

TRATAMENTO DE ÁGUA DE RESIDUARIA PARA APLICAÇÃO NA AGRICULTURA

Fernanda do Nascimento Gouveia¹
José Madson da Silva²
Cristian José Simões Costa³

RESUMO

O presente artigo descreve os resultados de uma pesquisa PIBIC IFAL/FAPEAL que foi executado nas instalações do Instituto Federal de Alagoas – *Campus Piranhas* e que teve como objetivo analisar e monitorar o tratamento biológico e térmico das águas residuais do Campus, através de análise microbiológica a fim de atingir os parâmetros da legislação adequados para utilização na agricultura. Para tanto, um filtro biológico anaeróbico foi construído para promover a mineralização das partículas presentes no esgoto acoplado a um sistema térmico solar que ajuda a eliminação de parte das bactérias presentes no esgoto doméstico. A metodologia utilizada para identificação e contagem de bactérias termotolerantes foi à técnica dos tubos múltiplos, que consiste na utilização de tubos de ensaios e uso de caldos *Echerichia Coli* e *Lauryl* para obtenção de dados estatísticos. Com relação aos resultados sobre a quantificação de bactérias termotolerantes presentes na água tratada, observou-se que houve redução considerável no nível populacional dessas bactérias à medida que a temperatura se eleva. Com isso, pode-se afirmar que ocorre influência da temperatura no processo de desinfecção do efluente tratado para atingir as determinações da NBR 13969 (ABNT), que estabelece o reúso da água por sistema de irrigação nos pomares, cereais, forragens, pastagens e outros cultivos, onde o nível populacional de coliforme termotolerantes precisa ser inferior a 5000 NMP por 100 mL.

Palavras-chave: Reúso da água, tratamento biológico, sustentabilidade na região Semiárida.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade foram se tornando crescentemente mais diversificadas e exigentes, em quantidade e qualidade, as necessidades de uso da água e, ao mesmo tempo, sabe-se que a sua disponibilidade na natureza tem sido insuficiente para atender à demanda requerida em muitas regiões do planeta (HELLER E PÁDUA, 2006).

É visto que a crescente demanda por recursos hídricos, ocasionada pelo ascendente populacional, tem elevado a necessidade de discussões a respeito da gestão ambiental. A quantidade, qualidade e equidade na distribuição da água são temas difundidos de forma

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Agrônômica do IFAL, fernandaah@gmail.com;

² Drº em Agronomia e Professor do Curso de Engenharia Agrônômica do IFAL, josemadsonp@hotmail.com;

³ Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPB, e Professor do Curso de Engenharia Agrônômica do IFAL cristiancost@gmail.com.

crecente na sociedade contemporânea, prevendo-se que a população mundial atinja mais de 9,8 bilhões de pessoas até 2050 (ONU, 2017).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), no Brasil especificamente, a água é utilizada principalmente para abastecimento, irrigação, fins industriais, geração de energia, aquicultura, mineração, navegação, turismo e lazer. Na média nacional, o consumo humano, seja urbano ou rural, equivale a pouco menos de 1/3 do total, enquanto o consumo para atividades produtivas, como irrigação, industrial e criação animal, responde pelo restante (Brasil, 2007).

Já em 2013, de acordo com o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, da ANA, aproximadamente 72% da água estava sendo utilizada na irrigação (ANA, 2013) demonstrando ser um volume muito elevado que tem causado problemas nos sistemas de abastecimento de zonas rurais e urbanas. Ainda de acordo com a ANA (2013), outro problema enfrentado é que grande parte das cidades brasileiras não possui um sistema de coleta de esgoto, com apenas cerca de 62% da população sendo atendida por este serviço, um problema que coloca em risco a contaminação da água de rios e mananciais para consumo humano.

Esses fatores contribuem para que a água se torne cada vez mais escassa, tornando-se um fator limitador do desenvolvimento, crescimento e da produção agrícola destinada à produção de forragem para a alimentação animal, principalmente, nas regiões árida e semiárida, onde o índice pluviométrico desta chega à média de 750 mm anuais (INSA, 2012).

Essa “falta” de água no período de estiagem é o que leva à morte de animais e prejuízos econômicos e sociais nessas regiões. Uma possível saída para a redução da referida problemática se relaciona ao reúso da água na agricultura, o que possibilita o aproveitamento de nutrientes presentes, bem como uma melhoria na economia hídrica.

Os efluentes domésticos e alguns efluentes industriais apresentam, na sua composição, diversos elementos considerados nutrientes necessários ao desenvolvimento de plantas. Esses elementos, quando lançados em excesso no meio ambiente, são a causa de impactos negativos nos recursos hídricos e no solo. Porém, quando reaproveitados de forma controlada, podem beneficiar a natureza pela eliminação de poluentes e pela economia que propiciam na redução da extração de matérias-primas do ambiente (REBÊLO, 2011).

As pesquisas de reúso da água permitem o aperfeiçoamento das técnicas de tratamento, aplicação e manejo das águas residuárias, garantindo-se, assim, o acesso das gerações futuras aos recursos hídricos em quantidade e qualidade adequadas para os respectivos usos. Diante disto, os principais objetivos da pesquisa foram: Realizar o

tratamento biológico e térmico bem como monitorar a qualidade da água de reúso através de análise microbiológica para utilização na agricultura com base nos parâmetros exigidos na legislação das águas residuais do IFAL - *Campus* Piranhas.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi executada nas instalações do Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Piranhas (IFAL). A cidade de Piranhas fica localizada no sertão alagoano às margens do Rio São Francisco, a 280 km de Maceió, capital do estado.

Para a realização do tratamento biológico das águas residuais do IFAL - *Campus* Piranhas foi instalado um sistema de filtragem, assim, três tambores de 110 L de capacidade foram utilizados com a finalidade de formar filtros anaeróbios de fluxo ascendente (FAFA). O filtro anaeróbio consiste em um reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microrganismos não aeróbios. A utilização deste tipo de filtro é vantajosa, pois utiliza pouco espaço em sua instalação, é de simples operação e manutenção e possui um baixo custo operacional, apresentando boas características para a sua adoção como forma de sistema local de tratamento de águas residuais (NBR 13.969, 1997).

Na confecção dos filtros que compõe o sistema biológico, cada um dos tambores recebeu dois furos, um na parte superior e outro no lado oposto, na parte inferior, e nestes furos foram instalados flanges, canos e joelhos de PVC de 40 mm fazendo a conexão entre os tambores e o sistema de recebimento do esgoto. Além disso, cada tambor recebeu em seu interior uma placa circular perfurada e suspensa por um suporte de quatro pés, até um terço da altura do tambor, ambos confeccionados com zinco e pintados como forma de prevenir a corrosão do material. Toda essa estrutura foi utilizada para sustentar o material de enchimento e permitir a translocação do efluente pelos furos.

A instalação do sistema de filtros no IFAL foi feita em uma área com uma maior altitude aproveitando assim do declive de maneira que a água percorresse pelo sistema através da força da gravidade. Assim, na parte mais alta está instalada a caixa de esgoto, na qual foi feita uma modificação para receber o experimento de modo que quando houvesse necessidade, a água de rejeito fosse direcionada para o sistema de filtragem antes de ser descartada pela tubulação de esgoto. Para controle de vazão da água que alimenta o sistema foi instalado um registro a cerca de 20 metros da caixa de esgoto.

A uma distância de 102 metros da caixa de esgoto, na parte mais central do declive foram cavados três espaços para acomodar os tambores de modo que, cada um dos tambores

ficasse um mais baixo que o outro, para que o líquido escoasse por gravidade. Todo esse sistema foi interligado por uma tubulação de pvc instalada no interior do solo.

Após essa etapa, foi realizada a ligação do terceiro tambor, no qual a água sai filtrada, a uma caixa d'água de 1000 L utilizada como reservatório. Essa ligação consiste no sistema térmico. Nele, uma mangueira preta com cerca de 60 metros, dos quais 20 metros foram colocados enrolados sob duas telhas de fibrocimento pintadas de preto fosco para uma maior absorção do calor solar proporcionando, principalmente no horário de 9 h às 15 h o aumento da temperatura e conseqüentemente a morte de bactérias. No lado oposto da caixa d'água foi instalado um registro que controla a saída de água para a irrigação.

Com todo sistema de tubulação, filtragem, reservatório e irrigação montados, foi adicionado o material de enchimento nos três tambores, sendo o primeiro e o segundo tambor preenchidos com brita grossa e brita fina e o terceiro tambor com cacos de tijolos. A função do material de enchimento é permitir a fixação de um filme biológico constituído por bactérias e outros microrganismos anaeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica. Posteriormente, cada tambor foi vedado com uma tampa, na qual foi feita uma perfuração e acoplado um cano para a liberação gás metano produzido pelas das bactérias.

A identificação da presença de bactérias termotolerantes na água do tratamento biológico, dentre elas a *Echerechia Coli*, foi realizada através da técnica dos tubos múltiplos. As análises foram feitas no Laboratório de Microbiologia do IFAL – Campus Piranhas. O objetivo desta metodologia é quantificar o número mais provável de bactérias presentes na água e a partir dos dados obtidos, verificar se a mesma está dentro dos parâmetros exigidos para determinada finalidade. No caso da presente pesquisa, a norma vigente para o reuso agrícola estabelecida pela NBR 13.969 / 97 é de até 5.000 NMP (número mais provável) a cada 100 ml.

Foram realizadas três amostragens, as amostras de 100 mL foram coletadas em frascos esterilizados e levados imediatamente para o laboratório onde foram feitos dois meios de cultura para a realização da técnica dos tubos múltiplos. Um caldo LST (Lauril sulfato triptose) e caldo Ec (*Escherechia coli*).

A técnica supracitada apresenta duas fases sucessivas, sendo uma presuntiva e outra confirmativa. E esta última somente é realizada se houver crescimento positivo na etapa presuntiva. A primeira fase consiste em realizar a transferência de alíquotas de diferentes diluições da amostra para tubos de ensaios contendo, no fundo, um tubo de Durhan invertido para verificar a produção de gás, e o meio de cultura apropriado (caldo lauril triptose). A

transferência se deu nas seguintes diluições: 5 tubos com 1:1 (10 mL), 5 tubos com 1:10 (1 mL) e 5 tubos com 1:100 (0,1 mL). Todos os tubos foram incubados na estufa a 35°C por um período de 48 horas. Decorrido esse período, observou-se se houve o crescimento (positivo) de coliformes totais, resultado identificado pela ocorrência de reação ácida (coloração amarelada) ou produção de gás (retida no tudo de Durham).

A segunda fase consiste em verificar a presença de *Escherichia coli* nos tubos em que houve crescimento positivo na primeira fase. Assim, realizou-se o repique, ou seja, a transferência de alíquotas com alça de platina dos tubos presuntivos positivos para tubos preparados da mesma forma que no anterior, porém contendo caldo de Ec. Todos os tubos foram incubados a 35°C durante um período de 48 horas e posterior identificação dos que tiverem crescimento (positivo) de coliformes totais, identificado pela ocorrência de produção de gás nos tubos de Durham.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados das análises microbiológicas da água que passou pelo tratamento biológico e térmico, na qual as amostras foram coletadas em diferentes dias e horários. Na tabela também estão relacionados dados de temperatura da água, temperatura do sistema térmico (mangueira preta) e os dados da radiação solar e temperatura instantânea, que foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), visando explicar variações na mortalidade das bactérias.

Tabela 1: Resultados das análises microbiológicas da água

	Análises				
	1	2	3	4	5
Data	01/abr.	01/abr.	22/abr.	11/jun.	11/jun.
Horário	12:30h	15:30h	9:10h	9:45h	14:00h
Temperatura ambiente (°C)	32	31,4	31	26	27
Temperatura do sistema térmico (°C)	55	35	50	28	29
Temperatura da água (°C)	40	32	39	27 °C	27 °C
Radiação solar (kJ/m³)	3353,0	1091,0	3007,0	1294,0	1573,0
Contagem de coliformes (NMP/100ml)	5	≥1.600	27	≥1.600	≥1.600

Na análise 1, às 12:30h, a temperatura ambiente estava a 32°C e com radiação solar de 3353 kJ/m³, isso fez com que o sistema térmico promovesse boa desinfecção, uma vez que,

estando em 55°C o sistema de aquecimento apresenta condições favoráveis para a morte de bactérias, obtendo um resultado de 5 NMP a cada 100 ml. Assim como na análise 3, que com a radiação solar a 3007 kJ/m³, o sistema térmico atingiu 50 °C, obtendo um resultado de 27 NMP/100ml. Fogolari, Reis e Philippi (2012) trabalharam com a determinação de parâmetros cinéticos da inativação térmica de *Escherichia coli* em lodo de esgoto e constataram que a resistência térmica dessa bactéria é reduzida consideravelmente em temperaturas acima de 50°C. Isso pode justificar o resultado das análises 2, 4 e 6 que não atingiram 50° C e o resultado foi de ≥ 1.600 NMP/100ml, podendo ser 1.600 como também 10.000 NPM/100ml, uma vez que a técnica dos tubos múltiplos quantifica apenas números abaixo de 1.600 NMP/100ml.

Observou-se então que houve redução considerável no nível populacional das bactérias termotolerantes à medida que a temperatura se elevava com a radiação solar, com isso, pode-se afirmar a sua influência na elevação da temperatura e na desinfecção desse efluente.

De acordo com as determinações da NBR 13969 (ABNT), a água tratada está em conformidade com os parâmetros recomendados a respeito da classe 4 desta norma, para reúso da água por sistema de irrigação nos pomares, cereais, forragens, pastagens e outros cultivos, onde o nível populacional de coliforme termotolerantes precisa ser inferior a 5000 NMP por 100 mL.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos com a presente pesquisa, é possível observar que a implantação de filtros biológicos pode ser uma alternativa viável de custo baixo para o de tratamento de águas residuais urbanas. Através de análises microbiológicas observou-se que houve redução considerável da turbidez e do número de bactérias termotolerantes, resultado da combinação do filtro biológico anaeróbio associado a um sistema térmico.

O resultado do experimento pode ajudar a quebrar um paradigma sobre a possibilidade de um melhor aproveitamento do esgoto doméstico na irrigação de forragens, sendo ainda uma maneira de promover a economia hídrica e atenuar a questão de escassez de água nas regiões semiáridas com aumento na produção de renda e redução da pobreza. Outro ponto que

deve ser elencado refere-se ao não lançamento do esgoto doméstico em lagoas de decantação já sobrecarregadas de nutrientes que podem chegar aos rios causando contaminação.

Nota-se também que o aproveitamento dos nutrientes oriundos da água de reúso pode reduzir os gastos com fertilizantes naturais ou ainda auxiliar na recuperação de áreas degradadas na região semiárida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela bolsa do projeto PIBIC, ao IFAL, Campus Piranhas, aos professores, técnicos e aos amigos de uma forma geral

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013/** Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2013. 432 p. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2013_rel.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.

BRASIL. CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº. 54, de 28 de novembro de 2005** – Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direito não potável de água. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: 12 mai. 18.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Fundação Nacional de Saúde. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013.

BRASIL. **Lei nº 11445/2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 20 abr. 18.

FOGOLARI, Odinei; REIS, Crisleine Zottis dos; PHILIPPI, Luiz Sérgio. Determinação de parâmetros cinéticos da inativação térmica de Escherichia coli em lodo de esgoto. **Eng Sanit Ambient**, Florianópolis, v. 17, n. 3, p.255-262, jul/set 2012.

FONSECA, A. F. da et al. *Agricultural use of treated sewage effluents: agronomic and environmental implications and perspectives for brazil*. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), v. 64, n. 2, p.194-209, Mar/Apr. 2007.

HELLER, L; PÁDUA, V.L de. Abastecimento de água para o consumo humano. Editora UFMG, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO (INSA) HANS RAJ GHEYI et al *Recursos hídricos em regiões semiáridas* - Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258 p

NBR 13969. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **Tanques sépticos** – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ONU. **População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050, diz novo relatório da ONU.** 22 de 06 de 2017. <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/> (acesso em 04 de abril de 2019).

REBÊLO, M. M. P. S. *Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas.* 2011. 111 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* BeloHorizonte: UFMG, 2005