaminantes para descarte seguro.

Uma das modalidades de ETE que é usualmente utilizada no Brasil consiste em sistemas anaeróbios, pois apresentam baixo custo de manutenção e possuem baixa complexidade operacional quando comparada aos sistemas aeróbios que utilizam injeção de oxigênio e sistema de recirculação de lodo. Uma das tecnologias que utilizam o mecanismo anaeróbio é denominada SISTEG, que possui duas etapas vitais para degradação da matéria orgânica e outras substâncias presentes no esgoto. Uma das etapas da referida tecnologia de tratamento é composta por sistema modular de concreto, possuindo meio suporte natural para desenvolvimento da colônia de bactérias e a segunda etapa possui uma unidade com carvão ativado para polimento do efluente.



Entretanto, apesar de uma alternativa viável economicamente, as estações anaeróbias podem apresentar capacidade de tratamento reduzida ao longo do tempo de operação (Von Sperling, 2016), dessa forma, o efluente mesmo após tratamento conferem desconformidade com os parâmetros e valores estabelecidos pelas legislações ambientais que regulamentam o monitoramento. Além disso, se o efluente tratado não for adequadamente disposto, ele pode contaminar rios, lagos e aquíferos, comprometendo a qualidade da água e prejudicando diversos ecossistemas.

Para reduzir a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no esgoto tratado, o peróxido de hidrogênio tem se mostrado um aliado eficiente. Esse composto (H_2O_2) é um agente oxidante que pode ser adicionado ao efluente tratado, promovendo a degradação adicional de matéria orgânica. Estudos têm demonstrado que a adição controlada de peróxido de hidrogênio em estações de tratamento de esgoto anaeróbias pode resultar em uma redução significativa da DBO.

Um estudo relevante sobre o assunto é o realizado por Costa et al. (2018), apresenta a eficiência da adição de peróxido de hidrogênio em uma estação de tratamento de esgoto anaeróbia onde os resultados demonstraram uma redução significativa da DBO, indicando a eficácia dessa abordagem no aprimoramento do tratamento anaeróbio.

É válido ressaltar que as ETEs são utilizadas em larga escala para tratamento do efluente em empreendimentos que a coleta de esgoto pública ainda não é realizada em determinadas regiões. No Brasil, a legislação ambiental relacionada ao saneamento básico e tratamento de esgoto é regida principalmente pela Lei nº 14.026, de 15 de Julho de 2020. De acordo com a legislação brasileira, empreendimentos que não possuem acesso à rede pública de esgoto devem implementar uma estação de tratamento própria. Além disso, a legislação também estabelece padrões de qualidade para o efluente tratado antes de ser lançado no meio ambiente, como a redução de parâmetros de poluição, como DBO, sólidos suspensos, entre outros.

Diante do exposto, o presente trabalho visa apresentar um teste realizado referente a uma aplicação de peróxido de hidrogênio no efluente tratado em uma ETE do tipo SISTEG, localizada em condomínio residencial na cidade de Timon estado do Piauí, com vazão média de $38,4 \text{ m}^3/\text{dia}$ qual possui licença ambiental que indica análises periódicas seguindo o enquadramento da Seção III, Art. 21 da Conama 430/2011 das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamentos de Esgoto Sanitários.

OBJETIVOS

Avaliar o desempenho da aplicação de peróxido de hidrogênio para redução da Demanda Bioquímica de Oxigênio, sólidos sedimentáveis, substâncias solúveis em hexano e faixa do pH em efluentes tratados a partir de estações de tratamento de esgoto do tipo anaeróbio sendo a tecnologia de tratamento SISTEG.

METODOLOGIA UTILIZADA

A Estação de Tratamento de Efluentes localizada em Timon - Maranhão, adota a tecnologia de tratamento do tipo SISTEG. O sistema começa com o gradeamento, responsável por realizar a remoção inicial de resíduos sólidos presentes no efluente. Em seguida, a ETE conta com dois módulos de reator anaeróbio que utilizam um meio suporte de *Bambusoideae*, popularmente conhecido como bambu, que são dispostos nas unidades de forma que o efluente segue no fluxo horizontal formando a colônia de bactérias anaeróbias para degradação da matéria orgânica. Após o tratamento anaeróbio, o efluente segue para um filtro submerso embutido na unidade que possui carvão ativado, funcionando como polimento.

Além dos componentes mencionados, a ETE também possui um tanque de contato, onde a dosagem de cloro e peróxido de hidrogênio 60% é realizada por meio de duas bombas dosadoras da marca EMEC modelo FCEV 0120. É válido ressaltar que há duas bombas, uma para cada produto dosado. A bomba responsável pelo peróxido é regulada para uma potência de 30%. Os produtos dosados possuem distintos objetivos, sendo o cloro para a desinfecção com intuito de eliminar os microrganismos patogênicos, reduzindo o risco de contaminação conforme citado por Silva *et al.* (2020), e o peróxido de hidrogênio que auxilia na redução da DBO, contribuindo para a melhoria da qualidade do efluente.

Uma amostra foi coletada antes do gradeamento, com o objetivo de avaliar os parâmetros do efluente bruto, e outra no tanque de contato, após a desinfecção e adição de H_2O_2 , para verificar a eficiência do tratamento. É válido ressaltar que as amostras foram coletadas e armazenadas em garrafas de 1L devidamente descontaminadas e posteriormente refrigeradas para envio ao laboratório. Os métodos utilizados para análises seguiram as diretrizes do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22ª edição. Foram verificados periodicamente, os parâmetros de DBO, sólidos sedimentáveis (SS), substâncias solúveis e hexano (SSH), além do pH e outros exigidos pelo Art. 21 da Resolução Conama 430/2011, solicitado conforme a Licença de Operação da ETE.

Para o cálculo da eficiência, foi utilizado a seguinte fórmula:

$$Er = ((Ce - Cs)/(Cs)) \times 100$$

Onde:

ER: Eficiência de remoção %

Ce: Concentração na entrada;

Cs: Concentração na saída;

RESULTADOS OBTIDOS

Como citado, os parâmetros de DBO, sólidos sedimentáveis, pH e substâncias solúveis em hexano foram analisados periodicamente, totalizando 8 ensaios durante 2021 até o início de 2023. A tabela 01 apresenta os resultados referente a DBO com as respectivas eficiência por ensaio.

Tabela 01 - Resultados obtidos referente a DBO.

ANÁLISE	DBO (e)	DBO (s)	ER
1	168,00 mg/L	71,00 mg/L	57,74%
2	157,00 mg/L	70,00 mg/L	55,41%
3	161,00 mg/L	51,00 mg/L	68,32 %
4	108,00 mg/L	78,00 mg/L	27,78%
5	135,20 mg/L	60,20 mg/L	55,47%
6	115,00 mg/L	88,00 mg/L	23,48 %
7	106,00 mg/L	66,00 mg/L	37,74 %
8	178,00 mg/L	71,50 mg/L	59,83 %

Fonte: Autores (2023).

Na tabela 01 mostra que dos 8 ensaios, 5 apresentaram eficiência de redução maior que 50%. Sendo o melhor resultado obtido na análise 3 correspondendo a 68,32% de eficiência com DBO final de 51,00 mg/L. O pior desempenho registrado na tabela permaneceu na análise 6 correspondendo a 23,48% de eficiência com DBO final de 88,00 mg/L. Vale enfatizar que a média de eficiência global corresponde a 55,44%

A tabela 02 apresenta os resultados obtidos através das 8 análises realizadas no efluente bruto e tratado para verificação de sólidos sedimentáveis, sendo que o VMP da legislação vigente corresponde a <1 mg/L.

Tabela 02 - Resultados obtidos referente aos sólidos sedimentáveis.

ANÁLISE	SS (e)	SS (s)
1	<1 mg/L	<1 mg/L
2	15,00 mg/L	<1 mg/L
3	13,00 mg/L	<1 mg/L
4	2,00 mg/L	<1 mg/L
5	<1 mg/L	<1 mg/L
6	<1 mg/L	<1 mg/L

7	<1 mg/L	<1 mg/L
8	<1 mg/L	<1 mg/L

Fonte: Autores (2023).

É possível identificar que em nenhum dos resultados obtidos no efluente final foi encontrado valor maior que 1 mg/L de SS.

A tabela 03, por sua vez, apresenta os resultados referente ao pH de entrada e após dosagem do agente oxidante, onde a legislação estipula a faixa ideal de 5 até 9.

Tabela 03 - Resultados obtidos referente ao pH.

ANÁLISE	pH (e)	pH (s)
1	7,08	7,63
2	7,10	6,42
3	6,98	6,48
4	7,05	7,18
5	7,10	7,10
6	6,12	6,70
7	6,90	7,40
8	7,20	7,31

Fonte: Autores (2023).

É notório que em nenhuma análise realizada, o pH apresentou desconformidade da faixa estipulada, possuindo o pH mais alto ao final do tratamento de 7,63.

Na tabela 04 é apresentado os resultados correspondentes ao parâmetro de substâncias solúveis em hexano.

Tabela 04 - Resultados obtidos referente às substâncias solúveis em hexano.

ANÁLISE	SSH (e)	SSH (s)	ER
1	22,00 mg/L	10,00 mg/L	54,55%
2	26,00 mg/L	6,00 mg/L	76,92%
3	28,50 mg/L	4,50 mg/L	84,21%
4	18,50 mg/L	4,00 mg/L	78,38%
5	11,00 mg/L	2,50 mg/L	77,27%
6	18,00 mg/L	10,00 mg/L	44,44%
7	22,00 mg/L	2,00 mg/L	90,91%
8	10,00 mg/L	4,50 mg/L	55,00%

Fonte: Autores (2023).

Por meio dos resultados expostos, é possível identificar que apenas uma análise não obteve resultado

maior que 50,00% correspondendo em apenas 44,44% de eficiência na redução das concentrações. Entretanto, os outros ensaios apresentaram bons resultados sendo o melhor deles de 90,91% de eficiência.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Por meio das análises foi possível conferir que durante o período de aplicação do produto, nenhum dos ensaios apresentou DBO acima do VMP pelo Art. 21 da Resolução Conama 430/2011, onde estipula o valor máximo de 120,00 mg/L. O maior valor encontrado após o tratamento foi de 88,00 mg/L e mesmo assim, o resultado obtido atendeu a legislação vigente. É válido ressaltar que a eficiência global média dos ensaios resultou em 55,44% de redução da DBO.

É compreendido que o peróxido de hidrogênio atua como um agente oxidante poderoso, pois ele reage com a matéria orgânica. Para mais, o H₂O₂ também funciona como um catalisador, pois acelera a reação de oxidação devido ser uma fonte adicional de oxigênio no meio (GARG, 2014).

Ademais, através dos ensaios, foi verificado que não ocorreu alteração significativa do pH mesmo após a dosagem do peróxido, obedecendo a faixa estipulada de 5,0 até 9,0. Não sendo necessário a aplicação de produtos químicos ou outras ferramentas para correção do pH para atender o VMP estipulado.

Foi notório também que em nenhuma das análises apresentou sólidos sedimentáveis maior que o resultado de 1 mg/L.

Sobre outro enfoque, o parâmetro com melhor desempenho obtido foi alusivo às substâncias solúveis em hexano onde o menor valor obtido da concentração final apresentou 2,00 mg/L onde concentração de entrada de 22,00 mg/L, correspondendo à 90,91% de eficiência.

O presente estudo corrobora com os resultados obtidos por Soares et al. (2015) e por Peixoto et al. (2018), onde em ambos os casos o H₂O₂ reduziu a concentração de óleos e graxas em efluentes. Isso se deve ao fato que o produto reage com as ligações químicas presentes nas substâncias solúveis em hexano, fragmentado em partes menores e menos insolúveis, fazendo com que se obtenha um resultado satisfatório em relação a redução da concentração desses compostos.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos foi possível verificar que a aplicação de peróxido de hidrogênio em estações anaeróbias, onde o esgoto é de origem doméstica, é um aliado para redução de DBO. Outrossim, além da redução da matéria orgânica e conseqüentemente da DBO, as análises apresentaram redução no parâmetro diretamente relacionado a óleos e graxas, onde obteve redução significativa quando comparado ao valor de entrada na estação.

É válido mencionar que além dos parâmetros citados anteriormente, não foi registrado no efluente final concentração maior que 1 mg/L de sólidos sedimentáveis e alterações significativas do pH, fazendo com que o H₂O₂ seja uma alternativa viável para ETEs anaeróbias do tipo SISTEG quando ocorrer a necessidade de melhorar a qualidade do efluente para descarte, visando baixo impacto ambiental e com poucas ou nenhuma modificação estrutural do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. Estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=118583>>. Acessado em 22 de maio de 2023 às 19:12
3. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Estabelece o novo marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm#:~:text=%E2%80%9CDis>

[p%C3%B5e%20sobre%20a%20cria%C3%A7%C3%A3o%20da,para%20a%20regula%C3%A7%C3%A3o%20dos%20servi%C3%A7os](#) >. Acesso em: 23 maio 2023 às 20:27.

4. Costa, R. H. R. et al. (2018). Evaluation of the efficiency of anaerobic treatment of sewage with the addition of hydrogen peroxide.
5. Garg, V. K. et al. (2014). Advanced oxidation processes for wastewater treatment: emerging green chemical technology. RSC Advances, 4(54), 28561-28585.
6. Silva, R. S. et al. (2017). Sedimentation in UASB reactors treating domestic sewage: evaluation of particle size distribution. Journal of Environmental Management, 188, 37-44.
7. Soares, M. I. et al. (2015). Treatment of domestic wastewater containing fat and oil with hydrogen peroxide. Environmental Science and Pollution Research, 22(13), 10309-10316.
8. Peixoto, G. et al. (2018). Hydrogen peroxide pre-treatment for the removal of fats, oils, and greases from wastewater. Environmental Science and Pollution Research, 25(5), 4962-4970.
9. Von Sperling, M. (2016). Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. 4ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais.