

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-120 - AVALIAÇÃO SANITÁRIA DE EFLUENTE E DA ALFACE IRRIGADA COM ESGOTOS TRATADOS.

Suzana Marinho Souto Lima

Bióloga, UEPB (2000), mestranda PRODEMA UFPB/UEPB.

Hélvia Waleswka Casullo de Araújo

Engenheira química pela UFPB (1995). Mestre em desenvolvimento e meio ambiente, sub-área saneamento ambiental, PRODEMA, UFPB/UEPB (1998). Professora da UEPB

Beatriz Susana O. de Ceballos

Doutora em Microbiologia Ambiental USP (1995). Profª Coordenadora da Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFCG.

José Tavares de Sousa ⁽¹⁾

Mestre em Engenharia Civil, UFPB (1986), Doutor em Hidráulica e Saneamento, USP (1996). Professor do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Coordenador do PRODEMA, UFPB/UEPB.

Luciano André de Freitas

Graduando em Químico Industrial, bolsista de iniciação científica/CNPq

Endereço ⁽¹⁾: Rua Luiza Bezerra Mota, 666 apt. 302 Bloco B- Catolé- Campina Grande. Paraíba - CEP: 58104-600jtdes@uol.com.br

RESUMO

No Brasil existe água em abundância e existe também o desperdício e o comprometimento dos mananciais enfrentando considerável depreciação na qualidade da água devido aos processos de eutrofização, assoreamento, salinização e contaminação fecal. A região semi-árida do nordeste brasileiro é caracterizada por precipitação escassa, evaporação alta e distribuição irregular. Logo, para suprir a demanda dessas regiões é necessário gerenciar racionalmente as bacias hidrográficas implantando, inclusive, política racional no sentido de tratar convenientemente os esgotos domésticos, objetivando reusá-los para fins agrícolas, prática comum em várias regiões do mundo, no entanto, não legalizada aqui no Brasil. Além de servir como fonte hídrica, o reúso de águas na agricultura apresenta também o benefício do aproveitamento da matéria orgânica inerente aos esgotos domésticos, resultando em incrementos na produtividade agrícola e economia em fertilizantes. Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade sanitária, expressa na remoção de coliformes termotolerantes (UFC/100mL) e ovos de helmintos (Ovos.L⁻¹), dos efluentes utilizados na irrigação (água de poço, efluente anaeróbio e efluente de lagoa de polimento) e da alface colhida em cinco tratamentos: solo sem adubação e irrigado com água de poço, solo com adubação mineral, solo com vermicomposto, ambos irrigados com água de poço, solo irrigado com efluente anaeróbio e finalmente solo irrigado com efluente de lagoa de polimento. O resultado obtido no período, de novembro de 2002 a maio de 2003, teve resultado satisfatório para o efluente da lagoa de polimento com ausência de ovos de helmintos (Ovos. L⁻¹) e presença de coliformes termotolerantes inferior ao padrão de irrigação de culturas irrestritas. Com exceção da alface produzida com efluente anaeróbio, as demais produções, dos outros quatro tratamentos, mantiveram-se dentro dos critérios e padrões microbiológicos para alimentos estabelecidos pela ANVISA (2001).

PALAVRAS-CHAVE: Utilização de esgoto na agricultura, lagoa de polimento, padrões Microbiológicos, *Lactuca sativa*.

INTRODUÇÃO

No semi-árido do nordeste brasileiro, a precipitação é escassa, durante o ano chove, geralmente, pelo um período de três a quatro meses, permanecendo o resto do ano sem chover. Por isso, existem nessa região cerca de 70 mil açudes, com o objetivo de acumular água pluvial que se esvaziam naturalmente durante a estiagem, devido a intensa evaporação que é estimada em 2.000 mm/ano, além disso, os mesmos estão ameaçados devido a pelo menos um dos quatro processos: salinização, eutrofização, assoreamento e contaminação fecal.

Como a escassez, é um fenômeno natural nesta região, o homem precisa aprender a conviver com esse problema, logo, algumas técnicas são necessárias para o não desperdício de águas de boa qualidade. Assim sendo, a busca do reúso de água para a agricultura é uma boa alternativa, mesmo não sendo uma prática legalizada no país.

O maior agravante quanto à utilização de esgoto doméstico na agricultura irrigada tem sido os aspectos higiênicos. Portanto, o esgoto precisa ser tratado e a qualidade sanitária depende do grau de tratamento.

No Nordeste do Brasil, as condições meteorológicas e climáticas e a disponibilidade de grandes extensões de áreas na maioria das cidades, favorecem a prática de lagoas de estabilização para o pós-tratamento de esgoto doméstico, com a finalidade de uso agrícola.

O objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade higiênica dos efluentes utilizados na irrigação planejada e da alface produzida com efluente de lagoa de polimento, efluente anaeróbio e comparar a qualidade da mesma cultura produzida com água de poço e solo com adubação mineral e adubação orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no sítio Pau D'arco, localizado no município de Lagoa Seca –PB, situado nas coordenadas geográficas de 7^o 09' 18'' de latitude Sul, e 35^o.52'28'' de longitude Oeste e altitude de 620m, localizada na microrregião do agreste paraibano.

Como cerca de 40% dos esgotos domésticos da cidade Lagoa Seca escoam a céu aberto, na direção leste, passando a 100 metros da propriedade onde está localizado o experimento, portanto, com intuito de tratar os esgotos foi construído um ponto de captação, deste o esgoto era destinado a estação de tratamento piloto, instalada e operada na propriedade de agricultor familiar em parceria com o CNPq/Sindicato dos Trabalhadores Rurais/Universidade Estadual da Paraíba.

A estação de tratamento compreende de três unidades: A primeira corresponde ao tratamento preliminar, que consiste de sistema gradeamento e caixa de areia. A segunda compreende uma lagoa anaeróbia seguida de reator UASB de 1840 e 80L de volume útil, respectivamente, construídos de PVC, monitorados com tempo de detenção hidráulica de 8 e 0,347 dia, respectivamente.

O efluente produzido anaerobiamente foi cerca de 230 litros por dia. A terceira unidade corresponde ao sistema de tratamento terciário, que se constitui de duas lagoas de polimento em série, com tempo de detenção hidráulica de 8 dias, para cada uma. As características físicas e operacionais do sistema experimental de lagoa estão apresentadas na Tabela 1.

Neste trabalho foram quantificados microrganismos indicadores de contaminação fecal, coliformes termotolerantes e ovos de helmintos seguindo as recomendações do APHA (1992), na análise dos coliformes foi feita a técnica da membrana filtrante e os ovos de helmintos a técnica de Bailenger (1989), modificado.

Além das análises microbiológicas e parasitológicas foram monitorados os seguintes parâmetros: temperatura, pH, condutividade elétrica, DQO, N-amoniacal, NTK, fósforo, potássio, sólidos e suas frações. As análises foram realizadas utilizando-se os métodos recomendados por APHA (1995) As análises de crescimento seguiram recomendações de BENICASA(1988)

Tabela 1: Características físicas e operacionais do sistema de lagoa.

Unidade	Dimensões (m)		TDH (dia)	Vazão(m ³ /dia)
	Profundidade	Volume(m ³)		
LA	1,70	1840	8,00	0,230
UASB	1,80	0,080	0,347	0,230
LP ₁	0,60	0,920	8,00	0,115
LP ₂	0,60	0,920	8,00	0,115

LF: Lagoa anaeróbia; LP₁; LP₂: Lagoa de polimento ;UASB: Reator de manta de lodo

O experimento foi conduzido em solo classificado como Podizólico Vermelho Amarelo Eutrófico

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tratamentos foram os seguintes: **T1**: irrigação com água de poço; **T2**: irrigação com água de poço, sendo o solo adubado com fertilizantes minerais; **T3**: irrigação com água de poço, sendo o solo adubado com vermicomposto; **T4**: irrigação com efluente de lagoa de polimento e; **T5**: irrigação com efluente de reator UASB

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência do efluente tratado sobre o desenvolvimento da cultura foi observada, durante seu ciclo, para tanto foi utilizadas medidas de crescimento da planta. O comportamento dos cinco tratamentos utilizados na pesquisa, com relação a área foliar são apresentados na figura 1.

A área foliar de uma planta corresponde à superfície das lâminas foliares capazes de realizarem fotossíntese. Desse modo, a produtividade de uma cultura está diretamente relacionada com a sua capacidade em absorver luz solar. A Figura 1 mostra que a cultura da alface apresentou melhor desempenho com T5 (irrigação com efluente de reator UASB), provavelmente, por esse efluente apresentar alta concentração de matéria orgânica, ou seja nutrientes que se vão liberando lentamente e favorecem o desenvolvimento da cultura. Com T2 (água e adubo mineral), a área foliar média foi de 253 cm², com T3 (água mais adubo orgânico) e T4 (efluente de lagoa), a área foliar praticamente igual, T1 apresentou área foliar menor e relativamente baixa provavelmente pela deficiência de nutrientes no solo.

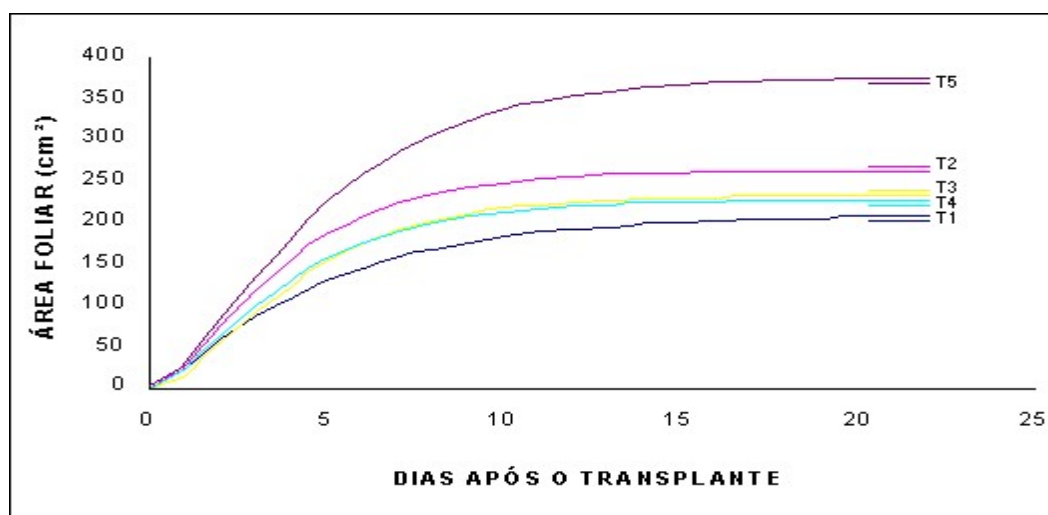


Figura 1- Área foliar da alface

A Figura 2 apresenta os valores médios de vinte e seis determinações dos principais parâmetros que caracterizam a qualidade sanitária do esgoto bruto e dos efluentes tratados que foram utilizados na irrigação.

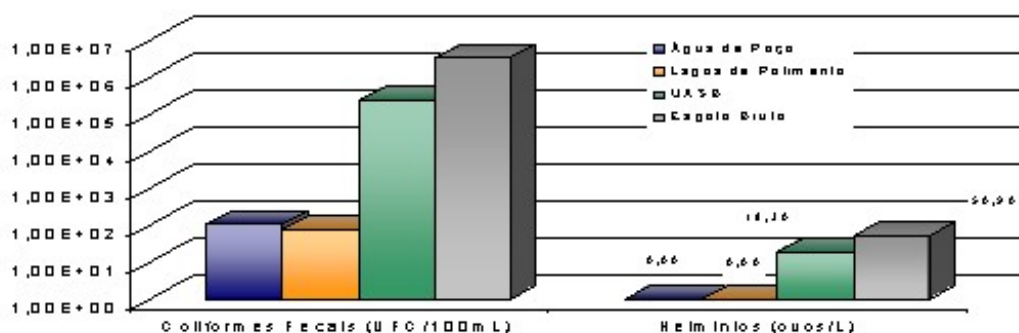


Figura 2 – Concentração de coliformes termotolerantes e ovos de helmintos do esgoto bruto e dos efluentes tratados

A figura 2 mostra que o efluente da lagoa de polimento apresentou baixa concentração de coliformes termotolerantes ($180 \text{ UFC}/100\text{mL}^1$), seguido do efluente do reator UASB, com $2,26\text{E}+05 \text{ UFC}/100\text{mL}$ e

ausência de ovos de helmintos apenas na lagoa de polimento. A redução de coliformes termotolerantes é fundamental para avaliar a remoção de patógenos. Na lagoa de polimento, pelo menos dois fatores influenciam a redução desses microrganismos no efluente final: regime hidráulico (intensidade da mistura) e

coeficiente de decaimento bacteriano, que depende, sobretudo, da temperatura e da profundidade da lagoa e do pH. Dessa forma, apenas o efluente da lagoa apresentou-se dentro dos padrões recomendados pela WHO(1989).

Apesar da OMS admitir que 8-10 dias de tempo de detenção hidráulica (TDH) eram suficientes para produzir efluente para irrigação de < 1 ovo de helmintos/ litro (WHO,1989). Conforme Figura 2 e o efluente anaeróbico apresentou-se inadequado para irrigação devido suas altas concentrações de coliformes termotolerantes e ovos de helmintos, estes evidenciam grandes risco de transmissão de ascaridíase e tricuriase, sobretudo aos agricultores que utilizam efluentes para irrigação. Entretanto, apenas o efluente da lagoa de polimento com TDH acumulado de 24 dias, produziu efluente com zero ovos de helmintos por litro.

Ainda com referência a parasitos, não foi analisado cisto de protozoários, no entanto, a remoção de ovos de helmintos (*Ascaris*, *Trichuris*, *Necator* e *Ancylostoma*) confirmada durante o monitoramento do sistema, segundo a WHO(1989) pode ser aceita como indicador da remoção de organismos sedimentáveis incluindo cistos de protozoários a exemplo de *Entamoeba*, *Giardia* e *Cryptosporidium*. Vale salientar que esta confirmação propagada no mundo inteiro, atualmente, vem sendo questionada por diversos estudiosos do assunto (von Sperling, 2003)

A utilização de esgotos na irrigação é um fator de risco (perigo), no entanto, apenas a presença do agente infeccioso no efluente a ser irrigado, não garante que haverá transmissão de doenças, caracteriza-se como risco potencial. Nesse contexto, a Figura 3 apresenta as médias geométricas dos coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* em vinte amostras de solo, vinte de alfaces e vinte dos efluentes utilizados na irrigação.

De fato, para que um organismo patogênico presente em um efluente destinado a irrigação promova doença, precisa necessariamente que, este tenha resistido aos processos de tratamento de esgotos e mantenha-se vivo no meio ambiente em quantidade suficiente para infectar alguém suscetível que tenha tido contato com o efluente, com o solo ou com a cultura irrigada.

A concentração de coliformes na água de poço (T1, T2 e T3) manteve-se ligeiramente superior à concentração do efluente da lagoa de polimento, correspondente a T 4. Na mesma figura, observa-se que na alface produzida em T1, T2, T3, e T4, as concentrações de coliformes foram inferiores à recomendada pela resolução RDC 12/01/2001. A alface produzida com efluente do reator UASB apresentou contaminação por coliformes termotolerantes superior a 10^2 UFC/g de alface, valor máximo estabelecido (ANVISA, 2001). A presença de *E.coli* confirmou a origem fecal dos coliformes isolados.

A análise de variância e o teste Tukey, não evidenciaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos 1, 2, 3 e 4, logo, o tratamento com efluente de lagoa de polimento produziu alface com a mesma qualidade higiênica que os tratamentos irrigados com água de poço.

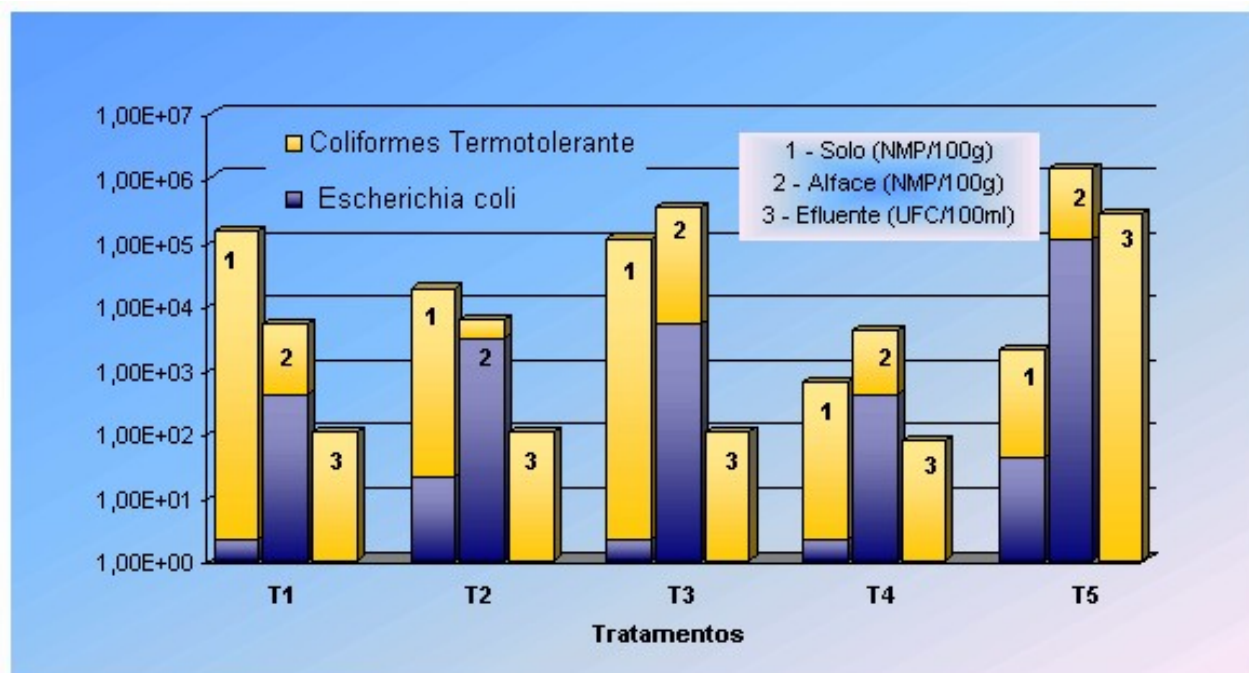


Figura 3 – Valores médios, para cinco tratamentos, de coliformes termotolerantes e Escherichiacoli presentes no solo, na alface e nos efluentes.

CONCLUSÃO

O efluente da lagoa de polimento teve qualidade sanitária dentro dos padrões exigidos para irrigação irrestrita (CONAMA 20/1986: ≤ 200 UFC/100 mL de coliformes termotolerante) e ovos de helmintos inferior a 1 ovo de helmintos/ litro (WHO,1989). Apenas a alface irrigada com efluente do reator UASB apresentou coliformes termotolerantes em concentração superior aos valores recomendados pela ANVISA (2001). A irrigação com efluente do UASB produziu maior fitomassa, no entanto, devido ao elevado numero de coliformes termotolerantes e ovos de helmintos, esse efluente não pode ser utilizado na irrigação irrestrita. A evolução do crescimento mostrou que a irrigação com esgoto tratado e com adubo mineral tem igual desempenho, portanto, tratar esgotos sanitários com destino à agricultura é uma alternativa viável que, além de suprir a demanda de água, também serve para a fertirrigação orgânica

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CT-Hidro, CNPq, Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba - CAGEPA e ao Programa de Pesquisa em Saneamento Básico –PROSAB

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18. ed 1155p.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução –RDC n.12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
3. BAILINGER, J. Mechanisms of parasitological concentration in coprology and their practical consequences. *Journal of American medical technologi*, 41, , apud AYRES, R & MARA, D. *Analysis of wastewater for use in agriculture. A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques*. Geneva: WHO, 1989 , p.65-71

4. BENINCASA, M.M.P., Análise de crescimento de Plantas. UNESP-Jaboticabal, São Paulo. 1988
5. CEBALLOS, B. S. O. Microbiologia Sanitária. In: Sistemas de Lagunas de Estabilización, Capítulo 3, Colômbia: ed. Mc Graw –Hill Interamericana, 2000, p 74-79.
6. VON SPERLING, M. et al. Lagoas de Estabilização. In: Desinfecção de efluentes Sanitários, Capítulo 7, Rio de Janeiro: ed. ABES, RiMa, 2003, p.276-336.
7. WORLD HEALTH ORGANIZATION (1989). Health Guidelines for the Use of Wasterwater in Agriculture and Aquaculture. Geneva: World Health Organization. (Technical Reports Series Nº 778).