

Avaliação microbiológica do capim Tifton 85, irrigado com esgoto doméstico tratado

**Carmem Cristina Mareco de Sousa Pereira¹, João Valdenor Pereira Filho²,
Francisco Marcus Bezerra Lima² & Alexandre Reuber Almeida da Silva³**

¹Instituto INOVAGRI, Fortaleza, CE. E-mail: carmem@inovagri.org.br

²DEA/UFC, Fortaleza, CE. E-mail: joao_valdenor@hotmail.com; fmarcus@ufc.br

³IFPI, Urucuí, PI. E-mail: alexandre_reuber@hotmail.com

Resumo

A pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade química e microbiológica da água e microbiológica do capim Tifton 85 fertirrigado com esgoto doméstico tratado utilizando o método de escoamento superficial. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (T1, água do poço 75% ECA - evaporação do tanque Classe A + adubação; T2, água de esgoto, 150 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹; T3, água de esgoto, 300 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹; T4, água de esgoto, 600 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹; T5, água de esgoto, 1200 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹) e quatro repetições. As irrigações foram feitas em intervalos de 2 a 3 dias, logo após a leitura da evaporação do Tanque Classe A (75% ECA). Foram realizadas quatro coletas de amostras do capim, quando atingia uma altura aproximada de 0,10 m do solo; duas no período chuvoso (38 dias); e duas no período de seco (32 dias). Concluiu-se que são insignificantes os riscos de contaminação, por organismos patogênicos no manejo do capim Tifton 85. E as análises microbiológicas das amostras de capim Tifton 85 indicaram uma qualidade satisfatória.

Palavras-chaves: microrganismos, esgoto, capim, água.

Abstract

Microbiological evaluation of irrigated grass Tifton 85 with treated domestic sewer. The research aimed to evaluate the chemical and microbiological water quality and microbiological Tifton 85 fertilized with sewage sludge treated using the method of runoff. The experimental design was a randomized complete block design with five treatments (T1, well water 75% ECA - Class A pan evaporation + fertilization; T2, sewage, At 150 kg ha⁻¹ yr⁻¹, T3, water sewage in 300 kg ha⁻¹ yr⁻¹; T4, sewage, At 600 kg ha⁻¹ yr⁻¹; T5, sewage, At 1200 kg ha⁻¹ yr⁻¹) and four replications. The irrigation was done every 2 to 3 days after the reading of the evaporation of Class A (75% ACE). Four samples of the grass samples were taken, when it reached a height of approximately 0.10 m above the ground; two in the rainy season (38 days); and two in the dry period (32 days). It was concluded that the risks are negligible contamination by pathogenic organisms in the Tifton 85 management and microbiological analyzes of samples from Tifton 85 indicated a satisfactory quality.

Keywords: microorganism, reuse, sewer, water.

Introdução

Na atualidade há uma preocupação com a limitação e distribuição irregular de água nas regiões áridas e semiáridas, já que são regiões que apresentam uma limitação e distribuição irregular de água para exercer atividades que demandam uma grande quantidade de água (agricultura irrigada).

O aproveitamento de esgotos sanitários tratados passa a ser uma opção para atender a crescente demanda na agricultura, além da racionalização de

fertilizantes, porém sua qualidade sanitária tem que ser estabelecida para garantir o uso seguro na irrigação. Para garantir a qualidade higiênica, faz-se necessário à correção de certas características indesejáveis como: alta concentração de sólidos e matéria orgânica putrescível (Sousa et al., 2005). Bernardi (2003) revela que a água de reuso tende a apresentar preço mais baixo, reduzindo assim os custos de produção. Além disso, a



reutilização de água no meio agrícola pode garantir a recarga do lençol freático, serve para fertirrigação de diversas culturas e para fins de dessedentação de animais (Brega Filho; Mancuso, 2002), apresentando-se como uma solução, sanitariamente segura, economicamente viável e ambientalmente sustentável.

Sobretudo, o uso das lagoas de estabilização apresenta uma imensa potencialidade no aproveitamento desses efluentes na produção de alimentos, contudo há certa resistência da sociedade e do poder público na execução dessa atividade, devido à existência de bactérias do grupo *Coliformes*. “Preconceito” que será vencido, já que, aparentemente, a qualidade de água de alguns corpos hídricos é equivalente à dos efluentes de sistemas de lagoas (Silva; Silva, 2010). No Brasil, o reuso direto ou indireto de esgoto bruto é uma prática muito utilizada por lavadores ribeirinhos que usam motobombas de pequeno porte para levar águas contaminadas para irrigar suas culturas (Konig et al., 2010). Metcalf e Eddy (2003) e Araújo et al. (2007), relatam que é de extrema importância que as águas residuárias tratadas e destinadas ao uso agrícola devem ser avaliadas sob os aspectos de sodicidade, salinidade, excesso de nutrientes e, principalmente, os aspectos sanitários (bactérias, protozoários, ovos de helmintos e vírus).

Segundo Bastos (2003), é unânime o entendimento de que a utilização de esgotos sanitários e/ou lodo na agricultura envolve riscos à saúde pública. A controvérsia reside na definição dos riscos de níveis aceitáveis, ou seja, na definição de padrões de qualidade e graus de tratamentos que garantam a segurança sanitária. Contudo, a simples presença do agente infeccioso nos lodos utilizados na agricultura não implica necessariamente na imediata transmissão de doenças, caracterizando apenas um risco potencial. Portanto, a qualidade sanitária das águas de irrigação e dos produtos agrícolas que são irrigados é essencial na prevenção de doenças (Figueiredo et al., 2008). Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade química e microbiológica da água e microbiológica do capim Tifton 85 fertirrigado com esgoto doméstico tratado

utilizando o método de escoamento superficial.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa sobre Tratamento e Reúso de Águas Residuárias, pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Ceará (CAGECE), localizado na cidade de Aquiraz, Região Metropolitana de Fortaleza, a uma altitude de 14,2 m, com coordenadas 3° 54' 05" S e 38° 23' 28" W e com limites ao Norte (Oceano Atlântico, Fortaleza e Eusébio); Sul (Horizonte, Cascavel e Pindoretama); Leste (Oceano Atlântico); Oeste (Eusébio, Itaitinga e Horizonte), com uma área total de aproximadamente 400 m² e 24,7 Km de distância de Fortaleza, Ceará. A população do município de Aquiraz era de 60.469 habitantes (IBGE, 2009). A estação de tratamento de esgoto é composta de um tratamento preliminar, que é formado por Calha Parshall, gradeamento e caixa de areia; faz parte também da estação, um tratamento secundário com dois módulos de lagoas de estabilização em série. Cada módulo é constituído por uma lagoa anaeróbia, uma facultativa e duas de maturação, sendo o efluente final lançado no rio Pacoti.

O solo da área está classificado como Argissolo, textura franca arenosa média, fase caatinga hiperxerófila relevo plano (EMBRAPA, 1999). Esse tipo de solo apresenta bom desempenho agrícola, com limitações decorrentes da fertilidade natural e da textura arenosa em superfície.

No arranjo experimental, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais com área de sete m² (3,5 m X 2,0 m) constituído de quatro sulcos fechados espaçados em 0,5 m. A área total do experimento foi de 402,6 m² (18,3 m x 22,0 m). Os tratamentos foram definidos em diferentes lâminas de esgoto, com base na concentração de sódio (Na), que através da análise apresentou o valor de 4,43 mmol L⁻¹ de sódio. Os tratamentos utilizados foram caracterizados conforme descrição a seguir: T1, água do poço (75% ECA – evaporação do tanque Classe A) +

adubação (30 kg P₂O₅ ha⁻¹; 30 kg K₂O ha⁻¹; 20 Kg N ha⁻¹), após cada colheita; T2, água de esgoto, 150 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹; T3, água de esgoto, 300 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹; T4, água de esgoto, 600 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹; T5, água de esgoto, 1200 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹.

As lâminas de esgotos referentes aos tratamentos T2, T3, T4 e T5 foram 132 mm ano⁻¹, 265 mm ano⁻¹, 530 mm ano⁻¹ e 1061 mm ano⁻¹, respectivamente. E para lâmina de água (T1), considerou 75% da evaporação do tanque classe A (EAC).

A fim de evitar o fluxo horizontal e vertical de água residuária entre as parcelas, foi instalada entre cada tratamento uma manta preta de polietileno, desde a superfície do solo até um metro de profundidade.

De posse dos resultados da análise química do solo realizou-se a recomendação de adubação para forrageiras. Antes do plantio foram realizadas calagem (1,5 kg m⁻²), para correção do pH, e adubação orgânica (21 kg m⁻²). A recomendação de adubação para os macronutrientes fósforo e potássio foi definida de acordo com os teores médios desses elementos presentes nas profundidades amostradas, para o nitrogênio a quantidade aplicada foi estabelecida pela Universidade Federal do Ceará (1993). Os valores aplicados foram: 14 g m⁻² de nitrogênio, 21 g m⁻² de fósforo e 21 g m⁻² de potássio. As fontes usadas para os macronutrientes foram: uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação foi realizada de modo convencional a lanço, em cada parcela (2,0 x 3,5 m) de cada tratamento.

A aplicação da água residuária de esgoto tratado e água do poço foi feita pelo método de escoamento superficial. O terreno da área experimental apresentava uma declividade de 2% em toda a área. O sistema foi composto de duas linhas de derivação de 50 mm de diâmetro que continham cinco registros, quatro para controle das lâminas de esgoto tratado e um para a água do poço, ligados a uma mangueira de polietileno de 32 mm de diâmetro com quatro saídas de água, uma para cada sulco, em cada tratamento experimental, espaçadas a 0,5 m. No início da área foram instalados quatro “cavaletes” com dois registros para controle das

lâminas de água do poço e esgoto tratado aplicadas nas unidades de cada bloco. A vazão do sistema foi de 1,53 L h⁻¹, a uma pressão de serviço de 300 kPa. Cada sistema de irrigação era constituído por uma bomba centrífuga, tubulação de PVC e uma válvula de descarga para cada tratamento. O esgoto tratado e a água eram bombeados da última lagoa de maturação da estação de tratamento e do poço, respectivamente.

As irrigações foram feitas em intervalos de dois a três dias, logo após a leitura da evaporação do Tanque Classe A (75% ECA), instalado na área experimental, caso houvesse necessidade no período chuvoso. Já no período de estiagem, a irrigação com base na leitura de Tanque Classe A era realizada normalmente. Contudo, quando as lâminas de esgoto tratado não eram suficientes para suprir as necessidades hídricas da cultura, foram instalados, utilizando acessórios, registros para a ligação entre as linhas de derivação do esgoto tratado e da água de poço, para que houvesse complemento de água para cultura no período seco.

O plantio das mudas foi realizado no mês de fevereiro de 2008, após a instalação do sistema de irrigação e da adubação. Utilizaram-se mudas do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.), fornecidas pelo Departamento de Zootecnia. As mudas foram plantadas no espaçamento de 0,50 m entre sulcos. O controle de ervas daninhas foi realizado manualmente, durante o ciclo da cultura.

Após 65 dias do plantio, foi efetuado, manualmente, o corte de uniformização do capim, numa altura aproximada de 0,10 m do solo, antes da coleta definitiva das amostras, que ocorreu do mês de abril/2008 a setembro/2008, após a aplicação dos tratamentos. Na época do corte do capim Tifton 85, o sistema era paralisado por um período de três a quatro dias; foram realizadas quatro coletas de amostras do capim, quando atingia uma altura aproximada de 0,45 m do solo; duas no período chuvoso, ambos aos 30 dias; e duas no período de seco, ambos aos 30 dias do ciclo da cultura. Depois de realizado o corte para determinação microbiológica, o capim foi cortado manualmente em toda a área experimental a uma altura de 10 cm, para sua uniformização, e em seguida,

realizou-se a adubação mineral, apenas no tratamento referente às lâminas da água do poço. Com relação às lâminas de esgoto tratado, não foi realizada nenhuma adubação mineral após cada corte.

As análises foram realizadas periodicamente, no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Ceará (UFC), durante o desenvolvimento da pesquisa. As análises realizadas, na água de poço e no esgoto tratado, seguiram a metodologia aplicada pelo *Standard Methods* (APHA, 1995).

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos determinados foram os seguintes: pH (determinado a partir de um pHmetro da marca Analion, modelo PM602); Condutividade elétrica (determinada pelo condutivímetro da marca Analion, modelo C702); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - determinada pela diferença entre o oxigênio dissolvido (OD) inicial e o oxigênio dissolvido (OD) final da amostra incubada durante cinco dias a 25°C, usando o método dos tubos padrões; Demanda Química de Oxigênio (DQO) – determinada pelo método colorímetro com dicromato de potássio, usando o espectrofotômetro; Amônia – determinada pelo método de destilação, titulada com ácido sulfúrico (H₂SO₄); Alcalinidade (determinada pelo método potenciômetro); Cloretos (determinada pelo método de Mohr. Sódio – determinado pelo método da espectrometria); Cálcio e Magnésio (determinado usando titulação com EDTA); Fósforo total (determinado pelo método colorímetro do ácido ascórbico, usando o espectrofotômetro); *E. coli* (determinada pelo método Cromogênico Colilert); Ovos de helmintos (determinados pelo método Bailanger Modificado).

Nas análises buscou-se determinar a presença de microrganismos patogênicos, especialmente coliformes fecais e *Salmonella* sp.. Foram coletadas amostras em todos os tratamentos, utilizando uma tesoura de poda lavada com hipoclorito de sódio a 10%, a cada amostra coletada. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados, para em seguida serem levados ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do

Ceará. Antes das coletas das respectivas amostras para análise microbiológica, foi interrompida a irrigação por dois dias, para que não houvesse nenhum contado, do operário, com a água residuária utilizada no experimento.

A metodologia aplicada no desenvolvimento das análises microbiológicas do capim Tifton 85 foi a da *American Public Health Association* (APHA, 2001). Nas análises microbiológicas de coliformes fecais foi utilizada a técnica de tubos múltiplos, conforme o *Standard Methods*. Para determinação dos coliformes fecais, inicialmente preparam-se três diluições de amostras do capim Tifton 85. Para a primeira diluição, 10⁻¹, utilizaram-se amostras de 25 g de capim homogeneizado por dois minutos em liquidificador, contendo 225 mL de água peptonada estéril. A partir desta diluição foram preparadas diluições de até 10⁻³. Através de uma pipeta de 10 mL, inocularam-se três tubos de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) por diluição, adicionando-se 1,0 mL da diluição por tubo com 10 mL de LST. Os tubos com produção de gás foram transferidos para tubos de caldo *E. coli* (EC). Incubou-se em banho-maria a 45°C, por 24 horas e, observou-se o crescimento com produção do gás. Confirmada a presença de coliformes fecais, determinou-se o Número Mais Provável (NMP)/g em uma tabela de NMP adequada às diluições inoculadas (Silva et al., 1997).

Antes da determinação da presença de *Salmonella* sp., foi feita uma homogeneização das amostras e seu pré-enriquecimento. Para o pré-enriquecimento em caldo lactosado, recomendado pela APHA, objetiva-se a recuperação de células injuriadas (células danificadas ou estressadas por condições adversas), conseguida incubando-se a amostra em condições não seletivas, por pelos menos 18 horas a 35°C. Após a incubação, procede-se ao enriquecimento em caldo seletivo, que objetiva inibir a multiplicação da microbiota acompanhante e promover a elevação do número de células de *Salmonella* sp., incubando-se a amostra pré-enriquecida em caldo seletivo por 18 a 24 horas. É recomendada a utilização de dois diferentes meios de enriquecimento, porque

a resistência da *Salmonella* sp. aos agentes seletivos possui variação. Os meios comumente utilizados são os caldos tetracionato e o seletivo cistina. Então, é feito o plaqueamento seletivo diferencial, que objetiva promover o desenvolvimento seletivo preferencial de colônias de *Salmonella* sp.. Recomenda-se que o plaqueamento diferencial seja feito em mais de um tipo de meio de cultura. A APHA recomenda o Ágar Bismuto Sulfito (BS), o Agar Entérico de Hectoen (HE) e o Ágar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD). A etapa de confirmação objetiva verificar se as colônias típicas obtidas nas placas são mesmo colônias de *Salmonella* sp., por meio de provas bioquímicas e sorológicas. Inicialmente, as colônias são submetidas aos testes de descarboxilação da lisina, fermentação da lactose e/ou sacarose e produção de H₂S, no Agar Lisina Ferro e Ágar Tríplice Açúcar Ferro, que permite eliminar das etapas subsequentes, boa parte das colônias de não *Salmonella* sp.. Culturas características nesses meios devem ser submetidas ao teste sorológico somático

polivalente, podendo ser eliminadas das etapas subsequentes todas aquelas com resultado negativo. Culturas com teste positivo ou duvidoso devem ser submetidas a uma bateria de testes bioquímicos adicionais, para confirmação definitiva da identidade (Silva et al., 1997).

Resultados e discussão

Com os resultados das análises dos principais parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água e do efluente da última lagoa de estabilização de Aquiraz (Tabela 1), utilizados na cultura do capim Tifton 85, pode-se avaliar a qualidade da água e do esgoto tratado para que sejam mantidas as qualidades do solo para uma contínua produtividade e para minimizar efeitos negativos sobre o meio ambiente, além de analisar também os aspectos microbiológicos importantes para determinar-se a possível utilização do capim Tifton 85 como base de alimento para os animais.

Tabela 1. Valores médios dos principais atributos físico-químicos e microbiológicos da água e do efluente da última lagoa de estabilização, Aquiraz, CE, 2007 – 2009.

Parâmetros	Unidades	Água de Poço	Esgoto Tratado
pH	-	6,13	7,37
CE _a (condutividade da água)	dS cm ⁻¹	0,208	0,749
N-amoniacal	mg L ⁻¹	0,25	8,24
Nitrato	mg L ⁻¹	0,13	0,14
N-Total	mg L ⁻¹	-	-
P-Total	mg L ⁻¹	-	-
K ⁺	mg L ⁻¹	11,30	28,30
Na ⁺	mg L ⁻¹	18,38	42,53
Ca ²⁺	mg L ⁻¹	16,03	50,10
Mg ²⁺	mg L ⁻¹	20,66	27,96
RAS	(mmolc L ⁻¹) ^{0,5}	1,34	1,71
DBO ₅ dias	mgO ₂ L ⁻¹	16,00	39,34
DQO	mgO ₂ L ⁻¹	63,48	97,68
Alcalinidade	mgCaCO ₃ L ⁻¹	28,70	195,54
Cloretos	mgCl ⁻¹ L ⁻¹	48,80	155,06
<i>E. coli</i>	NMP (100mL) ⁻¹	93,85	108,20
Ovos de helmintos	(ovos L ⁻¹)	-	-

Os valores médios de pH, CE_a e RAS do esgoto tratado e da água do poço observados, ao longo do experimento, estão expostos na Tabela 1. De acordo com as diretrizes apresentadas por Ayers e Westcot

(1991), tanto a água de poço, quanto a água de esgoto tratado, ambas não apresentaram nenhum grau de restrição para o uso em irrigação, quando considerados os valores de CE_a e RAS e o teor de Na⁺. Benevides

(2007) e Santos (2004) encontraram valores médios semelhantes de pH e CEa, na irrigação do capim Tanzânia e capim Tifton 85, respectivamente.

Considerando o possível problema de salinização do solo, o efluente de esgoto apresentou grau de restrição “baixo a moderado” em todo o período de irrigação. Para capins bermuda (Tifton 85), a salinidade da água e do efluente não ofereceram riscos à produtividade, uma vez que, para orendimento máximo (100%) a condutividade elétrica da água não deveria ultrapassar $4,6 \text{ dS m}^{-1}$ (Ayers; Westcot, 1991). Neste sentido, a maioria dos capins bermuda é tolerante à salinidade (Maas, 1985).

No que se refere aos riscos de sodificação com alteração da estrutura do solo e conseqüente redução da infiltração de água, tanto a água como o efluente apresentaram grau de restrição “ligeiro a moderado” para uso em irrigação (Ayers; Westcot, 1991). Considerando somente os valores de RAS valores obtidos para efluente e água foram de 1,34 e 1,71 (mmolc L^{-1}), respectivamente.

As diferenças mais notáveis entre o esgoto tratado e a água do poço foram observadas nos teores de N, K, Na e Ca. O esgoto tratado apresentou teores de N-amoniaco, potássio, sódio e cálcio, bastante superiores aos de água do poço, com diferenças da ordem de 30%, 40%, 30% e 30%, respectivamente. Já os teores de nitrato e magnésio, tanto do efluente como da água do poço, não apresentaram grandes oscilações.

Os valores médios encontrados de DBO na água e no esgoto tratado foram, 16,00 e $39,34 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$, respectivamente. Valores menores que os encontrados por Benevides (2007), em capim Tanzânia. E de acordo com USEPA (1992), o valor médio encontrado para a água encontra-se de acordo com os padrões aceitáveis; já para o esgoto tratado, os níveis encontrados estão acima do valor aceitável de $30 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ para irrigação, padrão este considerado bastante rígido. Logo, para determinados cultivos de culturas e utilização, esses padrões podem ser desconsiderados, já que

trabalhos com valores semelhantes encontrados para DBO no esgoto tratado mostraram que os riscos a saúde dos operários no manejo da irrigação e os riscos na alimentação dos animais com forrageiras irrigadas com esgoto tratado são desprezíveis.

Levando em consideração os valores recomendados pela USEPA (1992) e WHO (1989) para os níveis de DQO para água e esgoto tratado utilizados na irrigação, nas análises para determinação da DQO foram encontrados níveis relativamente baixos, 63,48 e $97,68 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$, para água e esgoto tratado utilizados na irrigação do capim Tifton 85, respectivamente.

De acordo com a USEPA (1992), concentrações de até 99 mgCl L^{-1} de cloretos na água de irrigação não acarretam nenhum efeito negativo à cultura. Acima deste valor, podem causar alguns problemas como diminuição da taxa de crescimento e, em concentrações ainda maiores, queimaduras nas folhas. Quanto aos valores encontrados para cloretos, durante as análises, apenas o valor da água ($48,80 \text{ mgCl L}^{-1}$) está dentro dos padrões da USEPA (1992), enquanto o valor do esgoto tratado ($155,06 \text{ mgCl L}^{-1}$).

De acordo com WHO (2006), os valores encontrados para *E. coli* e ovos de helmintos nas análises de água e esgoto tratado, estão dentro dos padrões aceitáveis para irrigação de culturas forrageiras. De acordo com a literatura, não existem restrições de concentração para coliformes fecais e, para os valores de ovos de helmintos, devem ser menor ou igual a um, ou seja, os valores encontrados nas análises encontram-se dentro das margens aceitáveis para irrigação de forrageiras. Logo, a cultura não apresenta riscos sanitários para manejo e consumo de animais.

As análises microbiológicas foram realizadas para determinação da quantidade de coliformes fecais e, para determinar a presença de *Salmonella* sp. no capim Tifton 85. As Tabelas 2 e 3 mostram os resultados obtidos nas análises dos quatro grupos de amostras coletadas ao longo do período das análises.

Tabela 2. Resultados microbiológicos do capim Tifton 85 coletados no período chuvoso, Aquiraz, Ceará, 2009.

Tratamentos Coletados	Coliformes a 45 °C (NMP/g)	Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp/25g
Água + Adubação (1º coleta)	4,55	Ausência
150 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1º coleta)	< 3,00	Ausência
300 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1º coleta)	< 3,00	Ausência
600 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1º coleta)	< 3,00	Ausência
1200 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1º coleta)	< 3,00	Ausência
Água + Adubação (2º coleta)	< 3,00	Ausência
150 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (2º coleta)	< 3,00	Ausência
300 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (2º coleta)	< 3,00	Ausência
600 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (2º coleta)	< 3,00	Ausência
1200 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (2º coleta)	< 3,00	Ausência

Tabela 3. Resultados microbiológicos do capim Tifton 85 coletados no período de estiagem, Aquiraz, Ceará, 2009.

Tratamentos Coletados	Coliformes a 45 °C (NMP/g)	Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp/25g
Água + Adubação (1º coleta)	< 3,00	Ausência
150 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1º coleta)	< 3,00	Ausência
300 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1º coleta)	< 3,00	Ausência
600 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1º coleta)	< 3,00	Ausência
1200 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1º coleta)	< 3,00	Ausência
Água + Adubação (2º coleta)	< 3,00	Ausência
150 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (2º coleta)	< 3,00	Ausência
300 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (2º coleta)	< 3,00	Ausência
600 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (2º coleta)	< 3,00	Ausência
1200 kg Na ha ⁻¹ ano ⁻¹ (2º coleta)	< 3,00	Ausência

Nas amostras analisadas para determinar a presença de *Salmonella* sp. nas duas primeiras coletas realizadas, ambas com 30 dias, não foi detectada presença da bactéria *Salmonella* sp.. Nas amostras das últimas coletas, realizadas com 30 dias, também não foi detectada a presença da bactéria *Salmonella* sp..

Logo, pode-se concluir que após dois dias de interrupção da irrigação com esgoto tratado, o capim Tifton 85 não apresentou riscos de contaminação em relação à *Salmonella* sp.. A ausência de *Salmonella* sp. ocorreu devido aos fatores característicos da região nordeste, como a forte ação de desinfecção que possui o sol, conseqüente da incidência solar que ocorre durante boa parte do ano. Em regiões de clima mais ameno, a resistência da presença da bactéria *Salmonella* sp. pode ser mais acentuada.

Observou-se também, que independente da época do ano, os valores de coliformes fecais e *Salmonella* sp. no esgoto tratado estiveram sempre de acordo com os padrões recomendados pela WHO (1989) para irrigação irrestrita de vegetais a serem consumidos crus.

Os resultados obtidos nas análises para determinação da quantidade de coliformes fecais foram também bastantes satisfatórios, tendo sido encontrados níveis baixos desde a primeira coleta. A Figura 1 mostra que todos os tratamentos, exceto o T1 (água+adubação) que apresentou valor acima de 4 NMP/g de coliformes fecais na 1º coleta, não atingiram uma quantidade acima de 3 NMP/g de coliformes fecais. Observa-se que após 2 dias de interrupção da irrigação, as quantidades de coliformes fecais encontradas nas amostras foram mínimas.

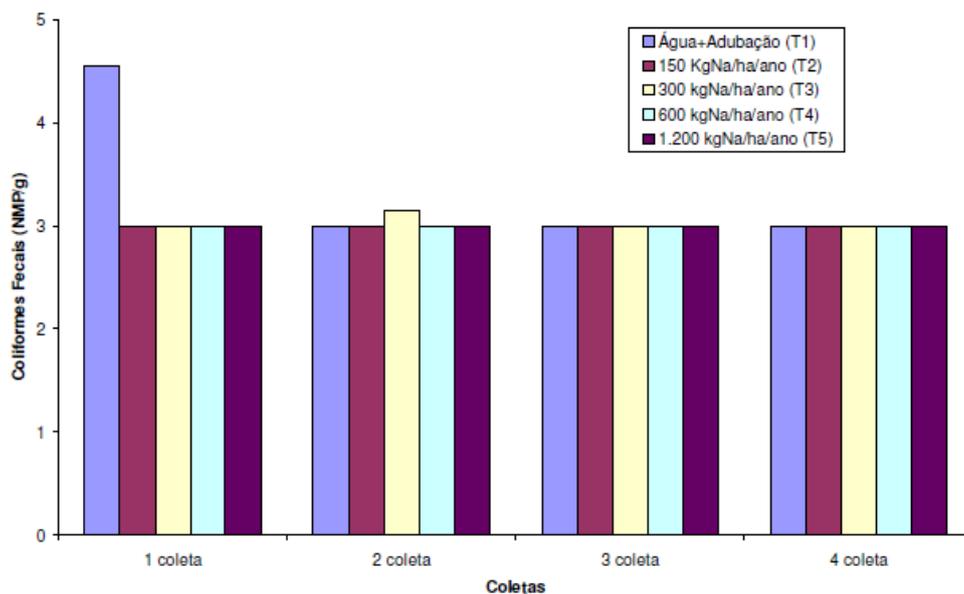


Figura 1. Quantidade de coliformes fecais no capim Tifton 85.

As quantidades de coliformes fecais e *Salmonella* sp. encontradas nas análises desenvolvidas durante a pesquisa estão dentro dos níveis aceitáveis para maior segurança dos operários no manejo da cultura do capim Tifton 85 e para sua utilização na alimentação de animais, de acordo com as diretrizes microbiológicas recomendadas pela WHO (2006). Sandri (2003) afirma que os riscos à saúde, associados ao uso de águas residuárias são mínimos e que, muitas vezes, determinados padrões de restrições relativos a bactérias são muito limitados.

Quando se faz o tratamento do efluente utilizado para a irrigação, há redução considerável da contaminação de produtos irrigados, sendo assim, o capim Tifton 85 irrigado com o efluente da lagoa de estabilização apresentou contaminação inferior aos padrões da ANVISA (1997), sendo adequado ao consumo.

Conclusão

O efluente de esgoto tratado da lagoa de estabilização apresentou nível de cloreto acima do recomendado, podendo afetar o crescimento das plantas e apresentar queimaduras nas folhas.

Os riscos de manejo por parte do agricultor são desprezíveis, independente da época do ano; para alimentação de animais, o capim também se encontrou dentro dos níveis aceitáveis.

Agradecimentos

Ao CT-Hidro e ao CNPq pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos, através da revogação da portaria SVS/MS 451**, de 19 de setembro de 1997.
- APHA – American Public Health Association. **Standart Methods for the examination of water and wastewater**. In: EUA. 19 ed., Washington: D. C. APHA/AWWA-WPCF, 1995.
- APHA – American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. In: EUA. 19 ed. Washington: D. C. APHA – AWWA/WPCF, 2001.
- ARAÚJO, E.N.; OLIVEIRA, A.P.; CAVALCANTE, L.F.; PEREIRA, W.E.; BRITO, N.M.; NEVES, C.M.L.; SILVA, É.É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,

- Campina Grande, v.11, n.5, p.466-470, 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A. A qualidade da água na agricultura. Paraíba: livro. **Tradução...** Paraíba: UFPB, 1991. 218p.
- BASTOS, R. K. X. (Org.) **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e psicicultura**. PROSAB 3. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 267p.
- BENEVIDIS, R. M. **Aspectos sanitários e agronômicos do uso de esgotos tratados na irrigação do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) – Aquiraz, Ceará**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- BERNARDI, C. C. **Reuso de água para agricultura**. Monografia (Especialização Lato Sensu, com área de concentração em Planejamento Estratégico) – ISEA/FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, BRASÍLIA, 2003. 625p.
- BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. **Conceito de reuso de água**. In: Reuso de água. Cap. 2, São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2002.
- EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412p.
- FIGUEIREDO, A. M. F.; ARAÚJO, H. W. C. de; CEBALLOS, B. S. O. de; SOUSA, J. T. de; SANTOS, K. D. **Aspectos sanitários de efluentes tratados utilizados na cultura do quiabo (*Abelmoschus esculentus*)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-115.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas de Saneamento**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Rio de Janeiro. 2009.
- KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O. de; SANTOS, A. V. dos; CAVALCANTE, R. B.; ANDRADE, J. L. de S.; TAVARES, J. L. **Uso de esgoto tratado como fonte de água não convencional para irrigação de forrageiras**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19. Disponível em: <http://bvsde.per.paho.org/bvsacd/abes97/uso.pdf>. Acesso em: 15 set. 2010.
- MAAS, E. V. Crop tolerance to saline sprinkling water. **Plant and Soil**, v. 89, p. 273-284, 1985.
- METCALF, L.; EDDY, H. P. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4 ed. New York: mc Graw Hill, 2003. 1819p.
- SANDRI, D. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leito cultivado com macrófita**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.
- SANTOS, A. P. R. **Efeito da irrigação com efluente tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um Argissolo Vermelho distrófico cultivado com capim Tifton 85**. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. In: São Paulo. São Paulo: Livraria Varela, 1997.
- SILVA, F. J. A.; SILVA, S. A. **Lagoas de estabilização no Ceará: prospecto e tendência**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20. Disponível em: http://www.bvsde.ops_oms.org/bvsai/dis/brasil20/i-124.pdf. Acesso em: 08 mar. 2010.
- SOUSA, J. T.; Van HAANDEL, A. C.; CAVALCANTI, P. F. F.; FIGUEIREDO, A. M. F. de. Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino.

- Engenharia Sanitária Ambiental.** v. 10, n. 3, p. 260-265, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará.** In: Ceará. Fortaleza: UFC/CCA, 1993. 248p.
- USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse.** Technical Report N° EPA/625/R - 92/004, Washington, DC: USEPA, 1992.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health guidelines for the use of wastewater coast in agriculture and aquaculture.** Technical report series, n. 778, Geneva: World Health and Organization, 1989, 72p.
- WHO. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2. **Wastewater use in agriculture.** Geneva: World Health Organization, 2006.