

AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTE NA ETE VENTUROSA (PE) PARA O REÚSO AGRÍCOLA

Data de submissão: 21/09/2023

Data de aceite: 27/10/2023

Marcella Vianna Cabral Paiva

Funcionária da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Professora da Autarquia Educacional do Belo Jardim (AEB). Belo Jardim – Pernambuco. <https://lattes.cnpq.br/2866768055235663>

Silvanete Severino da Silva

Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Unidade Acadêmica do Belo Jardim (UABJ). Belo Jardim – Pernambuco. <http://lattes.cnpq.br/0697832792587182>

Luára dos Santos Soares

Estagiária da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Aluna do curso de Engenharia Hídrica da Unidade Acadêmica do Belo Jardim (UABJ/UFRPE). <http://lattes.cnpq.br/3028085984539774>

Izabelly Feitoza Nascimento

Funcionária da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Arcoverde – Pernambuco. <http://lattes.cnpq.br/5486408122349716>

Silvia Mariana da Silva Barbosa

Funcionária da Sanvale Soluções Ambientais LTDA – Petrolina – Pernambuco. <http://lattes.cnpq.br/6897701912860507>

Tatiana de Oliveira Calado

Professora do Instituto Federal de Pernambuco – IFPE – Campus Garanhuns. <http://lattes.cnpq.br/9446644042468735>

Ednara Fernandes Silva

Estagiária da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Aluna do curso de ciências biológicas da Autarquia de Ensino Superior de Arcoverde (AES).

RESUMO: O tratamento de esgoto é essencial para diminuir os impactos ambientais negativos do lançamento nos corpos receptores e o reúso de efluentes tratados tem se tornado uma fonte alternativa de água, principalmente na agricultura e indústria, proporcionando diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos. A Resolução nº 54 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de 28 de novembro de 2005, estabelece diretrizes para a prática de reúso direto não potável de água em todo o território nacional, porém, não discorre sobre aspectos relativos à saúde pública. Já a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 121, de 16 de

dezembro de 2010, estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal. O presente trabalho teve o objetivo de analisar e comparar os parâmetros físicos, químicos e biológicos do esgoto tratado na Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Venturosa (PE) que é composta tratamento preliminar com gradeamento e caixa de areia seguido de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), filtro biológico percolador, decantador secundário e desinfecção da adição de cloro, com base na Resolução do CONAMA nº 430 de 2011 e comparando os parâmetros e resultados com as resolução do estado de Minas gerais, Paraná e Bahia que dispõem sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água, para fins da reúso agrícolas como a irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: reúso, tratamento de esgoto, irrigação

EVALUATION AND COMPARISON OF TREATMENT EFFICIENCY AT THE VENTUROSA WASTEWATER TREATMENT PLANT FOR AGRICULTURAL REUSE

ABSTRACT: Wastewater treatment is essential to reduce the negative environmental impacts of discharging into receiving bodies of water, and the reuse of treated effluents has become an alternative source of water, especially in agriculture and industry, providing various environmental, social, and economic benefits. Resolution No. 54 of the National Water Resources Council (CNRH), dated November 28, 2005, establishes guidelines for the practice of non-potable direct water reuse throughout the national territory; however, it does not address aspects related to public health. On the other hand, Resolution No. 121 of the National Water Resources Council (CNRH), dated December 16, 2010, establishes guidelines and criteria for the practice of non-potable direct water reuse in agriculture and forestry. This study aimed to analyze and compare the physical, chemical, and biological parameters of treated sewage at the Venturosa Wastewater Treatment Plant (PE). The plant includes preliminary treatment with screening and sand removal, followed by an upflow anaerobic sludge blanket reactor (UASB), biological trickling filter, secondary clarifier, and disinfection through chlorine addition. The analysis is based on Resolution CONAMA No. 430 of 2011 and compares the parameters and results with the regulations of the states of Minas Gerais, Paraná, and Bahia, which establish conditions, parameters, standards, and guidelines for the management of effluent discharge into water bodies for agricultural reuse, such as irrigation.

KEYWORDS: reuse, sewage treatment, irrigation

INTRODUÇÃO

O tratamento de esgoto é essencial para diminuir os impactos ambientais negativos do lançamento nos corpos receptores, sabendo que a água tem um potencial de autodepuração, contudo, quando poluentes são lançados em excesso causam um desequilíbrio entre a produção e o consumo de oxigênio, causando modificações nos ecossistemas aquáticos e gerando problemas ambientais e de saúde. Com o aumento da população e conseqüentemente aumento quantidade de efluentes lançados, demanda também a ampliação das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), como também

melhorias na operação e nas tecnologias utilizadas nas ETE's já instaladas (VON SPERLING 1996).

O processo de tratamento de esgoto consiste em várias etapas, que visam remover os contaminantes e impurezas da água. Após o tratamento, pode ser utilizada para diversos fins, incluindo a irrigação agrícola. No entanto, é importante destacar que o reúso esgoto na irrigação deve seguir normas e regulamentações estabelecidas pelos órgãos competentes, a fim de garantir que a qualidade da água seja adequada e que não haja riscos para a saúde pública (MANCUSO; SANTOS, 2003; MOURA et al., 2019).

O efluente tratado tem se tornado uma fonte alternativa de água, principalmente devido ao seu potencial para utilização na agricultura. Essa prática proporciona diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos, mitigando os problemas relacionados com a poluição dos recursos hídricos e sua escassez, além de diminuir a descarga e efluentes nos corpos hídricos (FIGUEIREDO, 2020). Atualmente vem se adotando diversas formas para a aplicação do reúso da água de esgoto, principalmente utilizada na agricultura, especificamente na irrigação, afim de reduzir a escassez hídrica na região Nordeste, que apresenta baixos índices pluviométricos ou pouca disponibilidade hídrica.

Além disso, os esgotos domésticos tratados pelas companhias de saneamento, normalmente possuem concentração de nitrogênio, fósforo e outros nutrientes, que tem baixa biodegradabilidade e são mais difíceis de apresentar resultados satisfatórios de remoção no tratamento por meio de processos tradicionais. O aumento da concentração desses nutrientes nos ecossistemas aquáticos têm como consequência a transformação de um ambiente oligotrófico em eutrófico. Assim, os nutrientes ainda presentes no efluente tratado podem ser utilizados para a fertilização agrícola (ESTEVES, 2011).

Para analisar os parâmetros de qualidades da água de reúso, a legislação federal ainda não dispõe de normatização técnica específica estabelecendo parâmetros e limites para reúso agrícola de esgoto doméstico. A Resolução N° 503 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), de 14 de dezembro de 2021 define apenas critérios e procedimentos para o reúso em sistemas de fertirrigação de efluentes provenientes de indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias.

Dentro do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, na Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia (CTCT), o Grupo de Trabalho - GT-Reúso, formulou a primeira legislação específica sobre o tema, que é a Resolução N° 54, de 28 de novembro de 2005, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água em todo o território nacional. A resolução abrange as seguintes modalidades de reúso: reúso para fins urbanos, reúso para fins agrícolas, reúso para fins ambientais, reúso para fins industriais e reúso na aquicultura (BRASIL, 2005).

No artigo quarto desta Resolução estabelece a responsabilidade dos órgãos integrantes Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), de avaliar os efeitos sobre os corpos hídricos decorrentes da prática do reúso, devendo

estabelecer instrumentos regulatórios e de incentivo para as diversas modalidades de reúso. E no caso de não haver comitê de bacias, a resolução apresenta que caberá ao respectivo órgão gestor de recursos hídricos, em conformidade com o previsto na legislação pertinente estabelecer mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reúso. Em nenhum de seus doze artigos a resolução fala sobre os aspectos relativos à saúde pública, como os cuidados com os projetos, planos e programas de reúso de água que deverão conter, obrigatoriamente, estudos, alternativas e medidas voltadas para avaliar e minimizar os riscos à saúde pública (BRASIL, 2005).

A Resolução nº 121 do CNRH de 16 de dezembro de 2010 estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005. O artigo Art. 3º estabelece que a caracterização e o monitoramento periódico da água de reúso serão realizados de acordo com critérios definidos pelo órgão ou entidade competente, recomendando-se observar: I – a natureza da água de reúso; II – a tipologia do processo de tratamento III – o porte das instalações e vazão tratada; IV – a variabilidade dos insumos; V – as variações nos fluxos envolvidos; e VI – o tipo de cultura (BRASIL, 2010). E estabelece que a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 430 de 13 de maio de 2011, é a base de referenciamento dos parâmetros da qualidade. Contudo, esta resolução dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores só contempla e estabelece limites para parâmetros como: demanda bioquímica de oxigênio, temperatura, pH, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e material flutuantes e algumas substâncias inorgânicas, sendo necessário um maior nível de detalhamento e especificidade para reúso (BRASIL, 2011).

Em outubro de 2022, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) iniciou uma consulta pública nº 3/2022, que trata da proposta de resolução do que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentem e estimulem a prática de reúso direto não potável de água em todo o território nacional, além de recomendar parâmetros mínimos de qualidade para cada modalidade de reúso da água, em atendimento às diretrizes e metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040.

O Estado de Pernambuco ainda não elaborou normatização sobre reúso de efluentes tratados para nenhuma das modalidades, diferentemente de outros Estados como, Bahia, Minas Gerais e Paraná que já estabeleceram padrões para esta atividade.

Diante do contexto apresentado, este trabalho pretende analisar e comparar os parâmetros físicos, químicos e biológicos do reúso de efluente tratado da ETE localizada na cidade de Venturosa em Pernambuco com base na resolução do CONAMA nº 430 de 2011, fazendo uma comparação com as legislações vigente do estado da Bahia, Minas Gerais e Paraná onde se tem uma legislação que se mais aproxima dos parâmetros analisado pela ETE Venturosa.

METODOLOGIA

O presente estudo tem como finalidade avaliar a ETE da cidade de Venturosa para fins de reúso do efluente tratado na irrigação. A ETE Venturosa está localizada no agreste pernambucano, na microrregião do Vale do Ipanema a 246 km do Recife/PE, com as coordenadas geográficas, latitude: 8°57'12"S e longitude: 36°89'30"W. As principais atividades econômicas são fabricação de leite e derivados, agricultura e pecuária, contudo, o desenvolvimento econômico do município é limitado pela escassez hídrica.

Devido ao relevo acidentado, o clima na região apresenta-se variado; certas microrregiões, devido à altitude, apresentam temperaturas menores e índices pluviométricos mais generosos, localmente conhecidas como Brejos de Altitude; em outras, apresenta um clima mais quente e árido, porém com um tempo de estiagem menor que a do sertão, devido a sua proximidade do litoral. Os índices pluviométricos podem variar em cada microrregião. Mostra-se uma área de transição, apresentando um clima tropical semi-úmido, com seu período de chuvas mais concentrado entre os meses de abril a julho.

De acordo com o censo IBGE 2022, a população da cidade de Venturosa é de 17.251 pessoas e densidade demográfica 51,33 habitante por quilômetro quadrado.

O município situa-se nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema. Seus principais tributários são os rios Ipanema, dos Bois e Cordeiro, e os riachos do Meio, Carrapateira, da Luiza, das Cabeceiras, Chã de Souza, da Pedra Fixa e Simão. Todos os cursos d'água são intermitentes.

Os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município são operados pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O projeto do SES Venturosa foi elaborado em 2013 levando em consideração dados populacionais do Censo IBGE 2021 e prevendo que o sistema atenda a população do município estimada para o ano de 2031. Na concepção do projeto do sistema de esgotamento sanitário, atendeu a área urbana da cidade de Venturosa, que foi dividida hidro graficamente em cinco bacias, de acordo com sua conformação topográfica e o traçado da rede. O SES projetado é composto por rede de coleta mista, ou seja, rede coletora convencional e condominial, com tratamento dos efluentes a nível terciário.

Os esgotos coletados em função das vazões a serem recalçadas, são direcionados para duas estações elevatórias (EEE Venturosa 01 e 02), equipadas com bombas reautoescurvantes e dotadas de grades de barras, caixa de areia e poços de sucção. Assim, o esgoto bruto é bombeado até a ETE Venturosa.

A Estação de Tratamento de Esgoto foi projetada para atender a uma vazão média de final de plano a ser tratada na ETE é de 2.500,03 m³/dia. A ETE é composta de tratamento preliminar com gradeamento e caixa de areia seguido de reator anaeróbico de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), filtro biológico percolador, decantador secundário e desinfecção da adição de cloro. A ETE também possui sistema para remoção e tratamento

de lodo com adensador e centrífuga. A ETE Venturosa começou a operar em 2017.

As coletas de esgoto são realizadas na entrada (esgoto bruto) e saída da ETE (esgoto tratado) e analisados no laboratório de esgoto na Gerência de Controle de Qualidade da COMPESA. Os parâmetros analisados foram: temperatura, pH DBO (mg/L), sólidos sedimentáveis (ml/L) óleos e graxas (mg/L), alcalinidade, cloretos (mg/L), material flutuante, ovos de helmintos e coliformes termotolerantes (NMP/100ml). Para este trabalho, foram consideradas as coletas e análises foram realizadas são dos meses de janeiro até dezembro de 2021.

A presente pesquisa, comparou os resultados do tratamento do esgoto na ETE de Venturosa com a Resolução CONAMA nº 430 de 2011 e com as leis e resoluções dos estados os quais foram, a Resolucao_CERH_n._122_2023_PR do estado Paraná, Normativa CERH - MG nº 65/2020 do estado de Minas Gerais, e Resolução nº. 75/2010 do estado da Bahia, para determinar os parâmetros da qualidade do esgoto tratado para o reuso em diversas áreas, como a irrigação em meios agrícolas ou industriais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante das análises físico-químicos e biológicas, os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1 e 2. Podendo assim observar a eficiência do tratamento de efluente a partir da diferença entre a DBO do esgoto bruto e esgoto tratado, como os demais parâmetros de análises da estação, usando os resultados do esgoto tratado e comparando com os resultados exigidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, presente na Tabela 3 e também comparando alguns resultados com a Normativa CERH-MG nº65/2020 do estado de Minas Gerais na Tabela 4, Resolução nº. 75/2010 do estado da Bahia na Tabela 5, Resolução CERH nº122/2023 do estado do Paraná na Tabela 6. Os parâmetros cloretos, a alcalinidade e ovos de helmintos não apresentam limites na Resolução CONAMA 430/2011. A Resolução nº 375 apresenta o parâmetro exigido para os Ovos viáveis de helmintos onde apresenta concentração < 10 ovos / g de ST.

ETE VENTUROSA 2021										
Resultados da saída										
Meses	TEMP (° C)	PH	DBO (mg/L)	EF %	SOL.SED. ml/L	OLEO/ GRA (mg/L)	Alcal/ (mg)	Cloretosmg	Mat.Flut.	Ovos Hel.
jan/21	29,0	8,0	25,0	64%	0,0	1,3	881	400	ausente	*
fev/21	28,0	8,2	25,0	97%	0,1	68,1	659	350	ausente	*
mar/21	26,0	7,8	2,0	99%	0,0	16,4	520	40	ausente	*
abr/21	30,0	7,9	35,0	75%	0,0	10,0	504	900	ausente	*
mai/21	25,0	7,5	26,0	61%	0,0	4,0	477	350	ausente	*
jun/21	26,0	8	22,0	99%	0,0	5,0	*	100	ausente	*
jul/21	26,0	7,7	20,0	93%	0,0	2,7	*	150	ausente	,
ago/21	24,0	8,1	22,0	99%	0,0	2,3	510	700	ausente	<1,0
set/21	31,0	7,9	8,0	98%	0,0	20,2	590	500	ausente	<1,0
out/21	26,0	7,9	*	*	0,0	11,7	760	500	ausente	>3,0
nov/21	26,0	8,1	20,0	97%	0,0	4,7	635	400	ausente	<1,0
dez/21	31,0	7,9	4,0	99%	0,0	6,3	690	350	ausente	<1,0
média	27,3	7,9	19,0	89%	0,0	12,73	615,9	385,5	ausente	*

Tabela 1: Parâmetros analisados da ETE Venturosa.

Fonte: Compesa (2021).

Obs. No mês de outubro não houve DBO por causa de um defeito na incubadora. *Obs. Para ovos de helmintos não houve análise nos meses de jan, fev, mar, abr, mai, jun, jul e dez. Na alcalinidade não houve realização de análises nos meses de mai e jun.

Os resultados da Tabela 01 foram comparados com a Resolução do CONAMA 430/2011, diante disso podemos observar que a temperatura analisada na tabela a média foi de 27,3 °C estando de acordo com os parâmetros da resolução, onde o limite não pode ser superior a 40°C, em relação ao estado de Minas Gerais, Bahia e Paraná não apresentam limite para temperatura, mas também se baseiam pela Resolução CONAMA 430/2011.

Já para os resultados de pH da ETE Venturosa apresentou o valor médio do esgoto tratado 7,9, e a Resolução CONAMA 430/2011 estabelece que o limite fique entre 5 a 9. A Resolução do estado Bahia não apresenta limite de pH, mas para o estado de Minas gerais e Paraná estes seguem também o parâmetros do exigidos pela legislação do CONAMA, diante disso a ETE Venturosa atendeu a exigência em todos os meses do ano de 2021 onde o pH não ultrapassou o limite de referência.

ETE Venturosa Resultados de Bacteriologia			
Parâmetro: Coliformes Termotolerantes			
Meses	Esgoto bruto NMP/100mL	Esgoto tratado NMP/100mL	Porcentagem de Remoção
jan-21	1,62E+06	6,96E+03	100%
fev-21	1,30E+05	<100	100%
mar-21	1,27E+06	<10	100%
abr-21	1,52E+06	2,42E+05	84%
mai-21	1,38E+06	3,26E+04	98%
jun-21	1,27E+08	3,88E+05	100%
jul-21	2,35E+07	2,62E+05	99%
ago-21	1,11E+06	5,10E+02	100%
set-21	9,06E+05	1,00E+02	100%
out-21	8,30E+06	3,93E+05	95%
nov-21	1,95E+06	1,20E+03	100%
dez-21	2,13E+07	<100	100%
MÉDIA	1,58E+07	1,11E+05	

Tabela 2: Parâmetros coliformes termotolerantes analisados da ETE Venturosa

Fonte: Compesa (2021).

Limite Resolução CONAMA 430/2011	
TEMP	- Não pode ser superior a 40°C
PH	- Deve estar entre 5 e 9
DBO	- 120 mg/l ou 60% de eficiência
SOL.SED.	- Não pode ser superior a 1 ml/L
OLEO/GRA	- até 100 mg/L
Mat.Flut.	- Saída ausente

Tabela 3: limites estabelecidos pela Resolução CONAMA.

De acordo com a Normativa CERH-MG N° 65/2020 de Minas Gerais, o anexo I estabelece alguns parâmetros e padrões de qualidade microbiológica para a modalidade de reúso direto da água oriunda de estações de tratamento de esgoto, separando em duas categorias de reúso como a ampla e a limitada, os quais estão descritos na tabela 4.

Normativa CERH-MG N° 65/2020 Estado de Minas Gerais				
Categoria	Finalidade	pH	Coliformes termotolerantes ou <i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	Ovos viáveis de helmintos (n° de ovos/L)
Ampla	Permitido fertirrigação superficial, localizada ou por aspersão*.	6 a 9	$\leq 1 \times 10^4$	≤ 1
Limitada	Permitido apenas fertirrigação superficial ou localizada, evitando-se qualquer contato da água para reúso com o produto alimentício	6 a 9	$\leq 1 \times 10^6$	≤ 1

Tabela 4: Padrões de qualidade microbiológica para reúso na modalidade **agrossilvipastoril**

Fonte: Siam.gov(2020)

Já na Resolução n° 75/2010 do estado da Bahia estabelece procedimentos para regular o reúso e atua com base nas competências conferidas pela Lei no. 11.6129/2009, e na Resolução n°. 54/2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Além disso, a resolução inclui definições específicas no Art. 3° recomendada pela OMS, como as de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* descrito na Tabela 5.

RESOLUÇÃO n°. 75/2010 do Estado da Bahia - Art. 3° características microbiológicas			
Categoria	CTer por 100mL (1)	Ovos de helmintos por litro (2)	Observações
A (3)	$\leq 1 \times 10^3$	≤ 1	1×10^4 CT por 100mL no caso de irrigação localizada, por gotejamento, de cultivos que se desenvolvem distantes do nível do solo ou técnicas hidropônicas em que o contato com a parte comestível da planta seja minimizado.
B (4)	$\leq 1 \times 10^4$	≤ 1	1×10^5 CT por 100mL no caso da existência de barreiras adicionais de proteção ao trabalhador (5) É facultado o uso de efluentes (primários e secundários) de técnicas de tratamento com reduzida capacidade de remoção de patógenos, desde que com associado ao método de irrigação subsuperficial (6)

Tabela 5: As características microbiológicas da Resolução n° 75/2010 do estado da Bahia para a água em todas as categorias de reúso destinadas à agricultura e/ou atividades florestais.

A resolução cita em seu Art. 5° em casos que se emprega o reúso de esgotos sanitários com finalidades agrícolas e/ou florestais, não existem limitações quanto aos parâmetros de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio) e SST (Sólidos Suspensos Totais). As concentrações presentes nos efluentes dependem das técnicas de tratamento utilizadas, contanto que estejam em conformidade com os critérios microbiológicos definidos nesta Resolução.

O estado do Paraná traz em sua Resolução CERH N°122/2023 as diretrizes e

critérios gerais para reúso e em sua seção III no Art. 12º as modalidades de reúso como a qualidade e padrão da água para fins agrícolas.

Resolução CERH N°122/2023 Estado do Paraná		
PARÂMETROS	UNIDADE	VALORES MÁXIMO
pH	Unidades de pH	5 a 9
Óleos minerais	mg L ⁻¹	Até 10
Cloretos	mg L ⁻¹	30,00
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1.000
Ovos viáveis helmintos	Ovo/L	1

Tabela 6: Resolução CERH N°122/2023 do Estado do Paraná que estabelece diretrizes e critérios gerais para reúso

Vale ressaltar que que no Art. 13 estabelece que o parâmetro DBO deve considerar os limites que consta na resolução do CONAMA 430/2011, e no Art. 16 fala da restrição sobre algumas culturas, por exemplo frutos, hortaliças e tubérculos para consumo humano na forma crua.

Para a os parâmetros físico-químicos, o estado da Bahia e Paraná apresenta em suas resoluções parâmetros de valores máximos de sais e minerais, onde alguns parâmetros não são analisados pela Compesa, sendo possível comparar somente os valores do cloreto, a Bahia estabelece o valor de 100- 350 mgL⁻¹, já o Paraná o limite de valor máximo é 30,00 mg L⁻¹, na ETE Venturosa o valor médio deu 385,5 mg L⁻¹ passando do limite estabelecido no estado da Bahia, mas a resolução do CONAMA 430/2011 não apresenta limites para o cloreto. O estado de Minas Gerais em sua resolução apresenta resultados voltado a parte bacteriológica não estabelecendo limites físico-químicos.

Já a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentou em seu resultado a média 19 mg/L e desvio padrão de 11,13 mg/L com eficiência média de 89%, estando de acordo com os parâmetros exigidos pelo CONAMA 430/2011 que a eficiência esteja acima de 60%, já comparando com a legislação de reúso dos estados, em relação ao estado do Paraná também segue a determinação do CONAMA. No contexto do estado da Bahia, no que se refere à utilização de esgotos sanitários tratados para fins agrícolas, não há restrições específicas em relação aos parâmetros de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio) e SST (Sólidos Suspensos Totais). As concentrações dos resíduos tratados dependem das técnicas de tratamento empregadas, desde que estejam em conformidade com os padrões microbiológicos de qualidade estabelecidos, o estado de Minas Gerais não traz em sua resolução esse parâmetro.

Os sólidos sedimentáveis da ETE Venturosa apresentou resultados menor do que o limite estabelecido que não pode ser superior a 1 ml/L, já em relação as Resoluções dos outros estados não foram encontrados limites para este parâmetro.

Os resultados de óleos e graxas foram analisados de acordo com a legislação vigente que permite o limite substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L e a ETE Venturosa também atendeu este limite em todos os meses do ano de 2021 com a média de 12,73 mg/L. Comparando o resultado com a resolução do estado do Paraná que exige até 10 mg/L, a ETE não atendeu a exigência desta resolução. O material fluante deve se apresentar ausente após o tratamento, a ETE Venturosa atendeu a legislação do CONAMA 430/2011.

Para o limite de ovos de helmintos foi comparado com os estados Paraná, que estabelece o valor de 1 Ovo/L e o estado de Minas Gerais que divide-se em duas categorias, a ampla, permitido fertirrigação superficial, localizada ou por aspersão, onde o valor estimado é ≤ 1 e a categoria, limitado, permitindo apenas fertirrigação superficial ou localizada, evitando-se qualquer contato da água para reúso com o produto alimentício especificando valor ≤ 1 . Para a Bahia Ovos de helmintos por litro (2) divide se em grupo A (3) caso de irrigação localizada, por gotejamento, de cultivos que se desenvolvem distantes do nível do solo ou técnicas hidropônicas em que o contato com a parte comestível da planta seja minimizado e o grupo B (4), ambos com limite ≤ 1 ovos de helmintos com litro.

Para as análises de coliformes termotolerantes, a ETE Venturosa apresentou média de entrada $1,58 \times 10^7$ NMP/100mL e para a saída (esgoto tratado) $1,11 \times 10^5$ NMP/100mL, o estado do Paraná apresenta descrito na resolução que os Coliformes Termotolerantes tem valor máximo de 1.000 NMP/100mL. Já na Resolução do Estado da Bahia, o CTer por 100mL, divide-se em grupo A (3) $\leq 1 \times 10^3$ para caso de irrigação e o grupo B (4) $\leq 1 \times 10^4$. A Resolução do Estado de Minas Geras também divide em dois grupos, o de ampla utilização, que o valor é $\leq 1 \times 10^4$ e o grupo da limitada utilização, cujo valor é $\leq 1 \times 10^6$. Analisando os resultados é importante a melhoria na eficiência de desinfecção da ETE Venturosa para reduzir a concentração dos coliformes termotolerantes no esgoto tratado e possibilidade futuros estudos de irrigação com a água de reúso.

O tratamento da ETE Venturosa pode ser considerado eficiente, pois em seus resultados de eficiência de remoção de matéria orgânica, como também o atendimentos aos demais parâmetros exigidos pela Resolução CONAMA 430/2011. Ao comparar seus parâmetros com as Resoluções CERH N°122/2023- PR, Normativa CERH-MG N° 65/2020 e Resolução N° 75/2010 Bahia, a ETE Venturosa também apresenta resultados abaixo dos limites estabelecidos. Sendo assim, é possível o desenvolvimento de estudos em escala piloto para irrigação de espécies vegetais com objetivo de avaliar outros parâmetros, como por exemplo os impactos da aplicação de efluentes no solo. Estes estudos serão importantes para regiões que apresenta pouca disponibilidade hídrica ou poucas estações chuvosas.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados da pesquisa foi analisado os parâmetros da ETE de Venturosa, onde foram realizadas coletas de amostras de esgoto na ETE e realizadas análises em laboratório do mês de janeiro a dezembro de 2021 e os resultados foram comparados com a legislação vigentes (Resolução CONAMA nº430 /2011, RESOLUÇÃO CERH Nº122/2023, RESOLUÇÃO CERH Nº122/2023- PR, RESOLUÇÃO nº. 75/2010, NORMATIVA CERH-MG Nº 65/2020, e RESOLUÇÃO Nº 75/2010 Bahia, e foram analisados os parâmetros de: temperatura, pH, DBO, óleos e graxas, coliformes termotolerantes, ovos de helmintos, cloreto, durante o ano de 2021. Com isso foi possível concluir que os parâmetros estavam de acordo com a legislação em todos os meses que foi realizada a análise. Novos estudos precisam ser desenvolvidos para análises de outros parâmetros, como por exemplo, condutividade, metais pesados, salinidade.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. **RESOLUÇÃO CONSEMA nº 419, de 13 de fevereiro de 2020**. Estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reuso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais no Estado do Rio Grande do Sul. D.O.E de 21/02/2020, Porto Alegre, 13 de fevereiro de 2020.
2. CERVO, A. L. B, Alcino. P. Silva. R. **Metodologia científica**. 6.ed. pág 61. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
3. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PR). **RESOLUÇÃO CERH Nº122, de 19 de junho de 2023**. Estabelece diretrizes e critérios gerais para o reuso de água proveniente de efluentes tratados de origem sanitária ou industrial, especificamente para fins urbanos, agrícolas, florestais, ambientais e industriais. <https://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023_06/resolucao_cerh_122.2023.pdf> Acesso 18 de set de 2023.
4. CONERH (Conselho Estadual de Recursos Hídricos/BA). **RESOLUÇÃO nº. 75, de 29 de julho de 2010**. 75<<http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/RESOLU%C3%87%C3%83O%20n%C2%BA%2075.pdf>>. Acesso em 18 de set 2023.
5. **Deliberação Normativa CERH-MG nº65, de 18 de junho de 2020**. Estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reuso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências. Belo Horizonte,2020.
6. MANCUSO, Pedro Caetano Sanches. **Reúso de água**. Editora Manole Ltda, 2003.Disponível em: <<https://books.google.com.br/books> > acessado em 20 de set. 2023.
7. MOURA, Priscila Gonçalves. **Metagenômica de água de reúso, esgoto e água potável**. 2019. 171 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019.
8. OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas**, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira, 2007.

9. **Resolução CONAMA nº430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2023.

10. VENTUROSA, Prefeitura Municipal de Venturosa, **Dados sobre a localização de Venturosa.** Venturosa, 2022. Disponível em < <https://venturosa.pe.gov.br/a-cidade/localizac%CC%A7a%CC%83o/> > acessado em: 28 Nov. 2022.