

TRATAMENTO DE ESGOTO PARA USO NA AGRICULTURA DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

TREATMENT OF SEWAGE FOR USE IN THE AGRICULTURE OF THE SEMI-ARID NORTH EAST BRAZIL

JOSÉ TAVARES DE SOUSA

Mestre em Engenharia Civil, UFPB. Doutor em Hidráulica e Saneamento, USP. Professor da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Diretor do CCT/UEPB

ADRIANUS CORNELIUS VAN HAANDEL

PhD em Engenharia Civil África do Sul. Pós-Doutorado Universidade Agrícola de Wageningen, Holanda. Professor da Universidade Federal da Paraíba. Coordenador do PROSAB/UFPB

PAULA FRASSINETTI FEITOSA CAVALCANTI

Mestre em Engenharia Civil, UFPB. PhD na Wageningen University. Professora da Engenharia civil, Universidade Federal da Paraíba

ANNA MITCHELLE FERNANDES DE FIGUEIREDO

Mestranda do PRODEMA UFPB/UEPB

Recebido: 24/01/05 Aceito: 22/08/05

RESUMO

O presente trabalho relata o desempenho de três sistemas de pós-tratamento de efluente anaeróbico: wetland, leito de brita não vegetado e lagoas de polimento, operados com o objetivo de produzir efluentes para reúso na agricultura do semi-árido do Nordeste do Brasil. Para tanto, foram investigados os parâmetros: DQO, pH, sólidos e suas frações, macronutrientes, ovos de helmintos e indicadores de contaminação fecal. Apenas a Lagoa de Polimento produziu um efluente compatível com as recomendações da OMS para irrigação irrestrita. Os efluentes dos sistemas wetland e leito de brita não vegetado, embora isentos de ovos de helmintos, apresentaram concentração de coliformes termotolerantes acima dessas recomendações. A quantidade de macro e micronutrientes contida nos três efluentes é suficiente para a maioria das culturas cultivadas na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto doméstico, tratamento anaeróbico, pós-tratamento, reúso de água.

ABSTRACT

The performance of three systems for the post treatment of digested sewage is discussed. The investigated systems were wetlands, rock beds and polishing ponds. The objective of the post treatment was to produce a final effluent for irrigation of cultures in semi-arid areas in North-East Brazil. From the obtained data COD, pH, solids, macronutrients, helminths eggs and thermo tolerant coliforms it was concluded that only polishing ponds were compatible with the WHO recommendation for unrestricted irrigation. Effluents from the wetland and rock bed systems, although free from helminths eggs, contained a higher thermo tolerant coliform concentration than that recommended by WHO. The macro and micronutrient concentrations in all three post treatment systems effluents were high enough for the demand of most cultures in the semi-arid region of North-East Brazil.

KEYWORDS: Domestic sewage, anaerobic treatment, post treatment, water reuse.

INTRODUÇÃO

A região semi-árida do nordeste do Brasil é caracterizada por apresentar um curto período chuvoso, temperatura elevada e alta taxa de evaporação. Quanto à quantidade de água no solo disponível às plantas, nessa região, registra-se uma deficiência hídrica na grande maioria dos meses do ano. O reúso planejado de águas residuárias domésticas na agricultura vem sendo apontado como uma medida para

atenuar o problema da escassez hídrica no semi-árido, sendo uma alternativa para os agricultores localizados especificamente nas áreas circunvizinhas das cidades (Sousa et al, 2003).

As águas residuárias tratadas e destinadas ao reúso agrícola devem ser avaliadas sob os aspectos de sodicidade, salinidade, excesso de nutrientes e, sobretudo, sob os aspectos sanitários: bactérias, cistos de protozoários, ovos de helmintos e vírus que criam graves pro-

blemas de saúde pública, uma vez que acarretam enfermidades (Metcalf & Eddy, 2003). Particularmente, o esgoto doméstico quando utilizado sem tratamento adequado pode contaminar o ambiente, os trabalhadores das áreas cultivadas e os consumidores das culturas irrigadas (Shuval et al, 1997).

Os esgotos detêm teores consideráveis de nutrientes. Estudos realizados por Monte e Sousa (1992); Vazquez-Montiel et al (1996); Mota et al (1997) e Sousa e

Leite (2003) mostraram que a produtividade (t/ha) de culturas irrigadas com esgotos tratados foi superior (15 a 30%) àquela de culturas irrigadas com água de abastecimento e solo adubado com NPK, demonstrando a viabilidade do uso de esgoto na irrigação.

Aspectos relativos à qualidade sanitária e doenças de veiculação hídrica, devido à utilização de esgotos domésticos na agricultura, são tratados na literatura especializada por Feachem et al, (1983); Shuval et al, (1986); Strauss e Blumenthal (1989); Bastos et al (2003). Desta forma, a qualidade sanitária de esgotos tratados tem que ser estabelecida para garantir o uso seguro na irrigação. No Brasil, não existem normas nem critérios próprios para reúso de água de qualidade inferior, apesar da utilização de esgotos domésticos na agricultura ser uma prática milenar realizada em todos os continentes.

Na falta de normas, seguem-se as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS, 1989) que, tratando-se de irrigação irrestrita, recomendando menos de 1 ovo de helminto por litro e menor ou igual a 1000 coliformes fecais por litro. Essas recomendações parecem muito rigorosas, mesmo tratando-se de irrigação de alimentos que podem ser ingeridos crus, sendo, ao mesmo tempo, omissas em relação aos protozoários e vírus.

Para o uso adequado de esgotos na irrigação se faz necessário o seu tratamento para, além de garantir a qualidade higiênica, corrigir certas características indesejáveis tais como: alta concentração de sólidos e matéria orgânica putrescível.

Reatores anaeróbios de alta taxa, a exemplo do reator UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket, seguidos de unidades de pós-tratamento, atualmente, vêm sendo largamente utilizados para o tratamento de esgoto doméstico. Nesse contexto, foi realizado um estudo, do qual trata este artigo, sobre o pós-tratamento de efluente anaeróbio em três diferentes sistemas: wetland, leito de brita não vegetado e lagoas de polimento, tendo como finalidade avaliar e comparar a qualidade dos efluentes produzidos para fins de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em área pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de Campina Grande – PB, com

coordenadas geográficas de 07° 13' S e 35° 52' W e altitude de 550 m, onde se localizam a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) e o grupo de pesquisa do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB).

Foi operado, durante vinte meses, um reator de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), como unidade de tratamento anaeróbio, seguido de três unidades de pós-tratamento, constituídas de wetland, leito de brita não vegetado e lagoas de polimento. O esquema da Figura 1 representa as unidades, estando as características físicas e operacionais apresentadas na Tabela 1.

O reator UASB, fabricado em PVC com volume útil de 5m³, foi operado com um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 6 horas, sendo alimentado com esgoto bruto coletado de um poço de visita do sistema de esgotamento da cidade de Campina Grande, Paraíba – Brasil.

O wetland foi construído em alvenaria e revestido internamente com massa impermeabilizante. Com área de 10m² (1m de largura e 10m de comprimento) tinha, como enchimento, areia lavada com granulometria variando de 2,8 a 4,8mm, formando uma camada de 60cm, com percentual de vazios de 38%. Com a finalidade de melhorar a distri-

buição do fluxo foi depositada, na entrada e na saída, uma camada de cascalho com 40cm de largura por 60cm de altura, com granulometria variando de 15 a 20mm. O wetland era vegetado com macrófitas do tipo *Juncus spp*, apresentando uma densidade de 25 propágulos vegetativos por metro quadrado. A vazão de alimentação e o TDH eram, respectivamente, de 0,325m³/dia e 7 dias.

O leito de brita foi construído em alvenaria, também com 10m² de área (10m de comprimento e 1m de largura), tendo como enchimento brita com granulometria variando de 15 a 35mm, formando uma camada de 0,60 metros de altura e percentual de vazios de 48%. A alimentação era sub-superficial, com uma vazão de 0,411m³/dia o que correspondia a um TDH de 7 dias.

As lagoas de polimento, em número de 5, totalizaram uma área de 50m². Funcionando em série, cada uma com 10m de comprimento, 1m de largura e 0,60m de profundidade útil. O sistema de tratamento UASB mais as lagoas de polimento em série já vinham sendo operados há cerca de três anos. No período de monitoramento, a vazão de alimentação das lagoas (efluente do reator UASB) era de 2m³/dia. O TDH total nas lagoas era de 15 dias.

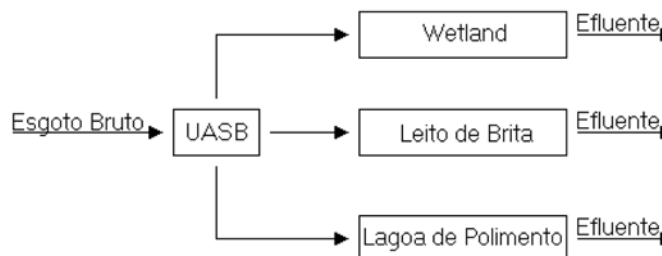


Figura 1 - Esquema dos sistemas de tratamento operados

Tabela 1 - Características físicas e operacionais das unidades experimentais

Unidade	Dimensões		TDH (dia)	Vazão (m ³ /dia)
	Profundidade (m)	Volume (m ³)		
UASB	2,50	5,00	0,25	20
Wetland	0,60	2,28*	7	0,325
Leito de brita	0,60	2,88**	7	0,411
Lagoas de Polimento	0,60	30,00	15	2

* volume de vazios (0,38 do volume total)

** volume de vazios (0,48 do volume total)

Enquanto os sistemas wetland e leito de brita não vegetado foram operados com fluxo sub-superficial, as lagoas de polimento foram interligadas por tubulações em conexão denominada topo-fundo, o efluente sai na parte superior e através de tubulação de 20mm chega na base inferior onde era distribuído.

As análises físico-químicas e microbiológicas eram realizadas semanalmente e seguiram recomendação do Standard Methods for the Examination of Wastewater (APHA, 1998). A concentração de coliformes termotolerantes foi realizada através da técnica de membrana de filtração que expressa os resultados em Unidade Formadora de Colônias por 100mL da amostra, apesar de a WHO (1989), nas diretrizes e recomendações para uso de esgoto tratado na agricultura, recomendar para irrigação irrestrita quantidade de coliformes expressa em Número Mais Provável por 100mL. Já os ovos de helmintos foram determinados pelo método de Bailenger (WHO, 1989). Aos dados obtidos, foi dado um tratamento estatístico, estimando-se medidas de dispersão e de tendência central. Para testar as médias amostrais entre os sistemas de tratamento, foram aplicados métodos estatísticos de inferência com a análise de variância (ANOVA), considerando um nível de significância de 5%.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os valores médios e desvio padrão da concentração dos parâmetros determinados, durante o período experimental, no esgoto bruto, efluentes do reator UASB, Wetland, Leito de Brita (L.B) e efluente final das Lagoas de Polimento (L.P).

Já na Tabela 3, estão apresentados os valores médios de nitrogênio, fósforo e potássio, disponíveis por hectare, a partir dos efluentes do reator UASB, leito de brita não vegetado, wetland e o efluente final das lagoas de polimento. Para estimar a quantidade disponível de cada macronutriente, foram feitas as seguintes considerações: a maioria das culturas regionais tem ciclo vegetativo de 100 dias e atinge uma ótima produtividade com 600mm de chuva bem distribuída. Por hectare, o volume de água seria de 6.000m³ por ciclo da cultura. Considerando, por exemplo, o efluente do reator UASB, o nitrogênio amoniacal disponível seria de 6000m³*38,37 =230kg/ha por ciclo.

Na Tabela 4, estão apresentadas as espécies de helmintos e a frequência relativa da presença desses no esgoto bruto e nos efluentes tratados. A partir dessas tabelas, discute-se a seguir os parâmetros analisados.

Nutrientes

O efluente do reator UASB continha uma alta concentração de nutrientes (50mgNTK.L⁻¹, 7,0mgP.L⁻¹ e 25,08mgK.L⁻¹). Nas unidades de pós-tratamento, as concentrações de N e P mantiveram-se ainda altas, exceto no efluente final das lagoas de polimento (8,9mgN-NH₄⁺.L⁻¹ e 4,71mgP.L⁻¹). Observa-se que concentrações de nitrogênio amoniacal maiores que 30mg.L⁻¹ não são recomendadas para a irrigação e, tratando-se de culturas sensíveis, teores de nitrogênio amoniacal acima de 5mg.L⁻¹ já causam efeitos negativos para as culturas sensíveis (Ayers e Westcot, 1991). No entanto, quando se observa a Tabela 3, a quantidade de nitrogênio disponível por hectare pode ser insuficiente, por exemplo, para irrigação de gramíneas durante a estação quente e em solos com teor de matéria orgânica menor que 2,5%, que, segundo Malavolta et al (2002), necessitariam de adubação mineral na ordem de 200kgN/ha por ciclo.

Lagoas rasas, com localização geográfica no Nordeste, possibilitam o aproveitamento de mais de 84% da radiação incidente, com uma duração média de insolação de 2800h.ano⁻¹. Esses fatores favorecem o processo de fotossíntese, reduzindo sobremaneira a concentração de CO₂. Com a diminuição da acidez, ocorre a elevação do pH, prevalecendo a fase gasosa da amônia e o desprendimento de gás amônia da fase líquida, associado à precipitação de sais insolúveis de fósforo, tais como a estruvita (Mg(NH₄)₂PO₄) e apatita (Ca₁₀(OH)₂(PO₄)₆).

Com relação ao fósforo e ao potássio expressos em P₂O₅ e K₂O, respectivamente, estes encontram-se em quantidades consideráveis. No entanto, no caso específico do fósforo, observa-se (Tabela 3) uma menor quantidade para o efluente advindo do sistema wetland.

Sabe-se que o fósforo é um constituinte fundamental que armazena e transfere energia à planta, e sem a presença desse não ocorre nenhum processo metabólico. Sabe-se também que se deve evitar a fixação do fósforo na formação de complexos que a planta não consegue absorver. Segundo Primavesi (2002) três

fatores contribuem para manter a disponibilidade do fósforo para a planta: manutenção do pH perto da neutralidade, solo adequadamente arejado e a permanente incorporação da matéria orgânica que permite a humificação, aumentando o tamponamento e possibilitando a ligação do fósforo em compostos de húmus que mantêm formas de fósforo disponíveis para a maioria das plantas. Dessa forma, a fertirrigação com efluentes tratados fica favorecida devido à constante dose de macronutrientes e matéria orgânica durante todo o ciclo da planta.

Matéria orgânica

A presença de matéria orgânica no esgoto tratado, nesse trabalho, foi mensurada em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO). A matéria orgânica estabilizada e na forma de húmus exerce efeitos positivos sobre suas propriedades físicas e químicas do solo, além de possibilitar a formação de "grumos" que são agregados secundários constituídos de microrganismos (Primavesi, 2002; Brady, 1989).

Conforme Tabela 2, a baixa concentração de sólidos suspensos voláteis (75 mg SSV.L⁻¹) e o reduzido valor de DQO (220mg. L⁻¹) apresentados no efluente do reator UASB são fatores que contribuem para que a lagoa de polimento tenha baixa turbidez e apresente maior transparência para a passagem de luz solar, favorecendo desta forma, a intensa atividade fotossintética com grande produção de oxigênio pelas algas.

Cavalcanti (2003) estudando a remoção de matéria orgânica, em diferentes lagoas de polimento em função do tempo de detenção hidráulica, para diferentes profundidades, observou que a DQO oriunda do reator UASB foi rapidamente reduzida na lagoa de polimento, devido, sobretudo, ao processo físico de sedimentação de flocos de lodo anaeróbio. No entanto, à medida que aumentava a profundidade da lagoa, a diminuição da DQO ocorria mais lentamente.

Os efluentes advindos do leito de brita e do sistema wetland apresentaram DQO relativamente baixas, 78 e 60 mgO₂.L⁻¹, respectivamente (Tabela 2). A análise de variância (ANOVA), testando os valores médios entre os sistemas de tratamento, não detectou diferença significativa (p<0,05), entre os efluentes do wetland e do leito de brita. Estes efluentes quando utilizados na

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão da concentração dos parâmetros determinados no esgoto bruto (EB), efluentes do reator UASB e das unidades de pós-tratamento

Parâmetros	n	Medidas estatísticas	E.B	UASB	L.B	Wetland	L. P
NTK (mg.L ⁻¹)	30	Média	52,23	50,0	34,96	28,03	15,57
		δ	4,45	6,84	7,98	9,01	4,83
Nitrogênio amoniacal (mg.L ⁻¹)	30	Média	39,52	38,37	30,86	23,52	8,90
		δ	1,13	7,06	8,63	8,98	7,94
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	30	Média	7,09	6,97	4,99	3,03	4,71
		δ	1,28	0,95	2,33	1,26	0,15
Ortofosfato (mg.L ⁻¹)	30	Média	4,51	5,83	3,00	2,68	3,1
		δ	0,71	1,04	2,42	1,12	1,48
Potássio (mg.L ⁻¹)	30	Média	25,08	23,76	25,01	24,36	26,0
		δ	2,99	3,3	3,47	3,15	1,36
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	30	Média	1140	788	377	102	806
		δ	105	178	209	59	92
DQO (mg.L ⁻¹)	40	Média	682	220	78	60	129
		δ	129	40	20	18	63
Sólidos suspensos (mg.L ⁻¹)	30	Média	331	98	15	6	28
		δ	206	57	2	4	15
Sólidos suspensos voláteis (mg.L ⁻¹)	30	Média	249	75	10	4	21
		δ	150	51	2	3	15
pH	48	Média	6,71	6,85	7,51	7,41	8,82
		Máximo	6,9	7,04	7,82	7,8	9,20
		Mínimo	6,61	6,68	7,26	7,05	8,29
Condutividade elétrica (25°C)	30	Média	1,648	1,579	1,565	1,517	1,46
		δ	0,186	0,129	0,111	0,091	0,077
Cloretos (mg.L ⁻¹)	15	Média	214	197	189	160	210
		δ	42	9	7	10	17
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	28	Média geométrica	1,0x10 ⁷	9,8x10 ⁶	9,8x10 ³	7,9x10 ³	9,2x10 ²

Tabela 3 - Valores médios dos nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio contidos nos efluentes e calculados para culturas regionais de 100 dias de ciclo vegetativo

Unidades	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
UASB	230	80	175
Leito de Brita	185	41	181
Lagoas de Polimento	53	42	188
Wetland	141	37	176

fertilrigação têm valores nutritivos (nitrogênio e fósforo) superiores ao efluente da lagoa de polimento, bem como uma DQO mais estabilizada.

Dessa forma, a matéria orgânica estabilizada é fonte de energia para os microrganismos, de forma que a

bioestrutura granular aumenta a capacidade de armazenar umidade, reter e fixar fósforo e nitrogênio, aumenta a capacidade de troca de cátions (CTC), ajuda a reter potássio, cálcio, magnésio, entre outros nutrientes disponíveis para a fertilrigação.

Potencial hidrogeniônico - pH

Um solo é ácido quando possui muitos íons H⁺ e poucos íons de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺ adsorvidos nas suas partículas. Na prática, o pH torna-se relevante

quando se conhece a textura e a estrutura do solo. A absorção dos nutrientes pela raiz capilar depende do pH da água e do solo e da espécie vegetal.

A faixa de pH adequado à irrigação está entre 6,5 e 8,4. Efluentes de sistemas biológicos de tratamento de esgotos com pH fora dessa faixa poderão causar desequilíbrios nutricionais à planta (Ayers e Westcot, 1991). Nesse contexto, apenas o pH do efluente final das lagoas de polimento se encontra fora da recomendação.

Observa-se que os valores do pH do efluente final das lagoas foram determinados durante o período de maior insolação (entre 12:00 e 14:00 horas), quando a atividade fotossintética era máxima, sendo máximo o consumo de CO₂ pelas algas. Conseqüentemente o pH era máximo nesse período (Cavalcanti et al, 2000; Cavalcanti, 2003). No entanto, o efluente produzido à noite e nos períodos de menor insolação poderia ser utilizado, tendo-se ainda como benefício a redução de perdas por evaporação.

Coliformes termotolerantes

Das unidades de tratamento investigadas, apenas o efluente final das lagoas de polimento apresentou uma concentração média de coliformes termotolerantes abaixo de 1000UFC/100mL (Tabela 2). Efluentes com essas características sanitárias podem ser utilizados na irrigação irrestrita (WHO, 1989).

Observa-se que, especificamente nas lagoas operadas, além da temperatura e do pH que variaram entre 26°C ± 2°C e 8,29 e 9,20, as características hidráulicas (pouca mistura) e a pequena profundidade favoreceram o rápido decaimento bacteriano.

Os efluentes oriundos do leito de brita e do sistema wetland apresentaram concentrações médias similares de coliformes termotolerantes, 9,8.10³ e 7,9.10³ UFC. mL⁻¹, respectivamente. Dessa forma, poderão ser utilizados na fertirrigação de culturas de cereais e forrageiras (WHO, 1989).

O tempo de detenção hidráulica nestes sistemas foi de apenas 7 dias, menos da metade daquele da lagoa de polimento. O decaimento bacteriano, neste caso, deve-se a fatores físicos e químicos como: mecanismo de filtração, fixação de biofilme no substrato, sedimentação, oxidação e sorção devido à presença de matéria orgânica.

Dados parasitológicos

Ascariíase é uma das helmintoses de maior prevalência, sobretudo no nordeste do Brasil. Observa-se na Tabela 4 que a espécie *Ascaris lumbricoides* prevaleceu sobre as outras no esgoto bruto, com frequência relativa de 56,5%. Valor similar (55%) foi obtido em esgotos brutos na área do canal de Suez (Stott et al, 1997). No efluente do reator UASB a frequência desses helmintos foi de 61,5%. Não foi observada a presença dos helmintos investigados nos efluentes dos sistemas de pós-tratamento.

A remoção de ovos de helmintos se dá por sedimentação discreta e, portanto, depende da carga hidráulica superficial. Cavalcanti et al (2000), operando lagoa com carga hidráulica superficial de 0,22m/dia, não encontrou ovos de helmintos no efluente. Também não foram encontrados ovos de helmintos no efluente das lagoas operadas neste experimento, cuja carga hidráulica superficial foi de 0,20m/dia.

Ainda com referência a parasitas, não foi analisada a ocorrência de cistos de protozoários nos efluentes dos sistemas de pós-tratamento. No entanto, segundo a OMS (1989), a ausência de ovos de helmintos nos efluentes pós-tratados indica a remoção de organismos sedimentáveis, incluindo cistos de protozoários, a exemplo de Entamoeba, Giárdia e *Cryptosporidium*.

CONCLUSÕES

Embora não removendo significativamente organismos patogênicos e nutrientes, o reator UASB, com TDH de 6 horas, apresentou desempenho na remoção de DQO e SSV superior a 60 e 70%, respectivamente. Essa considerável

remoção representa uma significativa diminuição de carga orgânica, favorecendo, portanto, o pós-tratamento em sistemas como Wetland, Lagoas de Polimento e Leito de Brita.

Devido à baixa qualidade higiênica, efluentes de reatores UASB só devem ser usados na irrigação com restrição.

Os sistema wetland, Leito de Brita não vegetado e Lagoas de Polimento, operados sob as condições apresentadas nessa pesquisa, produziram efluentes isentos de ovos de helmintos. Os sistemas wetland e leito de brita apresentaram concentrações de coliformes termotolerantes superiores a 1000UFC/100mL, não sendo, pois, recomendados para uso na irrigação irrestrita, segundo a OMS (1989).

O efluente final produzido nas Lagoas de Polimento apresentou boa qualidade sanitária: baixa concentração de coliformes termotolerantes (menor que 1000 UFC/100mL) e ausência de ovos de helmintos, podendo, pois, ainda segundo a OMS (1989), ser usado na irrigação irrestrita.

Com exceção do efluente final, oriundo das Lagoas de Polimento, a quantidade de macronutrientes contida nos outros três efluentes é suficiente para a maioria das culturas regionais cultivadas na região semi-árida do nordeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CT-HIDRO, ao CNPq, BNB, à Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, à EXTRABES e ao Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB.

Tabela 4 - Quantificação (ovos/L) e frequência (%) de ovos de helmintos no esgoto bruto e nos efluentes dos sistemas de pós - tratamento

Espécies de Helmintos	EB		UASB		LB	Wetland	LP
	Nº	F(%)	Nº	F(%)	Nº	Nº	Nº
<i>Ascaris lumbricoides</i>	202	56,5	141,4	61,5	0	0	0
<i>Trichuris trichiura</i>	98	27,7	49,3	21,5	0	0	0
<i>Ancilostomatídeos</i>	32	9,0	20,1	8,7	0	0	0
<i>Enterobius sp</i>	12,3	5,5	10,2	4,4	0	0	0
<i>Hymenolepis sp</i>	9,7	2,7	8,9	3,9	0	0	0
Total	353,7	100	229,9	100	0	0	0

REFERÊNCIAS

- APHA. AWWA. WPCF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 15 ed. Washington, DC.. American Public Health Association. American Water Works Association, Water Pollution control Federation, 1134p. 1998.
- AYERS, R.S; WESTCOOT, D.W. *A qualidade de água na agricultura*. Trad. Gheyi, H. Medeiros, J. F.; Damaceno, F.V. , Campina Grande, UFPB, 218p. 1991.
- BAILENGER, J. *Mechanisms of parasitological concentration in coprology and their practical consequences*. *Journal of American Medical Technology*, 41, apud AYRES, R & MARA, D. Analysis of wastewater for use in agriculture. A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques. Geneva: WHO, p.65-71, 1989.
- BASTOS, R.K.X.; BEVILACQUA, P.D.; KELLER. *Organismos patogênicos e efeitos na saúde humana*. In: *Desinfecção de efluentes sanitários*. PROSAB 3. Rio De Janeiro-RJ.: ABES. p.27-88, 2003.
- BRADY, M.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7º ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 878p. 1989.
- CAVALCANTI, P.F.F, van HAANDEL, A. C. , LETTINGA, G. *Polishing ponds for post treatment of digested sewage: Sequential batch ponds*. In: VI OFICINA SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE DIGESTÃO ANAERÓBIA. 5-9 nov. Recife-Pe-Brasil, p .352-359, 2000.
- CAVALCANTI, P.F.F. *Integrated application of the UASB reactor and ponds for domestic sewage treatment in tropical regions*. The Netherlands, Thesis Wageningen, University . 139p. 2003.
- FEACHEM, R. G. et al. *Sanitation and disease - Health aspects of excreta and wastewater management*. Washington, D.C. USA: John Wiley & Sons, 501p. 1983.
- MALAVOLTA, E. *Métodos para la determinación de deficiencia*. In: Fitopatologia – Curso Moderno, Tomo IV. Ed. Por A. A. Sarasola e M. A. R. de Sarasola. Editorial Hemisfério Sur, Buenos Aires. p. 244-247, 1965.
- METCALF & EDDY. Inc. *Wastewater Engineering treatment Disposal Reuse*. 4. ed. New York, McGraw - Hill Book, 1815p. 2003.
- MONTE, M.H.F; SOUSA, M.S. *Effect on crop of irrigation with facultative pond effluent*. Water Science and Technology, Oxford. v.26, n.7/8, p. 1603-1613, 1992.
- MOTA, S; BEZERRA, F. C.; TOMÉ, L. M. *Avaliação do desempenho de culturas irrigadas com esgotos tratados*. In: 19ª. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 14-19 set. Foz do Iguaçu, 1997. Rio de Janeiro, ABES, CD-Rom , p. 20-25, 1997.
- PRIMAVESI, A., *Agricultura em regiões tropicais. Manejo ecológico do solo*. São Paulo: ed. Nobel. 2002. 549p. PAGANINI, W. S. Reúso de água na agricultura. In: Mancuso, P.S.S; Santos, H.F. (ed) Reúso de água. Barueri,SP: Manole, p.338-401, 2003.
- SHUVAL, H., ADIN. A. FATTAL, *Wastewater Irrigation in Developing Countries. Health Effects and Technical Solutions*. World Bank Technical. Paper Number 51, Integrated Resource Recovery Projects series number GLO/80/004, Washington, D.C. 324 p. 1986.
- SHUVAL, H. et al. *Development of a Risk Assessment Approach for Evaluating Wastewater Reuse Standards for Agriculture*. Water Science and Technology, Oxford. v. 35, n. 11-12, p. 15-20, 1997.
- SOUSA, J. T. de; LEITE, V.D. *Tratamento e Utilização de Esgotos Domésticos na Agricultura*. Campina Grande: Ed. EDUER, 135p. 2003.
- SOUSA, J. T. de et al. *Efluentes tratados utilizados na agricultura*. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Curitiba-PR, Brasil, p.1-12, 2003.
- STOOT, R. et al. *A survey of the microbial quality of wastewaters in Ismailia, Egypt and the implications for wastewater reuse*. Water Science and Technology, Oxford. v. 35, n. 11-12, p. 211—217, 1997
- STRAUSS, M. E.; BLUMENTHAL, U.J. *Human wastes use in agriculture and aquaculture –Utilisation practises and health prespectives*. IRCWR Report n.1/89, 1989.
- VASQUEZ-MONTIEL, O ; HORAN, N.J. ; MARA, D.D. *Management of wastewater for reuse in irrigation*. Water Science and Technology, Oxford. v. 33, n. 10-11, p. 355-362,1996.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. Technical report series. 778. Geneva: World Health and Organization, 72p. 1989.

Endereço para correspondência:

José Tavares de Sousa
Universidade Estadual da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Rua Juvêncio Arruda, s/nº
Campus I, Bodocongó
58109-753 Campina Grande - PB -
Brasil
Fax: (83) 3315-3352
E-mail: tavares@cct.uepb.br