



## **Monitoramento microbiológico de águas residuárias para produção agroecológica: uma ferramenta de segurança sanitária do reúso agrícola no semiárido brasileiro.**

*Microbiological monitoring of wastewater for agroecological production: a tool for sanitary security in the agricultural reuse of the Brazilian semi-arid region.*

LAMBAIS, George<sup>1\*</sup>; MELO, Marilene<sup>1</sup>; MELLO, Antonio<sup>2</sup>; MATIAS, Afonso<sup>2</sup>;  
BARBOSA, Rodrigo<sup>1</sup>; MEDEIROS, Salomão<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional do Semiárido (INSA/MCTIC), george.lambais@insa.gov.br; marilene.melo@insa.gov.br; rodrigo.barbosa@insa.gov.br; salomao.medeiros@insa.gov.br; <sup>2</sup> PATAÇ, antoniocarlospiresdemello@gmail.com; afonsobezer@gmail.com

### **Eixo temático: Desertificação, Água e Resiliência Socioecológica às Mudanças Climáticas e Outros Estresses**

**Resumo:** Na zona rural, devido à falta de saneamento, são comuns casos de contaminação e proliferação de doenças de veiculação hídrica, causadas pelo despejo de águas residuárias sem tratamento. Os efluentes tratados de esgoto representam uma fonte de água e nutrientes disponíveis para uso em irrigação, além de contribuir com o saneamento rural. O presente estudo, desenvolvido numa confluência de esforços envolvendo famílias agricultoras articuladas em redes, organização de assessoria, universidades e centro de pesquisa, teve como objetivo monitorar a qualidade sanitária de água cinza em duas propriedades rurais na região do Seridó paraibano, com sistema de tratamento tipo Bioágua. Foram coletadas, mensalmente, amostras de água para quantificação da bactéria *Escherichia coli* durante o ano de 2018. Os efluentes finais atenderam aos padrões da Organização Mundial da Saúde para irrigação restrita, podendo ser utilizados na produção de espécies arbóreas, oleaginosas e forrageiras.

**Palavras-chave:** manejo da água, reúso de água; saneamento rural; agricultura familiar.

**Keywords:** water management; wastewater reuse; rural sanitation; family agricultural.

### **Introdução**

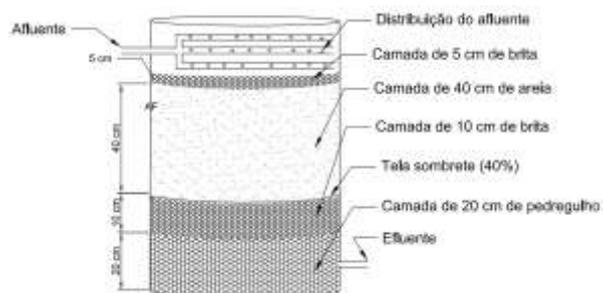
Em regiões áridas e semiáridas, a água constitui um fator limitante para o desenvolvimento de diversas atividades humanas, inclusive para a agricultura, com isso, a busca por fontes alternativas deste recurso se torna uma necessidade (HESPANHOL, 2002). No Brasil, a região semiárida representa 13,25% do território nacional, com mais de 27 milhões de habitantes, onde cerca de 46% residem na zona rural (IBGE, 2017). É considerado o semiárido mais biodiverso do mundo, contudo, seus dois biomas, encontram-se em avançado estágio de degradação (BRASIL, 2006). Frente às oportunidades e desafios socioeconômicos e ambientais da região semiárida brasileira, vale à pena destacar que desde 1998 vem se constituindo na região do Cariri, Seridó e Curimataú Paraibano um ator político e social denominado Coletivo Regional das Organizações de Agricultura Familiar - COLETIVO, que vem dando passos significativos na perspectiva da transição agroecológica e no desenvolvimento de ações de convivência com o Semiárido, onde nos últimos seis anos apoiou a implementação de 85 sistemas simplificados



para tratamento de água cinza nesse território. Nesse cenário, entendemos que o esgoto doméstico tratado é uma alternativa que além de suprir demandas hídricas, fornece nutrientes para as culturas agrícolas, assim como reduz poluentes que chegam nos riachos, rios e em outras fontes de água presentes na região. Todavia, uma das grandes preocupações do uso do esgoto doméstico na agricultura consiste em adequá-lo aos critérios de qualidade higiênica recomendados pela OMS - Organização Mundial da Saúde (WHO, 2006). Sendo assim, é importante obter conhecimento sobre os riscos e cuidados sanitários necessários para sua utilização segura, pois embora a água cinza não possua contribuição fecal dos vasos sanitários, de onde é oriunda a maioria dos microrganismos patogênicos, como é o caso da bactéria *E. coli* (indicadora de contaminação fecal), atividades como lavar as mãos, preparação de alimentos, lavagem de roupas, ou o próprio banho, constituem possíveis fontes de contaminação (WHO, 2006). Diante do exposto, os objetivos dessa pesquisa foram desenvolver com as famílias agricultoras e organizações do Semiárido Paraibano, um processo de pesquisa e irradiação de sistemas de tratamento de águas residuárias para fins agrícolas visando aumentar a capacidade de resiliência dos agroecossistemas familiares diante das mudanças climáticas, tendo como objetivo principal monitorar a qualidade sanitária das águas residuárias tratadas para reuso agrícola, através da quantificação de *E. coli*, em propriedades rurais de agricultores(as) experimentadores(as).

## Metodologia

O trabalho foi realizado em duas propriedades rurais do Assentamento São Domingos, município de Cubati, na região do Seridó paraibano, nas quais, participam de uma pesquisa interdisciplinar sobre tratamento de esgotos e reuso agrícola familiar, realizada entre o INSA, COLETIVO, PATAC, UFCG e UEPB. O sistema de tratamento de água cinza em funcionamento nessas propriedades é baseado no sistema simplificado Bioágua (SANTIAGO et al., 2015), com algumas adaptações (Figura 1). O seu funcionamento consiste em coletar toda a água cinza produzida na residência, conduzir para a caixa de gordura, para remoção de óleos e graxas, posteriormente, o efluente da caixa passará pelas camadas do sistema de tratamento onde ficará retida grande parte das demais impurezas. Após essa etapa, o efluente segue para o tanque de armazenamento, onde posteriormente é bombeado para o sistema de irrigação por gotejamento.



**Figura 1.** Esquema do sistema de tratamento de água cinza implantado nas residências rurais.

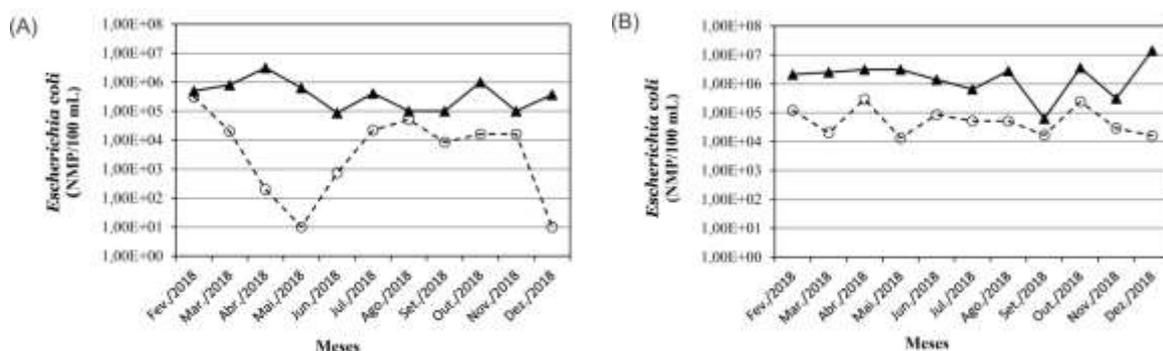


As amostras de água cinza, antes e depois do tratamento, foram coletadas mensalmente entre os meses de Fevereiro e Dezembro de 2018. Nas coletas das amostras foram utilizados sacos estéreis de 100 ml, do tipo Whirl-Pak (Nasco, Fort Atkinson, WI). Os sacos de coleta foram identificados quanto ao tipo de amostra, origem, data e hora e, em seguida, transportados, sob condições de refrigeração utilizando-se uma caixa isotérmica contendo gelo. Todo o procedimento esteve de acordo com plano de amostragem descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia Ambiental do INSA em Campina Grande-PB, onde foram processadas para análises bacteriológicas. A presença de *E. coli* foi quantificada através da tecnologia do substrato definido Colilert® (IDEXX Laboratories, Inc., Westbrook, ME). Todas as quantificações foram realizadas usando o sistema baseado em número mais provável (NMP).

Vale a pena destacar que nessa pesquisa a ação e a formação se retroalimentam na definição do que e como pesquisar, assim como na construção participativa dos procedimentos necessários para um manejo sanitário seguro a partir dos resultados das análises em laboratório.

## Resultados e Discussão

Os valores de *E. coli* no efluente final variaram de  $3,1 \times 10^5$  a  $1,0 \times 10^1$ , sendo a concentração média de  $4,0 \times 10^4$  para o sistema de tratamento da propriedade familiar I (Figura 2A). Para a segunda propriedade, as variações nos valores de *E. coli* foram de  $2,9 \times 10^5$  a  $1,3 \times 10^4$ , onde a média final foi de  $8,5 \times 10^4$  (Figura 2B).



**Figura 2.** Valores de *E. coli* presentes em amostras de água cinza, antes e depois do tratamento. Afluente = linha sólida com triângulos fechados; efluente = linha tracejada com círculos abertos.

Resultados similares foram encontrados por Dombroski et al., 2013, com valores entre  $2,1 \times 10^4$  e  $1,5 \times 10^5$  para o mesmo tipo de sistema de tratamento de água cinza. O limite aceitável de *E. coli* segundo as diretrizes da OMS para irrigação irrestrita, a partir de tratamento de água cinza, para culturas a serem ingeridas cruas é de  $<10^3$  ou  $10^4$  NMP/100mL para espécies vegetais que se desenvolvem distantes



do nível do solo ou irrigação por gotejamento. Para irrigação restrita, o valor médio aceitável no efluente é  $<10^5$  NMP/100mL, podendo ser flexibilizado para  $<10^6$  NMP/100 mL.

Os resultados demonstraram uma eficiência média entre 86 e 93% na remoção de *E. coli* para os sistemas de tratamentos de água cinza monitorados nas propriedades I e II, respectivamente (Tabela 1).

	<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)			Eficiência de remoção (%)	<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)			Eficiência de remoção (%)
	Afluente I	Efluente I			Afluente II	Efluente II		
Fev.	500.000	310.000	38,00		2.100.000	120.000	94,29	
Mar.	800.000	20.000	97,50		2.500.000	20.000	99,20	
Abr.	3.100.000	200	99,99		3.100.000	292.000	90,58	
Mai.	630.000	10	100		3.100.000	13.500	99,56	
Jun.	86.000	740	99,14		1.400.000	85.000	93,33	
Jul.	410.000	22.000	94,63		650.000	52.000	92,00	
Ago.	100.000	51.100	48,90		2.780.000	51.000	98,17	
Set.	100.000	8.400	91,60		63.000	17.000	73,02	
Out.	1.000.000	16.000	98,40		3.590.000	241.000	93,29	
Nov.	100.000	16.000	84,00		310.000	29.200	90,58	
Dez.	371.000	10	100		14.1000.000	16.1000	99,89	

**Tabela 1.** Resultados da eficiência de remoção de *E. coli* em águas cinza após o sistema de tratamento.

## Conclusões

Os efluentes finais, monitorados nesses sistemas, atenderam aos padrões da OMS para irrigação restrita, onde podem ser utilizados por gotejamento na produção de



espécies arbóreas (frutíferas ou madeireiras), oleaginosas e forrageiras. Nesse sentido, os conhecimentos adquiridos com essa pesquisa podem ser incorporados por políticas públicas comprometidas com a segurança e soberania alimentar da agricultura familiar camponesa.

### Referências bibliográficas

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER ENVIRONMENT ASSOCIATION - WEF. **Standard methods for the examination of water & wastewater**. 22st edition. Washington, 2012. 1360 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Rumo ao amplo conhecimento da Biodiversidade do Semiárido Brasileiro**. Brasília: MCT, 2006. 144 p.: il . Disponível em:  
[ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/10974-Rumo\\_ao\\_amplo\\_conhecimento\\_da\\_biodiversidade\\_do\\_semi-arido\\_brasileiro.pdf](ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/10974-Rumo_ao_amplo_conhecimento_da_biodiversidade_do_semi-arido_brasileiro.pdf). Acesso em: 18 de Maio. 2019.

DOMBROSKI, S. A. G. et al. Eficiência de tratamento de água cinza pelo bioágua familiar. In: 7º Encontro Internacional de Águas, 7, 2013, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Católica de Pernambuco, 2013.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil - Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n.4, p. 75-95, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2017**- Rio de Janeiro. Volume 7. p. 1-108. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf). Acesso em: 15 de abril. 2019.

SANTIAGO, F. et al. **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar**. Caraúbas: ATOS, 2015. 194 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Excreta and greywater use in agriculture**. v. IV. Geneva: World Health Organization, 2006.