

## **GRAU DE RESTRIÇÃO PARA USO DOS EFLUENTES DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PETROLINA-PE NA AGRICULTURA IRRIGADA**

**KELLISON LIMA CAVALCANTE<sup>1</sup>, MAGNUS DALL'IGNA DEON<sup>2</sup>, HÉLIDA KARLA PHILIPPINI DA SILVA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental na Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. E-mail: kellison.cavalcante@ifsertao-pe.edu.br;

<sup>2</sup> Doutor em Agronomia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido. E-mail: magnus.deon@embrapa.br;

<sup>3</sup> Doutora em Oceanografia do Instituto Senai de Tecnologias. E-mail: helidaphilippini@gmail.com.

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo identificar o grau de restrição para o reuso agrícola dos efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), para o conhecimento dos indicadores da qualidade do efluente tratado como fonte de água e nutrientes para a irrigação de culturas. Foi realizada a caracterização química mensal dos efluentes de cinco ETE de Petrolina-PE, no período de um ano. Com as concentrações dos constituintes químicos do período, foi avaliada a adequabilidade do efluente como água para irrigação através das diretrizes técnicas segundo University of California Committee of Consultants (1974) e estimados os graus de restrição para o uso na atividade agrícola, identificando os problemas potenciais como salinidade, infiltração, toxicidade dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , pH e entupimento por  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ , sobretudo aos efeitos de longo prazo na qualidade da fonte de água sobre a produção das culturas, nas condições e manejo agrícola. Os efluentes possuem moderada restrição de uso quanto aos problemas de salinidade, infiltração e toxicidade, já os problemas de entupimentos causados por  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$  possuem severa restrição e o pH na faixa normal, dessa forma, para que sejam evitadas perdas no rendimento, um manejo adequado desses efluentes na irrigação é fundamental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso. Nutrientes. Toxicidade.

### **DEGREE OF RESTRICTION FOR USE OF WASTEWATER OF STATIONS PETROLINA-PE OF SEWAGE TREATMENT IN AGRICULTURE IRRIGATED**

**ABSTRACT:** This study aimed to identify the degree of restriction for agricultural reuse of sewage treatment plants effluent (ETE), to the knowledge of the effluent quality indicators treated as a source of water and nutrients for crop irrigation. monthly chemical characterization of effluents five ETE Petrolina, in the one-year period was performed. With the concentrations of the chemical constituents of the period, the suitability of the effluent as water for irrigation was evaluated by the technical guidelines second University of California Committee of Consultants (1974) and estimated restriction degrees for use in agriculture, identifying potential problems as salinity, infiltration, toxicity of ions  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$ , pH and clogging by  $\text{Fe}^{2+}$  and  $\text{Mn}^{2+}$ , especially the long-term effects on the quality of water supply for crop production under the conditions and agricultural management. The effluents have moderate restriction of use as the salinity problems, infiltration and toxicity, since clogging problems caused by  $\text{Fe}^{2+}$  and  $\text{Mn}^{2+}$  ions have severe restriction and pH within normal limits, thereby to losses are avoided in the yield, a management these effluents suitable for irrigation is essential.

**KEYWORDS:** Reuse. Nutrients. Toxicity.

## INTRODUÇÃO

O uso de efluentes pressupõe o uso de uma água de menor qualidade que a água potável, resultado de processos de tratamento que satisfaçam as demandas de água menos restritivas. Portanto, Wenzel e Knudsen (2005), destacam que fundamentalmente em regiões que sofrem com o estresse hídrico, pode-se liberar água de melhor qualidade para usos mais nobres e evitar o desperdício de água com o reuso da água.

Segundo Von Sperling (2005), os efluentes das estações de tratamento de esgoto necessitam de atenção especial uma vez que podem modificar ambientes naturais. Nesse sentido, os efluentes das estações de tratamento de esgoto contêm, diversos componentes químicos e tóxicos, que foram introduzidos a partir de atividades humanas e industriais. Para caracterizar os efluentes tratados são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características químicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade do efluente tratado como fonte de água e nutrientes para a irrigação de culturas, constituindo impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para este uso.

Como instrumento efetivo na gestão dos recursos hídricos, Nobre et al. (2010) destacam que o uso de efluentes tratados na produção agrícola visa promover a sustentabilidade da agricultura irrigada, economizando águas superficiais não poluídas, mantendo a qualidade ambiental e servindo como fonte nutritiva às plantas. Os nutrientes contidos nos efluentes de têm valor potencial para produções agrícolas. Verifica-se que com a utilização de corpos d'água, contendo esgoto sanitário, poderá não haver falta de nutrientes, possibilitando boa produtividade agrícola, sem gastos com fertilizantes (TELLES, 2011).

Os efluentes tratados apresentam uma proporção de nutrientes que geralmente não são adequadas para a produção e nutrição de determinadas culturas agrícolas. Assim, Cavalcante et al. (2012), destacam que o uso de esgotos tratados na irrigação, faz-se necessária a elaboração e a avaliação de alguns parâmetros para a adequação da água à sua finalidade, ressaltando a importância da caracterização dos efluentes usados de acordo com suas características químicas.

Sistemas de reuso de água na agricultura, adequadamente planejados e administrados, proporcionam melhorias ambientais e nas condições de saúde, bem como nos aspectos econômicos. De acordo com Hespanhol (2003), destacam-se como vantagens a preservação dos recursos subterrâneos, a conservação do solo e o aumento da produção agrícola e de acordo com Dantas e Sales (2009), constitui método que minimiza a produção de efluentes e o consumo de água de qualidade superior. Pode-se dizer que do ponto de vista agrônomo e ambiental, estabelecendo-se um manejo adequado, os esgotos tratados podem substituir eficientemente a água de irrigação (PIVELI et al., 2008).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo identificar o grau de restrição para o reuso agrícola dos efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de Petrolina-PE, para o conhecimento dos indicadores da qualidade do efluente tratado como fonte de água e nutrientes para a irrigação de culturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Petrolina-PE (Latitude 09° 23' 55" Sul e Longitude 40° 30' 03" Oeste), situada no Submédio do Vale do Rio São Francisco, com condições favoráveis para o fortalecimento da agricultura irrigada. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima é Tropical Semiárido, seco e quente (REDDY; AMORIM NETO, 1993), caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações, com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas.

Foram coletados e avaliados mensalmente, no período de janeiro a novembro de 2015, os efluentes de quatro estações de tratamento de esgoto (ETE) na zona urbana de Petrolina-PE, operadas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), Gerência Regional do Vale do São Francisco, e uma na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (Embrapa Semiárido), para a caracterização química dos efluentes produzidos. Todas as ETES selecionadas empregam lagoas de estabilização, diferindo quanto à configuração de tratamento das lagoas, conforme distribuição na Tabela 1.

Tabela 1 – Localização e características das estações de tratamento de esgoto

ETE	SISTEMA	LOCALIZAÇÃO	CONFIGURAÇÃO
João de Deus (JD)	João de Deus	09° 21' 05,8" S 40° 32' 02,4" W	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação
Manoel dos Arroz (MA)	Centro	09° 22' 44,2" S 40° 30' 25,4" W	Lagoa Facultativa
Rio Corrente (RC)	Centro	09° 23' 34,4" S 40° 33' 08,5" W	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação
Cohab VI (C6)	Cohab VI	09° 24' 05,7" S 40° 32' 59,2" W	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação
Embrapa Semiárido (Emb)	-	09° 26' 55,1" S 40° 24' 03,1" W	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação

Fonte: elaborada pelo autor.

As ETES selecionadas englobam uma diversidade de condições e processos de tratamento, proporcionadas pela origem dos esgotos e diferentes tipos e configurações dos sistemas de tratamento das lagoas. As ETES da zona urbana têm o lançamento e a disposição do efluente realizado dentro da área de contribuição da bacia do Rio São Francisco, através de canais e riachos que cruzam a cidade, onde ocorre o processo de diluição em águas fluviais.

Os procedimentos para realização das coletas, transporte e armazenamento dos efluentes para as avaliações químicas seguiram as recomendações de padronização da NBR 9897/87 e NBR 9898/87 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987a; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987b).

Foram coletados 2 L de efluente em cada ETE em frascos de polietileno previamente lavados em laboratório e armazenados em caixa plástica revestida de isopor para manutenção da temperatura durante o transporte. No Laboratório Agroambiental da Embrapa Semiárido, cada amostra foi dividida em duas parcelas iguais, uma para as avaliações imediatas e outra adicionada de 2 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para preservação e acondicionadas em temperatura de 4 a 10° C. As análises realizadas estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Métodos para análise química do efluente

VARIÁVEIS	DETERMINAÇÃO	REFERÊNCIAS
CE* e pH	Potenciometria	American Public Health Association (2012)
Cl <sup>-</sup>	Volumetria por titulação com solução de AgNO <sub>3</sub>	
Na <sup>+</sup>	Espectrofotometria de emissão em chama	Silva (2009)
Ca <sup>2+</sup> e Mg <sup>2+</sup>	Extrator KCl 1 e espectrofotometria de absorção atômica após reação com solução de La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Fe <sup>2+</sup> e Mn <sup>2+</sup>	Extrator Mehlich 1 e medição direta por espectrofotometria de absorção atômica em chama	

Fonte: elaborado pelo autor de acordo com American Public Health Association (2012) e Silva (2009).

\* CE = Condutividade elétrica.

O risco de sodicidade foi estimado através do teor de sódio em relação aos teores de cálcio e magnésio, em  $\text{mmol.L}^{-1}$ , estimando-se a razão de adsorção de sódio (RAS), conforme Equação 1.

$$\text{RAS} = (\text{Na}^+) / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / 2]^{1/2} \quad (1)$$

Para a avaliação da adequabilidade do efluente como água para irrigação, as concentrações dos constituintes químicos foram interpretadas pelas diretrizes técnicas segundo University of California Committee of Consultants (1974) e estimados os graus de restrição para o uso na atividade agrícola, identificando os problemas potenciais como salinidade, infiltração, toxicidade dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , pH e entupimento por  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento das características químicas dos efluentes com o objetivo de reuso na agricultura irrigada torna-se de fundamental importância e necessidade. As condições dos EETE podem modificar o teor das condições do solo, vindo a afetar a qualidade e a produção das culturas irrigadas, muitas vezes inviabilizando a atividade em determinados locais e situações.

As diretrizes utilizadas na classificação do grau de restrição do efluente tratado referem-se aos problemas potenciais como salinidade, infiltração, toxicidade dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , pH e entupimento por  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ , sobretudo aos efeitos de longo prazo na qualidade da fonte de água sobre a produção das culturas, nas condições e manejo agrícola, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Interpretação da qualidade do efluente tratado como água para irrigação

PROBLEMA POTENCIAL	CARACTERÍSTICA	GRAU DE RESTRIÇÃO PARA USO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO				
		Manoel dos Arroz (MA)	João de Deus (JD)	Rio Corrente (RC)	Cohab VI (C6)	Embrapa (Emb)
Salinidade	CE	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Nenhum
Infiltração	RAS e CE	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Toxicidade	$\text{Na}^+$	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Nenhum
	$\text{Cl}^-$	Nenhum	Moderado	Moderado	Nenhum	Nenhum
Entupimento	$\text{Fe}^{2+}$	Severo	Severo	Severo	Severo	Severo
	$\text{Mn}^{2+}$	Severo	Severo	Severo	Severo	Severo
	pH	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal

Fonte: dados da pesquisa com base em University of California Committee of Consultants (1974).

Pela classificação da University of California Committee of Consultants (1974) os efluentes possuem moderada restrição de uso quanto aos problemas de salinidade e infiltração, com exceção dos efluentes da Embrapa em relação a salinidade, não possuindo restrição. Dessa forma, para que sejam evitadas perdas no rendimento, um manejo adequado desses efluentes na irrigação é fundamental.

Os efluentes que apresentam restrição moderada podem depositar no solo grande quantidade de sais durante a irrigação, provocando acúmulo na zona radicular das plantas. Novais et al. (2007) recomendam aplicar uma quantidade de efluente como água de irrigação maior que a consumida pelas plantas, principalmente no período de desenvolvimento, para

que esse excesso possa carrear os sais para profundidades fora do alcance do sistema radicular. Varallo et al. (2010) destaca que a prática da drenagem é necessária nesse caso, para evitar a ascensão do lençol freático e consequente acúmulo de sais na superfície do solo. Vieira et al. (2005) destacam que os sais podem prejudicar o crescimento das plantas fisicamente, limitando a retirada de água através da modificação de processos osmóticos, ou quimicamente, por reações metabólicas tais como causadas por constituintes tóxicos.

Os problemas com a infiltração aumentam de acordo com a salinidade e diminuem com a redução desta ou com o aumento da RAS. De acordo com Singh, Deshbhratar e Ramteke (2012), quando utilizados na irrigação, os efluentes com a restrição moderada infiltrarão de forma lenta, ficando sobre o solo por um tempo relativamente longo, ocorrendo redução na produção de determinadas culturas que não recebem a quantidade de nutrientes necessárias. Por isso a necessidade de identificar culturas propícias ao uso de efluentes tratados como água de irrigação.

Em relação aos problemas de toxicidade por Na, os efluentes possuem restrição moderada, podendo acarretar efeitos tóxicos nas culturas, com exceção dos efluentes da Embrapa. Em relação a toxicidade por cloretos, os efluentes das estações MA, C6 e Emb não possuem restrição, já das estações JD e RC possuem restrição moderada. Contudo, conforme Novais et al. (2007) mesmo com efluentes que não apresentam restrição deve-se ter um manejo adequado, pois a toxicidade com esses íons pode se manifestar mesmo em quantidades relativamente baixas, por serem móveis no solo e facilmente absorvidos pelas raízes das culturas.

Os problemas de entupimentos causados por  $Fe^{2+}$  e  $Mn^{2+}$  possuem severa restrição ao uso desses efluentes na irrigação, por apresentarem teores acima de  $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ . De acordo com Novais et al. (2007), o  $Fe^{2+}$  e o  $Mn^{2+}$ , em teores elevados, precipitam devido mudanças de temperatura, pressão, teor de oxigênio, aumento no pH ou pela ação de bactérias e causa obstruções nas canalizações e emissores.

O pH indica a conveniência dos efluentes tratados como água para irrigação. Os efluentes foram classificados dentro da faixa normal, entre 6,5 e 8,4, evitando-se riscos de desequilíbrio nutricional. Valores de pH acima de 8,4 provocam entupimentos nos sistemas de irrigação, devido a precipitação de  $CaCO_3$  e abaixo de 6,4 podem corroer os componentes metálicos dos sistemas (MALAVOLTA, 2006).

## CONCLUSÕES

Diante do crescente processo de escassez, em decorrência do aumento da demanda e redução da disponibilidade de água de boa qualidade, torna-se discutível a necessidade de reduzir a poluição hídrica e buscar alternativas viáveis de aumento da oferta de água de modo a redefinir a utilização desse recurso natural. Desta forma, para enfrentar os desafios impostos com as crescentes demandas no setor agrícola, as ferramentas com que se pode contar atualmente são o uso cada vez mais eficiente e integrado de todo e qualquer tipo de água, com destaque para o uso de efluentes de estações de tratamento de esgotos, com a finalidade de induzir o aumento da disponibilidade de água ao mesmo tempo em que considera também a qualidade da água disponível e seus múltiplos usos.

Assim, com os estudos realizados foi possível concluir que os efluentes das estações de tratamento de esgoto (EETE) de Petrolina-PE apresentaram moderado grau de restrição para uso em relação aos problemas de salinidade, infiltração e toxicidade, com o pH considerado normal e severo grau de restrição para os problemas de entupimentos.

A utilização de efluentes tratados na agricultura irrigada pode ser considerada como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional e eficiente da água,

compreendendo o controle de perdas e desperdícios, a minimização da produção de efluentes descarregados nos mananciais e a poluição hídrica, bem como a redução do consumo de água e a reciclagem de nutrientes presentes nos efluentes. Mas é possível, adotando-se técnicas e práticas que avaliem possíveis impactos negativos ao sistema agrícola, bem como problemas ambientais e riscos à saúde pública, e suas medidas mitigadoras. Adotando as técnicas corretas é possível que se obtenha uma produção agrícola com a utilização de água de reuso.

Assim, é possível adequar o uso da água para a irrigação, proporcionando melhor fornecido de água e nutrientes à produção agrícola, minimizando os riscos de salinidade do solo, toxicidade específica de íons e problemas de infiltração de água e entupimentos. Com isso é garantida a proteção de equipamentos, de tubulações e das unidades do sistema de tratamento e distribuição de água contra a abrasão, e incrustações em paredes de tubulações.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 22. ed. Washington: APHA, 2012. 1268 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897**: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987a.

\_\_\_\_\_. **NBR 9898**: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987b.

CAVALCANTE, K. L.; MACIEL, W. M.; MACIEL, H. M.; NOGUEIRA, D. H.; GOMES, G. E. Avaliação da qualidade de efluentes para fins de reuso na irrigação no município de Iguatu-CE. In: INOVAGRI – INTERNATIONAL MEETING, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: IFCE, 2012b. 1 CD-ROM

DANTAS, D. L.; SALES, A. W. C. Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reuso da água. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, Fortaleza, v. 3, n. 3, p. 4-19, set./dez. 2009.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, p. 411-437, 2003.

MALAVOLTA, E. Adubação mineral e sua relação com doenças das plantas: a visão de um nutricionista de plantas. **Workshop** A interface solo-raiz (rizosfera) e relações com a disponibilidade de nutrientes, a nutrição e as doenças das plantas. Piracicaba: Potafos, 1998. 60 p.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARE, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 14, p. 747-754, 2010.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

PIVELI, R. P.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R.; GOMES, T. M. Uma reflexão sobre a qualidade e uso de esgoto tratado por lagoas de estabilização na agricultura: caso de Lins/SP. **Revista DAE**, n. 177, p. 63-70, 2008.

REDDY, S. J.; AMORIM NETO, M. S. **Dados de precipitação, evapotranspiração potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil**. Petrolina: EMBRAPA, CPATSA, 1993. 280 p.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

SINGH, P. K.; DESHBHRATAR, P. B.; RAMTEKE, D. S. Effects of sewage wastewater irrigation on soil properties, crop yield and environment. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 103, p. 100-104, 2012.

TELLES, D. A. Aspectos da utilização de corpos d'água que recebem esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas. In: NUVOLARI, A. (Coord.). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. p. 507-528.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS. **Guidelines for Interpretations of water Quality for Irrigation**. Technical Bulletin, California: UCCC, p. 20-28, 1974.

VARALLO, A. C. T.; CARVALHO, L.; SANTORO, B. L.; SOUZA, C. L. Alterações nos atributos de um latossolo vermelho-amarelo irrigado com água de reúso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 372-377, 2010.

VIEIRA, M. R.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; CARVALHO, P. L.; COSTA, R. N. T.; TABOSA, J. N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, (Suplemento), p. 42-46, 2005.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3 ed. v.1 Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005. 452 p.

WENZEL, H.; KNUDSEN, H.H. Water savings and reuse in the textile industry. In: OMELCHENKO, A.; PIVOVAROV, A. A.; SWINDALL, W. J. (Ed.). **Modern tools and methods of water treatment for improving living standards**. Amsterdam: Springer Netherlands, 2005, p. 169-189.