

II-068 - REÚSO AGRÍCOLA DO EFLUENTE DA ETE MALVAS EM JUAZEIRO DO NORTE – CE: ESTUDOS DAS POTENCIALIDADES

Germário Marcos de Araújo⁽¹⁾

Tecnólogo em Saneamento ambiental (CENTEC Cariri). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Doutorando em Saneamento Ambiental na UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Sobral.

Marcos Erick Rodrigues da Silva

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor em Engenharia Civil – Saneamento Ambiental pela UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Endereço⁽¹⁾: Rua Joaquim Marques, 15 – Apto 104 - Fortaleza - CE - CEP: 60356-030 - Brasil - Tel: (88) 8844-3433 - e-mail: germariomarcos@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o efluente final do sistema de lagoas de estabilização da cidade de Juazeiro do Norte - CE, conhecido com ETE Malvas. A pesquisa trata da avaliação da potencialidade do reúso agrícola com o efluente da ETE Malvas. O monitoramento foi realizado durante o período de janeiro de 2005 a setembro de 2007, sendo analisados os seguintes parâmetros: pH; Condutividade; Elétrica; Sólidos Suspensos; DBO; DQO; Amônia; Sólidos Totais Dissolvidos e Coliformes Fecais. Os resultados foram comparados com os critérios de qualidade recomendada pela OMS para reúso agrícola, critérios de qualidade recomendada pela USEPA para reúso de águas; e com as Diretrizes do PROSAB para o uso agrícola de esgotos sanitários. Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, observou-se que o efluente da ETE Malvas apresentou qualidade físico-química razoável, com restrição de uso ligeiramente moderada com relação à futuros problemas de salinidade do solo. A presença de matéria orgânica no efluente foi superior aos padrões estabelecidos pela USEPA. Em relação à qualidade microbiológica o efluente apresentou condições de satisfatórias para o reuso irrigação restrita com agricultura de baixo nível tecnológico e mão de obra intensiva, segundo a OMS e PROSAB.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso, lagoas de estabilização, padrões de reúso.

INTRODUÇÃO

Existem várias definições para reúso, uma das mais utilizadas é citada por Brega Filho e Mancuso (2003) que é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original.

É comum observar nas cidades a utilização da água para diversos fins, gerando esgotos, estes devem ser tratados e ter uma destinação final adequada. O aumento no consumo de água é bem maior que o aumento populacional, soma-se a isso a poluição dos recursos hídricos.

Anteriormente tratavam-se esgotos para lançar nos corpos aquáticos e/ou atender a legislação ambiental no tocante aos padrões de lançamento, atualmente a variável reúso já está bastante presente nas Companhias de Saneamento, nas indústrias e na comunidade em geral. A legislação ambiental, a fiscalização dos órgãos ambientais e da comunidade, o preço cobrado pela água e em algumas localidades até pela sua disposição final são fatores que fazem do reúso uma excelente alternativa.

Apesar das vantagens, é comum observar o lançamento de esgotos tratados, com potencial de reúso, nos corpos aquáticos, contribuindo para a degradação do mesmo e o comprometimento da utilização da comunidade a jusante. Em adição, utiliza-se água para irrigação (maior percentual dentre os usos da água) e adiciona fertilizantes químicos, fertilizantes.

No Brasil existem várias Estações de Tratamento de Esgotos ETEs, que podem atender aos padrões internacionais de reúso, seja diretamente ou com um pós-tratamento adicional. É óbvio que deve ser observado a qualidade do efluente através de um monitoramento e também o tipo de reúso que se pretende com o esgoto tratado.

Diante disso, o presente trabalho avaliou a potencialidade do reúso agrícola com o efluente da ETE Malvas localizada no município de Juazeiro do Norte – CE.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO E COLETA DE DADOS

A estação de tratamento de esgotos denominada ETE – MALVAS está localizada no bairro Malvas em Juazeiro do Norte - CE e tem como responsável pela operação e manutenção a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. O sistema de esgotamento é composto por rede coletora, estações elevatórias, tratamento preliminar, lagoas de estabilização e disposição final do efluente no corpo d'água do Rio Salgado. O sistema de lagoas é composto por duas lagoas anaeróbias em paralelo (A), duas lagoas facultativas em paralelo (F), e uma lagoa de maturação (M).

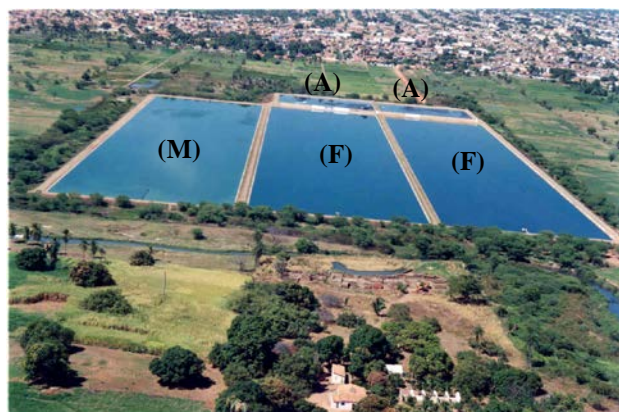


Figura 1: Vista aérea da ETE Malvas, Juazeiro do Norte – CE.

Os dados do efluente final eram coletados na lagoa de maturação, no período de janeiro de 2005 a setembro de 2007, e foram analisados os seguintes parâmetros: pH; Condutividade; Elétrica; Sólidos Suspensos; DBO; DQO; Amônia; Sólidos Totais Dissolvidos e Coliformes Fecais. Vale salientar que todas as análises foram realizadas de acordo com a *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

ELIMINAÇÃO DE INCONSISTÊNCIAS OU OUTLIERS

Foram removidos os valores extremos ou não usuais, mais conhecidos como *outliers*. Para isso foi utilizado um teste que determina limites inferior e superior, a partir dos quais o valor é considerado *outlier* (LAPPONI, 2005). Esses limites são calculados utilizando o primeiro (Q_1) e o terceiro quartil (Q_3) da série de dados. Foram calculados limites para cada parâmetro monitorado na ETE da seguinte forma:

- Limite inferior = $Q_1 - 3 \cdot (Q_3 - Q_1)$
- Limite superior = $Q_3 + 3 \cdot (Q_3 - Q_1)$

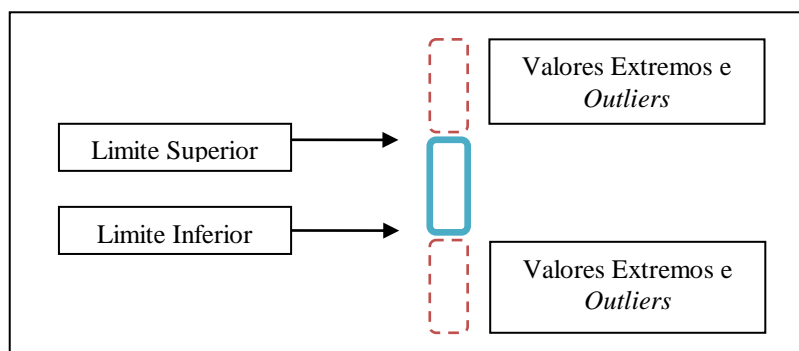


Figura 2: Identificação dos valores extremos e outliers em relação ao conjunto de dados.

Caso o valor observado fique abaixo do limite inferior ou acima do limite superior, ele é considerado um *outlier* e, desse modo, eliminado do conjunto de dados a ser analisado.

DIRETRIZES ESTABELECIDAS PARA REÚSO AGRÍCOLA DE ÁGUA

Os parâmetros obtidos do monitoramento da ETE Malvas foram comparados aos padrões de reuso de águas residuárias estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), pela USEPA (*Environmental Protection Agency of United States*) e pelas diretrizes sugeridas pelo Projeto PROSAB. Ressalta-se que esse último apresenta sugestões que se limitam, essencialmente, a critérios de proteção à saúde (qualidade microbiológica), conforme mostra as Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Critérios de qualidade recomendada pela OMS para reúso agrícola

Categoria Irrigação	Opção	Coliformes Fecais (NMP/100mL)
Irrestrita	Irrigação localizada de plantas que se desenvolvem distantes do nível do solo. Cultivo de raízes e tubérculos.	$\leq 10^3$ (Limite 1)
	Irrigação localizada de plantas que se desenvolvem distantes do nível do solo.	$\leq 10^5$ (Limite 3)
Restrita	Agricultura de baixo nível tecnológico e mão de obra intensiva	$\leq 10^4$ (Limite 2)
	Agricultura de alto nível tecnológico e altamente mecanizada.	$\leq 10^5$ (Limite 3)

Fonte: Adaptado de WHO (2006)

Tabela 2 – Critérios de qualidade recomendada pela USEPA para reúso de águas

Tipo de irrigação e cultura	Qualidade de efluente
Culturas alimentícias não processadas comercialmente. Irrigação superficial ou por aspersão de qualquer cultura, incluindo culturas a serem consumidas cruas	DBO ≤ 10 mg/L Coliformes fecais ND
Culturas alimentícias processadas comercialmente. Irrigação superficial de pomares e vinhedos. Silvicultura e irrigação de áreas com acesso restrito ao público	DBO ≤ 30 mg/L Coliformes fecais ≤ 200 /100mL
Culturas não alimentícias Pastagens de rebanhos de leites, forrageiras, cereais, fibras e grãos.	DBO ≤ 30 mg/L Coliformes fecais ≤ 200 /100mL

Fonte: Adaptado de USEPA (2004)

Tabela 3 - Diretrizes do PROSAB para o uso agrícola de esgotos sanitários

Categoria	Coliformes fecais	Ovos de helmintos L⁻¹
Irrigação irrestrita	$\leq 10^3$	≤ 1
Irrigação Restrita	$\leq 10^4$	≤ 1

Fonte: Adaptado de Florencio *et. al* (2006)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 apresenta a estatística descritiva dos dados de monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos durante o período de fevereiro de 2005 até agosto de 2007 do efluente final da ETE Malvas localizada no município de Juazeiro do Norte – CE.

Tabela 4 – Estatística descritiva dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do efluente da ETE Malvas.

<i>Variável Estatística</i>	Parâmetros							
	pH	CE (mS/cm)	SSed (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Amônia (mg/L)	STD (mg/L)	CF (NMP/100L)
<i>Nº dados</i>	51	49	49	51	50	50	51	19
<i>Média</i>	8,3	1,16	0,03	62,9	163,0	12,2	453	1,6E+03*
<i>Mínimo</i>	7,5	0,28	0,00	18,8	54,7	0,2	41	1,5E+02
<i>Máximo</i>	9,7	2,16	0,10	141,0	393,7	36,2	1800	4,3E+03
<i>DP</i>	0,42	0,44	0,05	25,5	86,2	7,4	378,4	1,4E+04
<i>CV</i>	0,05	0,38	1,38	0,41	0,53	0,61	0,84	6,12

DP - Desvio padrão; CV- Coef. de variação; CE - Condutividade elétrica; SSed - Sólidos sedimentáveis; STD - Sólidos totais dissolvidos; CF - Coliformes fecais. * Média geométrica.

Ressalta-se que o manejo adequado da irrigação envolve a compatibilização entre a técnica de irrigação utilizada, a qualidade da água, as características do solo e das culturas irrigadas. Dessa forma, é imprescindível o conhecimento da qualidade físico-química da água para avaliação do seu potencial de reuso agrícola.

Entre os parâmetros relevantes destaca-se a condutividade elétrica e a concentração de sólidos dissolvidos, uma vez que estão diretamente relacionados a salinidade da água. Segundo Florêncio *et al.* (2006), os sais contidos nas águas de irrigação podem se acumular na solução do solo na zona radicular, comprometendo a absorção de água pelas plantas devido a efeitos osmóticos.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, a condutividade elétrica (CE) média do efluente da ETE Malvas foi de 1,16 mS/cm. Apresentando, portanto, restrição de uso ligeiramente moderada, (CE entre 0,7 e 3,0 mS/cm) em relação a salinidade (Ayers e Westcot, 1991). Já a concentração média de STD apresentada pela ETE em estudo foi de aproximadamente 450mg/L, não sendo, portanto, verificada restrições de uso quanto à salinidade e a problemas de obstrução em sistemas de irrigação localizada (SST<500mg/L).

Em geral, a irrigação com esgotos sanitários, traz efeitos benéficos ao solo com a incorporação de matéria orgânica. Entretanto, este aspecto também deve ser monitorado e controlado. A DBO média mostrada na Tabela 4 foi de aproximadamente 63 mg/L, comparado aos padrões da USEPA (10 e 30 mg/L) esse valor encontra-se bem acima. Entretanto, alguns estudos têm mostrado que efluentes com DBO próximo de 60mg/L têm sido considerados satisfatórios (Santiago, 1999). Parte desta DBO pode ser atribuída as algas que são carregadas junto com o efluente final.

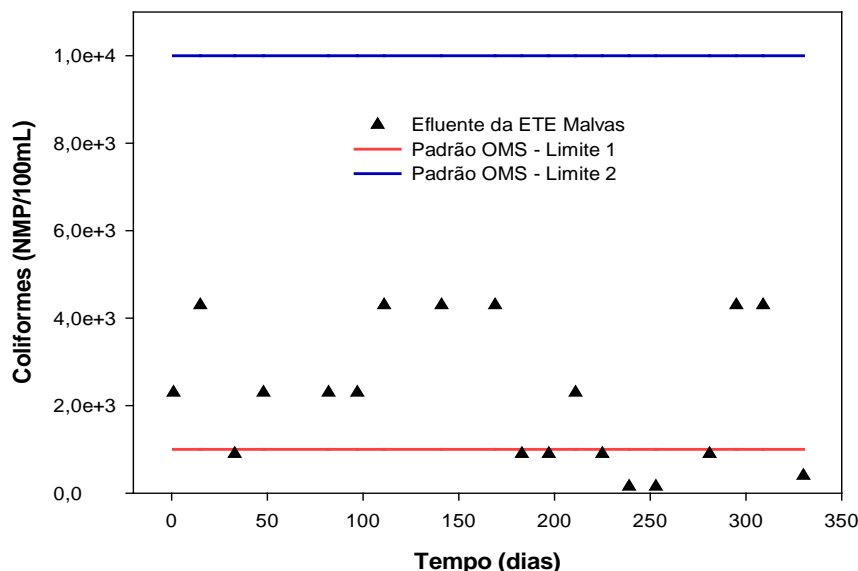


Figura 3 – Atendimento ao limite estabelecido pela OMS para coliformes fecais

A Figura 3 mostra os valores de coliformes fecais do efluente da ETE em estudo com relação aos padrões da OMS. Verifica-se inicialmente que para o Limite 1 (10^3 NMP/100mL) relativo a Irrigação localizada de plantas que se desenvolvem distantes do nível do solo, além do cultivo de raízes e tubérculos, apenas 42% dos valores atenderam ao padrão. No entanto quando se toma como referência o Limite 2 (10^4 NMP/100mL), que trata da irrigação restrita com agricultura de baixo nível tecnológico e mão de obra intensiva, 100% dos dados atenderam satisfatoriamente ao limite.

Vale ressaltar que os limites apresentados pela OMS na Figura 1, são equivalentes aos estabelecidos nas diretrizes do PROSAB, quanto à irrigação irrestrita e restrita. Assim, de acordo com os resultados apresentados, o efluente é melhor enquadrado para reúso em irrigação restrita.

É oportuno destacar que os valores apresentados para coliformes fecais foram relativamente elevados, visto que o sistema é composto por lagoas de estabilização, incluindo a lagoa de maturação. Mota *et al.* (2007) encontrou um valor médio de $7,2E+02$ NMP/100mL, para efluente de um sistema de lagoas de estabilização utilizado no reúso agrícola.

CONCLUSÕES

O efluente da ETE Malvas apresentou qualidade físico-química razoável, com restrição de uso ligeiramente moderada com relação à futuros problemas de salinidade do solo.

A presença de matéria orgânica no efluente foi superior aos padrões estabelecidos pela USEPA.

Em relação à qualidade microbiológica o efluente apresentou condições de satisfatórias para o reúso irrigação restrita com agricultura de baixo nível tecnológico e mão de obra intensiva, segundo a OMS e PROSAB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura, Campina Grande, UFPB, 218 p, 1991.
2. BREGA FILHO, D.B & MANCUSO, P. C. S. Conceito de Reúso de Água. In: MANCUSO P. C. S e Santos, H. F. (Ed.). Reúso de Água. Barueri. SP.: Manole, 2003.
3. FLORENCIO, L. et al. (Coordenadores). Tratamento e Utilização de esgotos sanitários. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro. ABES, 2006. 427p

4. SANTIAGO, R. G. Avaliação da qualidade do efluente final do sistema de lagoas de estabilização do SIDI, visando ao uso na agricultura. Dissertação de Mestrado em Saneamento, UFC. Fortaleza-CE, 1999
5. MOTA, SUETÔNIO B.; AQUINO, M. D; DOS SANTOS A. B. (Organizadores) Reúso de Águas em Irrigação e Piscicultura, Fortaleza: UFC/ CT. 2007.
6. USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Guidelines for water reuse. Washington DC: USEPA, 2004.
7. WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 3. Wastewater and excreta use in aquaculture. Geneva, 2006.