

RODRIGO MÁXIMO SÁNCHEZ ROMÁN

DESINFECÇÃO SOLAR DE ESGOTO DOMÉSTICO PARA USO NA  
AGRICULTURA FAMILIAR

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós –  
Graduação em Engenharia Agrícola,  
para obtenção do título de *Doctor  
Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2006

## RESUMO

SÁNCHEZ-ROMÁN, Rodrigo Máximo, D.S. Universidade Federal de Viçosa, abril de 2006. **Desinfecção solar de esgoto doméstico para uso na agricultura familiar.** Orientador: Antonio Alves Soares. Conselheiros: Gilberto Chohaku Sedyama e Antonio Teixeira de Matos.

Um sistema piloto para desinfetar o esgoto doméstico usando a radiação solar (SODIS) foi construído na Estação Experimental para Tratamento de Águas Residuárias Domésticas para Uso na Agricultura (EETARD-UA) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil. A Estação Experimental encontra-se a 20°45'14" S, 42°52'53" W, na altitude de 648,74 m acima do nível do mar. No reator, construído com blocos de concreto, foi aplicada água residuária doméstica tratada (ARDT) a qual passou por: a) tratamento preliminar; e b) tratamento primário em tanque séptico, com tempo de detenção de aproximadamente 14 horas. No reator solar, o efluente do tanque séptico

permaneceu durante oito horas, em sistemas de tratamento em batelada. Amostras da água residuária foram retiradas a cada duas horas. As análises nelas realizadas foram: oxigênio dissolvido, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos totais (SST), coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*). A temperatura da água no reator solar foi medida a cada hora. Uma estação meteorológica automática, instalada na área da EETARD-UA, foi usada para coletar os dados de radiação solar. Todos os dados foram analisados estatisticamente e foi proposto um modelo para estimar a população final de *E. coli*, a partir da população inicialmente presente na água residuária, da lâmina de ARDT a ser tratada no reator solar e da quantidade de radiação. Usando esse modelo e os valores de horas de insolação de 202 estações meteorológicas distribuídas por todo o Brasil, foi determinado o tempo de exposição necessário para desinfetar a ARDT, objetivando o seu uso posterior como fertirrigação em agricultura familiar, com garantias de que a exposição à radiação solar reduz a população de *E. coli* a níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para água a ser usada sem nenhuma restrição sanitária na irrigação de culturas agrícolas. Assim, foram elaborados 48 mapas da distribuição mensal dos tempos de exposição para quatro profundidades (0,05; 0,10; 0,15 e 0,20 m) de ARDT a serem tratadas no Brasil. A viabilidade financeira do projeto foi avaliada considerando-se um núcleo familiar de quatro pessoas. Foram destacados na análise: o investimento inicial, os custos (manutenção, sementes, implementos, o pagamento da dívida, etc.), e as entradas geradas pela produção de alimentos

na horta familiar. Foi detectado que o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), a taxa de retorno do capital (TRC) e a relação custo/benefício (C/B) foram favoráveis à implantação do projeto, quando foi considerado como fonte de financiamento o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Mulher (PRONAF - Mulher), nos quatro cenários analisados.

## ABSTRACT

SÁNCHEZ-ROMÁN, Rodrigo Máximo, D.S. Universidade Federal de Viçosa, April 2006. **Domestic wastewater solar disinfection for reuse in family agriculture.** Advisor: Antonio Alves Soares. Committee members: Gilberto Chohaku Sedyama and Antonio Teixeira de Matos.

A pilot study to disinfect domestic wastewater using solar radiation was built in the Experimental Station for Domestic Wastewater Treatment for Use in Agriculture (ESDWT-UA) of the Departamento de Engenharia Agrícola at Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The experimental station is located at 20°45'14" S, 42°52'53" W, altitude 648.74 meters above sea level (masl). The effluent from a residential development was used as supply; this treated domestic wastewater (TDWW) passed through a pre-treatment unit, and primary treatment in septic tank with detention time of 14 hours. After that, in the solar reactor, the septic tank's effluent was exposed to solar radiation for eight hours in a batch system treatment. Samples of water

were collected every two hours. The samples were analyzed for: dissolved oxygen, turbidity, chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), total coliforms and *Escherichia coli* (*E. coli*). Water temperature in the solar reactor was taken every hour. An automatic meteorological station, installed at ESDWT-UA, was used to collect solar radiation data. All data were statistically analyzed, and a model was proposed to estimate the final *E. coli* population given the initial *E. coli* population in the TDWW, the TDWW depth to be treated at the solar reactor and the dose accumulated. Using the model proposed in this work, and the insolation values for 202 meteorological stations distributed throughout Brazil, the time of exposure necessary to disinfect the TDWW was determined reducing the *E. coli* population to values recommended by World Health Organization (WHO) for irrigation water to be used without any sanitary restriction in agriculture. 48 maps with the exposure times for monthly distribution were elaborated for four depths (0.05, 0.10, 0.15, 0.20 m) of TDWW to be used in Brazil. The financial viability of this project was evaluated considering a family of four people. The analysis considering: the initial investment, costs (maintenance, seeds, implements, debt payments, etc.), and incomes generated by the production of food in the family vegetable garden. It was found that the present value (VPL), the capital rate of return (TRC), internal rate of return (TIR) and cost/benefit (C/B) relationship were all favorable to the implantation of the project when Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Mulher

(PRONAF - Mulher), for four scenarios analyzed was considered as source of financing.