

## 452 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL E ESTUDO DE REDUÇÃO DE LODO COM UTILIZAÇÃO DE BIOESTIMULADOR EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS COM CONCEPÇÃO LAGOAS ANAERÓBIAS, FACULTATIVAS E DE MATURAÇÃO

**Bartholomeu Siqueira Júnior** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Especialista em Coleta e Tratamento de Esgotos da COMPESA-PE.

**Edyjane Cavalcanti Ramos** <sup>(2)</sup>

Engenheira Química pela UNICAP, Pós Graduação em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental/ Universidade da Cidade de São Paulo. Engenheira Química no Laboratório de Controle de Qualidade da Compesa.

**Moaby de Souza Massena** <sup>(3)</sup>

Engenheiro Civil pela UNIVASF, Pós Graduação em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental/ Universidade da Cidade de São Paulo. Engenheiro Coordenador na Coordenação Técnica de Esgoto Mata Sul na Compesa.

**Endereço (1):** Av. Cruz Cabugá, 1387 - Santo Amaro - Recife - PE - CEP: 50040-905 - Brasil - Tel: (81) 3412-4279; (81)994885542.- e-mail: bartholomeus@compesa.com.br

### RESUMO

O tratamento de esgoto realizado nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETES) tem a função de remover os contaminantes presentes, objetivando deixar os esgotos tratados em condições de serem lançados nos corpos receptores, desta forma atendendo aos parâmetros de qualidade preconizados nas legislações ambientais vigentes. Nas ETES são realizados diversos processos físico-químicos, tais como a separação dos sólidos, a degradação biológica dos compostos presentes, a desinfecção dos esgotos entre outros, e estes processos geram subprodutos sendo os principais o biogás e lodo. Os lodos podem ser gerados nas diversas unidades dos tratamentos, e tendem a acumular com o tempo de operação podendo prejudicar os processos e a qualidade do efluente final, e por isso devem ser periodicamente retirados das unidades operacionais. Para aumentar a eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos presentes nos esgotos existem diversos produtos químicos (ozônio, cloro, etc) e biológicos (bactérias, enzimas, etc) que podem ser utilizados. Cada um desses produtos possui suas características técnicas, mecanismos de atuação e preços diferentes, e a decisão técnica de utilizá-los dependerá de vários fatores, dos quais podemos citar os principais: a concepção das unidades de tratamento da ETE, o objetivo que se deseja alcançar com o uso de produtos externos ao tratamento e o estado atual das unidades operacionais. Neste trabalho foi aplicado um produto líquido bioestimulador nas lagoas da Estação de Tratamento de Esgotos da cidade de Tamandaré e o resultado desta aplicação foi um aumento na Eficiência de Remoção de alguns parâmetros, em comparação ao mesmo período do ano passado sem uso do produto: na DBO houve aumento de 86,9% para 87,4%; nos sólidos sedimentáveis de 81,9% para 98,1%; nos Coliformes Termotolerantes de 99,9% para 100,0%. Ocorreu também um diminuição no volume de lodo acumulado nas lagoas anaeróbias porém esta verificação foi apenas visual pois não foi possível realizar o procedimento de batimetria nas lagoas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioestimulador; Eficiência operacional; Lagoas; Tratamento de esgoto; Lodo



## INTRODUÇÃO

Nas ETES são realizados diversos processos físico-químicos, tais como a separação dos sólidos, a degradação biológica dos compostos presentes, a desinfecção dos esgotos entre outros, e estes processos geram subprodutos sendo os principais o biogás e lodo. Os lodos podem ser gerados nas diversas unidades dos tratamentos, e tendem a acumular com o tempo de operação podendo prejudicar os processos e a qualidade do efluente final, e por isso devem ser periodicamente retirados das unidades operacionais, o que ocasiona mais custos devido a retirada, desidratação e destinação adequada dos lodos acumulados nas lagoas. Para aumentar a eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos presentes nos esgotos existem diversos produtos químicos (ozônio, cloro, bioestimuladores, etc) e biológicos (bactérias, enzimas, etc) que podem ser utilizados com diferentes mecanismos de ação. Cada um desses produtos possui suas características técnicas, mecanismos de atuação e preços diferentes, e a decisão técnica de utilizá-los dependerá de vários fatores, dos quais podemos citar os principais: a concepção das unidades de tratamento da ETE, o objetivo que se deseja alcançar com o uso de produtos externos ao tratamento e o estado atual das unidades operacionais.

A ETE Tamandaré localizada no município de Tamandaré/PE opera a mais de 15 anos e chegou num estágio de excesso de lodo em algumas das lagoas anaeróbias e facultativas da unidade, gerando alguns problemas como arraste de material sólidos para o efluente tratado e diminuição da eficiência geral do processo de tratamento, e de alguns parâmetros específicos, tais como DBO e DQO. Para estudar possíveis alternativas tecnológicas viáveis para solucionar os problemas apresentados na ETE realizamos um Teste operacional com a aplicação de um produto comercial líquido bioestimulador nas lagoas da Estação de Tratamento de Esgotos da cidade de Tamandaré. O produto não possui bactérias nem enzimas em sua composição, sendo constituído por produtos nanocompósitos diluídos em água, conforme descrição do fabricante. Durante os teste operacionais foram intensificadas a realização de vistorias técnicas e coletas de amostras para monitoramento de qualidade.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é avaliar os resultados da aplicação de um produto biotecnológico no processo de tratamento das lagoas (anaeróbias, facultativas, de maturação) da ETE Tamandaré, especificamente nas eficiências de remoções dos diversos parâmetros fisicoquímicos e microbiológicos avaliados e também na redução do lodo acumulado nas unidades de tratamento.

## METODOLOGIA UTILIZADA

O produto bioestimulador BIOTREAT foi aplicado nas lagoas da ETE Tamandaré em diversos pontos, iniciando no dia 16/05/22 até o dia 22/08/22, e foram aplicados 30 litros por dia, sendo 5 litros na entrada de cada lagoa (seis primeiras lagoas), exceto a lagoa de maturação final que não recebeu o produto (sétima lagoa). A aplicação ocorreu de forma manual, uma batelada/dia na entrada de cada lagoa, sem uso de bomba dosadora nos pontos localizados na Figura 1.

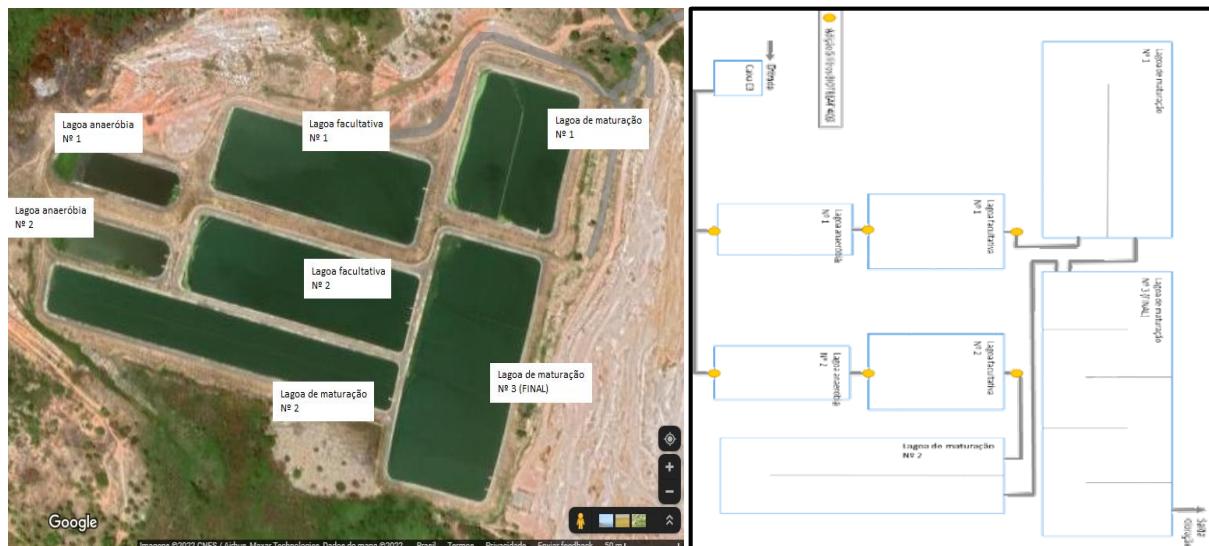


Figura 1: Lagoas da ETE Tamandaré ( Vista Superior e Pontos de Aplicação do Produto).

As vistorias técnicas ocorreram quinzenalmente para coleta de efluentes e posteriores análises laboratoriais e registros fotográficos, entre 16/05/2022 e 22/08/2022, totalizando 8 visitas. Os pontos de coleta na ETE Tamandaré foram na entrada ETE (efluente bruto), e na saída ETE (efluente tratado), ponto de coleta próximo à desinfecção devido ao acesso comprometido para ponto de coleta após a ETE (maior homogeneidade do efluente desinfetado).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira visita, o padrão visual das lagoas foi (Figuras 2 e 3): Anaeróbia 1 – escuma principalmente na saída; Anaeróbia 2 – floração principalmente na entrada; Facultativa 1 – pouca floração; Facultativa 2 – floração; Maturação 1 – estava com acesso difícil na primeira visita, mas apresentada imagem da segunda visita, com floração na lagoa; Maturação 2 – aspecto mais limpo; Maturação 3 – floração na entrada.

O padrão visual de cada lagoa no decorrer do estudo é apresentado nas legendas das Figura 2 a 9. Importante relacionar os padrões com o período chuvoso, mais intenso em maio e junho/22 (Tabela 1); o volume das lagoas aumentou nesse período, principalmente nas lagoas Facultativa 2 e de Maturação 2 na coleta de 13/06/22.



**Figura 2. Imagens das lagoas da ETE Tamandaré na primeira visita dia 16/05/22.**

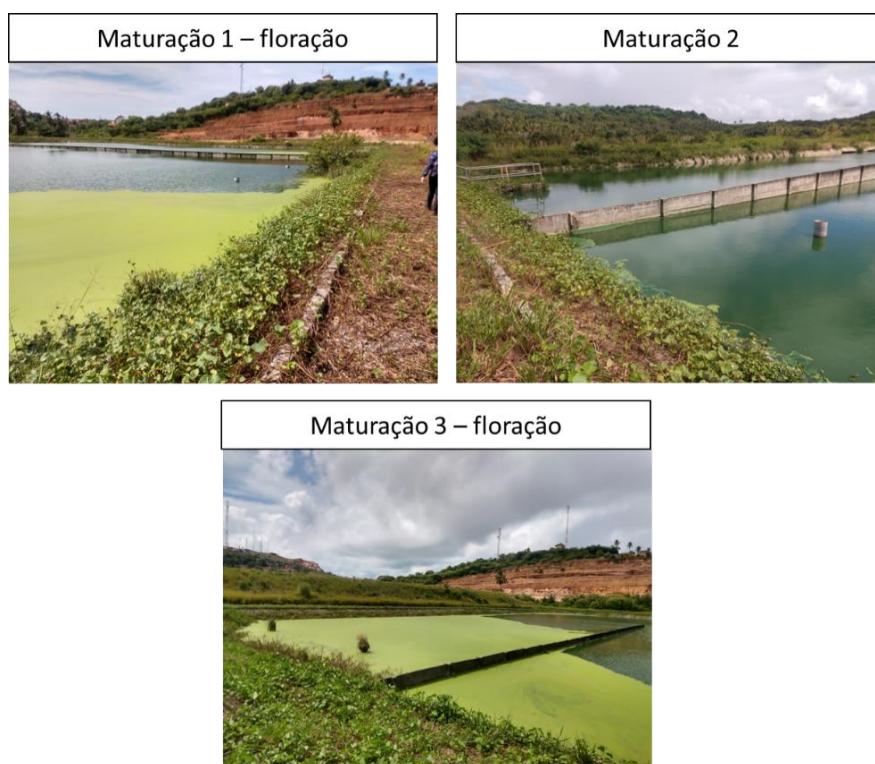


Figura 3. Imagens das lagoas da ETE Tamandaré na primeira visita dia 16/05/22.



Figura 4. Lagoa Anaeróbia 1 – acúmulo de escuma na saída mais evidente em maio e agosto; redução em junho e julho.



**33º CONGRESSO DA ABES**

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

**FITABES 2025**

Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental



13/06/22



13/06/22



22/08/22



22/08/22

**Figura 5. Lagoa Anaeróbia 2 – floração constante na entrada e lateral, maior cobertura em junho.**



27/06/22



22/08/22

**Figura 6. Lagoa Facultativa 1 – floração maio-junho; julho-agosto sem floração.**



13/06/22



27/06/22



25/07/22



22/08/22

**Figura 7. Lagoa Facultativa 2 – floração intensa em maio-junho, redução em junho-julho e retomada da floração em julho-agosto. Coleta de 13/06/22.**



**33º CONGRESSO DA ABES**  
Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

**FITABES 2025**

Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental



**Figura 8.** Lagoa de Maturação 1 – maior floração em maio; nos demais meses, floração constante no trecho mais distante; identificado um pouco de escuma no fim de julho.



**Figura 9.** Lagoa Maturação 2 – floração observada apenas na coleta de 21/06; nas demais visitas, aspecto mais limpo. Observado transbordamento na coleta de 13/06/22.



**Figura 10.** Lagoa de Maturação 3 – floração constante sempre na entrada; padrão permaneceu de maio a agosto; pequena redução em julho.



## 33º CONGRESSO DA ABES

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

### FITABES 2025

Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental



Os resultados de análises fisicoquímicas nos efluentes da ETE Tamandaré no ano de 2022 são apresentados abaixo na Tabela 1. Na tabela a linha vermelha indica o início do Teste operacional com o produto bioestimulador.

**Tabela 1. Analises Fisicoquímicas nos efluentes da ETE Tamandaré em 2022.**



AMOSTRA	Data	Hora	Tempo	Temp °C	pH	Alcal mg CaCO <sub>3</sub>	Cloreto mg/l Cl	OD 1° dia O <sub>2</sub> /L	DBO mg O <sub>2</sub> /l	Ef. Rem. DBO (%)	DQO mg O <sub>2</sub> /l	Ef. Rem. DQO (%)	Sól. Sed. ml/l	Sól. Tot. mg/l	Sól. Fixos mg/l	Sól. Voláteis mg/l	Sól. Susp. mg/l	S.Susp. Fixos mg/l	S.Susp. p Vol mg/l	p mg/l	Oleos e graxas (mg/l)	Material flutuante
ETE Tamandaré (E.b)	27/01/22	11:45	sol	30	7,0	290	150	*	280	*	516	*	3,0	695	403	292	228	59	169	*	*	*
Saída da Lagoa	27/01/22	11:20	sol	31	7,4	213	150	5,9	10	96%	81	84%	0,0	386	264	122	46	8	38	3,1	11,4	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	24/02/22	11:55	chuva	28	7,3	203	150	*	135	*	201	*	2,0	486	280	206	147	66	81	*	*	*
Saída da Lagoa	24/02/22	11:20	chuva	30	7,6	170	200	7,1	7	95%	64	68%	0,0	354	229	125	62	7	55	2,6	10,6	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	21/03/22	12:00	chuva	28	7,2	202	100	*	100	*	228	*	0,3	415	184	231	115	54	61	*	*	*
Saída da Lagoa	21/03/22	11:30	chuva	29	7,6	178	100	3,8	12	88%	56	75%	0,0	372	256	116	67	18	49	31,0	30,6	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	25/04/22	12:15	chuva	28	6,8	570	200	*	28	*	144	*	0,6	220	110	110	149	110	39	*	*	*
Saída da Lagoa	25/04/22	11:25	chuva	29	7,3	135	150	5,8	14	50%	116	19%	0,0	192	185	7	51	9	42	6,0	9,4	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	16/05/22	11:50	chuva	29	7,1	192	200	*	85	*	198	*	0,8	392	264	128	67	22	45	*	*	*
Saída da Lagoa	16/05/22	12:40	chuva	29	7,5	151	150	3,4	0	100%	41	79%	0,1	273	213	60	35	28	7	1,2	12,4	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	31/05/22	11:40	chuva	27	6,9	120	100	*	29	*	60	*	0,5	228	146	82	27	13	14	*	*	*
Saída da Lagoa	31/05/22	12:15	chuva	26	7,4	109	150	1,1	6	79%	55	8%	0,0	445	141	304	19	8	11	1,2	6,7	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	13/06/22	10:55	chuva	28	7,1	198	150	*	ND	*	122	*	1,6	363	241	122	56	37	19	*	*	*
Saída da Lagoa	13/06/22	11:35	chuva	28	7,5	95	100	7,0	22	*	81	34%	0,0	178	135	43	12	0	12	0,5	53,8	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	27/06/22	11:10	sol	29	7,1	205	50	*	34	*	89	*	0,4	344	252	92	24	5	19	*	*	*
Saída da Lagoa	27/06/22	11:30	sol	30	7,8	98	100	7,3	10	71%	20	78%	0,0	223	134	89	20	12	8	0,5	48,3	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	11/07/22	11:30	sol	29	7,2	200	50	*	30	*	36	*	0,1	348	219	129	45	27	18	*	*	*
Saída da Lagoa	11/07/22	11:40	sol	29	8,3	108	150	7,7	1	97%	34	6%	0,0	226	112	114	31	26	5	0,8	8,7	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	25/07/22	11:10	sol	28	7,1	210	0	*	180	*	342	*	4,0	595	295	300	*	*	*	*	*	*
Saída da Lagoa	25/07/22	10:45	sol	27	8,8	84	100	0,0	40	78%	40	88%	0,1	268	169	99	*	*	*	1,4	2,5	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	08/08/22	11:40	chuva	27	7,0	187	50	*	125	*	258	*	2,5	823	190	633	*	*	*	*	*	*
Saída da Lagoa	08/08/22	12:25	chuva	26	7,5	107	100	8,1	7	94%	58	78%	0,0	274	184	90	*	*	*	1,4	0,4	ausente
ETE Tamandaré (E.b)	22/08/22	11:50	chuva	28	7,3	237	50	*	130	*	268	*	0,7	485	332	153	*	*	*	*	*	*
Saída da Lagoa	22/08/22	12:20	chuva	29	8,0	103	0	1,5	9	93%	66	75%	0,0	291	240	51	*	*	*	1,9	21,5	ausente

**Tabela 2. Analises Bacteriológicas nos efluentes da ETE Tamandaré em 2022.**



### Resultados de Bacteriologia

Parâmetro: Coliformes Termotolerantes

Data	Local	Esgoto bruto NMP/100mL	Esgoto tratado NMP/100mL	Percentagem de Remoção
27/1/2022	ETE Tamandaré	1,86E+06	2,00E+02	100,0%
24/2/2022	ETE Tamandaré	1,49E+06	<100	100,0%
21/3/2022	ETE Tamandaré	5,34E+06	<100	100,0%
25/4/2022	ETE Tamandaré	5,00E+06	1,02E+03	100,0%
16/5/2022	ETE Tamandaré	6,91E+06	4,00E+02	100,0%
31/5/2022	ETE Tamandaré	7,61E+05	5,10E+02	99,9%
13/6/2022	ETE Tamandaré	1,01E+07	1,55E+03	100,0%
27/6/2022	ETE Tamandaré	1,77E+06	1,47E+03	99,9%
11/7/2022	ETE Tamandaré	3,30E+05	<100	100,0%
25/7/2022	ETE Tamandaré	1,04E+06	<100	100,0%
8/8/2022	ETE Tamandaré	9,07E+05	1,00E+02	100,0%
22/8/2022	ETE Tamandaré	2,23E+06	9,10E+02	100,0%

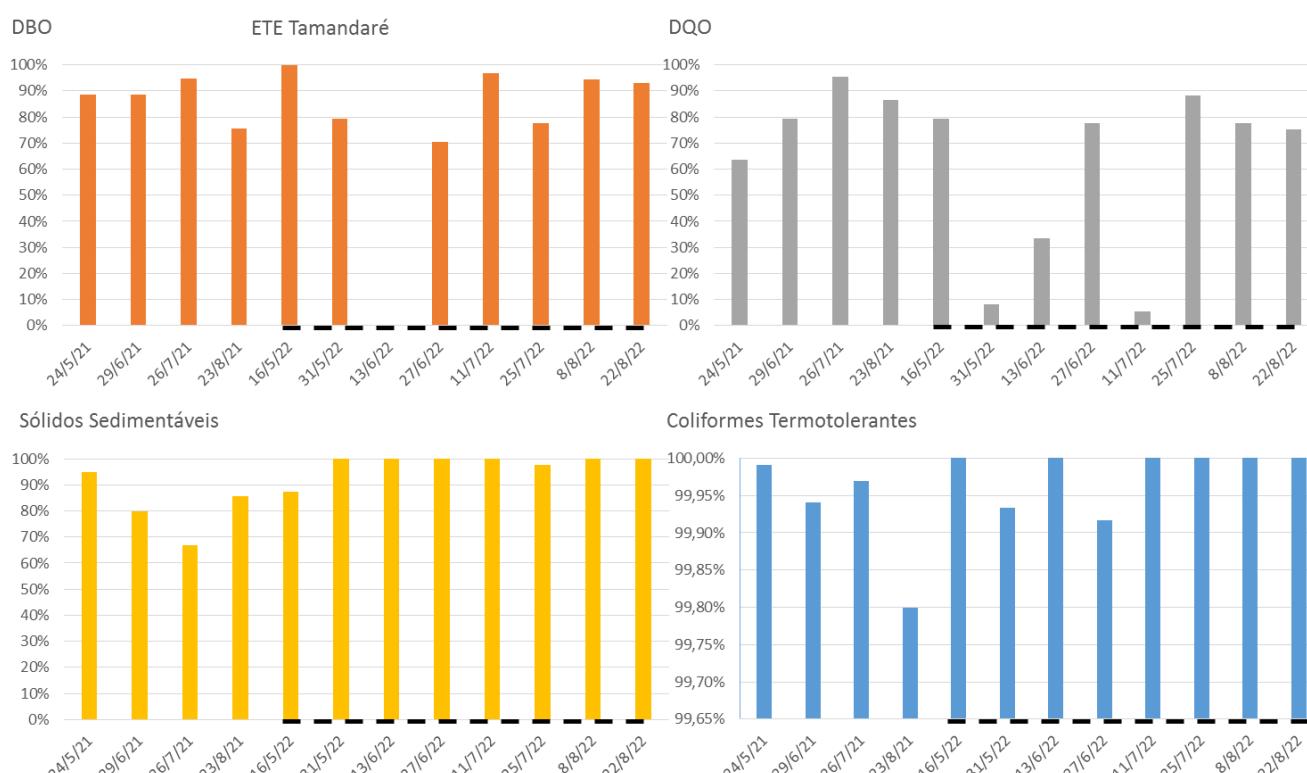


Importante considerar para todos os resultados que durante o estudo ocorreram chuvas atípicas na região, com volume pluviométrico acima do registrado no ano anterior (Tabela 3), e que podem influenciar nos processos físicos e bioquímicos naturais nas lagoas.

**Tabela 3. Histórico de chuvas de Tamandaré (disponível em <https://www.apac.pe.gov.br/>)**

Posto	Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tamandaré	2021	65,4	15,4	133	189	348	134	144	242	37,6	22,4	10,1	63,3
	2022	124	140	302	145	509	590	284	130	59,0	43,1		

As eficiências de remoção dos parâmetros DBO, DQO, Sólidos Sedimentáveis e CT dos anos de 2021 e 2022 são apresentados na Figura 11 para que possamos comparar os resultados da aplicação dos produto (em 2022), com os mesmos períodos em 2021, quando o processo de tratamento não utilizava nenhum produto externo. Nos resultados podemos observar que nos sólidos sedimentáveis teve grande aumento na remoção com BIOTREAT; DBO e CT apresentaram pequeno aumento na remoção com BIOTREAT; já a remoção de DQO diminuiu com BIOTREAT.



**Figura 11. Remoção da ETE Tamandaré para os parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Sedimentáveis e Coliformes Termotolerantes (CT) de maio a agosto de 2021 e 2022. Linha tracejada indica período do teste com produto (coletas de 2022).**

Na ETE Tamandaré a eficiência geral de remoção aumentou para sólidos sedimentáveis e reduziu para DQO durante o uso do produto. Visualmente apenas a Lagoa Facultativa 1 reduziu floração; as demais lagoas mantiveram padrão ou reduziram floração/escuma nos primeiros meses, com aumento nos meses subsequentes. O banco de Lodo presente nas lagoas anaeróbias diminuiu consideravelmente, porém não foi possível determinar se houve um efeito de volatilização da matéria orgânica presente no lodo ou se ocorreu grande arraste de lodo devido as chuvas anormais que ocorreram na região durante o período os testes operacionais, e também não foi possível realizar a batimetria de lodo nas lagoas.

Os resultados das análises apontaram um pequeno aumento no valor médio de remoção de DBO, de 86,5% em 2021, período sem produto, para 87,4% em 2023 durante os testes operacionais. Em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes houve uma melhora na eficiência de remoção, quando comparamos 2021 e 2022, porém a estação tinha histórico de remover microrganismos e obter resultados de remoção acima de 99,99% pois possui lagoas de maturação que tem função de promover decaimento bacteriano.



**33º CONGRESSO DA ABES**

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

**FITABES 2025**

Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental



Diante destes resultados e do histórico da unidade não é possível determinar o quanto da melhora na eliminação de microrganismos foi exclusivamente pelo uso do BIOTREAT e quanto ocorreu devido ao arraste e diluição devido à imensa quantidade de água de chuva que caiu nas lagoas durante os testes.

Importante relacionar os padrões visuais e qualidade do efluente com o período chuvoso que se apresentou atípico em relação ao anterior e pode ter influenciado nos resultados.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base no trabalho realizado, podemos concluir que:

- O trabalho abordou uma alternativa de produto bioestimulador com objetivo de aumentar a eficiência global do processo de tratamento da ETE Tamandaré e diminuir o volume de lodo acumulado nas lagoas da estação, e que esses objetivos foram alcançados,
- Na maioria dos parâmetros fisicoquímicos avaliados ocorreu uma melhoria nas eficiências de remoção, tais como na DBO, nos Sólidos Sedimentáveis e nos Coliformes Termotolerantes, porém no parâmetro DBO ocorreu uma pequena diminuição na eficiência de Remoção em comparação aos mesmo período do ano anterior ao teste.
- Serão necessários novos testes operacionais com o produto bioestimulador para especificar individualmente os efeitos do produto bioestimulador e do arraste provocado pelas intensas chuvas ocorridas no período do teste operacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VON SPERLING, M.. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 3 ed. 2005.  
<http://www.biotrat.com.br>.

CPRH Agência Estadual de Meio Ambiente- Instrução Normativa CPRH 003/2018.

<https://www.apac.pe.gov.br/>

MEURER, B.C. et al. Evaluation of new bio-stimulation technology as a solution for the pollution of Rio de Janeiro lagoons. Revista Pensar-BioUSU, v. 3, p. 44-51, 2017.

MACHADO, K.M.G.; DO NASCIMENTO, E.A.; ARAUJO, J.C.deS.B.. Aplicação da Biorremediação no Estado de São Paulo. Leopoldianum, v. 42, n. 116-8, p. 18, 2017.