

II-149 – POTENCIAL DE REÚSO DO EFLUENTE TRATADO DA ETE DA UFERSA – CAMPUS CARAÚBAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Mônica Monalisa Souza Valdevino⁽¹⁾

Graduada em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA); Engenheira Civil pela UFERSA.

Ana Cláudia Araújo Fernandes⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestra em Ciências Ambientais pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Professora efetiva da Universidade Federal Rural do Semiárido do Rio Grande do Norte (UFERSA).

Marcella de Sá Leitão Assunção⁽³⁾

Engenheira Civil e Mestra em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

Sayonara Alves de Souza⁽⁴⁾

Graduada em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA); Graduanda em Engenharia Civil pela UFERSA.

Endereço⁽¹⁾: Rua Deputado Cosme Lemos, 77 - Apodi – Rio Grande do Norte - RN - CEP: 59700-000 - Brasil - Tel: (84) 9 9494-9797 - e-mail: monicamonalisasv@hotmail.com

RESUMO

A crise hídrica é um problema recorrente nas regiões semiáridas brasileira, sendo necessário estudar soluções sustentáveis para amenizar os impactos ocasionados. A disposição de efluente tratado em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) vem se mostrando como uma alternativa para esse problema, uma vez que o esgoto tratado apresenta nutrientes necessários para o desenvolvimento de diversos cultivos, porém é necessário um monitoramento da qualidade do efluente, a fim de evitar que o mesmo acabe causando malefícios para o solo no qual é disposto. Nesse sentido, a presente pesquisa objetivou analisar o potencial de reúso da ETE da UFERSA – Campus Caraúbas, por meio do comparativo dos resultados obtidos em análises laboratoriais com os exigidos por normas e legislações vigentes. Foram analisados os parâmetros de: pH, Condutividade Elétrica (CE), Turbidez, Temperatura, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e Sólidos Suspensos totais (SST). Os parâmetros de Coliformes Totais, Cloro residual e Ovos de helmintos não foram analisados, pois durante a pesquisa, a etapa de desinfecção, responsável por inativar os microrganismos patogênicos, foi desativada em função de problemas técnicos na ETE. As amostras analisadas foram estudadas no período de agosto a outubro de 2018, quando a ETE estava em pleno funcionamento, porém, devido o problema apresentado, é esperado que os valores obtidos sejam afetados, e, embora o solo haja como um filtro natural do efluente tratado, não é possível afirmar que o efluente tratado está apto para reúso.

PALAVRAS-CHAVE: Aumento de Capacidade, Melhoria da Qualidade, Água com Alcalinidade, Coagulante Adequado, Auxiliares de Floculação.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito, sendo considerado um fator limitante para o desenvolvimento da sociedade, influenciando no setor industrial, centros urbanos e na agricultura. O crescimento populacional desordenado ocasionou diversos problemas sociais e ambientais como a escassez dos recursos hídricos, que se tornou um problema recorrente nos últimos anos, agravando-se em regiões semiáridas. Nesse sentido, é necessário a busca de um modelo de desenvolvimento que equilibre os aspectos ambientais, econômicos e sociais (KATES et al., 2016).

Conservar a água reduz o consumo e o desperdício desse bem natural, além de aumentar a eficiência na utilização desse recurso e a busca por técnicas apropriadas e eficiência para reciclagem e reúso de água que sejam viáveis economicamente e que possam garantir a segurança e saúde dos usuários (CAMPOS, 2013). Uma forma de amenizar os problemas hídricos de forma sustentável é a adoção do reúso de água provenientes dos tratamentos de esgoto,

sendo considerado uma das técnicas mais adequadas para atender a demanda, porém, ainda é pouco utilizado no Brasil.

A Resolução N° 54/2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, mostra que a prática do reúso de água reduz custos relacionados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde. De acordo com a referida resolução, a água de reúso pode ser utilizada em diversas atividades urbanas como irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações e combate a incêndios.

Existem diversas formas de utilizar o efluente tratado, de maneira adequada e planejada, dentre as quais se destacam as categorias: Potável e não potável. Considerando as categorias citadas, temos os seguintes tipos de reúso: agrícola para produtos não comestíveis, ambiental, industrial, recreativos com restrições e sem restrições, municipal em áreas restritas e públicas, agrícola para produtos comestíveis e potável, incluindo reabastecimento de aquíferos. Sendo determinado o tipo de reúso conforme a qualidade do esgoto tratado (KUBLER et al, 2015).

O reúso planejado é uma prática crescente em diversos países do mundo, tendo destaque a prática para fins agrícolas, uma vez que o efluente tratado apresenta grandes concentrações de macro e micronutrientes fundamentais para a produtividade do solo, apresentando-se como uma solução sustentável de irrigação, além de amenizar problemas relacionados com a crise hídrica e reduzir a demanda por fertilizantes para adubação (SANTOS, 2015). Conforme a cultura escolhida e do método de irrigação, a agricultura pode tolerar águas de qualidade menos exigente do que a indústria e o uso doméstico (ANDRADE NETO, 2011).

Israel é mundialmente conhecido pela prática do reúso, onde todo esgoto produzido passa por tratamento, e 70% do efluente tratado é destinado ao reúso agrícola. Na Austrália o reúso de efluentes tratados é medida amplamente adotada, sendo as normas para reutilização agrícola regidas pela Environmental Protection Agency (EPA), que no ano de 2003 publicou o “Guidelines for Environmental Management”, definindo que os efluentes destinados à irrigação de culturas consumidas cruas devem obrigatoriamente passar pela etapa de desinfecção, enquanto os cultivos e pastagens em geral admitem despejos com níveis de tratamento secundário, desde que ocorra a redução de patógenos (GONÇALVES et al, 2015). Nos Estados Unidos o reúso é praticado desde o século XX, atualmente a Califórnia vem se destacando no que se refere à reutilização planejada de efluentes tratados para fins agrícolas. Na Europa o reúso de efluente é praticado em diversos países, sendo adotado os parâmetros de qualidade estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (VALDEVINO, 2019).

Não há uma legislação brasileira específica, a nível federal, que estabeleça os padrões de reúso conforme os tipos de uso. Com isso, utilizam-se os critérios do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB), baseados nos estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e na NBR 13969/1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (FERNANDES, 2018).

Alguns municípios e Estados brasileiros iniciaram a implantação de leis e decretos relacionados ao reúso de efluentes provenientes de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), como no Estado de São Paulo, com a Deliberação CRH n° 156 de 2013, a qual estabelece diretrizes para o reúso direto de água não potável, proveniente de ETE de sistema públicos para fins urbanos, e a Resolução COEMA n° 2 de 2017 do Estado do Ceará, que estabelece condições e padrões para reúso. No Rio Grande do Norte destaca-se o município de Caicó, que decretou a Lei n° 4.593/2013, na qual recomenda-se critérios e padrões de qualidade para água de reúso a ser utilizada em diversas atividades.

O Município de Caraúbas, localizado no Rio Grande do Norte, na região semiárida do nordeste brasileiro, é abastecido pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), porém, o sistema de abastecimento não é regular o que provoca a necessidade de recorrer a outras fontes de abastecimento, como águas de poços. A Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) – Campus Caraúbas possui uma ETE que trata o esgoto produzido na universidade, entretanto não é realizado um acompanhamento periódico da eficiência de remoção de poluentes para a verificação dos parâmetros de qualidade do efluente tratado quanto aos intervalos recomendados pelas legislações brasileiras vigentes, pois a ETE do campus está em fase de adaptação e operação e, além disso, a universidade ainda não possui laboratórios equipados que permitem a verificação da qualidade do efluente. Além disso, o efluente tratado da ETE é disposto no solo, o que incentiva a pesquisa quanto à qualidade do efluente para averiguar se o solo não está sendo contaminado e a possibilidade de reutilizá-lo.

OBJETIVO DO TRABALHO

Analisar o potencial de reúso do efluente tratado da ETE localizada na UFERSA – Campus Caraúbas para fins não potáveis, com base nos resultados obtidos a partir das análises físico-químicas dos parâmetros observados.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse trabalho se fez necessário um levantamento bibliográfico sobre ETE e as legislações vigentes para determinação dos parâmetros da qualidade exigida para o reúso de efluente tratado de acordo com os diversos usos.

A princípio, foi realizada a delimitação da área de estudo, e esta é caracterizada como sendo o local que comporta a estação de tratamento de esgoto, localizada na universidade federal rural do semiárido – campus Caraúbas, região semiárida do Rio Grande do Norte. Posteriormente ocorreu a caracterização do efluente, com análises físico-químicas. Para isso, foram coletadas e analisadas três amostras do esgoto bruto e tratado da ETE da UFERSA – Campus Caraúbas. Os valores obtidos nas análises laboratoriais foram comparados com os valores exigidos por normas e legislações vigentes, a fim de observar a viabilidade ambiental para o reúso da água tratada na ETE.

A Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Campus Caraúbas-RN é do tipo vertical (Figura 01), composta por uma unidade de gradeamento e elevatória (UGE); sistema de recalque de esgoto bruto (SRE); Reator Anaeróbio de Manto de Lodo (BIO); Filtro biológico aerado submerso com Decantador Secundário acoplado (FBA); Sistema de geração do ar (SGA); Sistema de Desinfecção por Cloro; adensamento de lodo e leito de secagem. A ETE possui capacidade de reduzir a concentração de sólidos em suspensão, material orgânico biodegradável e organismos patogênicos, sendo constituída por tratamento biológico, com remoção entre 85-95% de matéria carbonácea e sólidos em suspensão e desinfecção com cloro, propiciando a inativação de organismos patogênicos, conforme especificado no manual de operação da ETE.

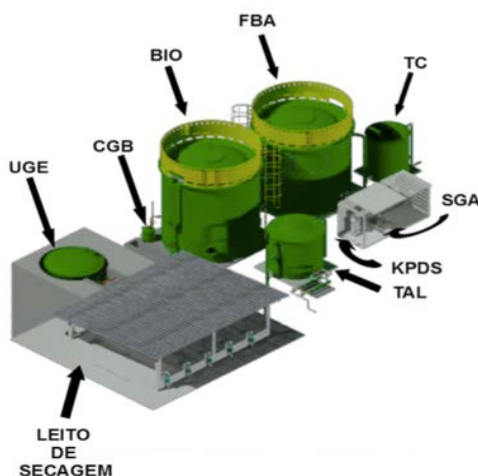


Figura 01: Concepção geral da ETE.
Fonte: Manual de operação A&E (2013)

Implantada em 2015, a ETE começou a operar efetivamente em outubro de 2017, tratando todo esgoto produzido na UFERSA – Campus Caraúbas, mas está atualmente com um problema no sistema de desinfecção. O engenheiro civil responsável pela operação, Francisco Solano, informou que não há acompanhamento físico-químico do efluente tratado em virtude das limitações laboratoriais do Campus. Quanto aos aspectos quantitativos, o sistema possui uma capacidade de tratamento de 7,56 m³/h (A&E Tratamento De Água e Esgotos.), mas atualmente a vazão de esgoto produzido no campus é baixa, em média 0,83 m³/h, dos quais 0,56 m³/h são tratados e lançados diretamente no solo.

A caracterização do tipo de uso do efluente tratado foi realizada com base em parâmetros indicados na Environmental Protection Agency (EPA), NBR 13969/1997, PROSAB, Resolução conjunta nº 1/2017 – SP, Resolução COEMA nº 2/2017 – CE, Lei nº 2.856/2011 Niterói-RJ, Lei nº 4.593/2013 Caicó-RN e a Lei nº 10.840/2015 Belo Horizonte-MG, utilizadas por Fernandes (2018). Desta forma, os parâmetros analisados foram: pH, Condutividade Elétrica (CE), Turbidez, Temperatura, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e Sólidos Suspensos Totais (SST), para confiabilidade dos resultados, cada análise foi feita em triplicata, e posteriormente foi feita a média das mesmas.

O tanque de cloração estava funcionando apenas como tanque de passagem devido problemas técnicos, com isso não se tinha o funcionamento efetivo no sistema de desinfecção, logo não foram realizadas as análises dos parâmetros: Coliformes Totais, Cloro residual e Ovos de helmintos.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos nas análises laboratoriais estão expostos no Quadro 01. Com isso, é possível observar a remoção que ocorre do esgoto bruto para o esgoto tratado, e os tipos de usos possíveis de serem realizados conforme comparativos com as Normas e Legislações utilizadas por Fernandes (2018).

ETE CARAÚBAS									
SITUAÇÃO		Temperatura °C	Turbidez (UNT)	pH	CE (dS.m)	SDT (mg.L ⁻¹)	DBO (mg.L ⁻¹)	DQO (mg.L ⁻¹)	Odor
MÉDIA	Bruto	24,1	121,25	7,63	1,69	3150	299	516	Perceptível
	Tratado	24,1	11,43	7,49	1,84	660	14	61	Inexistente
Redução (%)		-	-90,57	-	9,08	-79,05	-95,32	-88,18	100

Quadro 01: Parâmetros analisados na ETE Caraúbas.

Fonte: Autoria própria (2018).

Quanto às legislações e normas estudadas, foram utilizadas as estudadas na dissertação de Fernandes (2018), exibidas na Figura 02 a seguir.

Legislação	Tipo de reúso não potável	Turbidez (UNT)	pH	Condutividade elétrica (dS.m ⁻¹)	Cor (UH)	Cloro Residual (mg.L ⁻¹)	Coliformes Termotolerantes (UFC.100mL ⁻¹)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L ⁻¹)	Sólidos Suspensos Totais (mg.L ⁻¹)	Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	Ovos de helmintos (Ovo.L ⁻¹)	DBO _{5,20} (mg.L ⁻¹)
EPA - EUA (Guidelines for water reuse)	Urbano (sem restrições)	≤ 2	6,0 a 9,0	-	-	1	Não detectado	-	-	-	-	≤ 10
	Urbano (com restrições)	-	6,0 a 9,0	-	-	1	≤ 200	-	≤ 30	-	-	≤ 30
	Industrial	-	6,0 a 9,0	-	-	1	≤ 200	-	≤ 30	-	-	≤ 30
	Agrícola (culturas alimentares)	≤ 2	6,0 a 9,0	-	-	1	Não detectado	-	-	-	-	≤ 10
NBR 13969/1997	Agrícola (culturas não alimentares)	-	6,0 a 9,0	-	-	1	≤ 200	-	≤ 30	-	-	≤ 30
	Urbano com contato direto	< 5	6,0 a 8,0	-	-	0,5 a 1,5	< 200	< 200	-	-	-	-
	Urbano sem contato direto	< 5	-	-	-	> 0,5	< 500	-	-	-	-	-
	Descarga de bacias sanitárias	< 10	-	-	-	-	< 500	-	-	-	-	-
PROSAB	Agrícola (culturas não alimentares)	-	-	-	-	-	< 5000	-	-	> 2,0	-	-
	Urbano (sem restrições)	≤ 2	6,0 a 9,0	-	-	≥ 1	≤ 200	-	-	-	-	≤ 10
	Urbano (com restrições)	-	6,0 a 9,0	-	-	≥ 1	≤ 10000*	-	≤ 30	-	-	≤ 30
	Industrial**	-	6,0 a 9,0	-	-	≥ 1	≤ 200	-	≤ 30	-	-	≤ 30
Resolução conjunta nº 1/2017 - SP	Agrícola (culturas cruas)	≤ 2	6,0 a 9,0	-	-	≥ 1	≤ 1000***	-	-	-	≤ 1	-
	Agrícola (demais culturas)	-	6,0 a 9,0	-	-	≥ 1	≤ 10000	-	-	-	≤ 1	-
	Urbano (restrição moderada)	≤ 2	6,0 a 9,0	< 0,7	-	< 1	Não detectado	< 450	-	-	< 1	≤ 10
	Urbano (restrição severa)	-	6,0 a 9,0	< 3,0	-	< 1	< 200	< 2000	< 30	-	< 1	≤ 30
Resolução COEMA nº 2/2017 - CE	Urbano	-	6,0 a 8,5	≤ 3,0	-	-	< 5000****	-	-	-	≤ 1	-
	Agrícola (culturas cruas)	-	6,0 a 8,5	≤ 3,0	-	-	Não detectado	-	-	-	ND	-
	Agrícola (demais culturas)	-	6,0 a 8,5	≤ 3,0	-	-	≤ 1000	-	-	-	≤ 1	-
	Não faz distinção	< 5	6,0 a 9,0	-	≤ 15	0,5 a 2	Ausente	< 200	-	> 2,0	-	-
Lei nº 2.856/2011 Niterói-RJ	Urbano (sem restrições)	-	6,5 a 8,4	0,5 a 3,0	-	-	≤ 200	-	≤ 30	-	≤ 1	≤ 30
	Urbano (com restrições)	-	6,0 a 9,0	0,5 a 3,0	-	-	≤ 200	-	≤ 30	-	≤ 1	≤ 30
	Irrigação (sem restrições)	-	6,5 a 8,4	0,5 a 3,0	-	-	≤ 1000	-	-	-	≤ 1	-
	Não faz distinção	< 5	6,0 a 9,0	-	≤ 15	0,5 a 2	Ausente	< 200	-	> 2,0	-	-
* Para uso predial, como descarga de bacias sanitárias: ≤ 1000 UFC.100mL ⁻¹												
** Usos industriais específicos podem requerer tratamento terciário adicional para a prevenção de corrosão e incrustação, formação de biofilmes e formação de espumas.												
*** No caso de irrigação por gotejamento: ≤ 10000 UFC.100mL ⁻¹												
**** Para irrigação paisagística: ≤ 1000 UFC.100mL ⁻¹												

Figura 02: Normas, legislações e critérios de qualidade para reúso de água para fins não potáveis.

Fonte: Fernandes (2018)

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os valores obtidos foram comparados com as diretrizes estabelecidas na pesquisa utilizada por Fernandes (2018). Com isso, é possível observar que o parâmetro pH obteve valor médio de 7,4, atendendo a todas as normas e Legislações estudadas, as quais exigem pH de 6 a 9. Nota-se, também, que para esse parâmetro a redução do esgoto bruto para o tratado é baixa, o que não chega a 2%, indicando que o esgoto bruto já possui uma faixa de pH razoável. A condutividade elétrica esteve dentro do intervalo estabelecido em quase todas as normas e legislações, não se enquadrando apenas para Resolução Conjunta nº 1/2017 - SP na modalidade de reúso urbano com restrição moderada, onde o valor estimado é inferior a 0,5 dS.m⁻¹ e o obtido foi em média 1,8 dS.m⁻¹. Esse parâmetro apresentou um aumento de, aproximadamente, 2,45% no efluente tratado em relação ao esgoto bruto, porém esse aumento não interferiu na qualidade do mesmo.

Na Turbidez, embora ocorra uma redução significativa no esgoto bruto para o esgoto tratado de 90%, o mesmo é superior a alguns valores exigidos, onde o valor médio do esgoto tratado foi de 11,43 UNT, porém pode ser utilizada em atividade urbana com restrição, reúso agrícola (culturas alimentares), industrial, restrição severa conforme a EPA 2012, a NBR 13969/1997, PROSAB e Resolução conjunta nº 1/2017 – SP. A Resolução COEMA no 2/2017 - CE e a Lei nº 4.593/2013 Caicó-RN não citam a turbidez, enquanto para a Lei nº 2.856/2011 Niterói-RJ e Lei nº 10.840/2015 Belo Horizonte-MG é exigido valor inferior a 5 UNT independente do tipo de reúso. Desse modo, conforme esse parâmetro, o efluente tratado pode ser utilizado para diversos tipos de reúso.

Quanto à série de sólidos, foi possível realizar os sólidos dissolvidos totais (SDT), onde a redução foi significativa, em média de 79%, porém o valor de 660 mg/L-1 atende somente ao reúso urbano com restrição severa da Resolução conjunta no 1/2017 – SP. As análises de Sólidos Suspensos Totais (SST) não foram realizadas devido limitações laboratoriais no período da presente pesquisa.

A DBO₅ do esgoto bruto obteve uma média de 299,00 mg.L⁻¹, enquanto no tratado a média é de 14,00 mg.L⁻¹, mostrando uma redução de 88%, valor satisfatório que atende o previsto no manual de funcionamento da ETE (entre 85% a 95%), ficando inviável apenas para o reúso urbano sem restrição, com restrição moderada e agrícolas com culturas alimentares, de acordo com a EPA 2012, PROSAB e a Resolução conjunta nº 1/2017 – SP. Assim, quanto ao parâmetro de DBO₅, o esgoto tratado pode ser utilizado em várias atividades, sendo elas: Reúso urbano com restrições, industrial e agrícola para culturas não alimentares conforme a EPA; Urbano com restrições, industrial e agrícola em qualquer caso segundo o PROSAB; Urbano com restrição severa pela Resolução conjunta nº 1/2017 – SP; Urbano com e sem restrições, e para irrigação de acordo com a Lei nº 4.593/2013 Caicó-RN. Já a NBR 13969/1997, Resolução COEMA nº 2/2017 – CE e a Lei nº 10.840/2015 Belo Horizonte- MG não fazem distinção quanto á DBO.

Não foi possível analisar os parâmetros Cloro residual, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido e ovos de helmintos, pois durante o desenvolvimento da pesquisa ocorreu um problema no sistema de desinfecção da ETE, que é responsável por inativar os patogênicos presentes no esgoto tratado e, uma vez que não estava funcionando essa etapa do tratamento, os resultados não seriam condizentes com a realidade da ETE em pleno funcionamento. Porém, pelo fato do solo atuar como um filtro natural, é estimado que o mesmo retenha parte dos patogênicos.

Em uma pesquisa realizada por Valdevino (2019) foi possível observar que o efluente tratado na ETE da UFERSA – Campus Caraúbas disposto no solo está dentro dos índices aceitáveis de contaminação, apresentando melhorias em parâmetros como: aumento do Cálcio, Potássio, Manganês e Zinco, importantes para o desenvolvimento das plantas. Enquanto a infiltração do efluente no solo reduziu o Alumínio e a acidez potencial, elementos prejudiciais para o desenvolvimento dos cultivos, além de apresentar valores próximos entre o solo natural e o solo no qual é disposto o efluente tratado para demais parâmetros como metais pesados, micronutrientes e macronutrientes. Diante disso, o esgoto tratado não está acarretando danos ao solo no qual é disposto, sendo esperado valores dentro do previsto nas normas e legislações vigentes para quando a ETE estiver operando com todas as etapas de tratamento funcionando efetivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o esgoto tratado apresenta potencial para reúso, considerando que os parâmetros pH, CE, Turbidez, SDT e DBO₅ atenderam a parte das normas e legislações adotadas como referência, enquadrando-se em diversos tipos de reúso com fins não potáveis e de reúso em restrições. Porém, os parâmetros SST, Cloro Residual, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido e ovos de helmintos não foram analisados devido o sistema da ETE não estar em pleno funcionamento, e, pelo fato do sistema de desinfecção não está operando durante a pesquisa, era esperado valores que não estivessem dentro dos exigidos nas referências utilizadas, não condizendo com os esperados quando o sistema está funcionando totalmente.

É importante analisar o poder de remoção da ETE, a fim de observar se a mesma está realizando as remoções previstas, bem como se o efluente tratado está dentro dos padrões necessário para reúso, visto que a região sofre com escassez de água, logo se torna inviável o desperdício desse efluente que pode ser utilizada em várias atividades, caso o sistema esteja em pleno funcionamento e os valores estejam dentro dos exigidos pelas normas e legislações vigentes.

Embora o solo seja um filtro natural, onde a infiltração do efluente tratado no solo possa melhorar os parâmetros estudados, e parte dos parâmetros estudados atenderem as legislações e normas vigentes, não é possível afirmar se o efluente está apto para reúso, uma vez que o problema apresentado no sistema de desinfecção afeta a qualidade do efluente tratado, tornando o esgoto tratado inviável para reúso. Desse modo, é recomendado que seja realizado futuramente o monitoramento de todos os parâmetros com a ETE em pleno funcionamento. Quanto às limitações é possível destacou-se o fato do sistema terciário da ETE não estar funcionando durante o período da pesquisa, dificultando a realização da análise microbiológica do efluente tratado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A&E Tratamento De Água e Esgotos. Manual de Operação – ETE Vertical BIO + GBA UFERSA – Unidade Caraúbas, vazão médio – 7,56 m³/h
2. ANDRADE NETO, C. O. O que vamos fazer com os esgotos tratados? **Infraestrutura urbana: projetos, custos e construção**, [S.l.], v. 9, 2011. Disponível em: < <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/9/o-que-vamos-fazer-com-os-esgotos-tratados-especialista-241105-1.aspx>>. Acesso em: 08 Abril 2019.
3. BRASIL. Conselho Nacional de recursos Hídricos. Resolução n. 54 – 28 nov. 2005. Estabelece modalidades, diretrizes para a prática de reuso direto não potável de água e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 mar. 2006. ^[1]_{SEP}
4. BELO HORIZONTE. Lei nº 10.840, de 28 de agosto de 2015. Dispõe sobre reúso de água em edificações públicas e privadas. **Câmara Municipal de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 28 ago. 2015
5. CAICÓ. Lei nº 4.593, de 19 de junho de 2013. Recomenda critérios e padrões de qualidade para água de reuso a ser utilizada nas seguintes atividades: produção agrícola, fins urbanos, piscicultura e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Caicó**, Caicó, 26 ago. 2013.
6. CEARÁ. Conselho Estadual de Meio Ambiente. Resolução COEMA nº 02, de 02 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as portarias SEMACE nº154, de 22 de julho de 2002 e nº111, de 05 de abril de 2011, e altera a portaria SEMACE nº151, de 25 de novembro de 2002. **Diário Oficial do Estado**, Fortaleza, v. 9, n. 37, p. 56-61, 21 fev. 2017. Seção 3.
7. ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. Guidelines for water reuse. EPA/600-R-12-618. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2012, 643 p.
8. FERNANDES, A. C. A. **Avaliação do potencial de reúso de água residuária da ete dom nivaldo monte para fins não potáveis**. 2018. 21 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Uso Sustentável de Recursos Naturais, IFRN, Natal, 2018.
9. GONÇALVES, P. C; MARQUES, J. M. **Desinfecção de efluentes sanitários para reúso agrícola**. 2015. 100 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química e de Petróleo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

10. KUBLER, H; FORTIN, A; MOLLETA, L. 2015, São Paulo. **Reúso de água nas crises hídricas e oportunidades no brasil**. São Paulo: Abes – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015. 43 p. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/pdf/Reuso_nas_Crises.pdf>. Acesso em: 08 Abril 2019.
11. KATES, R. W.; PARRIS, T. M.; LEISEROWITZ, A. A., 2016, What is sustainable development? Environment, 2016. v. 47, n. 3, p. 8.
12. NITERÓI. Lei nº 2.856, de 25 de julho de 2011. Estende as obrigações da Lei nº 2.630, de 07 de janeiro de 2009, instituindo mecanismos de estímulo à instalação de sistema de coleta e reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas. **Câmara Municipal de Niterói**, Niterói, 26 jul. 2011.
13. OLIVEIRA, F. L. **Mercado de Reúso de Água no Brasil: É possível assegurar seu crescimento sem a definição de um arcabouço normativo e legal?**. Revista DAE matéria jornalística 5 DAE maio/2010 janeiro/2012.
14. SANTOS, G. O. **Aplicação de efluente de tratamento de esgoto, via aspersão, no solo e em Brachiaria**. Jaboticabal: UNESP/FCAV, 2015. 197p. Tese Doutorado
15. SÃO PAULO (ESTADO). Resolução conjunta SES/SMA/SSRH nº 01, de 28 de junho de 2017. Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 28 jun. 2017, p. 41-42. Seção 1.
16. VALDEVINO, M. M. S. **Análise da influência do esgoto tratado no solo – estudo de caso na ete campus caraúbas**. 2019. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2019.