

POTENCIAL DE REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS PARA IRRIGAÇÃO PERIURBANA NO MUNICÍPIO DE GUARABIRA/PB

LIBIANE MARINHO BERNARDINO¹; PATRÍCIA DA SILVA COSTA²; VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA³ E RENER LUCIANO DE SOUZA FERRAZ⁴.

¹ *Mestranda em Gestão e Regulação em Recursos Hídricos, Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, UFCG, Rua Luiz Grande, s/n, Frei Damião, CEP 58540-000, Sumé, PB, Brasil, libiane@cagepa.pb.gov.br*

² *Doutoranda em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Rua Aprigio Veloso, 882, Universitário, CEP 58429-900, Campina Grande, PB, Brasil, patriciagroambiental@gmail.com*

³ *Profa. Doutora em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Rua Aprigio Veloso, 882, Universitário, CEP 58429-900, Campina Grande, PB, Brasil, antuneslima@gmail.com*

⁴ *Prof. Doutor em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, UFCG, Rua Luiz Grande, s/n, Frei Damião, CEP 58540-000, Sumé, PB, Brasil, ferragroestat@gmail.com*

1 RESUMO

A água é um recurso finito que se encontra escasso, o que justifica a busca por gestão e inovação de práticas que a preserve. O objetivo da pesquisa é avaliar o potencial de reúso dos efluentes tratados para irrigação periurbana. Foram levantados dados de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), localizada no município de Guarabira, PB, e operada pela Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), durante o período de janeiro a dezembro de 2019. Analisou-se os seguintes parâmetros físico-químicos e bacteriológicos: Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais (ST), Oxigênio Dissolvido (OD), Fósforo Total, e Coliformes Termotolerantes. Os dados foram submetidos à análise descritiva e expresso em valores mínimos, máximos e médios. Os indicadores foram satisfatórios para irrigação restrita, porém com a necessidade de tratamento complementar para determinados cultivos. O potencial de reúso dos efluentes tratados na ETE pode beneficiar uma área de 118,7 ha considerando uma demanda de irrigação de 18.000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, o que demonstra ser um recurso sustentável e que precisa ser regulamentado no Brasil.

Palavras-chave: recursos hídricos, resíduos líquidos, tratamento de água, fertirrigação.

**BERNARDINO, L. M.; COSTA, P. S.; LIMA, V. L. A.; FERRAZ, L. R. S.
REUSE POTENTIAL OF TREATED EFFLUENTS FOR PERIURBAN IRRIGATION
IN THE MUNICIPALITY OF GUARABIRA/PB**

2 ABSTRACT

Water is at the center of sustainable development and a finite resource that is in short supply, which justifies the search for management and innovation of practices that preserve it. This research aims to evaluate the potential for reuse of treated effluent for periurban irrigation. Data were collected from a Sewage Treatment Plant (STP), located in the municipality of

Guarabira, PB, and operated by the Water and Sewage Company of the State of Paraíba (CAGEPA), during the period from January to December 2019, with the analysis of the following physicochemical and bacteriological parameters: Hipogenic Potential (pH), Electrical Conductivity (CE), Biochemical Oxygen Demand (DBO), Chemical Oxygen Demand (DQO), Total Solids (ST), Dissolved Oxygen (OD), Total Phosphorus, and Thermotolerant Coliforms. The data were submitted to the descriptive analysis and expressed as minimum, maximum and average values. The indicators were satisfactory for restricted irrigation, but with the need for complementary treatment for certain crops. The potential for reuse of the effluents treated in the ETE can benefit an area of 118.7 ha considering an irrigation demand of 18,000 m³ ha⁻¹ year⁻¹, which demonstrates to be a sustainable resource that needs to be regulated in Brazil.

Keywords: Water resources, liquid waste, water treatment, fertigation.

3 INTRODUÇÃO

A crise hídrica mundial, que também é uma realidade no Brasil em suas diversas regiões, vem se agravando e já registra um dos piores cenários de escassez dos últimos 91 anos (CANDAL; SOUZA, 2021). Com isso, região como o Semiárido Paraibano que apresenta elevados déficits de precipitações pluviométricas que variam de 300 a 800 mm/ano, sente o impacto social e econômico da falta de água, uma vez que este recurso é o centro do desenvolvimento sustentável e a garantia de sobrevivência da agricultura familiar (MEDEIROS, 2017).

A proposta de uma gestão sustentável da água através do reúso de efluentes tratados, já é utilizada em países como Israel, Japão, França e Espanha (SILVA et al., 2018), e no Brasil, projetos de reúso de efluentes tratados para o setor agrícola vêm crescendo. Experiências realizadas em Florânia -RN (ARAÚJO, 2016), Itapipoca - CE (CELEDÔNIO, 2021) e Sertão do Moxotó - PE (ESTEVES, 2019) são modelos de resultados eficazes que vão desde a qualidade da produção ao aumento da matéria orgânica, capaz de contribuir na recuperação de áreas degradadas destinadas ao plantio. Uma das vantagens importantes do reúso desses efluentes na irrigação é o aporte de

nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) que este pode fornecer as plantas, além de proteger o solo e agir como fertilizante natural (FAO, 2017).

A irrigação por ser um dos maiores usuários de água do Brasil, carece de projetos que possam proporcionar segurança hídrica aos produtores, ao mesmo tempo em que devem viabilizar a gestão sustentável das águas na preservação dos recursos hídricos, nesse sentido, o objetivo da pesquisa é avaliar o potencial de reúso de efluentes tratados na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do município de Guarabira para irrigação em áreas periurbanas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no período de janeiro a dezembro de 2019, na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do município de Guarabira, cidade localizada no semiárido do estado da Paraíba, com coordenadas geográficas de 06°57'S e 35°32'W, área territorial de 162,387 km² e população estimada de 59.389 habitantes (IBGE, 2021). A média de precipitação do município pode atingir valores um pouco acima de 1000 mm ao longo do ano.

A ETE é operada pela Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba

(CAGEPA), a qual tem o objetivo de reintegrar o efluente tratado ao meio ambiente, seguindo os padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nas resoluções 357 e 430. Ela é formada por um sistema de duas lagoas anaeróbias e duas facultativas tendo como corpo receptor o Riacho São Salvador afluente do Rio Guarabira (Figura 1).

Para realização do presente trabalho foram coletadas amostras mensais de efluentes desde o esgoto bruto até a jusante do corpo receptor, ou seja, antes e após o tratamento. As amostras, foram analisadas no Laboratório de Análise e Monitoramento de Efluentes (LAMEC) da CAGEPA. Os parâmetros analisados foram: Potencial

Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais (ST), Oxigênio Dissolvido (OD), Fósforo Total (P) e Coliformes Termotolerantes (CTT).

Os dados foram compilados e dispostos em planilhas eletrônicas, submetidos à análise descritiva e posteriormente os valores foram expressos em mínimos, máximos e médios. Cada parâmetro de qualidade físico-química e bacteriológica foram analisados conforme recomendações para o reúso na agricultura irrigada, seguindo as diretrizes do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB) (FLORENCIO et al., 2006).

Figura 1. ETE Guarabira - PB



Fonte: Google Maps (2019)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade físico-química e bacteriológica dos efluentes tratados na ETE de Guarabira estão dentro dos padrões

estabelecidos pelo CONAMA nas resoluções 357 e 430. Os valores mínimos, máximos e médios dos parâmetros analisados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores mínimos, máximos e médios dos indicadores físico-químicos e bacteriológicos analisados

Valores	pH	CE	DBO	DQO	OD	P	ST	CTT
		$\mu\text{S cm}^{-1}$	----- mg L^{-1} -----					C/100 mL
Mínimos	7,4	1.031,0	57,4	76,9	0,2	5,7	734,0	1,5E+05
Máximos	8,0	1.720,0	116,9	319,1	1,5	7,6	1.165,0	2,4E+06
Médios	7,6	1.455,5	79,9	184,2	0,8	6,7	894,4	6,3E+05

pH: Potencial Hidrogeniônico, CE: Condutividade Elétrica, DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio, DQO: Demanda Química de Oxigênio, OD: Oxigênio Dissolvido, P: Fósforo Total, ST: Sólidos Totais, CTT: Coliformes Termotolerantes

Fonte: CAGEPA (2019)

A faixa de pH adequado à irrigação está entre 6,5 e 8,4, fora dessa faixa há riscos de desequilíbrios nutricionais as plantas (FUGITA, 2018), todas as amostras coletadas estão dentro dessa faixa. Para a condutividade elétrica valores compreendidos entre 700 e 3000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ são considerados na faixa moderado onde é possível irrigar plantas moderadamente tolerante a sais sem a necessidade de tratamento específico para o controle de salinidade (HOLANDA et al., 2016). A salinidade é preocupante na agricultura irrigada pois pode afetar no crescimento das plantas e provocar estresse hídrico, portanto é um dos fatores importantes para determinar a adequação do efluente para a irrigação (PEREIRA et al., 2024). Em todas as amostras a condutividade elétrica se manteve dentro da faixa moderado com média de 1.455,5 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

De acordo com as Diretrizes do PROSAB para reúsos urbano e agrícola de esgoto tratado não há restrição de DBO, DQO e SST, sendo as concentrações dos efluentes uma consequência das técnicas de tratamento compatíveis com a qualidade microbiológica estipulada (FLORENCIO, 2006). A DBO e os SST apresentaram concentrações acima do valor máximo para uma irrigação restrita que é de 30 mg L^{-1} o que faz necessário um tratamento adicional para remoção de material orgânico e inorgânico uma vez que concentrações elevadas desses parâmetros podem causar o entupimento do sistema de irrigação

(PORTO, 2019). No caso da DQO os valores devem estar abaixo de 200 mg L^{-1} , excetuando a amostra do mês de janeiro que apresentou um valor de 319,1 mg L^{-1} , as demais apresentaram valores satisfatórios que variaram entre 76 a 185 mg L^{-1} .

O oxigênio dissolvido apresentou valores abaixo do esperado para alcançar o processo de nitrificação que dever ser $\geq 2,0$ mg L^{-1} , esse resultado pode interferir na qualidade estética do efluente por acarretar mau cheiro, mas não o torna inviável para a irrigação.

O fósforo total é um parâmetro importante para a agricultura por ser nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, a faixa de concentração típica no Brasil é entre 5,0 a 20,0 mg L^{-1} e os valores obtidos nas análises estão de acordo com essa faixa, o que valida a importância do reúso de efluentes na agricultura com o benefício de ter um aporte de nutrientes que as plantas e solos necessitam, diminuindo ou eliminando o uso de fertilizantes sintéticos fosfatados (BRITO et al., 2014).

Para as diretrizes do PROSAB, um dos parâmetros mais significativos para irrigação periurbana são os coliformes termotolerantes, que devem alcançar valores ≤ 1000 C/ 100mL para uma irrigação irrestrita, valores acima dessa faixa, a exemplo dos que foram encontrados nas amostras, devem ser considerados para uma irrigação restrita e sob uso de barreiras adicionais de proteção devido aos riscos de contaminação.

Os dados evidenciam que os indicadores físico-químicos e bacteriológicos dos efluentes tratados são considerados satisfatórios para irrigação restrita, porém, é imprescindível um pós-tratamento não apenas para satisfazer a diversidade de culturas e sistemas, mas também para manter o controle de riscos por agentes contaminantes evidenciados nos resultados dos parâmetros bacteriológicos (ARAÚJO, 2016).

Em relação ao potencial de reúso, o município de Guarabira utiliza 144.000 m³ ano⁻¹ de água potável nas áreas monitoradas de irrigação (ANA, 2021) e possui pelo menos 1000 ha de lavoura temporária (IBGE, 2021), considerando uma demanda de irrigação de 18.000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, com a vazão de 67,39 L s⁻¹ que a ETE em operação registrou em 2019, poderia irrigar por exemplo uma área de 118,07 ha de regas verdes e paisagismo localizadas em praças e áreas de lazer e preservar o volume de água potável e reservas hídricas que atualmente são utilizadas para este fim.

No ano de 2019 foram tratados 2.125,88 m³ de esgoto segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), volume esse que foi lançado no Rio Guarabira com resultados satisfatórios das coletas a montante e a jusante do corpo receptor. Todavia, esse volume poderia ser

canalizado e utilizado em irrigações urbanas e periurbanas, que podem ser encontradas nas proximidades da ETE.

6 CONCLUSÃO

Os efluentes tratados na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Guarabira têm potencial para reúso em irrigação periurbana e contribuem para a preservação dos recursos hídricos. Cultivos típicos da região como de cana-de-açúcar, inhame e forragem, além de regas verdes nas diversas praças que a cidade possui, poderiam fazer uso deste recurso e preservar a água de melhor qualidade para usos mais nobres.

7 AGRADECIMENTOS

Ao apoio para realização deste trabalho por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profágua, em nível de Mestrado, na Categoria Profissional, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

8 REFERÊNCIAS

ANA - GÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF. 2ª ed. 130 p. 2021.

ARAÚJO, N. **Água de esgoto tratada serve para cultivar palma e irrigar pasto no RN**. Globo Rural. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2016/11/agua-de-esgoto-tratada-serve-para-cultivar-palma-e-irrigar-pasto-no-rn.html?KeepThis=true&TB_iframe=true&height=550&width=850>. Acesso em: 20 out. 2021.

BRITO, A.A.F.; MIGUEL NETO, F.; MIRANDA, N.O.; LEAL, C.C.P.; LIRA, J.F.B. Teores de nutrientes em plantas de arroz vermelho irrigado com água residuária doméstica. **Irriga**, Botucatu, p. 1-10, 2014.

CANDAL, L.; SOUZA, C. **Crise Hídrica deve se arrastar até 2022, mesmo com chuvas, diz especialista**. CNN BRASIL. 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/crise-hidrica-deve-se-arrastar-ate-2022-mesmo-com-chuvas-diz-especialista/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

CELEDONIO, E. M. **SDA anuncia piloto de sistema de reúso coletivo de água para 643 famílias de Itapipoca**. Desenvolvimento Agrário. 2021. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2021/07/12/sda-anuncia-piloto-de-sistema-de-reuso-coletivo-de-agua-para-643-familias-de-itapipoca/>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

ESTEVEES, E. **No sertão de PE, água de esgoto pode irrigar plantações**. 2019. Disponível em: <<https://www.leiaja.com/noticias/2019/08/13/no-sertao-de-pe-agua-de-esgoto-pode-irrigar-plantacoes/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, p.427, 2006.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **Reutilización de Aguas para Agricultura en América Latina y el Caribe**: Estado, Principios y Necesidades; FAO: Santiago, 2017.

FUGITA, S. R. **Fundamentos do controle de poluição das águas**. São Paulo: CETESB, p.220, 2018.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. L.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Eds.). **Manejo da Salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. 2. ed. Fortaleza. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades. Produção Agrícola**. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/guarabira/panorama>>. Acesso em: 25 de novembro de 2021.

MEDEIROS, A. M. T.; BRITO, A. C. A seca no Estado da Paraíba – Impactos e ações de resiliência. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, p. 139-154, 2017.

PEREIRA, K. T. O.; SÁ, F. V. S.; TORRES, S. B.; PAIVA, E. P.; ALVES, T. R. C.; OLIVEIRA, R. R. Exogenous application of organic acids in maize seedlings under salt stress. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 84, p. e250727, 2024.

PORTO, C. A. **Desempenho da membrana de ultrafiltração no pós-tratamento de efluente secundário com vistas ao reúso**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

SILVA, S. S. F.; LIMA, V. L. A.; RAMALHO, A. M. C.; ALVES, A. C. Reúso de água e construção de cenários futuros: perspectivas e desafios para regiões semiáridas. **Polêm!ca**, v. 18, p. 72-86, 2018.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO.

Diagnóstico dos Serviços de água e esgoto: 2019. Disponível em:

<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2019>>. Acesso em: 27 set. 2021.