

II-536 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA PARA REÚSO NA REGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS

Camilla Silva Peres⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG). Estagiária da Cia. de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), Montes Claros-MG.

Mônica Maria Ladeia⁽²⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Especialização em Saneamento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Engenheira da COPASA-MG.

Júlia Ferreira da Silva⁽³⁾

Engenheira Agrícola. Professora Associada do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG). Montes Claros-MG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Anhanguera, 612 - Funcionários – Montes Claros - MG - CEP: 39401-034 - Brasil - Tel: (38) 99823-0926 - e-mail: camillaperess@hotmail.com

RESUMO

O reúso do efluente tratado pode ser uma alternativa para o enfrentamento das crises hídricas, principalmente em regiões semiáridas. Outras importantes vantagens do reúso na fertirrigação é a redução do volume de esgoto descartado nos corpos receptores, com minimização do impacto ambiental, e a preservação ambiental, na economia de água e no direcionamento para uso prioritário, como consumo humano e animal. Sendo assim, o presente trabalho pretende apresentar o estudo da avaliação da qualidade dos efluentes tratados de três Estações de Tratamento de Esgotos - ETE no Norte de Minas e as alternativas para o reaproveitamento do efluente tratado em propostas de fertirrigação. Foram avaliados os parâmetros DBO, pH, condutividade, RAS, *E. coli* e ovos de helmintos. O estudo mostrou a potencialidade da prática de reúso, considerando a DN CERH-MG n° 65/2020, no Norte de Minas Gerais.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso, Efluente Sanitário, Qualidade dos Efluentes, Tratamento de Esgotos.

INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Norte de Minas Gerais, a redução do índice pluviométrico e a má distribuição de recursos hídricos geram impactos na disponibilidade hídrica, chegando a causar a escassez de água em diversas localidades.

Diante desse cenário, a busca por alternativas de enfrentamento da crise hídrica tem levado em debate a necessidade de ser adotadas medidas de reaproveitamento e reúso de água, para que se destine para fins menos nobres – reúsos urbano, agrícola e florestal, ambiental, industrial e aquicultura - águas de qualidades inferiores como os efluentes do sistema de esgotamento sanitário (SES).

A substituição de fontes hídricas pelo reúso para atender a grande demanda populacional, industrial e agrícola torna-se uma alternativa para a falta de água nas regiões áridas e semiáridas que sofrem com a irregularidade e falta de chuva. As águas de qualidade inferior, como o efluente tratado, podem ser consideradas uma opção para usos menos restritos, o que reduz o intenso consumo das águas de melhor qualidade, que podem ser destinadas para usos mais nobres como o abastecimento doméstico (HESPANHOL, 2002).

A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) é responsável por minimizar os impactos dos lançamentos de efluentes nos cursos d'água. Entretanto, mesmo seguindo o padrão de lançamento das legislações vigentes, esses sistemas não removem totalmente as substâncias poluidoras, mas deve-se salientar que o lançamento de efluente tratado nos rios é responsável, em muitos casos, pela manutenção da vazão e pela oferta de água nas regiões que sofrem com a seca.

Autores como Florencio, Bastos e Aisse (2006) e Asano (2002) afirmam que o reúso do efluente implica o alívio da demanda e da oferta de água para usos múltiplos; economia no uso de insumos e fertilizantes ao se destinar para agricultura; além da redução da vazão destinada para o lançamento em corpos receptores.

Ao se utilizar o efluente tratado na fertirrigação, poderá ser reduzido o número de poços abertos para atender a demanda hídrica na agricultura, pois, segundo a ANA (2021), a irrigação é responsável por captar cerca de 50% do volume de água dos mananciais do Brasil.

Com a utilização do efluente tratado evita-se também a necessidade do uso de insumos agrícolas principalmente em um contexto em que se tem o aumento de mais de 50% nos preços dos adubos no Brasil, em decorrência da guerra entre a Rússia e a Ucrânia (DUARTE, 2022). Considerando que o potencial agrônomo dos efluentes para o crescimento das plantas está nas quantidades de nutrientes presentes em sua composição química, como os macronutrientes potássio, fósforo e nitrogênio (NICHELE, 2009).

A nível internacional, a primeira lei de reúso de águas em áreas agrícolas surgiu, em 1918, na Califórnia e atualmente, os Estados Unidos contam com uma regulamentação em todo o seu território conhecido com USEPA - *Guidelines for Water Reuse*, que dependendo dos Estados possuem os seus próprios regulamentos sobre a temática (OBRACZKA, 2019).

Os EUA são considerados um dos maiores usuários de água recuperada no mundo, cerca de mais de 6 bilhões de m³/ano de água em 2018, o país só não é o maior usuário, porque a China utilizou mais de 7 bilhões de m³/ano em 2017 (CEBDS, 2022).

Ainda no tocante internacional, Israel é considerado uma referência no tratamento e reúso de águas tratadas, uma vez que mesmo com a realidade do país, construído no conceito de escassez de água, quase 100% do seu esgoto é tratado e 90% desse esgoto é reutilizado, sendo quase metade destinado à demanda de água necessária do setor agrícola (SANTOS, 2021). O país possui rede de ductos com águas recuperadas que irrigam mais de metade da agricultura no Deserto de Negev, por exemplo (DIGITAL WATER, 2020).

O Brasil não dispõe de legislações federais que regulamentem o reúso de água. O que se tem são deliberações normativas e resoluções estaduais. A primeira publicação sobre o reúso de efluentes de estações de tratamentos foi a NBR 13.969/1997 nomeada de “Tanques sépticos -Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação” (BRASIL, 1997). Essa Norma Brasileira foi importante para inserção da discussão sobre reúso.

Em 2005, foi publicada a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Resolução CNRH n°54/2005, que regula e estimula a prática de reúso direto não potável de água, porém não define padrões de qualidade (BRASIL, 2005). Anos mais tarde, em 2011, os padrões de lançamento de efluentes foram publicados na Resolução CONAMA n°430/2011 através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2011).

Poucos Estados possuem leis estaduais que consideram práticas de reúso de água em suas atividades, dentre eles: Bahia, São Paulo, Ceará, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, que contam com documentos reguladores que estabelecem padrões e critérios de reúso de acordo com a destinação e a demanda necessária (SANTOS *et al.*, 2020).

Com a publicação, em Minas Gerais, da Deliberação Normativa Conjunta CERH-MG n° 65/2020 (CERH-MG, 2020), que estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável dos efluentes da ETE, o reúso pode se tornar uma importante opção para a fertirrigação, com um manejo adequado capaz de atender as necessidades nutricionais e hídricas da espécie vegetal, em regiões com escassez hídrica.

Segundo informações divulgadas pela Universidade de São Paulo, em estudos realizados pelo Núcleo de Pesquisa, o reúso de esgoto tratado na agricultura aumentou a produtividade das plantações, em média, em 6 toneladas por hectare ao ano a mais, em comparação às áreas irrigadas de maneira comum. Além disso, houve economia de quase 80% de fertilizantes nitrogenados (REIS, 2015).

Santos *et.al* (2006), em um experimento com quiabo, tiveram resultados satisfatórios em tratamentos com água de abastecimento, com água e adubação e com uso de efluentes do reator anaeróbio de fluxo ascendente e do leito de brita, de modo que a produtividade entre os tratamentos não houve diferença significativa, o que evidencia que a reutilização das águas residuárias é uma alternativa viável no cultivo do quiabo.

Santos *et.al* (2015, 2016) realizaram experimentos no cultivo de algodão com a finalidade de analisar as propriedades físicas e químicas do solo ao se considerar a irrigação realizada com o esgoto tratado como fonte de potássio. Ao final do experimento, verificou-se que a cobertura de potássio dependia da profundidade do solo e que o teor de sódio aumentou em profundidades de 0,6m, o que pode comprometer a qualidade do solo e as águas subterrâneas. Em outro experimento, os autores avaliaram o crescimento e a produtividade do algodoeiro fertirrigado com doses diferentes dos efluentes, de maneira que tanto com os tratamentos do efluente sanitário bruto como com o efluente de tratamento terciário supriram as necessidades nutricionais da cultura sem prejuízo para folhas, caules, diâmetro da copa, altura e produtividade. Entretanto, não recomendam doses superiores a 100% da adubação potássica em cobertura.

Alves *et. al* (2017,2018) realizaram a fertirrigação por microaspersão em bananeiras obtendo resultados satisfatórios dos frutos com qualidade pós colheita semelhantes às bananas que recebiam tratamento mineral com água limpa, assim como a qualidade microbiológica quando submetidas à fertirrigação com água de reúso. Já em um sistema de irrigação por gotejamento realizado no plantio de milho, avaliou-se o crescimento vegetativo do milho e o fornecimento de potássio via água residuária em solos com alto teor de potássio não contribuiu para o aumento da produtividade do milho.

Araújo *el al* (2020) obtiveram no experimento com feijão fertirrigado com doses diferentes de esgoto tratado, em nível terciário, e adubação mineral na produtividade da cultivar. Assim, como em outros experimentos, a fertirrigação foi capaz de fornecer a nutrição de potássio necessária para suprir a necessidade do feijoeiro. No entanto, em condições em que se aumentou a dose do efluente houve comprometimento da massa seca das folhas e da relação folha-parte aérea e caule-parte aérea.

Em função das características da região e de pesquisas que estão sendo desenvolvidas, objetivando fornecer nutrientes e suprir a necessidade hídrica para as culturas, por meio da fertirrigação com o efluente tratado, o presente trabalho foi realizado apresentando alternativas para o reúso dos efluentes em Estações de Tratamento de Esgoto – ETE no Norte de Minas.

OBJETIVO

Analisar a qualidade dos efluentes tratados em três Estações de Tratamento de Esgoto – ETE no Norte de Minas Gerais, avaliando propostas e potencialidades para seu reúso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em duas etapas: análise dos efluentes tratados das ETE para avaliação da viabilidade do reúso, estudo e implantação de propostas para esta prática.

PRIMEIRA ETAPA - Análise dos resultados dos efluentes tratados em três ETE para viabilidade do reúso.

Para realização deste trabalho foram utilizados os dados dos resultados das análises dos efluentes nas saídas do tratamento das ETE de três cidades do Norte de Minas, no período de janeiro/2021 a setembro/2022, em atendimento às condições e ao padrão de lançamento de efluentes estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM e CERH-MG nº01/2018 (MINAS GERAIS, 2018), além do atendimento aos parâmetros específicos para o reúso, considerando a DN CNRH nº65/2020.

– Unidades de estudo

O estudo foi desenvolvido em Estações de Tratamento de Efluentes - ETE de três cidades do Norte de Minas, com diferentes processos de tratamento biológicos.

A ETE I tem capacidade de 750L s^{-1} , vazão média anual em 2021 de $432,25\text{L s}^{-1}$, conta com tratamento preliminar (gradeamento, peneiramento e desarenador); tratamento secundário com 12 reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB), 6 filtros biológicos percoladores e 6 decantadores secundários. A unidade possui sistemas de desidratação do lodo com 7 leitos de secagem, centrífugas, secador térmico e 2 valas de aterro sanitário. Os gases provenientes do UASB são armazenados no gasômetro e utilizados no secador térmico.

A ETE II possui vazão nominal de $49,3\text{L.s}^{-1}$ e vazão média anual em 2021 de $22,73\text{L s}^{-1}$. O efluente recebe tratamento preliminar (gradeamento e desarenador); tratamento secundário, com 2 UASB e 1 lagoa facultativa e 2 lagoas de maturação; e disposição final do efluente em solo, por meio da infiltração em capineiras. O sistema conta com queimador de biogás e 8 leitos de secagem.

A ETE III opera com tratamento preliminar (gradeamento e desarenador); tratamento secundário com 2 UASB, 1 lagoa facultativa e 2 lagoas de maturação, sendo a vazão nominal de 35L s^{-1} e vazão média anual em 2021, de $10,97\text{L s}^{-1}$.

– Parâmetros de monitoramento.

Os parâmetros utilizados para o monitoramento e avaliação das ETE foram: *Escherichia coli*, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal. As coletas e ensaios foram realizados conforme metodologias do *Standard Methods* (APHA, 2017).

Para a avaliação do reúso, foram analisados os parâmetros *E. coli*, pH e Condutividade Elétrica. Os parâmetros avaliados de Razão de Adsorção de Sódio (RAS) e ovos viáveis de helmintos foram realizados em laboratório terceirizado.

SEGUNDA ETAPA – Avaliação de proposta para reúso.

As propostas de reúso foram implantadas e avaliadas em função da qualidade do efluente tratado, da localização da unidade, da área disponível, da demanda de mercado e das exigências nutricionais e das características das plantas e do solo.

RESULTADOS OBTIDOS

- Qualidade dos efluentes tratados

A prática de reúso é possível porque os efluentes, tratados por tecnologias adequadas, apresentaram eficiências médias, em DBO, no período do janeiro/2021 a setembro/2022, para as ETE I, II e III de 84,99; 86,98 e 84,60%, respectivamente. Os resultados de DBO mensal e anual foram superiores a 60% e 70%, respectivamente, e os demais parâmetros estabelecidos pela DN nº 01/2018 foram atendidos.

Os resultados das análises de *E.coli* para as ETE e os limites de reúso segundo a DN nº65/2020, estão mostrados na Figura 01 a 03.

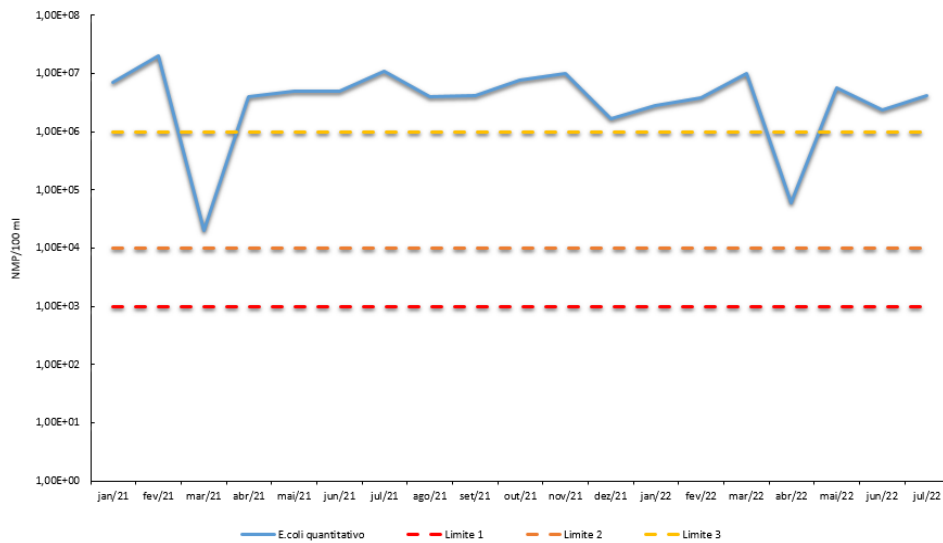


Figura 1: Monitoramento de *E.coli* do efluente tratado da ETE I

Os valores de *E.coli* da ETE I foram superiores aos limites da DN CERH-MG nº65/2020. O limite 1 é de $10^3 \text{NPM} \cdot 100 \text{mL}^{-1}$, para uso urbano na categoria amplo e $10^6 \text{NPM} \cdot 100 \text{mL}^{-1}$, para modalidade agrossilvipastoril categoria limitada, conforme mostrado na Figura 1.

Os resultados de pH do efluente tratado oscilaram entre 7,08 a 8,00 no período avaliado, estando dentro da faixa de 6,0 a 9,0, conforme Deliberação de reúso. Os resultados de condutividade elétrica estão em acordo com esta DN, ou seja, superiores a $500 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Os resultados da RAS foram superiores ao limite estabelecido na legislação de menor ou igual a 3, mas segundo literatura específica, não há restrição de uso, podendo ser utilizado em quase todos os solos. Segundo Ayers *et al.* (1985) pelas diretrizes para interpretação da qualidade da água de irrigação, não há nenhuma restrição ao uso na irrigação considerando a capacidade de infiltração para valores de taxa de razão de adsorção de sódio $RAS = 3$ a 6 e condutividade elétrica da água de irrigação $C_{\text{eai}} \geq 1200 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$

Os resultados de ovos de helmintos estão em conformidade com o limite de menor ou igual a 1 ovos.L⁻¹.

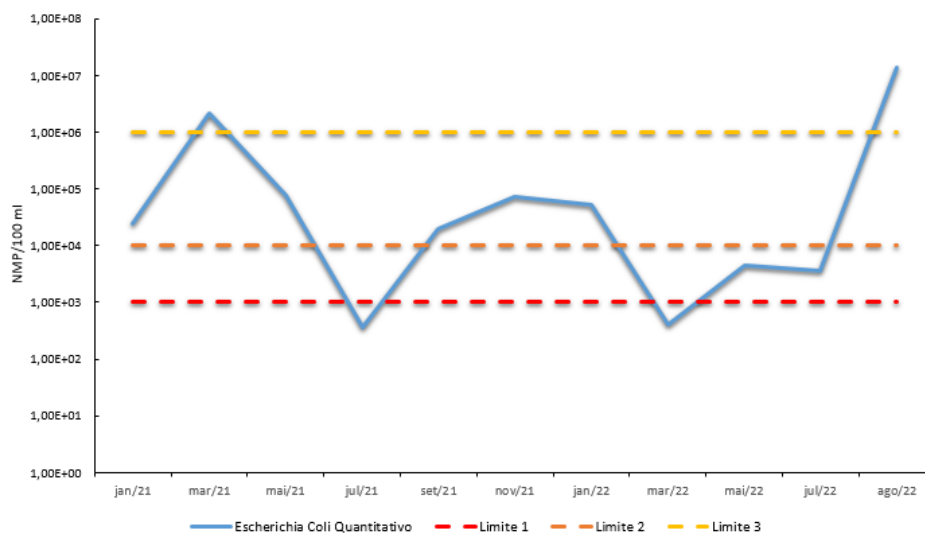


Figura 2: Monitoramento de *E.coli* do efluente tratado da ETE II.

Na ETE II, os valores de *E.coli* foram superiores aos limites da Deliberação. Os parâmetros pH e condutividade apresentaram resultados em conformidade.

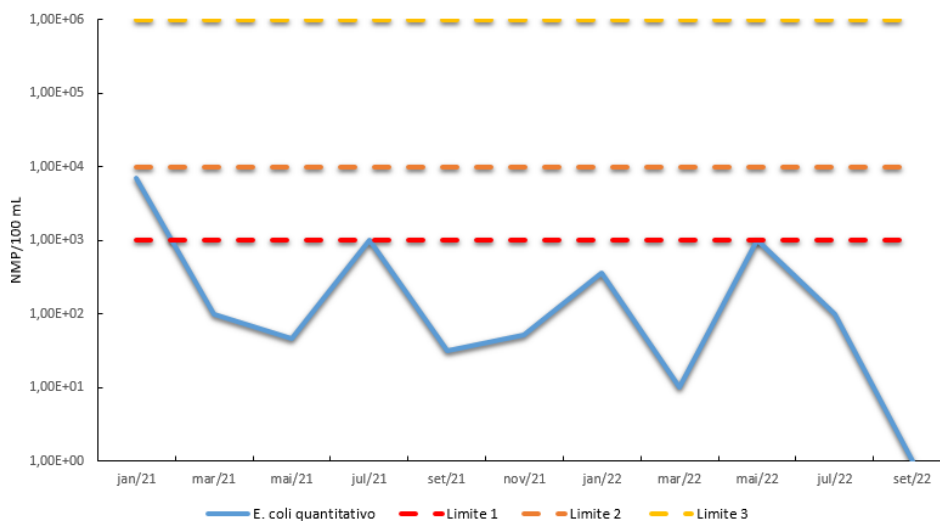


Figura 3: Monitoramento de *E.coli* do efluente tratado da ETE III.

Os resultados das análises para *E. coli*, pH e condutividade elétrica da ETE III atenderam aos limites de reúso estabelecidos pela Deliberação.

– Principais ações desenvolvidas

– ETE I

Em 2022 foi instalada o sistema para captação da água de reúso em uma das linhas de tratamento com capacidade operacional de $125 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$, na saída do decantador secundário, onde delimitou-se a área de aplicação do reúso (Figura 4) com a finalidade de destinar o efluente tratado para irrigar a área verde do jardim da ETE e a mudas de espécies nativas da região.



Figura 4: Delimitação da área de reúso no jardim da ETE I.

Na Figura 5 é mostrado o desenvolvimento do jardim no mês de outubro/2022, com o início da irrigação com o efluente tratado, onde se percebe as condições das gramíneas que receberam a água de reúso em comparação com uma parte da área que não recebeu esse tratamento.



Figura 5: Irrigação da área verde da ETE I, usando efluente tratado.

Em maio de 2022, as mudas de espécies nativas da região foram plantadas na ETE I e receberam o efluente tratado através do sistema de irrigação por gotejamento. O crescimento das espécies é evidenciado na Figura 6.



Figura 6: Irrigação de mudas nativas na ETE I com efluente tratado.

Na Figura 7 são mostradas as torneiras devidamente sinalizadas com placas indicativas do novo sistema de jardinagem com o efluente tratado como fonte de água de reúso.



Figura 7: Reúso interno para o sistema de jardinagem da ETE I.

Está em andamento um convênio com a prefeitura local para a modalidade do reúso urbano, conforme a DN CERH-MG N°65/2020. As praças da cidade receberão o efluente tratado da ETE I como fonte alternativa de água para irrigação dos jardins.

Uma indústria próxima à ETE está avaliando a viabilidade do reúso da água para irrigar a área verde interna do empreendimento.

– ETE II e ETE III

Parte da vazão do efluente tratado foi destinada ao projeto de fertirrigação no plantio de espécies nativas em uma área da ETE II (Figura 8) e à irrigação de árvores na ETE III (Figura 9). Em andamento está a construção de novas capineiras, como alternativa para reúso na ETE II. Está em estudo a implantação de capineiras na unidade III.



Figura 8: Sistema de gotejamento da ETE II para irrigação de mudas nativas com efluente tratado.



Figura 9: Fertirrigação das árvores da ETE III pelo sistema de gotejamento com o reúso do efluente tratado.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O bom desempenho operacional das ETE avaliadas, com eficiências superiores às exigências legais, demonstra a viabilidade da prática de reúso da água residuária.

Os resultados obtidos evidenciam que nas ETE I e II será necessária a implantação de pós-tratamento com processo de desinfecção com cloro, de modo a atender os limites estabelecidos pela DN CERH-MG n°65/2020 para *E. coli*, para as modalidades de reúso urbano, agrossilvipastoril e ambiental. No entanto, pelas ações a serem realizadas dentro das áreas dessas estações, com acesso restrito aos colaboradores das unidades e uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), esse tratamento ainda não foi implantado.

Na ETE III, os resultados das análises de *E. coli* foram menores que os limites estabelecidos pela DN CERH-MG n°65/2020, mostrando que é viável o uso do efluente nas modalidades consideradas, sem a necessidade de aplicar a cloração.

Com relação ao pH, os efluentes tratados avaliados estão dentro dos limites das modalidades, ou seja, valores de pH entre 6 e 9.

A condutividade elétrica é um dos parâmetros de qualidade química para reúso na modalidade agrossilvipastoril e nas três ETE estão de acordo com o que se estabelece na DN n°65/2020, maior ou igual a $500\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

As análises microbiológicas mostraram que os resultados da ETE I para ovos de helmintos são pertinentes com o limite da Deliberação para o reúso.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A busca por alternativas de enfrentamento da crise hídrica tem levado em debate a necessidade de se adotar medidas de reaproveitamento e reúso da água residuária, de qualidades inferiores, para fins menos nobres – reúso urbano, agrícola e florestal, ambiental, industrial e aquicultura - como os efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE).

Considerando a qualidade dos efluentes tratados e que ações corretivas podem ser adotadas, de modo a corrigir os parâmetros que estão fora do padrão da DN CERH-MG n° 65/2020, os efluentes das ETE analisadas apresentam grande potencialidade para o reúso no Norte de Minas Gerais. Uma das ações importantes a serem tomadas será a intensificação do monitoramento dos parâmetros não conformes e a implantação das análises e monitoramento dos solos.

A prática de reúso de água precisa ser priorizada como alternativa viável, técnica e ambientalmente, principalmente em locais com déficit hídrico e com sérios problemas de escassez hídrica. Salientando que isso passa também pela conscientização, sensibilização e mobilização para sua aplicação.

Para a prática de reúso, é importante que os envolvidos sejam capacitados e utilizem EPIs adequados, de maneira a minimizar os potenciais riscos à saúde.

Recomenda-se a continuidade do trabalho para obtenção de mais informações, tendo em vista que as propostas de reúso estão em andamento, como a irrigação de praças do município, a irrigação de área verde em indústria local e de plantas nativas da região e do projeto de fertirrigação de cultura nas dependências das ETE. Ações essas que, além de reduzir a demanda do uso de água de qualidades mais nobres, também minimizam os impactos do lançamento no corpo receptor.

Recomenda-se ainda o estudo da avaliação do impacto do reúso nas características do solo e na produção vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR13969: Tanques sépticos** - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos -Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 60p. 1997
2. ALVES, Pablo Fernando Santos et al. Banana fertigation with treated sanitary wastewater: postharvest and microbiological quality. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1229-1240, 2017.
3. ALVES, Pablo Fernando Santos et al. Fertirrigação do milho com água residuária sanitária tratada: crescimento e produção. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, p. 833-839, 2018.
4. ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF. 2021.
5. APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23rd. ed. Washington: AWWA, WEF, 2017.
6. ARAÚJO, Edcássio D. *et al.* Agronomic performance of common bean crops fertigated with treated sewage and mineral fertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 520-527, 2020.
7. ASANO, T. Waste water reuse for non-potable applications. 2002. In: GOHRNGUER, S. S. **Uso Urbano Não Potável de Efluentes de Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário. Estudo de Caso: Município de Campo Largo - PR**. 2006. 238 f. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.
8. AYERS, Robert S. et al. **Water quality for agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985.
9. BRASIL. Resolução CNRH n° 54, de 28 de novembro 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios para o reúso direto não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, v. 3, n. 1, p. 31, 28 nov. 2005a. Seção 1, p. 31-36, 2005.
10. BRASIL. Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, v. 2, n. 1, p. 43, 13 maio 2011. Seção 1, p. 43-46, 2011.
11. CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Água de Reúso: Oportunidades e Riscos para o Setor Empresarial**. 25 agosto 2022. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/artigo/cebds-agua-reuso/>> Acesso em: 29 nov 2022.
12. CERH-MG. Conselho Estadual de Recurso Hídricos de Minas Gerais (2020). **Deliberação normativa CERH-MG n° 65, de 18 de junho de 2020**. Disponível em:<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52040>>. Acesso em: 02 de jun. 2022.

13. DIGITAL WATER. **Israel É Um Dos Primeiros Do Mundo Na Reciclagem De Água.** 8 dezembro 2020. Disponível em: <<https://www.digitalwater.com.br/israel-e-um-dos-primeiros-do-mundo-na-reciclagem-de-agua/>>#::~: =A%20regi%C3%A3o%20C3%A1rida%20de%20Israel,fornece%2025%25%20de%20sua%20C3%A1gua. Acesso em : 20 nov 2022.
14. DUARTE, Isadora. **Preços dos adubos no Brasil sobem até 53% com Guerra entre Rússia e Ucrânia.** Nova Cana, 2022. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/plantio/precos-adubos-brasil-sobem-53-guerra-russia-ucrania-020522>> Acesso em: 07 de out. de 2022.
15. FLORENCIO, L; BASTOS, R. K. X; AISSE, M. M. (coordenador). **Tratamento e utilização de esgotos Sanitários.** PROSAB –Edital IV. Recife: ABES, 2006. 427p.
16. HESPANHOL, Ivanildo et al. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.
17. MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008, de 13 de maio de 2008.Belo Horizonte: COPAM.** Disponível em: <[>](http://Deliberação%20Normativa%20Conjunta%20COPAM-CERH,%20de%2005%20de%20maio%20de%202008%20(siam.mg.gov.br)). Acesso em: 04 fev. 2022.
18. NICHELE, Juliana. **Utilização de efluentes sanitários tratados para o suprimento de nutrientes à cultura do milho e modificações em propriedades químicas do solo.** 2009.
19. OBRACZKA, Marcelo; SILVA, D. R.; CAMPOS, A. S. Reuso de efluentes de tratamento secundário como alternativa de fonte de abastecimento de água no município do Rio de Janeiro. **Sistemas & Gestão**, v. 14, n. 3, p. 291, 2019.
20. REIS, Giovanna Lukesic. **Irrigação com esgoto tratado aumenta produtividade economiza água.** Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www5.usp.br/noticias/meio-ambiente/irrigacao-com-esgoto-tratado-aumenta-produtividade-e-economiza-agua/>. Acesso em: 03 de julho de 2022.
21. SANTOS, Ana Silvia Pereira *et al.* Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 01–Terminologia e Conceitos de Base. **Revista Sustinere**, v.8, n. 2, p. 437-462, 2020.
22. SANTOS, Ana Silvia Pereira *et al.* Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e reúso no Brasil. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, p. 1-17, 2021
23. SANTOS, Keliana Dantas et al. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2006.
24. SANTOS, Silvânio *et al.* Short-term changes in soil properties due to sanitary wastewater irrigation used as a potassium source. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 8, 2015.
25. SANTOS, Silvânio Rodrigues *et al.* Crescimento e produção do algodoeiro fertirrigado com água residual sanitária no semiárido de Minas Gerais. **Irriga**, v. 21, n. 1, p. 40-40, 2016.